



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la
Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA
Metal Mecánica, Chimbote-2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Quesquen Polo, Yadira Vanessa ([ORCID: 0000-0003-4512-4966](https://orcid.org/0000-0003-4512-4966))

Regalado Luna, Frederick Xavier ([ORCID: 0000-0002-8495-4658](https://orcid.org/0000-0002-8495-4658))

ASESOR:

MSc. Roberto Carlos Chucuya Huallpachoque ([ORCID: 0000-0001-9175-5545](https://orcid.org/0000-0001-9175-5545))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHIMBOTE — PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres por haberme apoyado en mi formación profesional.

A mi fiel, leal hermana y amiga de 4 patitas momoko que estuvo conmigo mientras realizaba el desarrollo de esta tesis, por largas horas estuvo a mi costado brindándome su compañía y animándome a seguir persiguiendo mis sueños.

A mí misma por la dedicación brindada a este trabajo, ya que la verdadera educación consiste en dar lo mejor de sí mismo para el futuro de mañana.

Yadira

A mis padres, por estar conmigo, por apoyarme y guiarme, por ser el ejemplo que me ayudaron a estar aquí.

A mis hermanos, por motivarme y siempre acompañarme en todas las decisiones que tomé.

A mí mismo, por todo el esfuerzo realizado y haber demostrado perseverancia en la búsqueda de mis objetivos.

Frederick

Agradecimiento

Al ser supremo creador y sustentador del universo por la vida.

A nuestros padres por haber cumplido con su deber de educación y haber depositado su confianza en nosotros, los frutos del éxito profesional son para ellos.

A la universidad Cesar Vallejo por permitirnos culminar esta etapa universitaria e ingresar al ámbito laboral.

A nuestro asesor de tesis Mg. Chucuya Huallpachoque Roberto Carlos, por las enseñanzas y orientación metodológica brindada hasta el final del proyecto de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y Operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección datos	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
Tabla 2. Método de análisis de datos	15
Tabla 3. Registro de historial de fallas de maquinarias y/o equipos	17
Tabla 4. Costos por mantenimiento preventivo	19
Tabla 5. Costos por mantenimiento correctivo	20
Tabla 6. Registro de entrega de proyectos.....	21
Tabla 7. Causas de la baja eficiencia general de la máquina de corte	22
Tabla 8. Producción de piezas (preprueba).....	24
Tabla 9. OEE inicial de la máquina de corte automática	25
Tabla 10. Registro de eliminación de fallas	28
Tabla 11. Registro de mantenimiento correctivo	29
Tabla 12. FEFE y TPEF de la máquina de corte automática	30
Tabla 14. Programa de mantenimiento autónomo.....	33
Tabla 15. Evaluación del nivel de cumplimiento de las 5'S	34
Tabla 16. Subsistemas de funcionamiento.....	35
Tabla 17. Componentes y elementos de la máquina de corte	36
Tabla 18. Clasificación de fallas según subsistema	37
Tabla 19. Mantenimiento preventivo según subsistema	38
Tabla 20. Mantenimiento preventivo según subsistema	39
Tabla 21. %MP y PMC.....	40
Tabla 22. Cantidad de trabajadores presentes en las capacitaciones	41
Tabla 23. Producción de piezas (posprueba)	42
Tabla 24. OEE final de la máquina de corte automática.....	43
Tabla 25. Pruebas de normalidad	45
Tabla 26. Pruebas de T Student	45

Índice de figuras

Figura 1. Esquematización de variables	11
Figura 2. Diagrama de flujo de recolección de información	14
Figura 3. Fallas de maquinarias y/o equipos	18
Figura 4. Nivel de cumplimiento de entrega de proyectos	22
Figura 5. Diagrama causa efecto de la máquina de corte automática	23
Figura 6. Gantt de aplicación del TPM	27
Figura 7. Variación de la OEE inicial respecto al OEE final luego de la aplicación del TPM en la máquina de corte automática.	44

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal, implementar el mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia general de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica. El tipo de investigación fue aplicada con un diseño experimental en la clasificación preexperimental, asimismo el estudio tuvo como población las 4 máquinas de oxicorte y 2 de corte del área de habilitado de Sima Metal Mecánica, la muestra fue la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex y el muestreo fue no probabilístico por conveniencia.

Se obtuvo como resultados que las principales causas de la baja eficiencia general de la máquina, fueron las paradas no programadas y el elevado costo de mantenimiento correctivo, además se determinó el OEE inicial, el cual tuvo un valor de 40%. La implementación del TPM, a través de 4 de sus pilares generó un aumento de la disponibilidad de 72 a 80%, el rendimiento de 57 a 69% y calidad de 99 a 100%, y finalmente se obtuvo un valor OEE de 55%. Se concluyó que la implementación del TPM aumenta el OEE de la máquina de corte, puesto que se incrementó un 15%.

Palabras Clave: Mantenimiento Productivo Total, Disponibilidad, Rendimiento, Calidad, Eficiencia General de los Equipos

Abstract

The main objective of this research was to implement the total productive maintenance to improve the general efficiency of the automatic cutting machine in SIMA Metal Mechanical. The type of research was applied with an experimental design in the pre-experimental classification, it was pointed out that the study had as a population the 4 oxyfuel cutting machines and 2 cutting machines from the Sima Metal Mechanical area, the sample was the ESAB Suprarex CNC automatic cutting machine and the one demonstrated was non-probabilistic for convenience. As a result, the main causes of the low general efficiency of the machine were the unscheduled stops and the high cost of corrective maintenance, in addition, the initial OEE was limited, which had a value of 40%. The implementation of the TPM, through 4 of its outstanding pillars, increased availability from 72 to 80%, performance from 57 to 69% and quality from 99 to 100%, and finally an OEE value of 55% was obtained. It was concluded that the implementation of the TPM increases the OEE of the cutting machine, since it increased by 15%.

Keywords: Total Productive Maintenance, Availability, Performance, Quality, General Equipment Efficiency

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021”, tiene como propósito mejorar la eficiencia general de la máquina en estudio, puesto que la implementación del TPM brindará soluciones a los problemas que la máquina presenta inicialmente, de manera que se gestione un programa de mantenimiento donde se eliminen puntos que perjudican a la producción, generando un mayor beneficio económico y competitivo a la empresa, además de satisfacer a sus clientes entregando sus pedidos a tiempo. A nivel internacional la gestión de mantenimiento es de suma importancia en todas las empresas, ya que realizarlo garantiza el correcto funcionamiento de los equipos y/o maquinarias que cumplen con la demanda solicitada por los clientes, sin embargo, cuando se presentan averías crean problemas como la pérdida de producción, desperdicio de materiales, reprogramación de producción, ya que al no tener un plan conveniente para el mantenimiento no existe una garantía de la disponibilidad de los equipos. Por ejemplo, en una empresa del sector metalmecánico durante el año 2015, el área de mantenimiento reportó una disponibilidad de sus activos en un 80%. (Castillo y Rodrigo, 2016,p.19).

En el ámbito nacional, las empresas peruanas del rubro metalmecánica presentan diversos problemas siendo el área de mantenimiento la más costosa de solucionar, como es el caso de Frecep SAC; la cual presenta una baja eficiencia general en sus equipos (58%). En el año 2018, del total de 789 unidades producidas no se lograron a entregar 340, es decir el 43.09% de lo que se produce anualmente, la falta de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo representó un valor de 93.75% y la pérdida de horas por el mantenimiento correctivo un valor de 96.76%, además se obtuvo mermas equiparables a 24.62%. (Canahua ,2021,p.54). A nivel local, las pequeñas empresas metalmecánicas demuestran problemas respecto a la eficiencia y productividad en su proceso productivo. Esta problemática se evidencia en ECROMSA S.A.C, en donde existen dos máquinas inoperativas debido a un ineficiente mantenimiento, por lo cual se tiene que contratar maquinaria externa para desarrollar los trabajos causando costos adicionales a la empresa y falta de preocupación respecto a la planificación de mantenimiento preventivo y predictivo al personal de mantenimiento. (Sánchez y Zavaleta,2019,p.4).

De igual forma, la empresa SIMA Metal Mecánica presenta problemas en el área de mantenimiento, básicamente en la gestión de mantenimiento que la empresa actualmente ejecuta (programa de mantenimiento preventivo y correctivo), siendo no adecuada ya que existen averías de las maquinarias en plena producción. La empresa cuenta con distintos activos/equipos, entre las más destacadas según la frecuencia en que se utilizan para la fabricación del proceso productivo de los puentes se encuentran las grúas (4 grúas puentes: 2 de 30 T y 2 de 15 T), roladoras (3 máquinas roladoras: Dorstener, Davi, Medley), máquinas de corte (1 automatizada CNC Esab Suprarex y 1 semiautomática de control numérico) y máquinas de oxicorte (4 semiautomatizadas). La presente investigación se enfoca en la máquina de corte del área de habilitado que más averías presenta cuando se está ejecutando la producción; la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex; la cual presenta muchos problemas tales como: En el gabinete electrónico, el ups de la máquina se encuentra dañado, las mangueras y conexiones requieren mantenimiento, los componentes eléctricos de la caja plasma se encuentran dañados, los pulsadores para encendido demoran en encender, existe una baja presión del líquido refrigerante, la caja de control de gases presenta fallas, en la antorcha de corte Po no existe un soporte de adecuado, entre otros problemas. Por lo cual, realizar una gestión de mantenimiento adecuada para que este activo no se averíe en plena producción como actualmente lo está haciendo es muy importante, ya que las consecuencias son perjudiciales para la empresa en términos de costos y las horas hombres, las cuales se pierden por las paradas de producción y las horas que conllevan reparar dicha maquinaria, además que si las fallas que presentan las maquinarias son graves y no se pueden solucionar se tienen que originar órdenes de servicios tercerizando la reparación.

El proyecto de estudio tiene como **problema** ¿Es posible que mediante la implementación del Mantenimiento Productivo Total se mejorará la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021? **La justificación** de la investigación respecto a la contribución **metodológica** es que se seguirá una serie de pasos relacionados a la implementación del TPM (métodos, técnicas, herramientas) para aumentar la Eficiencia General de la máquina de corte automatizada, la cual servirá para investigaciones similares. En lo relacionado a la contribución **social**, la implementación del TPM permitirá al

trabajador obtener soluciones respecto a las dificultades que éstos presentan con la máquina, los cuales están relacionadas con la baja Eficiencia General que presenta, así mismo se obtendrá una mayor satisfacción de los clientes ya que obtendrán su producto en el tiempo y con buena calidad. Por último, se justifica de forma **económica** puesto que la implementación de la gestión del TPM permite minimizar los costos que generan los mantenimientos o reparaciones que se requieren durante la realización de las actividades, reducir las horas hombres perdidas por inoperatividad, además de los costos relacionados por no cumplir con las entregas y los estándares de calidad.

La investigación tiene como **objetivo principal**: Implementar el Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021. Asimismo los **objetivos específicos** son: Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021; determinar la eficiencia general (OEE) actual de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021; aplicar la metodología TPM para mejorar la eficiencia general (OEE) de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021; evaluar la nueva eficiencia general (OEE) de la máquina de corte automática del área de habilitado después de aplicar la metodología TPM en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021.

La **hipótesis** que se formuló para la presente la investigación es la siguiente: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021. La hipótesis **nula** se planteó de la siguiente forma; **Ho**: La implementación del Mantenimiento Productivo Total no mejorará la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021; las hipótesis **alternativa** son las siguientes; **Ha**: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la disponibilidad de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021; **Ha**: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejorará el rendimiento de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021; **Ha**: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la calidad de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021.

II. MARCO TEÓRICO

El presente estudio de investigación tiene los siguientes **trabajos previos**:

Ahmad, Hossen y Ali (2018) en su artículo titulado "Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case", plantearon como objetivo aplicar el TPM a través del pilar kaizen; para mejorar la OEE de una sección de anillo marco en una planta de hilatura. En los resultados, se evidenció que el tiempo de parada en la etapa inicial fue de 37,5 min por turno, mientras que luego de implementar el TPM, se redujo a 21,75 min, asimismo, la OEE de los equipos aumentó de 75.09 a 86.02%. Por último, los autores concluyeron que la aplicación del TPM es muy beneficioso, ya que mejora el rendimiento de las máquinas, reduce los tiempos de parada y disminuye el tiempo de producción.

Bataineh et al. (2019) en su artículo titulado "A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study", tuvieron como objetivo permitir la aplicación de los principios básicos del TPM, a través de un esquema secuencial basado en 13 pasos e incrementar la efectividad de los equipos que intervienen en el proceso de producción del vidrio en la empresa KSCC. Se obtuvo resultados positivos, la eficiencia de los equipos se incrementó de 55.1 a 74.18%, la disponibilidad de 68.6 a 77.5% y la calidad de producción de 99.82 a 99.87%, de manera que la OEE mejoró de 35.27 a 57.42%. Finalmente, los autores concluyeron que el esquema secuencial implementado basado en TPM, mejora la efectividad de los equipos de producción.

Herry, Farida y Lutfia (2018) en su artículo titulado "Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses", tuvieron el objetivo de estudiar el nivel de implementación de TPM realizada a la máquina Press 2A a través del valor OEE. En los resultados, evidenciaron que el promedio de OEE en la máquina Press 2A es del 70%, el valor de efectividad es moderado, aunque inferior al valor OEE estándar para una empresa de clase mundial, el cual es de 85%. Sin embargo, los autores concluyeron que PT. ha implementado bien el concepto de TPM, puesto que ahora presentan un valor de OEE de 70%, siendo muy superior al que anteriormente mostraban, el cual oscilaba entre 33% y 40%.

Lozada, Lara y Buele (2021) en su artículo titulado “Maintenance Plan Based on TPM for Turbine Recovery Machinery”, tuvieron como objetivo diseñar un plan para desarrollar una filosofía TPM para un torno de torneado vertical. Para desarrollar el objetivo planteado, aplicaron las distintas técnicas como el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM), Análisis de Modos y Fallas (FMEA) y Mantenimiento Autónomo para establecer las actividades de mantenimiento adecuadas, obteniendo como resultado el incremento de la disponibilidad en un 27.84% y rendimiento en un 39.71% del equipo en estudio. Finalmente, los autores concluyeron que la implementación del TPM demostró que tuvo un impacto positivo en la OEE del torno, con un incremento del OEE de 29.97%.

Meca y Camello (2020) en su artículo titulado “Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness”, tuvieron el objetivo de analizar el impacto de cada pilar del TPM implementado en la métrica de OEE. Los resultados evidenciaron que los pilares, tales como Mantenimiento Planificado y Mejora Focalizada se implementaron en casi el total de las empresas encuestadas pertenecientes a distintos sectores. Tras su implantación se condujo a un aumento del OEE, mejorando entre un rango 12,5 y 33,3%, evidenciando de esa manera el beneficio de aplicar dichos pilares. Por lo cual, los autores concluyeron que los pilares del TPM influyen de manera positiva en el incremento de la Eficiencia General de los Equipos (OEE).

Pardeep y Sachit (2016) en su artículo titulado “Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM”, tuvieron como objetivo aumentar el volumen de ventas de tractores a través de la mejora del OEE y la implementación del TPM. En los resultados se evidenció que la OEE de las máquinas aumentó por encima del 85%, la productividad aumentó hasta un 74%, los costos disminuyeron en un 30%. Finalmente, los autores concluyeron que la implementación del TPM es exitosa, ya que la industria logró beneficios tangibles e intangibles.

Singh et al. (2014) en su artículo titulado “Total Productive Maintenance Implementation in a Machine Shop: A Case Study”, tuvieron el objetivo de mejorar la calidad de los componentes automotrices a través de la implementación del TPM en un taller de máquinas de torneado CNC. Los resultados evidenciaron que al aplicar los pilares del TPM de manera escalonada, mejoró la eficiencia general de

las máquinas del 63% al 79%, por lo cual mejoró la productividad y los componentes defectuosos disminuyeron, además se identificó pérdidas asociadas a la efectividad. Los autores concluyeron que la implementación del TPM es de gran beneficio para la empresa, y que el éxito de éste, depende de varios pilares, del compromiso y participación de los integrantes de la empresa.

Nallusamy et al. (2018) en su artículo titulado “Implementation of total productive maintenance to enhance the overall equipment effectiveness in medium scale industries”, tuvieron como objetivo implementar el TPM en una industria de fabricación de tubos PVE para lograr una OEE próximo al valor estándar (85%) para una empresa de clase mundial. En los resultados, se observa que al aplicar los pilares; mantenimiento autónomo, planificado y Kaizen se mejora la OEE, puesto que inicialmente, la OEE tenía un valor del 55.45% y después de la implementación presentaba un nuevo valor de 68.04%. En conclusión, los autores afirman que el TPM incrementa el rendimiento de las máquinas y reduce los tiempos muertos.

Candra et al. (2017) en su artículo titulado “Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Sheeter Machine Performance”, plantearon como objetivo evaluar la implementación del TPM en una máquina laminadora PT RAPP en un transcurso de 10 meses. En los resultados, se identificó pérdidas tales como averías, las cuales influyeron en la baja OEE inicial promedio de la máquina, el cual fue 82.75%, sin embargo, luego de la implementación del TPM se halló un nuevo valor de 87.20%. Los autores concluyen que gracias al TPM, la empresa mejoró la OEE de la laminadora y puede seguir mejorando a lo largo del tiempo en el futuro.

Canahua (2021) en su artículo titulado “Implementación de la metodología TPM para mejorar la OEE en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica”, planteó como objetivo evidenciar como el uso del TPM acrecienta la OEE de los equipos en estudio. Como resultado obtuvo, que al cumplir correctamente los mantenimientos preventivos y autónomos se mejoró la disponibilidad (de 86.70 a 96.88%), la calidad (de 49.44 a 94.64%), el rendimiento (de 76.68 a 93.34%), por lo tanto, se alcanzó mejorar el OEE de 32.86 a 85.58%. Por lo cual, el autor concluye que mediante la aplicación del TPM, se consigue incrementar la Eficiencia General de los Equipos que participan en el proceso productivo de la empresa en estudio.

En la elaboración del presente proyecto de investigación se emplearán las siguientes **teorías relacionadas** a nuestras variables; el **Mantenimiento Productivo Total** es un proceso que implica todas las áreas de una empresa es decir desde la maquinaria y/o equipo, hasta el proceso productivo, por lo que éste se enfoca en generar una mejora continua en la organización. Para la ejecución de esta metodología se utilizan técnicas, procesos y recursos, vinculados al objetivo principal (Rey,2001,p.59). Además, esta metodología involucra principalmente tres aspectos como la participación de los trabajadores de la empresa, la eficiencia general, y el sistema de gestión de mantenimiento teniendo en consideración la preparación del proceso (Cuatrecasas y Torrell 2010,p.33). Asimismo, el TPM contribuye a un mejor funcionamiento de las labores sistemáticas, por lo cual la organización se vuelve más competitiva frente a otras. (Gómez ,2011,p.3).

El objetivo principal del TPM es en pocas palabras “la mejora continua” del desempeño operacional de los procesos y sistemas de producción, a través de la dinámica de los grupos de fragilización(Torrell,Cuatrecasas y Olivella,2021,p.229). Los objetivos que podemos obtener de esta metodología son los siguientes: Obtener la productividad óptima de los equipos de producción a través de la participación de todos los trabajadores en la organización, eliminar las averías que se presentan para tener una mejor fiabilidad y disponibilidad de equipos, realizar una estadística de los resultados obtenidos luego de realizar las actividades TPM, de modo que estos datos sirvan de ayuda tanto al encargado que lo realiza como al responsable de adquirir nuevos equipos, y por último, familiarizar a los trabajadores con las instalaciones de la empresa (Rey,2001,p.60). El TPM presenta ciertos beneficios a la empresa luego de aplicarlos, tales como: En la organización de la empresa; genera un mejor ambiente de trabajo, controla los procesos, brinda un aprendizaje continuo y forma una cultura enfocada en la responsabilidad (García,2020,p.4).En el ámbito de seguridad; se forma una cultura de prevención de acontecimientos con el fin de eliminar causas potenciales de accidentes y asimismo poder combatir drásticamente toda fuente de contaminación y suciedad. Finalmente, en el ámbito de la productividad; elimina actividades que no contribuyen al proceso, incrementa la fiabilidad, rendimiento y disponibilidad de las maquinarias y/o equipos, reduce los costos de mantenimiento, mejora la calidad del producto final y mejora la competitividad de la organización (Gómez ,2011,p.6).

El TPM también es conocido por tener 8 pilares, los cuales son soportados por una sólida gestión de las 5'S (Agustiady y Cudney,2016,p.14). Pilar 1: Mejoras enfocadas - *Kobetsu kaizen*; este pilar está dirigido a controlar los desperdicios y las pérdidas, al mismo tiempo que mejora la efectividad general del equipo mediante un análisis a fondo de los problemas para una posible solución estableciendo metas concisas y claras (Eseoghene y Ayoola, 2020,p.112). Pilar 2: El mantenimiento autónomo - *Jishu hozen*; se encarga de gestionar las asignaciones de los operadores para realizar trabajos de mantenimiento de rutina en el mantenimiento de la máquina, de manera que se hagan cargo de pequeñas tareas para el cuidado de los equipos, y así el personal de mantenimiento calificado enfoque su tiempo en actividades y reparaciones técnicas de mayor importancia. Las actividades de limpieza, lubricación y control son uno de los pasos del pilar (Bilgin,2021,p.17).Pilar 3: Mantenimiento Planificado – *Keikaku hozen*; comprende las acciones que lleva a cabo el personal de forma sistemática para optimizar el desarrollo de los procesos buscando que los equipos no presenten problemas y resulten con cero defectos para poder satisfacer a los clientes a un 100%; examinando las averías para identificar puntos críticos y haciendo uso de métodos proactivos y de análisis para predecir fallos (Adesta, Prabowo y Agusman,2018,p.2). Pilar 4: Mantenimiento de la Calidad - *Hinshitsu hozen*; dicho pilar está dirigido a satisfacer a los clientes a través de una fabricación sin defectos, puesto que la atención se centra en eliminar los defectos de manera sistemática y bajo las normas de la calidad (Agustiady y Cudney,2016,p.156). Pilar 5: Control Inicial - *Early Management*; se enfoca en las actividades de mejora realizadas desde la etapa de diseño y elaboración del equipo, de manera que una organización al querer obtener un equipo, deberá basarse en las especificaciones e historial de comportamiento de ésta, con el fin de analizar ciertos cambios en la etapa de diseño y disminuir los fallos (Hooi y Leong,2017,p.4). Pilar 6: Capacitación y formación; tiene como objetivo tener empleados que desarrollen sus diferentes habilidades y energía, los cuales se encuentren ansiosos por venir a trabajar para realizar sus labores requeridas de manera independiente y efectivamente. Se capacita a los operadores para que mejoren sus habilidades. Pilar 7: TPM en oficinas - *Office kaizen*; se debe iniciar después de activarse los otros pilares de TPM. Este pilar debe incrementar la productividad, eficiencia y mejorar el flujo en las labores

administrativas al mismo tiempo se encarga de identificar pérdidas. Además, se busca analizar procesos y procedimientos hacia la automatización de oficinas. Pilar 8: Seguridad, Salud y Medio Ambiente; el lugar de trabajo debe ser seguro, en la cual no se dañe los procesos o procedimientos. Este pilar desempeñará un papel activo en los demás pilares. (Agustiady y Cudney,2016,p.157-160)

El desarrollo de un programa TPM se realiza en cuatro fases en donde se tienen objetivos propios en cada una de ellas. En la primera fase se tiene la preparación teniendo los siguientes objetivos: La decisión de aplicar el TPM en la organización, información sobre TPM, sistema promocional del TPM, objetivos y políticas básicas TPM, plan de desarrollo de TPM. En la segunda fase tenemos el arranque formal del TPM, en la tercera fase tenemos la implantación con los objetivos, fomentar un programa de mantenimiento autónomo, formación para incrementar las capacidades de mantenimiento, y en la última fase se encuentran la consolidación del TPM y elevación de metas.(Cuatrecases y Torrell 2010,p.47-48).

La eficiencia general de los equipos es un indicador que se utiliza para medir, analizar y realizar diagnóstico de la eficiencia productiva de los equipos por lo cual a través de los indicadores se puede identificar la situación actual y tomar decisiones las cuales contribuyan a la mejora constante de los equipos u operaciones productivas en la empresa (Ranjan y Mishra 2016,p.504). Así mismo la OEE mide la eficiencia global del equipo, con la cual se puede medir la producción industrial en relación de la disponibilidad, del rendimiento y la calidad (Moreira et al. 2018,p.625). La disponibilidad se define como aquella probabilidad en donde el equipo se encuentre disponible en un tiempo predeterminado, es decir el porcentaje de equipos que resulta útil en dicho momento (García,2012,p.23). El rendimiento indica el adecuado uso de la capacidad del equipo durante el tiempo que estaba funcionando. El descenso que se puede presentar en este indicador es debido a las paradas no esperadas o disminución de la velocidad debajo de la capacidad de la maquinaria y/o equipo (Belohlavek ,2006,p.29). La calidad tiene como objetivo examinar la cantidad de tiempo en que el producto se encuentra en funcionamiento después de encontrarse en operación (Farahani y Tohidi 2021,p.389). Los factores; disponibilidad, rendimiento y calidad; realizan un diagnóstico para calcular la efectividad y las pérdidas que se presentan en los equipos por falta de mantenimiento, para asimismo mejorar el estado de los equipos

utilizando dichos factores, los cuales se verán evidenciados en las distintas pérdidas que intervienen en el equipo, proceso productivo y producto final, puesto que, cualquier acción que incremente la disponibilidad, rendimiento y calidad, se verá manifestado en la OEE (Cuatrecases y Torrell 2010,p.111). Para calcular la disponibilidad se utiliza el tiempo disponible para producir sobre el tiempo planificado para producir, en el cálculo del rendimiento se emplea el tiempo de ciclo ideal por el total de unidades producidas sobre el tiempo disponible para producir, y por último para calcular la calidad se utiliza la cantidad total que se produjo menos la cantidad que se dañó sobre la cantidad producida total. Luego de haber obtenido estos indicadores se procede a calcular el indicador OEE, el cual se obtiene de multiplicar la disponibilidad, el rendimiento y la calidad (Ahmad, Hossen y Ali ,2018,p.625). El OEE tiene la siguiente clasificación; si es menor al 65% entonces se dice que tiene un valor deficiente ya que tiene pérdidas económicas grandes, si este es mayor o igual que el 65% y menor al 75% entonces tiene un valor regular en el cual existen pérdidas económicas pero se puede aceptar si encuentra en proceso de mejora, si este es mayor o igual que el 75% y menor al 85% entonces es aceptable en el cual existen ligeras pérdidas económicas pero se debe continuar con el proceso de mejora, si el OEE es mayor o igual que el 85% y menor al 95% entonces tiene un valor bueno es decir tiene una buena competitividad, si este indicador es mayor o igual que el 95% y menor o igual que el 100% entonces tiene un valor excelente y alta competencia frente a otras.(Cruelles, 2010,p.107)

Existen diversos problemas en las industrias como: las pérdidas por reparaciones, pérdidas de funcionamiento por puesta en marcha del equipo, etc; que generan las 6 grandes pérdidas las cuales disminuyen la eficiencia en la producción debido al estado de los equipos. Las 6 grandes pérdidas son: averías/fallos, preparación/ajustes, tiempos/paradas cortas, reducción de la velocidad, defectos de calidad, puesta en marcha. Estas pérdidas se clasifican en crónicas o esporádicas, según las características que presentan; en crónicas las características principales son: problemas latentes no resueltos, efectos difíciles de relacionar, solución complicada; y en esporádicas: causa difícil de reconocer, causa única, efectos obvios. En algunas situaciones es solo un defecto el que causa la avería (esporádicas) y en otros la combinación de pequeños defectos, son las causas de las averías (crónicas). (Cuatrecases y Torrell ,2010,p.68).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue **aplicada**, porque se utilizaron conocimientos de ciencias, tecnologías para aplicarlos y resolver un problema práctico. Este tipo de investigación es realizado por instituciones industriales o aplicadas a la organización de investigación (Hecklau et al. 2020,p,150). En dicha investigación, se aplicó las teorías relacionadas al tema, con el objetivo de implementar el TPM a través de los pilares más importantes y necesarios para mejorar la eficiencia general de la máquina en estudio.

La investigación tuvo un enfoque **cuantitativo** ya que ésta se puede medir en un determinado contexto con la ayuda de indicadores para posteriormente obtener conclusiones (Yang et al. 2020,p.3). Se hizo uso de registro de datos de la OEE de la maquinaria.

Así mismo el diseño de investigación fue **experimental** en la clasificación preexperimental, puesto que a un determinado grupo se le aplicó una preprueba (O1), luego se le administró el tratamiento (X) y por último se realizó una posprueba después del tratamiento (O2) (Farooq et al. 2016,p.156).

Esquemmatización
G: $O1 \rightarrow X \rightarrow O2$
G: Máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica
O1: Eficiencia general inicial de la máquina de corte automática
X: Mantenimiento Productivo Total
O2: Eficiencia general final de la máquina de corte automática

Figura 1. Esquemmatización de variables

Fuente: *Elaboración propia*

3.2. Variables y Operacionalización

La presente investigación tiene las siguientes variables:

Variable independiente (cuantitativa): Mantenimiento Productivo Total (TPM). El TPM es un importante sistema de gestión del mantenimiento el cual está basado en principios lean, se adapta a cualquier sector de fabricación y su implementación colabora en la constante mejora de la competitividad de las organizaciones (Tortorella et al. 2021,p.220). Por otro lado indica que la implementación del TPM

convierte al sistema de mantenimiento en trabajo programable, responsable y seguro para el trabajador (Mella,2021,p.214).

Variable dependiente (cuantitativa): Eficiencia General de los Equipos (OEE). La OEE es la formación de tres indicadores; el tiempo en que la máquina opera sin presentar problemas (disponibilidad), el adecuado uso de la máquina (rendimiento) y la cantidad de productos conformes (calidad). (Bamber et al. 2003,p.225).

La matriz de operacionalización de variables se encuentra estructurada de una forma detallada en el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

(Bernal, 2010,p.160) indica que la **población** es el compuesto del total de unidades de muestreo las cuales cuentan con ciertas características semejantes, en las que el investigador aplicará la inferencia. Por tal motivo para la presente investigación, la población estuvo conformada por las 4 máquinas de oxicorte (semiautomatizadas) y 2 de corte (1 semiautomática y 1 automática) del área de habilitado de la empresa Sima Metal Mecánica, 2021.

Criterios de inclusión, se consideró como criterio de inclusión a las máquinas de corte que pertenecen a la empresa SIMA Metal Mecánica.

Criterios de exclusión, se consideró a las máquinas de oxicorte que pertenecen a la empresa SIMA Metal Mecánica.

La muestra, es el segmento de la población el cual representa un universo y permite adquirir información acerca de las variables de una investigación (Muñoz, 2015,p.168). Para la investigación se consideró como muestra a la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex de SIMA Metal Mecánica.

Por otro lado, el **muestreo** utilizado para obtener la muestra fue el muestreo no probabilístico (por conveniencia). Según (Cabezas, Andrade y Torres, 2018,p.100), en el tipo de muestreo mencionado, se escoge a la muestra por comodidad es decir su selección es debido a un procedimiento de selección no formal, el sujeto elegido en el muestreo presenta una determinada característica establecida en la problemática de la investigación. La **unidad de análisis** perteneció a los registros históricos de la OEE de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex de SIMA Metal Mecánica.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección datos

Las técnicas de recolección de datos abarcan las diferentes maneras y acciones que aplica el investigador para recaudar información, con el fin de responder a la problemática planteada. (Hernández y Avila, 2020,p.34). Por otro lado, los instrumentos son las herramientas que usa el investigador, los cuales ayudan a medir. Además, los instrumentos deben ser confiables y válidos, de lo contrario no serán útiles para la investigación (Cadena et al. 2017,p.51). Para la investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente / Información
Independiente: Mantenimiento Productivo Total	Análisis documental	Registro de historial de fallas (anexo 2)	Área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA
		Registro de costos por mantenimiento preventivo (anexo 3)	
		Registro de costos por mantenimiento correctivo (anexo 5)	
		Registro de cumplimiento de entrega de proyectos. (anexo 6)	Área de jefatura de coordinación de proyectos
	De organización y métodos	Cronograma de implementación del TPM. (anexo 8)	Elaboración propia
	Análisis documental	Registro de eliminación de fallas y desperfectos (anexo 10)	Área de jefatura de división de mantenimiento y servicios
	Observación	Check List 5'S (anexo 14)	Elaboración propia
	Análisis documental	Formato de programa de mantenimiento preventivo (anexo 16)	Área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA
		Registro de mantenimiento de correctivo (anexo 19)	
		Registro de plan de capacitación (anexo 20)	
Registro de asistencia de capacitaciones (anexo 21)			
Dependiente: Eficiencia General de los Equipos	Análisis documental	Registro de evaluación de los factores OEE (anexo 23)	Área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

Fuente: *Elaboración propia*

3.5. Procedimientos

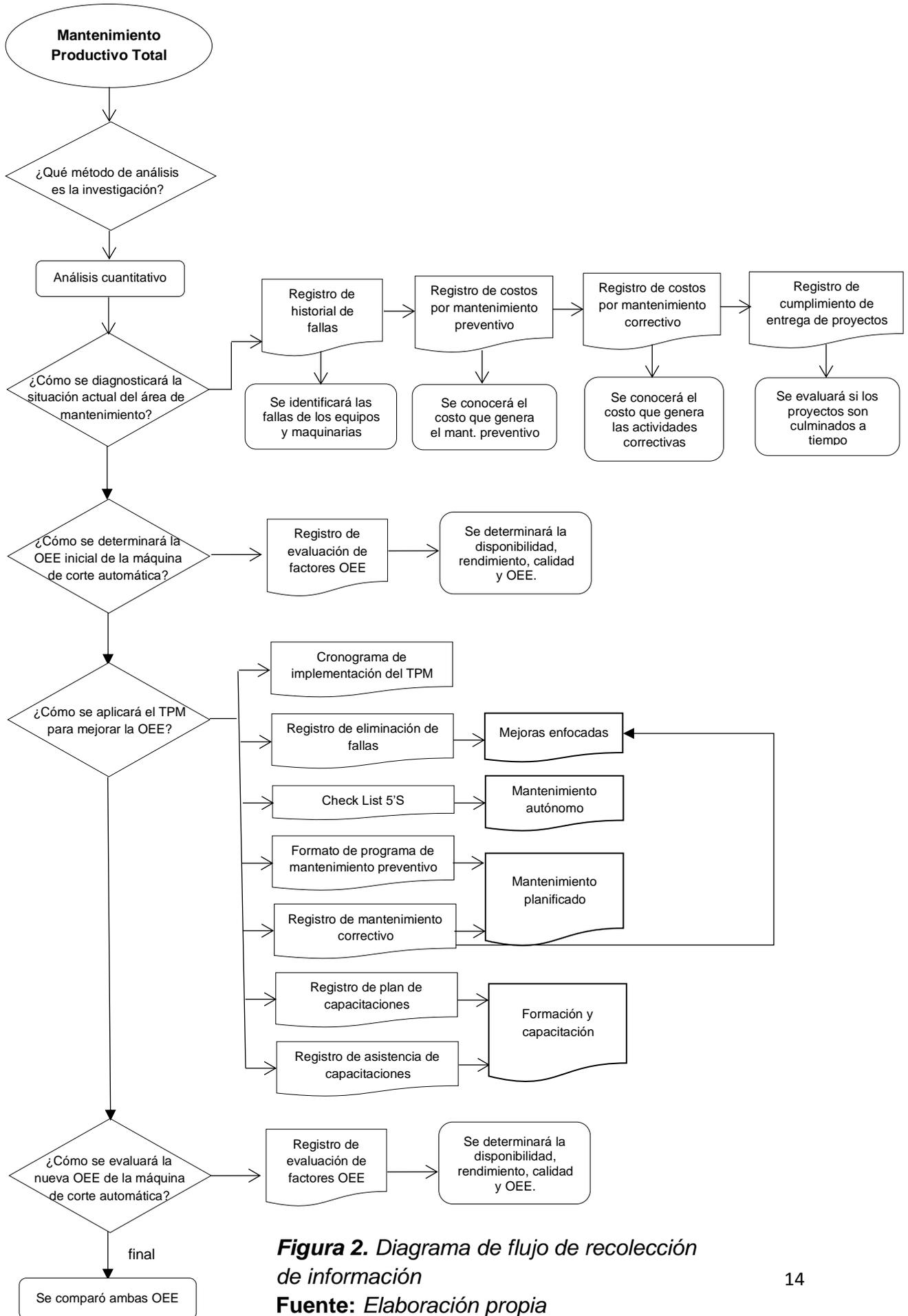


Figura 2. Diagrama de flujo de recolección de información

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Tabla 2. Método de análisis de datos

Objetivos específicos	Técnica	Instrumento	Resultado
Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021	Análisis documental	Registro de historial fallas (anexo 2)	Permitirá conocer las fallas de los equipos y maquinarias de SIMA y la frecuencia con la que se da.
	Análisis documental	Registro de costos por mantenimiento preventivo (anexo 3)	Se conocerá el costo que contrae el mantenimiento preventivo que aplica SIMA.
	Análisis documental	Registros de costos por mantenimiento correctivo (anexo 5)	Se conocerá el costo que se genera por actividades correctivas.
	Análisis documental	Registro de cumplimiento de entrega de proyectos. (anexo 6)	Permitirá determinar si se cumple los proyectos pendientes en el tiempo establecido.
Determinar la eficiencia general (OEE) actual de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021	Análisis documental	Registro de evaluación de los factores OEE (anexo 23)	Se determinará la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE inicial de la máquina de corte automática.
Aplicar la metodología TPM para mejorar la eficiencia general (OEE) de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021	De organización y métodos	Cronograma de implementación del TPM. (anexo 8)	Establecerá la secuencia de actividades a realizar en la aplicación del TPM.
	Análisis documental	Registro de eliminación de fallas y desperfectos (anexo 10)	Se identificará el total de fallas eliminadas o por solucionar.
	Observación	Check List 5'S (anexo 14)	Permitirá evaluar el nivel de cumplimiento de la 5'S por parte de los trabajadores.
	Análisis documental	Formato de programa de mantenimiento preventivo (anexo 16)	Permitirá establecer las actividades de mantenimiento preventivo y el nivel de cumplimiento.
	Análisis documental	Registro de mantenimiento de correctivo (anexo 19)	Permitirá identificar la cantidad de actividades correctivas realizadas.
	Análisis documental	Registro de plan de capacitación (anexo 20)	Permitirá definir los temas a tratar respecto al TPM en las capacitaciones.
	Análisis documental	Registro de asistencia de capacitaciones (anexo 21)	Permitirá llevar un control del personal que asiste a las capacitaciones.
Evaluar la nueva eficiencia general (OEE) de la máquina de corte automática del área de habilitado después de aplicar la metodología TPM en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021.	Análisis de datos	Registro de evaluación de los factores OEE (anexo 23)	Se determinará la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE final de la máquina de corte automática.

Fuente: *Elaboración propia*

3.7. Aspectos éticos

En la investigación se tuvo presente los valores y principios éticos dictaminados por la universidad César Vallejo, destacando el respeto de los lineamientos de la norma ISO 690 y la originalidad de los resultados obtenidos de la investigación. Además, se efectuó el cumplimiento de ciertos requisitos del código de ética establecidos en la Resolución de Consejo Universitario N° 0262-2020/UCV, en base al artículo N°3 la investigación desarrollada presenta los siguientes principios de ética: beneficencia, competencia profesional y científica, justicia, libertad, probidad, responsabilidad, transparencia, respeto de la propiedad intelectual, responsabilidad y transparencia.

Se emplearon los principales artículos, los cuales se consideraron convenientes en el presente trabajo de investigación, respecto el artículo N°7, se brindará el consentimiento por escrito por parte de los autores para su posterior publicación, luego de culminar el proyecto de investigación, ya que no se puede realizar ninguna publicación de los trabajos de investigación si los autores no permiten su consentimiento. Así mismo, se tomó en cuenta el artículo N°8, teniendo en cuenta de tal forma, la responsabilidad que debe tener el investigador respecto a conductas inapropiadas al desarrollar la investigación, es decir el investigador o investigadores debe mantener un comportamiento ético. También, se resaltó el artículo N°9, orientado a la política anti plagio, de esa manera los autores se rigen al desarrollo de un trabajo con originalidad, respetando los derechos de autor de los demás investigadores, para ello se empleó el software brindado por la universidad. Respecto al artículo N°10, referido a los derechos de los autores, una vez publicada la investigación se reservará los derechos del autor.

En esa misma línea, se consideró el artículo N°11, el cual hace referencia que se tendrá un investigador principal encargado de liderar, organizar la programación y realización de las actividades que se ejecutarán en el proyecto de investigación. Por último, se tomó en cuenta el artículo N°12, referido al lugar donde se realizará la investigación, el cual debe garantizar un adecuado desarrollo de lo programado para la investigación, de manera que se respete la seguridad de los investigadores. En dichos artículos se orientó el presente proyecto de investigación, por lo tanto, se puede afirmar que la investigación desarrollada cumple con los estándares éticos solicitados por la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021.

Para realizar un diagnóstico de la situación actual respecto a la problemática que se presenta en el área de mantenimiento en la empresa SIMA Metal Mecánica, se procedió a identificar las fallas de las principales maquinarias y/o equipos a través del registro de historial de fallas (Anexo 02), con la finalidad de determinar la maquinaria que presenta mayor frecuencia de averías. A continuación, se muestra las fallas de las maquinarias y/o equipos respecto a 4 meses del periodo 2021 (Tabla 3).

Tabla 3. Registro de historial de fallas de maquinarias y/o equipos

REGISTRO DE FALLAS DE LAS MAQUINARIAS Y/O EQUIPOS DE LA EMPRESA SIMA METAL MECANICA				
MAQUINARIA Y/O EQUIPO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	11	6	5	4
Grúa Pte.30T	3	1	-	-
Montacargas CAT DP 70	2	2	-	-
Cepillo Horizontal KLOPP/64083	-	3	-	-
Compresora Estacionaria Joy/123337	-	1	2	-
Roladora	-	-	2	1
Taladro radial KOLB	-	-	2	-
Máquina soldar con control digital Nelson	1	-	-	-
Roladora Dorstener	1	-	-	-
TOTAL	18	13	11	5

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 02

En la tabla 3, se muestran la cantidad de fallas de las principales maquinarias y/o equipos respecto a los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del periodo 2021, siendo en el mes de septiembre donde se obtuvo un total de 18 fallas relacionadas a los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos. Por otro lado, el mes de octubre presentó 13 fallas, siendo el segundo mes en presentar cierta frecuencia de fallas. Se presentaron STI a la Jefatura de mantenimiento y servicios, para que los técnicos realicen un mantenimiento correctivo y las maquinarias y/o equipos se encuentren operativas de modo que la producción de la empresa no se perjudique.

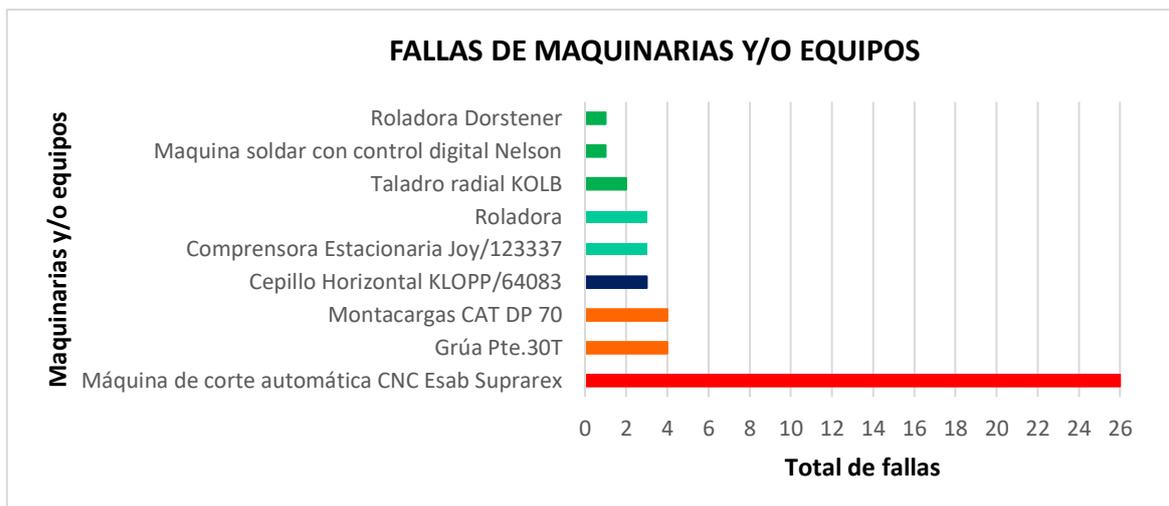


Figura 3. Fallas de maquinarias y/o equipos

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 02

En la figura 3, se muestra el total de fallas de la maquinaria y/o equipo respecto a los 4 meses en que se realizó la evaluación, se emplearon 9 activos de la empresa SIMA, los cuales son los más utilizados en el proceso productivo de los puentes y son los que presentan mayor cantidad de fallas respecto a otros activos de la empresa. La máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex ,obtuvo el primer lugar con 26 fallas en los 4 meses de evaluación, entre sus fallas tenemos las siguientes: Los fusibles de la caja plasma, cambio de antorcha, cambio de bombas, cambio de ups, cambio de mangueras , válvulas de maní, reparación de accesorios vías de rodadura , cambio de rodajes, cambio de resistencias, reparación de fuente refrigerante, dispositivos de consola de gases, pulsadores para encendido de accesorios, caja de control de gases, contactores, manguera de compresor y pantalla de consola de visión, cambio de manómetro de caja de gases, errores en panel de control,etc. Por otro lado, el segundo lugar en presentar cierta frecuencia de fallas está conformado por 2 maquinarias: la grúa Pte.30T y el montacargas CAT DP 70. La grúa Pte.30T presento las siguientes fallas: Reparación estructural, sistema mecánico, sistema eléctrico, bandas de frenos; el montacargas CAT DP 70 presento fallas en el claxon, frenos, sistema de arranque. El cuarto lugar lo obtuvo el cepillo horizontal con las siguientes fallas: Cambio de contactores, sistema de control y reparación del motor y por último se encuentran: Comprensora estacionaria Joy/123337, roladora, taladro radial KOLB, máquina soldar con control digital Nelson y la roladora Dorstener.

Tabla 4. Costos por mantenimiento preventivo

MAQUINARIA Y/O EQUIPO	PERIODO	COSTO MATERIAL	HORAS HOMBRE (H-H)	COSTO H-H	COSTO TOTAL
Cepillo Horizontal KLOPP/64083	Tetramensual	815,29	19	7	2844,87
	Anual	97,43	7	7	146,43
Compresora estacionaria Joy/123337	Trimestral	1420,28	80	7	7921,12
	Anual	253,4	22	7	407,4
Grúa PTE.30T	Bimestral	6196,46	114	7	41966,76
	Anual	556,1	24	7	724,1
	Tetramensual	1036,5	30	7	3739,5
	Trimestral	495,92	44	7	3215,68
Máquina soldar con control digital Nelson	Trimestral	2342	40	7	10488
	Bimestral	132,56	110	7	5415,36
	Anual	114,78	7	7	163,78
Roladora	Tetramensual	712,45	22	7	2599,35
	Anual	150,34	9	7	213,34
Rola hidráulica tres cilindros Dorstener/S/SE	Trimestral	1010,632	68	7	5946,528
	Semestralmente	727,96	40	7	2015,92
	Tetramensual	639	24	7	2421
	Anual	101,23	7	7	150,23
Taladro radial	Tetramensual	743,94	48	7	3239,82
	Semestralmente	287,96	16	7	799,92
	Anual	299,54	18	7	425,54
Montacargas CAT DP 70	Bimestral	2123,64	120	7	17781,84
	Tetramensual	1619,49	60	7	6118,47
	Semestralmente	269,32	10	7	678,64
	Anual	280,09	15	7	385,09
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	Tetramensual	2349,96	111	7	9380,88
	Semestralmente	1609,36	58	7	4030,72
	Bimestral	1741,38	78	7	13724,28
	Trimestral	3339,04	52	7	14812,16
	Anual	177,65	15	7	282,65
TOTAL					S/162039,38

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 03

En la tabla 4, se muestran el costo total del mantenimiento preventivo del periodo enero-diciembre 2021 de las principales maquinarias y/o equipos de la empresa SIMA Metal Mecánica, se muestra el periodo en que se realizó las actividades preventivas, el costo de los materiales que se utilizaron para desarrollar las actividades, las horas hombres empleadas por cada actividad preventiva planificada que se realizó a la maquinaria y/o equipo. Las actividades que realizaron los técnicos de mantenimiento fueron: Inspección, chequeo, limpieza, lubricación, cambio de aceite, ajustes de piezas por parte del taller mecánico e inspección, chequeo, limpieza, revisión, ajustes de tarjetas, fuentes de poder, ups, sensores, gabinete electrónico, sistemas de arranques por parte del taller eléctrico y electrónico. Se obtuvo que, el costo total de mantenimiento preventivo en el periodo 2021 fue de S/162039,38.

Tabla 5. Costos por mantenimiento correctivo

COSTOS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
Nº	MAQUINARIA Y/O EQUIPO	COSTO DE REPUESTOS (S/)	HORAS HOMBRE (H-H)	COSTO HORAS HOMBRE (S//H-H)	COSTO DE SERVICIO EXTERNO (S/)	COSTO TOTAL (S/)
1	Máquina D/Corte automática CNC ESAB Suprarex	82653,62	169	7	16362,4	100199,02
2	Comprensora Estacionaria Joy/123337	23787,65	21,00	7	-	23934,65
3	Máquina soldar con control digital Nelson	16184,01	8,00	7	-	16240,01
4	Grúa Pte.30T	13031,15	58,00	7	987,99	14425,14
5	Roladora	5964,53	33,00	7	-	6195,53
6	Cepillo Horizontal KLOPP/64083	5138,07	33,00	7	-	5369,07
7	Taladro radial KOLB	3803,93	21,00	7	-	3950,93
8	Montacargas CAT DP 70	1101,13	26,00	7	-	1283,13
9	Roladora Dorstener	230,06	8,00	7	-	286,06
COSTO TOTAL						S/ 171883,54

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 05

En la tabla 5, se muestra el costo del mantenimiento correctivo total de las maquinarias y/o equipos que presentaron fallas en los meses de evaluación: Septiembre, octubre, noviembre y diciembre del periodo 2021, el costo total que se obtuvo fue de S/ 171.883,54. El total de fallas presentadas fue de 47, las cuales fueron solucionadas por los técnicos de mantenimiento a través del mantenimiento correctivo y solicitando un servicio externo de ser una falla grave en las maquinarias y/o equipos. En el primer lugar, se ubicó la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex con un total de 26 fallas, los costos de repuestos de esta maquinaria fueron de S/ 82.653,62, el total de horas hombres que se emplearon para solucionar las fallas que se presentaron fue de 169 y el costo de las horas hombres fue de S/ 7. Se obtuvo un costo total de S/ 100.199,02 del mantenimiento correctivo respecto a esta maquinaria, en segundo lugar se ubicó la comprensora estacionaria con un total de 3 fallas y un costo total S/239.34,65, la máquina soldar con control digital Nelson con 1 falla y un costo total de S/162.40,01, la grúa Pte.30T con 4 fallas y un costo total S/144.25,14, la roladora con 3 fallas y un costo total de S/6.195,53, el cepillo horizontal con 3 fallas y un costo total de S/5.369,07, taladro radial con 2 fallas y un costo total de S/3950,93.

Tabla 6. Registro de entrega de proyectos

PROYECTO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO PLANIFICADA	FECHA DE TÉRMINO REAL
Colunga	05/04/2020	09/09/2021	09/09/2021
Cantuta	08/07/2020	25/04/2022	25/04/2022
Comuneros I	10/09/2020	10/08/2021	15/10/2021
Ancaya	20/10/2020	18/09/2021	21/11/2021
Sihuan	03/12/2020	03/04/2022	03/04/2022
Comuneros II	15/12/2020	20/01/2022	20/01/2022
Noruega	07/05/2020	15/06/2021	27/08/2021
Alto molino	06/12/2020	18/02/2022	28/04/2022
Canchis	13/06/2020	20/07/2021	20/07/2021

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 06

En la tabla 6, se muestran los proyectos que la empresa SIMA Metal Mecánica realizó en el periodo 2020 e inicios del 2022; se procedió a revisar los files documentarios de los proyectos realizados y en operación, en los cuales se muestra un cronograma o línea base del proyecto, indicando la fecha de inicio y término del proyecto, así mismo se observó la desviación de esta línea base debido a diversos factores: Mano de obra, recursos, maquinaria, etc. En los files documentarios se constató que 4 proyectos se entregaron fuera de tiempo a los clientes los cuales fueron: El proyecto Comuneros I, el cual tuvo una fecha de término planificada hasta el 10/08/2021 pero se retrasó 2 meses, de manera que terminó el 15/10/2021, Ancaya tuvo una fecha de término planificada hasta el 18/09/2021 pero se retrasó 2 meses así que terminó el 21/11/2021, Noruega tuvo una fecha de término planificada hasta el 15/06/2021 pero se retrasó 2 meses así que terminó el 27/08/2021, por último Alto Molino tuvo una fecha de término planificada hasta el 18/02/2022 pero se retrasó 2 meses terminando el 28/04/2022. Se determinó que los retrasos de los proyectos respecto al tiempo de entrega fueron de 1 a 2 meses como máximo debido a diversos factores no planificados, estos meses de retraso fueron aceptados por los clientes en reuniones que se coordinaron, ya que de no haber llegado a una coordinación de ambas partes existiría penalidad por incumplimiento de contrato, influyendo a perjudicar la calidad de servicio que brinda la empresa.

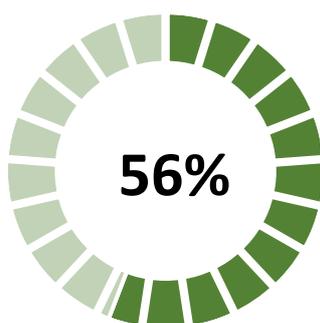


Figura 4. Nivel de cumplimiento de entrega de proyectos

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 06

En la figura 4, se muestra el nivel de cumplimiento de entrega de los distintos puentes realizados desde el periodo 2020-2022 generada por la empresa SIMA Metal Mecánica. Se obtuvo un total de 9 órdenes de trabajo de las cuales los trabajos que se ordenaron a tiempo fueron 5, por lo cual se obtuvo un nivel de cumplimiento de entrega de proyectos relativamente bajo (56%). Se debe realizar un análisis sobre ello.

Tabla 7. Causas de la baja eficiencia general de la máquina de corte

CRITERIOS	CAUSAS	EFFECTOS
MATERIAL	Falta de orden y limpieza en el área	BAJA EFICIENCIA DE LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB SUPRAREX
	Abastecimiento retrasado	
	Desperdicio de material	
MAQUINARIA	Falta de mantenimiento	
	Repuestos inadecuados (baja calidad)	
	Paradas no programadas	
	Elevados costos de mantenimiento (correctivos)	
	Cotizaciones de repuestos sin aprobación	
MANO DE OBRA	Déficit de compromiso laboral	
	Desconocimientos sobre automatización industrial	
	Problemas administrativos (altos directivos)	
MÉTODO	Ausencia de estandarizar tareas o actividades	
	Procedimientos erróneos o inadecuados	
MEDICIÓN	Déficit de actividades autónomas (operarios)	
MEDIO AMBIENTE	Exceso de ruido	
	Suelo contaminado (líquidos)	
	Exposición a la intemperie	

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 07

En la tabla 7, se observa las causas según el criterio en que se ubican, estas causas son las que repercuten en la baja eficiencia de la máquina de corte automática. En el criterio material se encontraron las siguientes causas: Falta de orden y limpieza en el área, abastecimiento retrasado, desperdicio de material. En el criterio maquinaria se encontraron las siguientes causas: Falta de mantenimiento, repuestos inadecuados (baja calidad), paradas no programadas, elevados costos de mantenimiento (correctivos), cotizaciones de repuestos sin aprobación. En el criterio mano de obra se encontraron las siguientes causas: Déficit de compromiso laboral, desconocimientos sobre automatización industrial, problemas administrativos (altos directivos). En el criterio método se encontraron las siguientes causas: Ausencia de estandarizar tareas o actividades, procedimientos erróneos o inadecuados. En el criterio medición se encontraron las siguientes causas: Déficit de actividades autónomas (operarios) y en el último criterio medio ambiente se encontraron las siguientes causas: Exceso de ruido, suelo contaminado(líquidos) y exposición a la intemperie.

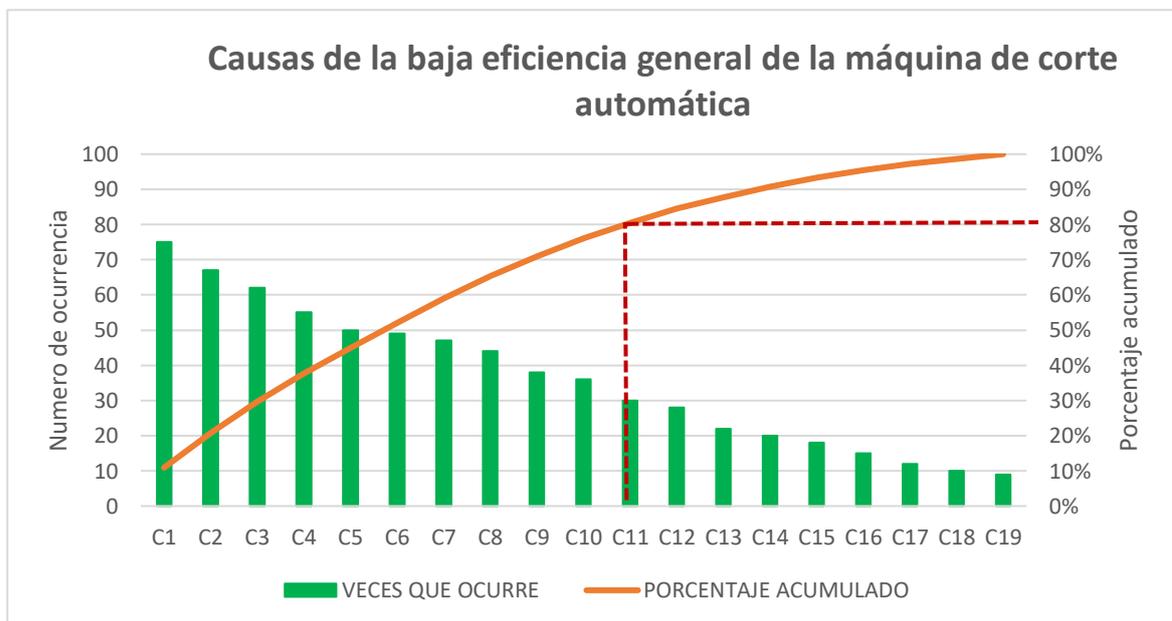


Figura 5. Diagrama causa efecto de la máquina de corte automática

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 07

En la figura 5, se muestran gráficamente las causas de la baja eficiencia general de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex según la frecuencia en que éstas se presentaron, por lo cual se priorizaron estas causas para poder determinar cuáles eran las primordiales en las que se enfocó el análisis, de modo que esto

influyó en mejorar el OEE de la maquinaria. Según el análisis 80-20, el 20% de las causas son lo que generan el 80% de los resultados, es decir las paradas no programadas, elevados costos de mantenimiento correctivo son los que producen un efecto de baja eficiencia general en la máquina de corte automática, de manera que son estos los factores que se relacionan con las otras causas por lo cual se tienen que corregir.

4.2. Determinar la eficiencia general (OEE) actual de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021.

Se calculó la OEE inicial de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex ubicada en el área de habilitado durante 4 meses, para ello se emplearon 3 factores: Disponibilidad, calidad y rendimiento; por lo cual se realizó un control diario de la producción de piezas (anexo 22) que fueron cortadas por la maquinaria y se recolectaron dichos datos en un registro de evaluación de factores OEE (anexo 23). La producción obtenida se empleó en el cálculo de uno de los factores del OEE, es por ello que se realizó un seguimiento de la producción de piezas cortadas, en el seguimiento realizado se tuvo en cuenta aquellos factores que afectaron a la producción como el factor climático (lluvia), falta de energía eléctrica, el retraso de abastecimiento de insumos que se emplean para realizar el corte de piezas. Por otro lado, tenemos las fallas que se presentaron en las maquinarias cuando estaba operando lo cual influyo a realizar paradas en la maquinaria hasta que los técnicos de mantenimiento dieron solución al problema y por último también se consideró las actividades de mantenimiento preventivo que se tenían planificadas realizar. A continuación, se muestra la producción de piezas respecto a los 4 meses de evaluación del periodo 2021.

Tabla 8. Producción de piezas (preprueba)

PRODUCCIÓN DE PIEZAS				
SEMANA	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	361	363	321	289
2	242	352	344	370
3	245	412	239	221
4	246	311	257	400
5	99	135	63	99
TOTAL	1193	1573	1224	1379

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 22 (preprueba)

En la tabla 8, se puede observar la producción de piezas de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del periodo 2021 de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex; se obtuvo que; en el mes de septiembre la semana más productiva fue la primera semana ya que se cortaron 361 piezas, en el mes de octubre la semana más productiva fue la tercera semana con 412 piezas, en el mes de noviembre la semana más productiva fue la segunda semana con 344 piezas y en el mes de diciembre la semana más productiva fue la cuarta semana con 400 piezas cortadas. El mes más productivo fue el mes de octubre con 1573 piezas cortadas.

Tabla 9. OEE inicial de la máquina de corte automática

OEE INICIAL DE LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB SUPRAREX			
DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE INICIAL
72 %	57 %	99 %	40%

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 23 (preprueba)

En la tabla 9, se muestra la eficiencia general inicial de la máquina de corte respecto a sus 4 meses de evaluación: septiembre, octubre, noviembre y diciembre del periodo 2021. El control de este indicador fue realizado semanalmente, mediante el registro de evaluación de los factores OEE (anexo 23-a); con el fin de analizar el comportamiento del OEE semana a semana y observar las diferencias que presenta respecto a los factores que intervinieron en la producción. Para calcular el OEE se realizó la multiplicación de los factores: Disponibilidad, rendimiento y calidad. En el factor disponibilidad se empleó el tiempo de operación de la máquina de corte sobre el tiempo planificado de producción y el valor obtenido se multiplicó por 100; en el rendimiento se empleó el tiempo de ciclo ideal multiplicado por las unidades producidas todo esto sobre el tiempo de operación y el valor que se obtuvo se multiplicó por 100, en el factor calidad se empleó las unidades conformes sobre el total de unidades producidas y el valor que se obtuvo se multiplicó por 100. Se obtuvieron los siguientes factores promedios; disponibilidad del 72%, rendimiento del 57% y calidad del 99%, obteniendo una eficiencia general (OEE) del 40%, por lo cual teniendo en cuenta los parámetros de clasificación del OEE, la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex presenta un OEE deficiente (menor a 65%), lo cual trae como consecuencia pérdidas económicas a la empresa.

4.3. Aplicar la metodología TPM para mejorar la eficiencia general (OEE) de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021.

El mantenimiento productivo total es un proceso que involucra todas las áreas de una empresa es decir desde la maquinaria y/o equipo, hasta el proceso productivo, ya que esta metodología se enfoca en generar una mejora continua en la organización a través de la participación de los trabajadores y la mejora del sistema de gestión de mantenimiento. En términos de mantenimiento industrial el TPM permite mejorar la eficiencia general (OEE) que presenta individualmente una maquinaria y/o equipo o un grupo de estos, través de sus factores de disponibilidad, rendimiento y calidad, ya que son estos 3 factores los que influyen en el aumento o disminución de la eficiencia general de una maquinaria y/o equipo.

Para la implementación del TPM se utilizan los pilares por los cuales está estructurada esta metodología, por lo tanto, para poder mejorar la eficiencia general de la máquina de corte automática del área de habilitado de SIMA METAL MECÁNICA se empleó solo 4 de los 8 pilares que presenta la metodología, los cuales son: Mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo, capacitación y formación, los cuales son los más fundamentales en la aplicación del mantenimiento total productivo (TPM) del área de mantenimiento de la empresa SIMA Metal Mecánica para implementarlo a un corto plazo, los demás 4 pilares: Mantenimiento de la calidad, control inicial, TPM en las oficinas, seguridad, salud y medio ambiente quedaron en proyecto para su implementación a largo plazo tal y como se detalla en el plan maestro de implementación TPM (anexo 09), en el cual se elaboró la propuesta de aplicación de los 4 pilares restantes, con su respectivo objetivo, herramientas y los indicadores a emplear para poder medirlos en un periodo específico. En primer lugar, para poder realizar la aplicación de esta metodología se elaboró el Gantt de aplicación del TPM, teniendo en cuenta el cronograma de implementación del TPM (anexo 08). En este cronograma se establecieron las tareas que se realizaron con la fecha de inicio y la fecha de término de cada una de estas tareas, para poder tener un seguimiento de los días que correspondió a cada tarea. A continuación, se muestra el Gantt de aplicación del TPM, respecto a los 4 meses del periodo 2022, en que se realizó la aplicación de esta herramienta en la máquina de estudio de la investigación.

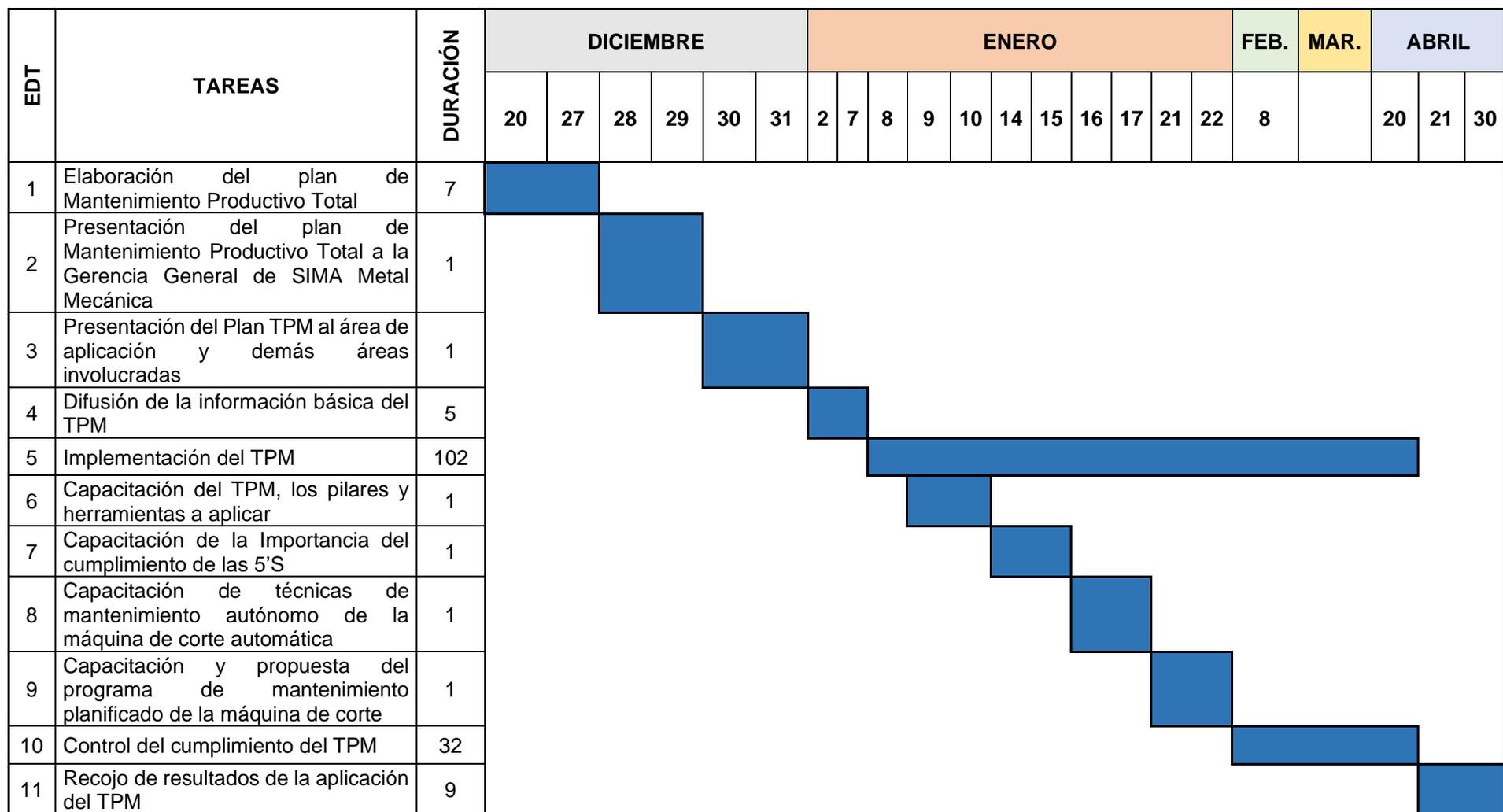


Figura 6. Gantt de aplicación del TPM

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 08

En la figura 6, se observa el Gantt para la aplicación del TPM, el cual inició desde la elaboración del Plan de Mantenimiento Productivo Total, presentación a gerencia, al área de aplicación y otras áreas, posterior a ello se realizó la difusión de la información básica del TPM y se comenzó con la aplicación de la metodología. En la cual se realizaron una serie de tareas como: Capacitación del TPM, los pilares y herramientas aplicar, capacitación de la importancia del cumplimiento de las 5'S, capacitación de técnicas de mantenimiento autónomo de la máquina de corte automática, capacitación y propuesta del programa de mantenimiento planificado de la máquina de corte, así como también el control del cumplimiento de la metodología y finalmente el recojo de resultados del TPM durante los 4 meses de prueba.

4.3.1. Pilar Mejoras Enfocadas

Este pilar hace referencia a la mejora individual de las maquinarias y/o equipos para poder eliminar aquellos factores (averías, tiempo inactivo, baja velocidad, etc.) que influyen directamente a un bajo rendimiento del OEE, de modo que se aumente el potencial productivo de la empresa. Para la aplicación de este pilar se empleó el registro de eliminación de fallas y desperfectos (anexo 10), en el cual se registró las fallas que presentó la máquina de corte automática ESAB Suprarex, así como también el registro de mantenimiento correctivo (anexo 20), en el cual se registró las fallas que se reportaron y fueron eliminadas respecto a los 4 meses que se aplicó la metodología TPM del periodo 2022.

Tabla 10. Registro de eliminación de fallas o desperfectos de maquinaria y/o equipos del área de habilitado.

REGISTRO DE ELIMINACIÓN DE FALLAS O DESPERFECTOS DE MAQUINARIAS Y/O EQUIPOS DEL ÁREA DE HABILITADO.				
MAQUINARIA Y/O EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	3	3	4	3
TOTAL	13			

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 10

En la tabla 10, se muestran la cantidad de fallas de la máquina automática de corte respecto a los meses de enero, febrero, marzo y abril del periodo 2022, siendo en el mes de enero donde se obtuvo un total de 3 fallas las cuales fueron: Monitor de pantalla, cambio de mangueras, refrigerante del compresor. Por otro lado, en el

mes de febrero se presentó 3 fallas en el motor de accionamiento de las antorchas, sistemas mecánicos, modulo enfriador. En el mes de marzo se presentó 4 fallas; caja de engranajes longitudinal, drenaje de condensados, componentes electrónicos en la caja plasma, fugas en válvulas y finalmente en abril se presentaron 3 fallas; recirculador del refrigerante, caja ANCON estación oxicorte, bomba; de manera que se presentaron STI a la Jefatura de mantenimiento y servicios, para que los técnicos realicen un mantenimiento correctivo rápido a las maquinarias y/o equipos.

Tabla 11. Registro de mantenimiento correctivo de la máquina de corte automática

REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
MES	FALLAS DETECTADAS	FALLAS ELIMINADAS	COSTO TOTAL (S/)	TIEMPO (H)
ENERO	Monitor de pantalla	X	989,56	5
	Cambio de mangueras	X	978,46	8
	Refrigerante del compresor	X	1000	5
FEBRERO	Motor de accionamiento de las antorchas	X	320,8	4
	Sistemas mecánicos	X	1456,87	7
	Modulo enfriador	X	113,45	2
MARZO	Caja de engranajes longitudinal	X	329	6
	Drenaje de condensados	X	1234,34	4
	Componentes electrónicos en la caja plasma	X	1546,45	5
	Fugas en válvulas	X	100,56	2
ABRIL	Recirculador del refrigerante	X	2435,84	5
	Caja ANCON estación oxicorte	X	1324	10
	Bomba	X	3325,23	8
TOTAL		13	S/ 15154,56	63

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 20

En la tabla 11, se observa las fallas que se eliminaron y el tiempo que se empleó para solucionarlas. En el mes de enero se logró eliminar las 3 fallas detectadas, en febrero 3 fallas, en marzo 4 fallas y en abril 3 fallas, obteniéndose un total de 13 fallas eliminadas por los técnicos de mantenimiento. Además, se emplearon un total de 63 horas para la solución de las 13 fallas y un costo total de S/15.154,56, observándose una reducción notable respecto al diagnóstico inicial.

A continuación, se muestra el indicador de frecuencia de eliminación de fallas de equipos (FEFE) y el tiempo promedio de eliminación de la falla (TPEF).

Tabla 12. Frecuencia de Eliminación de Fallas y tiempo promedio de eliminación de fallas de la máquina de corte automática

MES	FALLAS DETECTADAS	FALLAS ELIMINADAS	TIEMPO DE PLAZO PRONOSTICADO	TIEMPO REAL DE ELIMINACIÓN DE FALLA	FEFE	TPEF
ENERO	3	3	13	18	100%	72%
FEBRERO	3	3	14	13	100%	108%
MARZO	4	4	19	17	100%	112%
ABRIL	3	3	22	23	100%	96%
TOTAL					100%	97%

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 10 y 20

En la tabla 12, se muestra la frecuencia de eliminación de fallas (FEFE) de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex respecto a los 4 meses en que se realizó la aplicación del TPM, en la cual se observa que en el mes de enero los técnicos del área de mantenimiento lograron eliminar las 3 fallas que se presentaron en la maquinaria, en el mes de febrero se lograron eliminar 3 de las fallas detectadas, de igual manera en el mes de marzo se lograron eliminar 4 fallas detectadas y en el mes de abril se eliminaron también 3 fallas detectadas; por lo cual se obtuvo un promedio de la FEFE de un 100%, un porcentaje perfecto ya que este indicador se debe ubicar entre el 70 y 100%. Por lo cual indica que se lograron eliminar todas las fallas que se presentaron en la maquinaria respecto a cada mes en que se reportaron las fallas. Por otro lado, en la tabla también se muestra el tiempo promedio de eliminación de fallas (TPEF) de la máquina de corte automática, en donde se observa que en el mes de enero los técnicos del área de mantenimiento solucionaron las fallas en 5 horas más de lo que se había establecido, en el mes de febrero se empleó 1 hora menos de lo que se había planificado en las evaluaciones de las STI, en marzo se emplearon 2 horas menos de lo proyectado y finalmente en el mes de abril se empleó 1 hora más de lo evaluado por los técnicos. De manera que el resultado obtenido del tiempo promedio de eliminación de fallas fue del 97%, un porcentaje aceptable ya que este indicador se debe ubicar entre el 70% y 100% y el resultado obtenido es muy cercano al límite de los parámetros establecidos. Por lo cual se infiere que se logró eliminar la mayor cantidad de fallas en el tiempo que los técnicos de mantenimiento (mecánicos, eléctrico y electrónico) evaluaron en las STI que se presentaron al área de mantenimiento y servicios de la empresa para darle una solución al respecto.

4.3.2. Pilar Mantenimiento Autónomo

Respecto a la implementación del segundo pilar; el mantenimiento autónomo es fundamental en la aplicación de la metodología TPM, ya que influye a que los operarios se hagan responsables de las maquinarias y/o equipos que operan, de tal forma que las actividades que estos realizan a la maquinaria que operan contribuyan a la reducción de fallas o averías, es por ello que se requiere el uso de la filosofía de las 5'S para llevar a cabo el desarrollo de este pilar, debido a que el mantenimiento autónomo y las 5'S se encuentran relacionadas. Si bien es cierto, la empresa cuenta con una filosofía implantada similarmente a las 5'S, sin embargo, visualmente esta filosofía o forma de trabajo no se está realizando adecuadamente debido a que se presenta deficiencias en su cumplimiento por parte de los trabajadores. De modo que se procedió a reforzar esta filosofía de trabajo para poder cumplir con la implementación de pilar de mantenimiento autónomo y posteriormente realizar la aplicación de los otros pilares, ya que la aplicación de un pilar base influye en los pilares.

Para la aplicación de este pilar se hizo uso de la ficha técnica de la máquina de corte automática (anexo 11), la cual sirvió para identificar las especificaciones técnicas con las que la maquinaria fue fabricada, se elaboró un manual de normas y medidas de seguridad para el uso de la máquina de corte automática (anexo 12) y se puso en marcha el programa de mantenimiento autónomo propuesto (anexo 13), en el cual se estableció una serie de tareas que el operador tiene que realizar a la maquinaria antes de realizar sus actividades diarias en el cual se debe tener en cuenta la frecuencia en que se deben realizar estas tareas para poder contribuir a la reducción de averías que se presentan cuando la maquinaria está operando y generar apuros a los técnicos del área de mantenimiento al tratar de solucionar estas fallas, ya que las horas de paradas de esta maquinaria perjudican al proceso de los proyectos de los puentes que se encuentran realizando. Por último, se hizo uso del check list de cumplimiento de las 5'S (anexo 14), respecto a la forma de trabajo que se encuentran desarrollando los operadores a la máquina de corte automática. A continuación, se muestran los 7 pasos (limpiar, eliminar fuentes de contaminación, estándares de limpieza y lubricación, inspección general, autónomo, organización y ordenamiento, implementación total) del mantenimiento autónomo y la relación de cada una de las 5'S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke).

Tabla 13. Aplicación de las 5'S y el mantenimiento autónomo

Nº	PASOS	APLICACIÓN DE 5'S	DEFINICIÓN
1	LIMPIAR	SEITON Y SEISO	El operario mantuvo limpia su área de trabajo y los componentes de la máquina de corte del polvo metálico. Realizó la limpieza de los cuerpos de la antorcha: boquillas, electrodo, difusor, filtros, así como también de cables, mangueras, componentes de enfriamiento, fuente de energía, manómetros de gases.
2	ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACIÓN		El operario planteó acciones para contribuir al orden y limpieza.
3	ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACION	SEITON, SEISO Y SEIKETSU	Las actividades se realizaron en orden, libre de suciedad (anexo 13) de manera que se establecieron tareas sistemáticas, logrando que mínimas fallas como falta de lubricación y bajos niveles de aceite se puedan prevenir.
4	INSPECCIÓN GENERAL	SEIKETSU	Se detectó fallas de la maquinaria a través de una inspección visual realizada por el operario.
5	INSPECCIÓN AUTÓNOMA		Se verificó los 4 pasos anteriores desarrollados para complementar las tareas autónomas y evaluar si las actividades realizadas son las adecuadas.
6	ORGANIZACIÓN Y ORDENAMIENTO	SEIRI Y SEITON	Los operarios seleccionaron, clasificaron y ordenaron lo que se necesitaba en su área de trabajo.
7	IMPLEMENTACIÓN TOTAL	SEIKETSU Y SHITSUKE	Se mantuvo las actividades de trabajo implantadas, siendo los operarios autosuficientes en las labores que desarrollan.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se observa la relación entre los 7 pasos del mantenimiento autónomo y las 5'S. El primer paso (limpiar) y segundo paso (eliminar fuentes de contaminación) están relacionados con seiton y seiso; el tercer paso (estándares de limpieza y lubricación) se relaciona con seiton, seiso y seiketsu; el cuarto (inspección general) y quinto paso (inspección autónoma), se relaciona con seiketsu; el sexto paso (organización y ordenamiento) se relaciona con seiri y seiton; por último, el séptimo paso (implementación total) se relaciona con seiketsu y shitsuke. Asimismo, en cada uno de estas relaciones se definió que es lo que se tiene que realizar es decir desde las actividades del operario hasta las labores de los jefes inmediatos para poder cumplir con la aplicación de este pilar.

Tabla 14. Programa de mantenimiento autónomo de la máquina de corte automática.

MAQUINARIA	ACTIVIDAD	PARTES O COMPONENTES	MÉTODO	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	FRECUENCIA		
Máquina de Corte automática CNC ESAB Suprarex	Limpiar	Boquillas	Visual	Paño suave y limpiador de contactos eléctricos	Diario		
		Electrodo					
		Difusor		Manómetros de la caja de gases	Raspador	Semanal	
		Capuchón					
		Mesa de corte		Soplador de aire	Semanal		
		Cables					
		Mangueras de antorcha					
		Fuente de energía		Inspeccionar	Visual	-	Diario
		Parámetros de corte					
	Alineación del soplete	Semanal					
	Parámetros del recirculador refrigerante						
	Niveles de aceite	Diario					
	Desplazamiento de las antorchas						
	Válvulas de las 2 funciones	Semanal					
	Manómetros de la caja de gases						
	Sensores de seguridad						
	Desplazamiento de mangueras						
	Ruidos, vibraciones anormales	Visual y auditivo	Lubricación	Visual	Grasa múltiple EP-2	Diario	
	Cadenas y ejes de trabajo						
	Tuercas	Semanal					
Cojinetes							
Rodamientos							
Rieles							

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 13

En la tabla 14, se muestra el programa de mantenimiento autónomo que los operadores de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex realizaron según la frecuencia indicada. Este programa abarcó las 3 principales actividades de dicho mantenimiento, los cuales fueron: Limpiar, inspeccionar y lubricar.

Respecto a la primera actividad; limpiar; se utilizó el método visual y se realizó a los distintos componentes de la máquina en estudio diariamente, tales como

boquillas, electrodo, difusor, capuchón; y semanalmente a los manómetros de caja de gases, mesa de corte, cables, mangueras de antorcha y fuentes de energía. Asimismo, respecto a la segunda actividad; inspeccionar; se utilizó el método visual y auditivo, de manera que se revisó diariamente los parámetros de corte, alineación del soplete, desplazamiento de las antorchas, válvulas de las dos funciones; y semanalmente los parámetros del recirculador refrigerante, niveles de aceite, manómetros de la caja de gases, sensores de seguridad, desplazamiento de mangueras, ruidos y vibraciones anormales. Finalmente, respecto a la tercera actividad; lubricación; se utilizó el método visual y se realizó diariamente a las cadenas, ejes de trabajo; y semanalmente a las tuercas, cojinetes, rodamientos y rieles.

Tabla 15. Evaluación del nivel de cumplimiento de las 5'S

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5'S		
5'S	Calificación	Puntaje máximo
Seleccionar	30	35
Ordenar	30	35
Limpiar	31	35
Estandarizar	30	35
Disciplina	31	35
TOTAL	152	175
% Cumplimiento	86.86 %	

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 14

En la tabla 15, se observa que luego de cumplir y realizar debidamente los pasos y el programa del mantenimiento autónomo, además de tener en cuenta la estrecha relación de las 5'S y el tipo de mantenimiento mencionado (según la tabla 14); se registró un porcentaje de nivel de cumplimiento aceptable de las 5'S, siendo éste un 86.86%. La tercera S (limpiar) y quinta S (disciplina) obtuvieron el mayor puntaje de calificación, con un valor de 31; mientras que la primera S (seleccionar), segunda S (ordenar) y cuarta S (disciplina) obtuvieron una calificación de 30. Los puntajes máximos obtenidos de cada una de las "5's" fueron de 35, por lo cual se infiere que dichos valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros aceptables de la metodología "5's" para poder seguir con el desarrollo de las actividades y realizar mejoras al respecto.

4.3.3. Pilar Mantenimiento Planificado

Para la aplicación de este tercer pilar se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para la máquina de corte automática (anexo 16), teniendo como base el manual de la maquinaria(anexo18), la frecuencia de fallas según subsistema, así mismo también se empleó el programa preventivo del periodo 2021 con las observaciones que realizaron los técnicos respecto al periodo y tiempo. A continuación, se muestran los subsistemas fundamentales con los que cuenta la maquinaria.

Tabla 16. Subsistemas de funcionamiento

SUBSISTEMA	DESCRIPCION
Eléctrico y electrónico	Es la parte del CNC (control numérico computarizado): Sensores de proximidad, sensores de seguridad, paros de emergencia y conexiones del sistema de alimentación, componentes.
Neumático	Proporciona presión a los 2 tipos de corte (oxicorte y plasma): unidad neumática, unidad de refrigeración de la bomba, compresor, secador.
Mecánico	Proporciona el movimiento de los componentes donde se encuentran la antorcha: elevador vertical, sistema piñón cremallera, cojinetes, engranajes, etc.
Refrigeración	A través de una unidad de refrigeración contenido en la bomba se proporciona el refrigerante por medio de la boquilla de la antorcha.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, se muestran los 4 subsistemas fundamentales de la maquinaria: eléctrico y electrónico, neumático, mecánico y refrigeración de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprax, realizando cada uno de estos una función diferente en la maquinaria y a la misma vez relacionando cada subsistema (componentes) para que la maquinaria realice el corte de planchas. Por otro lado, la maquinaria cuenta con distintos componentes en cada uno de estos 4 subsistema, los cuales son muy importantes conocerlos, ya que esto permite poder identificar y priorizar cuales son los elementos que conforman cada componente para poder realizar las actividades de mantenimiento preventivo siguiendo las indicaciones del manual de mantenimiento del fabricante, de modo que se preserve el cuidado de la maquinaria.

Tabla 17. Componentes y elementos de la máquina de corte

COMPONENTES	ELEMENTOS
Elevador vertical	Cable de manguera, perno de argolla de elevación, extrusión de aluminio, ménsula de montaje de la estación, tornillo regulador, cojinete del elevador, correa de regulación del elevador, polea del husillo, motor, husillo y tornillo de avance, recinto electrónico principal, colector de la estación oxicom bustible, modulo HC HF capacitivo.
Motor de accionamiento y caja de engranajes del eje transversal	Carro superior impulsado, cojinete lineal del carro, riel lineal, cojinetes de bola del apoyo del carro superior, interruptor de emergencia del eje transversal, leva del interruptor de emergencia, motor del carro longitudinal, perilla de ajuste lineal de las antorchas de oxicorte.
Motor de accionamiento y caja de engranajes longitudinales	Motor del carro longitudinal, piñón de ataque del carro.
Caja plasma	CNC, conexión fuente de alimentación paralela, conexión distribuidora refrigerante, conector de parada de emergencia, masa del chasis, terminales primarias, apertura de acceso a la entrada de cable de alimentación.
Antorcha de corte por plasma	Cuerpo del soplete, deflector de remolino, porta electrodos, electrodo, boquilla, aro tope de la boquilla, difusor, protección, aro tope de la protección.
Antorcha de oxicorte	Soplete de corte, unidad de encendido y bujía, escudo contra escoria, sensor AHC, recinto eléctrico.
Comprensora	Válvulas, motor de accionamiento, filtro de aceite y aire, unidad compresora, tablero electrónico, cartucho separador de aceite, enfriador, condensador, correas de transmisión del motor de accionamiento
Tablero de gases	Válvulas de retención, manómetros, regulador de presión, codos
Consola visión CNC	Botón de emergencia, rueda de mano, palanca de mano, potenciómetro de velocidad
Refrigerante	Alimentación de refrigerante a la antorcha, retorno del refrigerante, filtro, conexión de control, tornillo de ajuste de presión, indicador de presión, fusibles
Caja de arco remoto	Conexión de alimentación Amphenol de 24 pines, accesorios de alivio de tensión, conexión al CNC, conexión con el elevador, conexión cubierta a la antorcha, entrada de refrigerante, retorno de refrigerante,
Secador de aire comprimido	Módulo de intercambiador de calor, compresor, condensador, válvula de by-pass de gas caliente, filtro de gas, válvula de expansión, purgador electrónico de condensado, controlador.

Fuente: *Elaboración propia,*

En la tabla 17, se muestra los componentes principales de la máquina de corte automática los cuales son: Elevador vertical, motor de accionamiento y caja de engranajes del eje transversal, motor de accionamiento, caja plasma, antorcha de corte por plasma, antorcha de oxicorte, compresora, tablero de gases, consola visión CNC, refrigerante, caja de arco remoto, secador de aire comprimido. Cada uno de estos componentes están formados por distintos elementos los cuales son mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Se procedió a clasificar las fallas por subsistemas (eléctrico y electrónico, neumático, mecánico, refrigeración) del periodo 2021 respecto a los 4 meses en que se realizó el diagnóstico, según la frecuencia en que se presentaron estas fallas.

Tabla 18. Clasificación de fallas según subsistema

Nº	SUBSISTEMA	Nº	PORCENTAJE INDIVIDUAL	PORCENTAJE ACUMULADO
1	Mecánico	10	38%	38%
2	Eléctrico y electrónico	8	31%	69%
3	Neumático	4	15%	85%
4	Refrigeración	4	15%	100%
TOTAL		26		

Fuente: Elaboración propia,

En la tabla 18, se muestra los subsistemas por fallas presentadas en el periodo 2021, se observa que el primer lugar es ocupado por el subsistema mecánico, ya que presenta 10 fallas, en segundo lugar se ubica el subsistema eléctrico y electrónico con 8 fallas, en tercer lugar el sistema neumático con 4 fallas y en cuarto lugar el sistema de refrigeración también con 4 fallas, el conjunto de estas fallas en los subsistemas afectan la operación de la maquinaria, por lo cual luego de haber calculado la frecuencia de fallas se desarrollaron las tareas de mantenimiento preventivo enfocándose primordialmente en los subsistemas que presentaron más fallas para reducir la frecuencia de las averías en la máquina de corte automática. Los subsistemas en los que se desarrollaron más tareas fueron: El mecánico, eléctrico y electrónico teniendo en cuenta el periodo en que se deben realizar estas tareas y la frecuencia de horas a emplear en cada de estas tareas, así mismo también se desarrollaron tareas de mantenimiento preventivo a los otros 2 subsistemas: Neumático y refrigeración, ya que si no presentaron tantas fallas como los otros 2 subsistemas la presencia de fallas en estos subsistemas afecta la operación de la maquinaria ya que está conformada por los 4 subsistemas, los cuales deben estar operando adecuadamente para que la maquinaria obtenga un rendimiento adecuado.

A continuación, se presentan las actividades por subsistema, frecuencia, periodo y la duración de estas.

Tabla 19. Mantenimiento preventivo según subsistema

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB SUPRARREX				
SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (H)	PERIODO	DURACIÓN
Mecánico	Verificar y lubricar los movimientos (vertical, transversal y longitudinal). (anexo 17)	610	Mensualmente	3
	Verificar estado de correas de regulación. (anexo 18-A)	800	Bimestralmente	3
	Inspeccionar y lubricar las poleas del motor. (anexo 18-B)	500	Mensualmente	3
	Inspeccionar y lubricar la tuerca del husillo (tornillo de avance). (anexo 18-C)	500	Mensualmente	4
	Limpieza de cremalleras.	600	Bimestralmente	3
	Verificar el tornillo de avance. (18-D)	500	Mensualmente	4
	Inspeccionar y lubricar el eje de los motores de accionamiento. (anexo 17)	800	Mensualmente	3
	Limpiar boquilla del soplete (oxicombustible) y alinear. (anexo 17)	350	Mensualmente	4
	Ajustes de válvulas de gas combustible y de oxígeno de precalentamiento.	1000	Semestral	3
	Comprobar el estado de los cojinetes, lubricar. (anexo 17)	500	Bimestralmente	3
	Inspeccionar visualmente el estado de las uniones de los motores de accionamiento.	800	Trimestral	4
	Comprobar el estado del piñón de ataque del carro longitudinal. (anexo 18-E)	600	Trimestral	3
	Limpieza general de los motores eléctricos. (anexo 17)	800	Semestral	6
	Cambio de piezas de desgaste en los motores eléctricos.	500	Anual	5
	Cambio de aceites y filtros	230	Semestral	2
Eléctrico y electrónico	Verificar conexiones (externas) cuando el equipo está operando	600	Bimestralmente	1
	Inspeccionar el funcionamiento del potenciómetro (velocidad según componentes)	748	Mensualmente	2
	Chequear y limpiar conexiones (alimentación)	500	Bimestralmente	3
	Comprobar las entradas y salidas de voltaje, amperaje de todos los componentes de la maquinaria.	748	Mensualmente	3
	Limpiar y chequear componentes de cajas (plasma, gas combinado, distribución eléctrica, de arco remoto y fuente de plasma).	500	Trimestral	4
	Chequear el funcionamiento del módulo AHC capacitivo. (anexo 17)	700	Bimestralmente	2
	Limpiar armario de control (conexiones).	880	Bimestralmente	1
	Chequeo de conexiones a tierra.	800	Trimestral	3
	Mantenimiento ups	880	Bimestralmente	3
	Limpiar y verificar los componentes del compresor, secador.	800	Bimestralmente	4
	Verificar sensores	700	Mensualmente	2

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 16

En la tabla 19, se muestran 2 de los 4 subsistemas principales con los que cuenta la máquina de corte automática (mecánico, eléctrico y electrónico) y las tareas preventivas que se planificaron en cada uno de estos subsistemas teniendo en cuenta la frecuencia en la que se deben realizar y la cantidad de horas que se proyectó para que los técnicos de mantenimiento realicen estas tareas preventivas a la maquinaria en el periodo 2022 y posteriores.

Tabla 20. Mantenimiento preventivo según subsistema

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB SUPRARREX				
SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (H)	PERIODO	DURACIÓN
Neumático	Chequear presión, caudal en los manómetros y reguladores.	480	Mensualmente	3
	Verificar mangueras y conexiones de alimentación del compresor.	800	Bimestralmente	2
	Verificar el funcionamiento del desplazamiento de los gases de corte.	480	Bimestralmente	1
	Verificar el nivel de refrigerante del compresor (anexo 18-F) y el drenaje de condensados. (anexo 18-G)	480	Bimestralmente	2
	Limpieza, inspección y cambios de filtros. (anexo 17)	600	Bimestralmente	2
	Limpieza del condensador del compresor. (anexo 18-G)	500	Trimestral	3
	Chequear fugas en acoples, tuberías, accesorios o válvulas. (anexo 17)	480	Mensualmente	2
	Inspeccionar mangueras o tuberías (deterioro)	600	Mensualmente	2
Refrigeración	Verificar el distribuidor de refrigerante (el aceite es enviado a la antorcha). (anexo 17)	480	Mensualmente	2
	Verificar la recirculación del aceite de la antorcha al refrigerante (distribuidor). (anexo 17)	480	Mensualmente	1
	Chequear tuberías del refrigerante. (anexo 17)	500	Bimestralmente	2
	Inspeccionar temperatura de refrigerante.	350	Mensualmente	1,5

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 16

En la tabla 20, se muestran 2 de los 4 subsistemas principales con los que cuenta la máquina de corte automática (neumático y refrigeración) y las tareas preventivas que se planificaron en cada uno de estos subsistemas teniendo en cuenta la frecuencia en la que se deben realizar y la cantidad de horas que se proyectó para que los técnicos de mantenimiento (mecánicos, eléctricos y electrónicos) realicen estas tareas preventivas a la maquinaria en el periodo 2022 y posteriores.

Además de elaborar el programa de mantenimiento planificado o preventivo, se realizó el control de las actividades que se programaron, ejecutaron, reprogramaron y no se ejecutaron, de manera que el área de mantenimiento llevaba un registro detallado y explícito de este programa, de manera que se logró identificar el índice del nivel de cumplimiento del mantenimiento planificado y el porcentaje de horas utilizadas en este programa de mantenimiento con respecto al total de horas de mantenimiento (considerando las horas de mantenimiento correctivo) de la máquina de corte automática. A continuación, se muestra el indicador del mantenimiento planificado y el índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo.

Tabla 21. *Indicador de mantenimiento planificado y de cumplimiento del mantenimiento preventivo*

MES	HORAS DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO	HORAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	TOTAL DE HORAS DE MANTENIMIENTO	Nº TAREAS PLANIFICADAS	Nº TAREAS EJECUTADAS	%MP	PMC
ENERO	43,5	18	61,5	15	15	71%	100%
FEBRERO	75,5	13	88,5	29	29	85%	100%
MARZO	92,5	17	109,5	20	20	84%	100%
ABRIL	75,5	43	118,5	29	29	64%	100%
TOTAL						76%	100%

Fuente: *Elaboración propia, basada en el anexo 16 y anexo 19*

En la tabla 21, se observa el porcentaje obtenido del mantenimiento planificado en los 4 meses de aplicación de la metodología TPM, en el cual se observa que el porcentaje del mantenimiento planificado y del índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo fue del 76% y 100% respectivamente, del cual se infiere que se ejecutaron todas las tareas planificadas, sin embargo, se debe seguir mejorando el indicador de mantenimiento planificado.

4.3.4. Pilar Capacitación Y Formación

Para el desarrollo de este pilar, se hizo uso de un plan de registro de capacitaciones (anexo 21), en el cual se consideró los distintos temas a tratar en las capacitaciones que se brindaron, siendo los principales: Mantenimiento Productivo Total, las 5'S, mantenimiento autónomo y planificado de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprrex. También se consideraron temas como los tipos de averías y/o fallas, eficiencia general de los equipos y acerca de las funciones de corte por plasma y oxicorte de la máquina de corte automática. Los temas principales se

realizaron paralelamente al desarrollo de los pilares anteriores, funcionando como base de toda la implementación del TPM.

Asimismo, se tuvo en cuenta la asistencia del personal de mantenimiento y de los operarios de la máquina de corte automática, mediante un registro de asistencia de capacitaciones (anexo 22) con el fin de evaluar el nivel de compromiso y responsabilidad por parte de dicho personal. A continuación, se muestra la cantidad de trabajadores presentes por cada capacitación brindada en los 4 meses de la implementación del TPM:

Tabla 22. Cantidad de trabajadores presentes en las capacitaciones

FECHA DE LA CAPACITACIÓN		TOTAL, DE TRABAJADORES A CAPACITAR	N° DE TRABAJADORES QUE ASISTIERON
ENERO	9/01/2022	11	11
	14/01/2022	11	10
	16/01/2022	11	9
	21/01/2022	11	11
FEBRERO	25/02/2022	11	10
MARZO	25/03/2022	11	8
TOTAL		66	59
% DE ASISTENCIA		89.39 %	

Fuente: Elaboración propia, basado en el anexo 21

En la tabla 22, se observa que el nivel de cumplimiento de asistencias a las capacitaciones de los trabajadores se dio en un 89.39 %, lo cual es un resultado aceptable. En el mes de enero se realizó 4 capacitaciones, en la primera capacitación realizada el 9/01/2022 asistieron todos los trabajadores, en la segunda capacitación realizada el 14/01/2022 asistieron 10 trabajadores, en la tercera capacitación realizada el 16/01/2022 asistieron 9 trabajadores y en la cuarta capacitación realizada el 21/01/2022 asistieron todos los trabajadores. En el mes de febrero se realizó solamente 1 realizada el 25/02/2022 capacitación en la cual asistieron 10 trabajadores y en el mes de marzo también se realizó solamente 1 capacitación realizada el 25/03/2022 en la cual asistieron 8 trabajadores. Se infiere que en las capacitaciones estuvo presente la mayor cantidad de trabajadores del área de mantenimiento, por lo cual se pudo capacitar a los trabajadores bajo las actividades que se planificaron, las capacitaciones duraron entre 2 a 3 horas cada temática con su respectiva evaluación. Los trabajadores que no pudieron estar presentes por diferentes motivos fueron capacitados por sus compañeros que estuvieron presente en la capacitación brindada, de modo que se contribuyó al

compañerismo, el intercambio de conocimientos y de esa manera se facilitó a seguir con el desarrollo de la metodología TPM en el área de la mejor forma posible; realizando mejoras en las enseñanzas de las capacitaciones y seguir promoviendo con la dinámica de las temáticas. Además, se mantuvo en contacto con los trabajadores para constatar que pongan en marcha lo aprendido y no solo quede en teoría.

4.4. Evaluar la nueva eficiencia general (OEE) de la máquina de corte automática del área de habilitado después de aplicar la metodología TPM en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021

Se evaluó la eficiencia general de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex, luego de la aplicación de la metodología TPM con la finalidad de calcular la variación que existe en relación a la eficiencia inicial de la maquinaria. Para ello se emplearon 3 factores: disponibilidad, calidad y rendimiento, los cuales se hallaron en base al registro de evaluación de factores OEE (anexo 23) y un control diario de la producción (anexo 22) de piezas cortadas por la maquinaria en los 4 meses: Enero, febrero, marzo y abril. Se tuvo en cuenta aquellos factores que afectan a la producción como el factor climático (lluvia), falta de energía eléctrica, el retraso de abastecimiento de insumos que se emplean para realizar el corte de piezas, así como también las fallas que se presentaron en la maquinaria cuando estaba operando, lo cual influyó a realizar paradas en la maquinaria hasta que los técnicos de mantenimiento dieron solución al problema y por último también se consideró las actividades de mantenimiento preventivo que se tenían planificadas realizar en el periodo 2022.

A continuación, se muestra la producción de piezas respecto a los 4 meses de aplicación de la metodología del periodo 2022.

Tabla 23. Producción de piezas (posprueba)

PRODUCCIÓN DE PIEZAS				
SEMANA	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1	464	425	435	328
2	217	481	407	547
3	468	415	503	471
4	443	457	449	467
5	235	-	150	628
TOTAL	1827	1778	1944	2441

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 22 (posprueba)

En la tabla 23, se observa la producción de piezas luego de la aplicación de la metodología en los meses de enero, febrero, marzo y abril del periodo 2022 de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex. Se observa que en el mes de enero la semana más productiva fue la tercera semana con 468 piezas, en el mes de febrero la semana más productiva fue la segunda semana con 481 piezas y en el mes de marzo la semana más productiva fue la tercera semana con 503 piezas y en el mes de abril la semana más productiva fue la quinta semana con 628 piezas, el mes más productivo fue el mes de abril con 2441 piezas y el segundo lugar lo ocupa el mes de marzo con 1944. Luego de haber calculado la producción diaria se procedió a calcular la nuevamente la disponibilidad, rendimiento y calidad, para poder calcular la eficiencia general de la máquina de corte automática en una posprueba.

Tabla 24. OEE final de la máquina de corte automática

OEE FINAL DE LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB Suprarex			
DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
80%	69 %	100 %	55%

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 23 (posprueba)

En la tabla 24, se muestra la eficiencia general obtenido respecto a sus 4 meses de la aplicación de la metodología TPM: Enero. Febrero, marzo y abril del periodo 2022. El control de este indicador fue realizado semanalmente, mediante el registro de evaluación de los factores OEE (anexo 23-b); con el fin de analizar el comportamiento del OEE semana a semana y observar sus diferencias respecto a los factores que intervinieron en el indicador de la eficiencia general de la maquinaria. Se obtuvo una disponibilidad del 80%, un rendimiento del 69% y una calidad del 100%, se procedieron a multiplicar estos resultados para obtener la nueva eficiencia general de la maquinaria, la eficiencia obtenida fue del 55%, según los parámetros de clasificación del OEE, la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex presenta un OEE en proceso de mejoras a la empresa.

A continuación, se procedió a comparar los factores iniciales (preprueba) y los factores finales (posprueba): disponibilidad, rendimiento y calidad para poder realizar la comparación del OEE y poder determinar si este indicador mejoró respecto al valor obtenido inicialmente en los 4 meses de prueba del periodo 2021

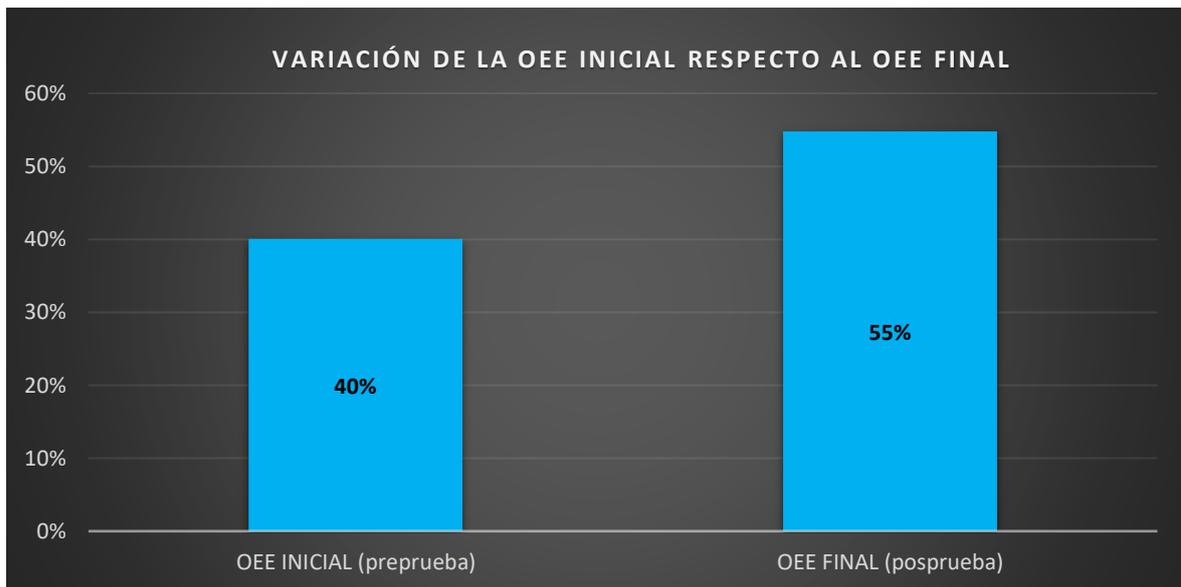


Figura 7. Variación de la OEE inicial (preprueba) respecto al OEE final (posprueba) luego de la aplicación del TPM en la máquina de corte automática.

Fuente: Elaboración propia, basada en el anexo 23 (preprueba y posprueba)

En la figura 7, se observa la comparación de la OEE inicial respecto a la OEE final luego de la aplicación de la metodología, se muestra que el OEE inicial de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex de la empresa SIMA Metal Mecánica en el periodo 2021 fue del 40%, debido a que inicialmente presentó una disponibilidad del 72%, un rendimiento del 57% y una calidad del 99% , posterior a la aplicación de la metodología TPM en el periodo 2022, se volvió a calcular el OEE final en donde se obtuvo un 55%, ya que presento un incremento en sus factores disponibilidad, rendimiento y calidad, los cuales fueron: 80%, 69% y 100% respectivamente, por lo cual se infiere que este indicador se incrementó en un 15% luego de haber aplicado la metodología.

La aplicación del TPM fue realizado en 4 meses: Enero, febrero, marzo y abril del periodo 2022, por lo cual se determina que para poder obtener mejores resultados al que se obtuvo en los 4 meses que se llevó a cabo la aplicación de la metodología, se debería seguir realizando la aplicación en los siguientes meses, ya que es un largo plazo donde se podrá obtener grandes incrementos en el indicador OEE, asimismo el haber incrementado el OEE en un 15% en solo 4 meses, se afirma que el mantenimiento productivo total mejoró la operatividad de la máquina de corte automática en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Por último, se procedió a contrastar la hipótesis planteada en la investigación a través pruebas estadísticas para determinar que la variable independiente (TPM) logro estimular a la eficiencia general de la máquina de corte automática y su incremento no fue debido a otros factores en el desarrollo de la investigación, para ello se empleó la prueba de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk, ya que los datos de la muestra evaluados fueron menores a 30.

Tabla 25. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia general inicial	,933	20	,174
Eficiencia general final	,967	20	,700

Fuente: Software SPSS

En la tabla 25, se observa que la eficiencia general inicial de la maquinaria antes de la implementación de la metodología TPM tuvo una significancia de 0,174 y luego de la mejora la eficiencia general se obtuvo una significancia de 0,700, siendo ambos datos mayores al nivel de significancia establecido (0.05), por lo tanto, presenta un comportamiento paramétrico, es por ello que se hizo uso de la prueba T Student para contrastar la hipótesis.

Tabla 26. Pruebas de T Student

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia general inicial - Eficiencia general final	,14700	,20566	,04599	-,24325	-,05075	-3,197	19	,005

Fuente: Software SPSS

En la tabla 26, se muestra el análisis de datos de los meses de enero, febrero, marzo y abril (20 semanas) de la eficiencia general con una confiabilidad del 95% y un margen de error del 5%, en donde se obtuvo un valor de significancia de 0,005, de modo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , por lo cual se concluye que La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021.

V. DISCUSIÓN

En el presente estudio se investigó como los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la eficiencia general de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex de SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021. En los resultados de la contratación de la hipótesis, se obtuvo un valor de significancia de 0,005, por lo cual se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis general, de modo que La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejoró la Eficiencia General de la máquina de corte automática en SIMA Metal Mecánica, Chimbote-2021.

En el **primer objetivo específico** del presente trabajo, se diagnosticó la situación actual del área de mantenimiento en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021, se identificaron las fallas de las principales maquinarias y/o equipos, para ello se consideraron a las maquinarias que presentan frecuentemente averías de las cuales son 9: Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex, grúa Pte.30T, montacargas CAT DP 70, cepillo horizontal, compresora estacionaria, roladora, taladro radial, máquina soldar con control digital nelson, roladora DORSTENER, ocupando el primer lugar la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex con 26 fallas, se determinaron los costos del mantenimiento preventivo y correctivo, los cuales fueron S/41417,152 y S/171.883,54 respectivamente, así mismo se determinó el nivel de cumplimiento de entrega de 9 proyectos (puentes), los cuales fueron: Colunga, Cantuta, Comuneros I, Ancaya, Sihuan, Comuneros II, Noruega, Alto molino, Canchis. Se obtuvo un 56 % de nivel de cumplimiento y por último se evaluaron las causas que influyen en la baja eficiencia general de la máquina de corte automática, las cuales fueron 17 fallas según criterio, se priorizaron en el diagrama de Pareto y se identificó la causa de mayor frecuencia para mejorar la eficiencia general de la máquina de corte automática. En comparación a la investigación de Candra et al. (2017), para diagnosticar su situación actual emplearon el diagrama de Ishikawa para poder identificar las causas que influyeron en la pérdida de velocidad de la máquina laminadora PT RAPP, los factores que consideraron fueron: Hombre, máquina, método, ambiente y material. El factor hombre se enfocó en mejorar la producción a través de las actividades que realiza en su área de trabajo, en la maquina reducir las fallas que se presentaron, en el factor método reducir el número de los productos rechazados, del entorno reducir el polvo que se adhiere a las materias primas y en el factor material reducir la

perdida de los materiales perecederos. Por otra parte, en el diagrama de Pareto de la máquina laminadora de línea de tamaño de corte 5ª, se determinó que el 20% de las causas que representaron el 80% de los resultados fueron las pérdidas de velocidad y tiempo. Así mismo en el estudio de Ahmad, Hossen y Ali (2018), para diagnosticar el estado del equipo del marco de anillo de una industria textil, utilizaron diagrama de Pareto, hoja de trabajo WWBLA e Ishikawa. En el diagrama de Pareto se priorizó la causa según el resultado de la frecuencia que se obtuvo, la cual fue el bajo rendimiento del equipo por la presencia de averías en su operatividad. En el diagrama de Ishikawa se ilustraron las causas de los problemas para identificar su relación y se determinó que posiblemente la presencia de averías en el equipo es el que influye en los diversos problemas que se presentaron en el equipo. En la hoja de trabajo WWBLA, se empleó para preguntar por qué se presenta frecuentemente los problemas principales (bajo rendimiento del equipo y las averías), hasta que se encuentre la causa raíz de los problemas. A diferencia de nuestro trabajo de investigación, empleamos instrumentos de costos de mantenimiento para determinar las pérdidas financieras por mantenimientos correctivos de la maquinaria y compararlos con el costo del mantenimiento preventivo, así mismo se empleó un registro de entrega de cumplimiento de proyectos para evaluar si se cumplen con los requerimientos de los clientes.

En el **segundo objetivo** específico, se determinó la eficiencia general (OEE) actual de la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA Metal Mecánica, Chimbote 2021, en el cual se llevó a cabo el control de las piezas que fueron cortadas por la máquina de corte automatizada en los 4 meses de preprueba, los cuales fueron: Septiembre, octubre, noviembre y diciembre del periodo 2021, en el control de esta producción se tuvo en cuenta aquellos factores que afectan a la producción: Lluvias, falta de energía eléctrica, el retraso de abastecimiento de insumos, las fallas que se presentaron en la maquinaria cuando estaba operando, las actividades de mantenimiento preventivo que se tenían planificadas realizar. Los datos recolectados en la producción de las piezas metálicas, se emplearon en el cálculo del OEE y se obtuvo una disponibilidad del 72%, rendimiento del 57%, calidad del 99% y un OEE inicial del 40%, por lo cual teniendo en cuenta los parámetros de clasificación del OEE este es menor a 65%, lo cual trae como consecuencia pérdidas económicas a la empresa. De igual forma en la

investigación de Nallusamy et al. (2018) se realizó el control de la producción de tuberías PVC durante 3 meses: Octubre, noviembre y diciembre del periodo 2017 ,el total de las tuberías PVC fabricadas fueron de 4546,32 unidades, donde de los datos obtenidos del control de la producción se calcularon los siguientes factores: Disponibilidad del 84,03%,rendimiento del 72,16% y calidad del 91,56%,los cuales fueron utilizados en el cálculo del OEE, se obtuvo una eficiencia general del 55,45%. Los resultados que se obtuvieron se encuentran por debajo de los parámetros establecidos del OEE, influyendo en pérdidas de equipo, proceso y productos a la empresa. Así mismo en la investigación de Herry, Farida y Lutfia (2018), para calcular el OEE de la máquina de estampado Press 2A ,se emplearon los datos que se recolectaron de enero hasta diciembre del 2015 ,en donde se obtuvo un promedio de disponibilidad del 83%,rendimiento del 90%, calidad del 85% y el OEE promedio del 69,6%, se evidencia que los resultados están debajo de los parámetros establecidos y no se está aprovechando la maquinaria en la empresa automotriz, por lo cual se están desperdiciando los recursos con los que cuenta la empresa. Por lo se requiere implementar una metodología de mantenimiento en estas empresas, que relacione desde la maquinaria y/o equipo hasta la parte administrativa de la empresa, ya que es la única forma de aplicar una metodología que tenga como objetivo mejorar los factores por los cuales se obtiene la eficiencia general o el OEE, los cuales son: Disponibilidad, calidad y rendimiento. En el **tercer objetivo** se muestra la aplicación de la metodología TPM a la máquina de corte automática del área de habilitado en SIMA. Metal Mecánica, Chimbote 2021, la cual se llevó a cabo a través de 4 pilares tales como: Mejoras enfocadas, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento Planificado y Capacitación y formación; iniciando con la elaboración de un Gantt de implementación del TPM, el cual abarcó las actividades a realizar durante los 4 meses de evaluación. Respecto al pilar Mejoras enfocadas, se obtuvo resultados positivos puesto que sus indicadores; frecuencia de eliminación de fallas y tiempo promedio de eliminación de fallas, alcanzaron valores de 100% y 97% respectivamente, asimismo el pilar Mantenimiento Autónomo a través de una evaluación global de las 5´S, mostró un cumplimiento del 86,86%, de igual manera el pilar Mantenimiento Planificado obtuvo resultados positivos ya que sus indicadores; índice de mantenimiento planificado y cumplimiento de mantenimiento preventivo, lograron valores de 76%

y 100% respectivamente; finalmente el pilar Capacitación y formación mediante el control de asistencias, se obtuvo que el 89,39% del total de trabajadores asistieron a las capacitaciones. Dichos resultados, lograron el incremento de la OEE, puesto que de tener inicialmente un valor de 36%, se logró alcanzar un valor de 54%. Por lo que se concluyó que la aplicación del TPM influye de manera positiva en la eficiencia general de la maquinaria en estudio, además de mejorar el área de trabajo y brindar un conocimiento amplio a los trabajadores. Por consiguiente, se comparte lo determinado por Meca y Camello (2020), donde mencionan que el TPM, a través de sus pilares de aplicación, mejora la Eficiencia General de los Equipos (OEE), puesto que desarrollaron una encuesta a empresas industriales de distintos sectores elegidas por conveniencia que utilizan el método TPM, en la cual se observaron incrementos de la OEE; determinando que los pilares que fueron usados en la mayoría de las empresas encuestadas fueron: Mejoras enfocadas y Mantenimiento planificado; además del Mantenimiento autónomo y Capacitación y formación pero en menor proporción. Asimismo, Canahua (2021) destaca la importancia del Mantenimientos Planificado (o preventivo) y del Mantenimiento autónomo, como pilares fundamentales de aplicación del TPM, puesto que al cumplir correctamente dichos mantenimientos durante 10 meses de prueba se mejoró los 3 componentes del OEE; disponibilidad, rendimiento y calidad; alcanzando un incremento de hasta un 50%, aunque aún se encontraba debajo del OEE de clase mundial (85%), sin embargo se logró reducir grandes pérdidas, tales como averías y pérdidas de velocidad, teniendo en consideración que aún el estudio aplicado deba estar en constante mejora puesto que aún se observaron resultados inesperados por analizar. Asimismo, Lozada, Lara y Buele (2021) aplicaron distintas técnicas como el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM), Análisis de Modos y Fallas (FMEA), Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado para establecer las actividades de mantenimiento adecuadas con el objetivo de permitir al personal de mantenimiento centrarse en la conservación de ciertos elementos de la máquina. La metodología a seguir que usaron en dichas actividades de mantenimiento fue la siguiente: Se estructuraron en rangos de mantenimiento separados por su tipo y frecuencia de aplicación; esto permitió administrar el tiempo programado para el mantenimiento o para la producción en el equipo, además mediante el uso de un software especializado en

mantenimiento, el plan de mantenimiento a desarrollar por los operadores se gestionó de una mejor manera. También, aplicaron la metodología 5'S como parte del mantenimiento autónomo y sobre todo mejorar las condiciones de trabajo de los operarios, obteniendo como resultado el incremento de OEE de 29,97%. Por otro lado, Singh et al. (2014), a diferencia de los demás autores recomienda la implementación del TPM A través de sus 7 pilares teniendo como base el uso de las 5'S, desde mejoras enfocadas hasta Seguridad Salud y Medio Ambiente, dándole importancia a todos los pilares, puesto que se relacionan, de manera que en su investigación estableció que mediante sus resultados luego de aplicar los pilares del TPM de manera escalonada, se mejoró la eficiencia general de las máquinas en estudio del 63% al 79%, además también se mejoró la productividad y calidad de los componentes, para finalmente enfatizar que para implementar de manera exitosa el TPM, no solamente depende los pilares a aplicar, sino también del apoyo de la alta dirección y participación de los trabajadores.

En el **cuarto objetivo**, se determinó la nueva OEE de la máquina de corte automática del área de habilitado de SIMA METAL MECÁNICA, Chimbote 2021; luego de implementar el TPM con respecto a los 4 meses de evaluación, a través de la evaluación de sus 3 componentes; disponibilidad, rendimiento y calidad. Se obtuvo un 80% de disponibilidad, 69% de rendimiento, 100% de calidad y una OEE de 55%. Se comparte lo expuesto por Bataineh et al. (2019), el cual a través de un esquema secuencial TPM incrementó la efectividad de los equipos que intervienen en el proceso de producción en la empresa de estudio, obteniendo resultados positivos; mejora de la disponibilidad de 68,6 a 77,5% y la calidad de producción de 99,82 a 99,87%, de manera que la OEE mejoró de 35,27 a 57,42%. Finalmente Pardeep y Sachit (2016) obtuvo una mejora considerable del OEE a partir de la implementación del TPM. En los resultados se evidenció que la OEE de las máquinas aumentó por encima del 85%, sin embargo, también la productividad aumentó hasta un 74% y los costos disminuyeron en un 30%. De manera que concluyeron que el TPM no solo trae resultados beneficiosos y exclusivamente para el buen funcionamiento y preservación de la máquina, sino en términos de productividad y costos también, debido a que la aplicación de esta metodología influye constantemente en la mejora continua de la organización al involucrar todas las áreas por las que está organizada la empresa.

VI. CONCLUSIONES

En el diagnóstico realizado a la empresa se evidenció que las causas con mayor frecuencia fueron: Paradas no programadas, elevados costos de mantenimiento correctivo, carencia de formatos, falta de capacitación, entre otros que causaban una baja eficiencia general de la máquina de corte automática del área de habilitado. Asimismo, se determinó la cantidad y tipos de fallas que presentó la máquina durante su funcionamiento en la preprueba, siendo un total de 26 fallas y por último se determinó el nivel de entrega de proyectos, el cual tuvo un valor de 56% siendo relativamente bajo.

Se realizó el control de la producción de piezas cortadas por la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex en los 4 meses de preprueba (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) del periodo 2021, siendo octubre el mes más productivo con 1573 piezas, se calcularon los factores de la eficiencia general de la maquinaria en donde se obtuvo: Una disponibilidad del 72%, rendimiento del 57% y calidad del 99%. La eficiencia general obtenida fue del 40%, un valor bajo según los parámetros establecidos del OEE.

La aplicación de la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) fue satisfactoria, la cual se estableció mediante la aplicación de 4 de los 8 pilares, considerados fundamentales para el enfoque de nuestro trabajo y el tiempo de evaluación (4 meses posprueba) desde enero hasta abril del periodo 2022, siendo dichos pilares: Mejoras enfocadas, mantenimiento planificado, mantenimiento autónomo y capacitación y formación, los cuales fueron implementados de manera escalonada, además teniendo en consideración el diagrama de Gantt realizado, en el cual se detallaron las actividades a realizar y en que intervalo de tiempo se realizaron estas actividades, desde la formalización del programa maestro de implementación del TPM a la alta dirección hasta el control y recojo de resultados a través de los distintos instrumentos de evaluación.

Finalmente, se determinó la eficiencia final de la maquinaria, luego de la aplicación del TPM en los 4 meses de posprueba, en donde se obtuvo una disponibilidad del 80%, rendimiento del 69% y calidad del 100%. La eficiencia obtenida fue del 55%, siendo valores superiores a los que se determinaron inicialmente, por lo cual se obtuvo un incremento del OEE en un 15%.

VII. RECOMENDACIONES

Se debe implementar instrumentos y métodos de control de inventarios para los repuestos del área de mantenimiento y servicios de la empresa SIMA Metal Mecánica, ya que se presenció un déficit por esta parte cuando los técnicos requieren realizar las actividades preventivas y correctivas a las maquinarias y/o equipos.

Evaluar constantemente la eficiencia general de la máquina de corte automática CNC ESAB SUPRAREX del área de habilitado, para analizar su comportamiento en el tiempo y seguir mejorando este indicador a través de los factores de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Se recomienda desarrollar la propuesta de la implementación de los otros 4 pilares del mantenimiento productivo total, los cuales son: Mantenimiento de la calidad, control inicial, TPM en las oficinas, seguridad, salud y medio ambiente para poder aplicar la metodología completa en la empresa, ya que inicialmente solo se emplearon 4 pilares :Mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo, capacitación y formación, los cuales se consideraron los más fundamentales para poder mejorar la eficiencia general de la máquina de corte automática la empresa SIMA Metal Mecánica a un corto plazo.

Utilizar los instrumentos que se elaboraron para los 4 pilares: el registro de eliminación de fallas y/o desperfectos, el registro de mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo y por último el registro de evaluación OEE. Estos registros contribuyen a la mejora continua de la metodología TPM, ya que disciplinan a los operadores y técnicos respecto a su forma de trabajo, es decir permiten poder medir los pilares en un tiempo establecido.

El presente trabajo de investigación servirá de guía posteriormente para investigaciones similares del mismo rubro u otros, en el cual se tenga como objetivo mejorar la eficiencia general de las maquinarias y/o equipos, en el cual se empleen técnicas, procesos y recursos, los cuales influyan a la mejora continua de la organización y estas se vuelvan más competitivas frente a otras, es decir mediante la aplicación de la metodología del mantenimiento productivo total (TPM).

REFERENCIAS

- ADESTA, E.Y.T., PRABOWO, H.A. y AGUSMAN, D., 2018. Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 290, no. 1, pp. 9. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/290/1/012024. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2556532742/B7FCF95E0B484BF1PQ/3?accountid=37408>.
- AGUSTIADY, T.K. y CUDNEY, E.A., 2016. *Total Productive Maintenance: Strategies and Implementation Guide* [en línea]. 1ª edición. Dayton: CRC Press. ISBN 1482255405. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Tev5CQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- AHMAD, N., HOSSEN, J. y ALI, S.M., 2018. Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [en línea], vol. 94, no. 1-4, pp. 239-256. ISSN 14333015. DOI 10.1007/s00170-017-0783-2. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=ade26af8-60e5-4342-be55-9dc17924ec0a%40redis>.
- ÁLVAREZ, H. y SANCHEZ, R., 2015. Nuevas tendencias y procesos en ingeniería. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA* [en línea], vol. 3, no. 2, pp. 14-41. [Consulta: 17 octubre 2021]. DOI 10.21158/23823399. Disponible en: <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revistao/issue/view/134>.
- BAMBER, C.J., CASTKA, P., SHARP, J.M. y MOTARA, Y., 2003. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea], vol. 9, no. 3, pp. 223-238. [Consulta: 16 octubre 2021]. ISSN 13552511. DOI 10.1108/13552510310493684. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/215554614/fulltextPDF/C66A9136B12B42B2PQ/1?accountid=37408>.
- BATAINEH, O., AL-HAWARI, T., ALSHRAIDEH, H. y DALALAH, D., 2019. A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 144-161. ISSN 13552511. DOI 10.1108/JQME-07-2017-0045. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2187589414/fulltextPDF/1F99B64F2A8F42A4PQ/1?accountid=37408>.
- BARRETO, F., C. y POLANCO, J., 2020. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la cortadora de plasma CNC Combirex 4000 de la empresa metalmecánica Idemec S.A* [en línea]. Bogotá: Fundación Universidad De América. Disponible en:

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7905/1/4151925-2020-1-IM.pdf>.

BELOHLAVEK, P., 2006. *OEE: Overall Equipment Effectiveness* [en línea]. 1ª edición. Buenos Aires: Blue Eagle Group. [Consulta: 29 septiembre 2021]. ISBN 9871223412. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=gmvnz-ILjGYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. 3ª edición. Bogotá: Pearson Educación. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.

BİLGİN SARI, E., 2021. Fuzzy Based Failure Mode and Effect Analysis Towards to Risks of Autonomous Maintenance Activities: As a TPM Implementation. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)* [en línea], vol. 17, pp. 17-27. ISSN 1303-099X. DOI 10.21121/eab.873999. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2521122540/fulltextPDF/41ACFDC1120947EBPQ/1?accountid=37408>.

CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J., 2018. *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea]. 1ª edición. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. ISBN 978-9942-765-44-4. Disponible en: [http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion a la Metodologia de la investigacion científica.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf).

CADENA, P., RENDÓN, R., AGUILAR, J., SALINAS, E. y CRUZ, F., 2017. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas*, vol. 8, no. 7, pp. 1603-1617. [Consulta: 27 noviembre 2021]. ISSN 2007-0934. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>.

CANAHUA, N., 2021. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data* [en línea], vol. 24, no. 1, pp. 49-76. [Consulta: 14 septiembre 2021]. ISSN 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v24i1.18402. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/idata/v24n1/1810-9993-idata-24-01-49.pdf>.

CANDRA, N., SUSILAWATI, A., HERISISWANTO y SETIADY, W., 2017. Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Sheeter Machine Performance. *MATEC Web of Conferences* [en línea], vol. 135, pp. 11. ISSN 2261236X. DOI 10.1051/mateconf/201713500028. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2057011361/ACE077B9246C4745PQ/1?accountid=37408>.

- CASTILLO, C. y RODRIGO, J., 2016. *Análisis de la gestión del mantenimiento en una empresa del sector metalmecánico* [en línea]. Bogotá.: Universidad ECCI. Disponible en: [https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/292/Trabajo de grado?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/292/Trabajo%20de%20grado?sequence=1&isAllowed=y).
- CRUELLES, J.A., 2010. *La teoría de la medición del despilfarro* [en línea]. 2010. 2ª edición. Toledo: Artef. [Consulta: 3 octubre 2021]. ISBN 9788461401116. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=W5f4zsqoMkkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_vpt_read#v=onepage&q&f=false.
- CUATRECASAS, L. y TORRELL, F., 2010. *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva* [en línea]. 1ª edición. Barcelona: Profit Editorial. ISBN 9788415330172. Disponible en: [https://books.google.com.co/books?id=n5qUDVbPA6wC&printsec=frontcover &hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=n5qUDVbPA6wC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false).
- ESEOGHENE, D. y AYOOLA, S., 2020. Sustenance of zero-loss on production lines using Kobetsu Kaizen of TPM with hybrid models. *Total Quality Management and Business Excellence* [en línea], vol. 31, no. 1-2, pp. 112-136. ISSN 14783371. DOI 10.1080/14783363.2017.1415754. Disponible en: <https://web.s.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=150c349f-d962-4812-98bb-de949befae1b%40redis>.
- FARAHANI, A. y TOHIDI, H., 2021. Integrated optimization of quality and maintenance: A literature review. *Computers and Industrial Engineering* [en línea], vol. 151, pp.1-24. [Consulta: 29 septiembre 2021]. ISSN 03608352. DOI 10.1016/j.cie.2020.106924. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835220306082>.
- FAROOQ, M.A., NÓVOA, H., ARAÚJO, A. y TAVARES, S.M.O., 2016. An innovative approach for planning and execution of pre-experimental runs for Design of Experiments. *European Research on Management and Business Economics* [en línea], vol. 22, no. 3, pp. 155-161. [Consulta: 16 octubre 2021]. ISSN 24448834. DOI 10.1016/j.iedee.2014.12.003. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135252315000064>.
- GARCÍA PALENCIA, O., 2012. *Gestión moderna del mantenimiento industrial: principios fundamentales* [en línea]. 1ª edición. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 9587623169. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=lyejDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- GARCÍA VÍLCHEZ, E., 2020. Herramientas para la resolución de problemas dentro del "Total Performance Management" (TPM) . *Técnica Industrial: Revista Cuatrimestral de Ingeniería, Industria e Innovación* [en línea], vol. 8, no. 326, pp. 38-45. [Consulta: 16 mayo 2022]. ISSN 00401838. DOI 10.23800/10208. Disponible en: <https://eds.p.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=6e2a912c-61d8->

4542-b859-

9a5a06c7fbf6%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=144737215&db=edb.

- GÓMEZ, C., 2011. *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. [en línea]. 1ª edición. España: s.n. ISBN 9781446745694. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=IPtzAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
- HECKLAU, F., KIDSCHUN, F., KOHL, H. y TOMINAJ, S., 2020. Analyzing the role of research and technology organizations (RTOs) in national innovation systems (NIS). *Proceedings of the 16th European Conference on Management Leadership and Governance* [en línea]. Berlin: Academic Conferences International, pp. 95-105. [Consulta: 16 octubre 2021]. ISBN 9781912764761. DOI 10.34190/ELG.20.057. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=d13b5acd-62ed-46c3-85a7-ffe04d7fb6b9%40redis>.
- HERNÁNDEZ, S. y AVILA, D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, vol. 9, no. 17, pp. 51-53. [Consulta: 27 noviembre 2021]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>.
- HERRY, A.P., FARIDA, F. y LUTFIA, N.I., 2018. Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. vol. 453, no. 1, pp. 1-9. DOI 10.1088/1757-899X/453/1/012061. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2557199925/8A308033EB0A420EPQ/1?accountid=37408>.
- HOOI, L.W. y LEONG, T.Y., 2017. Total productive maintenance and manufacturing performance improvement. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 2-21. ISSN 13552511. DOI 10.1108/JQME-07-2015-0033. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1870872639/fulltextPDF/C75A8A575CE64090PQ/1?accountid=37408>.
- LOZADA CEPEDA, J., LARA CALLE, R. y BUELE, J., 2021. Maintenance Plan Based on TPM for Turbine Recovery Machinery. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea], vol. 1878, no. 1, pp. 1-13. ISSN 17426596. DOI 10.1088/1742-6596/1878/1/012034. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2540771739/6597CBB00A9E442APQ/1?accountid=37408>.
- MECA VITAL, J. y CAMELLO LIMA, C., 2020. Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness. *International Journal of Engineering and Management Research* [en línea], vol. 10, no. 2, pp. 142-150. ISSN 23946962. DOI 10.31033/ijemr.10.2.17. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3590948.

- MELLA PIERO, 2021. La Mantenzone: Funzione Vitale per le Imprese. Introduzione alla Total Productive Maintenance. *Economia Aziendale Online 2000 web* [en línea], vol. 12, no. 2, pp. 205-223. [Consulta: 16 octubre 2021]. ISSN 2038-5498. DOI 10.13132/2038-5498/12.2.205-223. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&sid=d13b5acd-62ed-46c3-85a7-ffe04d7fb6b9%40redis>.
- MOREIRA, A., SILVA, F., CORREIA, A., PEREIRA, T., FERREIRA, L. y DE ALMEIDA, F., 2018. Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 17, pp. 623-630. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2018.10.107. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918312241>.
- MUÑOZ, C., 2015. *Metodología de la Investigación* [en línea]. 1ª edición. Juárez: Oxford University Press México. ISBN 9780415475976. Disponible en: <https://issuu.com/malurojas19/docs/56-metodologia-de-la-investigacion-carlos-i.-munoz>.
- NALLUSAMY, S., KUMAR, V., YADAV, V., PRASAD, U.K. y SUMAN, S.K., 2018. Implementation of total productive maintenance to enhance the overall equipment effectiveness in medium scale industries. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development* [en línea], vol. 8, no. 1, pp. 1027-1038. ISSN 22498001. DOI 10.24247/ijmperdfeb2018123. Disponible en: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85041799966&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Implementation+of+total+productive+maintenance+to+enhance+the+overall+equipment+effectiveness+in+medium+scale+industries.&sid=8093cdbf71742cb0367ec00fb32db51b&sot=b&sdt=b&sl=136&s=TITLE-ABS-KEY%28Implementation+of+total+productive+maintenance+to+enhance+the+overall+equipment+effectiveness+in+medium+scale+industries.%29&relpos=1&citeCnt=27&searchTerm=&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DET_AILS_EXPORT:1
- PARDEEP, G. y SACHIT, V., 2016. Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study. *International Journal of Production Research* [en línea], vol. 54, no. 10, pp. 2976–2988. [Consulta: 17 octubre 2021]. DOI 10.1080/00207543.2016.1145817. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=16&sid=d13b5acd-62ed-46c3-85a7-ffe04d7fb6b9%40redis>.
- RANJAN, R. y MISHRA, A., 2016. Evaluation and optimization of overall equipment effectiveness on a pasting machine in a battery manufacturing industry. *International Journal of Performability Engineering* [en línea], vol. 12, no. 6, pp. 503-512. ISSN 09731318. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=21&sid=d13b5acd-62ed-46c3-85a7-ffe04d7fb6b9%40redis>.

- REY SACRISTÁN, F., 2001a. *TPM Mantenimiento total de la producción, proceso de implantación y desarrollo*. 1ª edición. Madrid: FC Editorial. ISBN 9788495428493. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=t05vRBKtkQcC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
- SÁNCHEZ VELÁSQUEZ, O. y ZAVALA ROLDÁN, B., 2019. *Aplicación de la gestión por procesos para aumentar la rentabilidad en ECROMSA S.A.C. – Chimbote 2019* [en línea]. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45418/S%C3%A1nchez_VOG-Zavaleta_RBA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- SINGH, R., GOHIL, A.M., SHAH, D.B. y DESAI, S., 2014. Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering* [en línea], vol. 51, pp. 592-599. [Consulta: 17 octubre 2021]. ISSN 1877-7058. DOI 10.1016/j.proeng.2013.01.084. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813000854>.
- TORRELL, F., CUATRECASAS, L. y OLIVELLA, J., 2021. Factor clave: La particularización del modelo de despliegue del TPM. *DYNA-Ingeniería e Industria* [en línea], vol. 97, no. 3, pp. 229. [Consulta: 16 mayo 2022]. ISSN 0012-736. DOI 10.6036/10323. Disponible en: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=26&sid=d13b5acd-62ed-46c3-85a7-ffe04d7fb6b9%40redis>.
- TORTORELLA, G., FOGLIATTO, F., CAUCHICK, P., KURNIA, S. y JURBURG, D., 2021. Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics* [en línea], vol. 240. [Consulta: 16 octubre 2021]. ISSN 0925-5273. DOI 10.1016/j.ijpe.2021.108224. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527321002000>.
- YANG, D., LIU, C., QUAN, P. y FANG, L., 2020. A systematic approach to determination of permeation enhancer action efficacy and sites: Molecular mechanism investigated by quantitative structure–activity relationship. *Journal of Controlled Release* [en línea], vol. 322, pp. 1-12. [Consulta: 16 octubre 2021]. ISSN 1873-4995. DOI 10.1016/j.jconrel.2020.03.014. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168365920301668>.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz Operacional

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Mantenimiento Total Productivo (TPM)	Es una estrategia compuesta por una secuencia de actividades, la implantación de estas mejoran la competitividad de una empresa, ya que eliminan deficiencias en los sistemas operativos. (Gómez, 2011, p.3).	La metodología TPM se desarrollará teniendo en cuenta el diagnóstico y los 4 pilares más fundamentales para la empresa: Mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y capacitación y entrenamiento.	Diagnóstico	$N^{\circ} \text{ de fallas de equipos y maquinarias}$ $\text{Costo de mantenimiento}$ $\%NCum = \frac{\text{total de órdenes de trabajo a tiempo}}{\text{total de órdenes de trabajo}} \times 100$ $\%Ncum = \% \text{ nivel de cumplimiento de entrega de proyectos}$	Razón
			Mejoras enfocadas	$FEFE = \frac{n^{\circ} \text{ de fallas eliminadas}}{n^{\circ} \text{ de fallas detectadas}} \times 100$ $FEFE = \text{Frecuencia de Eliminación de Fallas de Equipos}$ $TPEF = \frac{t' \text{ de plazo de eliminación de falla}}{t' \text{ real de eliminación de falla}} \times 100$ $TPEF = \text{Tiempo Promedio de Eliminación de Falla}$	Razón
			Mantenimiento autónomo	$EG5'S = \frac{\sum \text{de calificaciones de las 5'S}}{\text{Puntaje máx. de la evaluación 5'S}} \times 100$ $EG5'S = \text{Evaluación global 5'S}$	Razón
			Mantenimiento Planificado	$\%MP = \frac{\text{Horas de mantenimiento planificado}}{\text{Total de horas de mantenimiento}} \times 100$ $\%MP = \% \text{ Mantenimiento planificado}$ $PMC = \frac{n^{\circ} \text{ de tareas ejecutadas}}{n^{\circ} \text{ de tareas planificadas}} \times 100$ $PMC = \text{Índice de Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo}$	Razón

			Capacitación y formación	$PECC = \frac{\text{Personal que completa la capacitación}}{\text{Total de personal que requiere capacitac.}} \times 100$ <p><i>PECC= Personal en capacitación</i></p>	Razón
Eficiencia General (OEE)	Es una métrica que mide la eficiencia global de equipos integrando la disponibilidad, rendimiento y calidad, influyendo en las líneas de producción de una empresa. (Álvarez y Sanchez, 2015, p. 16)	El aumento de la eficiencia general de la máquina de corte automática se llevará a cabo mediante el mejoramiento de sus indicadores: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.	Disponibilidad	$D = \frac{\text{Tiempo de operación (TO)}}{\text{Tiempo planificado de producción (TPO)}} \times 100$ <p><i>Donde:</i></p> <p><i>TO= TPO – Paradas no Programadas</i></p> <p><i>TPO= Tiempo Total de Trabajo – Tiempo de Paradas Planificadas</i></p>	Razón
			Rendimiento	$R = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal} \times \text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo de operación}} \times 100$ <p><i>Donde:</i></p> <p><i>Tiempo de ciclo ideal= 1 / Capacidad Nominal</i></p>	Razón
			Calidad	$C = \frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Total de unidades producidas}} \times 100$ <p><i>Donde:</i></p> <p><i>Unidades conformes= Total de unidades producidas – Unidades defectuosas</i></p>	Razón

Fuente: Elaboración propia

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de historial de fallas)

Yo, Ana Paula Laos Puente con DNI N° 70203280 con el grado título Profesional de profesión Ing Industrial desempeñándome actualmente como Supervisora de construcciones M. por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



Firma

DNI 70203280

CIP 266258

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Cronograma de implementación del TPM)

Yo, Ana Paula Loos Puente con DNI N° 70203280 con el grado Título profesional de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente como Supervisor de construcciones M. por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



Firma

DNI 70203280

CIP 266258

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Check List 5'S)

Yo, Ana Paula Laos Puente con DNI N° 70203280 con el grado Titulo profesional de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente como Supervisora de construcciones M- por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



Firma

DNI 70203280

CIP 266258

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de entrega de proyectos)

Yo, Hector Velasquez Trojillo con DNI N° 70307160 con el grado título profesional de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente como Jefe de producción por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



Firma

DNI 70307160

CIP 26 81 64

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Formato de programa de mantenimiento preventivo)

Yo, Hector Velásquez Trujillo con DNI N° 70307160 con el grado titulo Profesional de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente como JEFE de producción por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



Firma

DNI 70307160

CIP 268164

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de plan de capacitaciones)

Yo, Hector Velásquez Trujillo con DNI N° 70307160 con el grado titulo profesional de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente como Jefe de producción por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 25 de noviembre del 2021


Firma
DNI 70307160
CIP 268164

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de mantenimiento correctivo)

Yo, Ronaldo Ruperto Soto Reyes con DNI N° 7013795 con el grado titulado y colegiado de profesión ingeniero desempeñándome actualmente como Asistente de Producción por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems			✓	
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



SOTO REYES RONALDO RUPERTO
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP. N° 257102
Firma
DNI 70137956

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de costos por mantenimiento correctivo)

Yo, Ronaldo Ruperto Soto Reyes con DNI N° 70137956 con el grado titulado y colegiado de profesión ingeniero desempeñándome actualmente como asistente de producción por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido			✓	
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

Chimbote, 25 de noviembre del 2021


SOTO REYES RONALDO RUPERTO
INGENIERO INDUSTRIAL
Firma CIP. N° 257102
DNI 70137956

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de evaluación de los factores OEE)

Yo, Ronaldo Ruperto Soto Reyes con DNI N° 70137956 con el grado titulado y colegiado de profesión ingeniero desempeñándome actualmente como asistente de producción por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido			✓	
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

Chimbote, 25 de noviembre del 2021



SOTO REYES RONALDO RUPERTO
INGENIERO INDUSTRIAL

Firma CIP. N° 257102

DNI 70137956

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

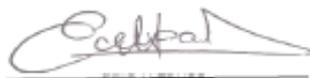
(Registro de costos por mantenimiento preventivo)

Yo, ERIC ALFONSO CANEPA MONTALVO con DNI N° 09850211 con el grado MAGISTER de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, desempeñándome actualmente como DOCENTE PARCIAL EN LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 27 de noviembre del 2021



ERIC ALFONSO
CANEPA MONTALVO
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 205930

Firma

DNI 09850211

CIP 205930

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(Registro de eliminación de fallas o desperfectos)

Yo, ERIC ALFONSO CANEPA MONTALVO con DNI N° 09850211 con el grado MAGISTER de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, desempeñándome actualmente como DOCENTE PARCIAL EN LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 27 de noviembre del 2021



ERIC ALFONSO
CANEPA MONTALVO
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 205930

Firma

DNI 09850211

CIP 205930

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

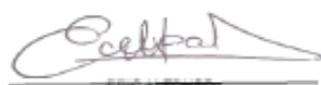
(Registro de asistencia de capacitaciones)

Yo, ERIC ALFONSO CANEPA MONTALVO con DNI N° 09850211 con el grado MAGISTER de profesión INGENIERO INDUSTRIAL, desempeñándome actualmente como DOCENTE PARCIAL EN LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en la empresa SIMA S.A. Metal Mecánica.

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

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

Chimbote, 27 de noviembre del 2021



ERIC ALFONSO
CANEPA MONTALVO
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 205930

Firma

DNI 09850211

CIP 205930

ANEXO 02: Registro de historial de fallas

	HISTORIAL DE FALLAS DE LAS MÁQUINAS Y/O EQUIPOS DE LA PLANTA SIMA S.A. METAL MECÁNICA, CHIMBOTE				
	AUTOR:	QUESQUÉN POLO YADIRA			
	FECHA	30/12/2021			
MÁQUINA Y/O EQUIPO	FECHA	DETALLE DE FALLA	ÁREA		DURACIÓN (h)
			SOLICITÓ	EJECUTÓ	
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax	7/09/2021	-Cambio de bomba	Taller Habilitado	Taller Mecánico	12
		-Cambio de ups		Taller Eléctrico	8
Montacargas CAT DP 70	10/09/2021	-Cambio de claxon	Taller Maniobras	Taller Mecánico	8
		-Cambio de frenos		Taller Eléctrico	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax	11/09/2021	-Cambio de rodajes	Servicios Generales	Taller Mecánico	9
		-Cambio de antorcha	Taller Habilitado		4
		-Condensador de compresor y mangueras	Jefatura de División de Mantenimiento y Servicios		4
Roladora Dorstener	13/09/2021	-Guías de rodillos	Pañol de Herramientas	Taller Mecánico	8
Grúa Pte.30T	15/09/2021	-Reparación estructural	Taller Habilitado	Taller calderería liviana	40
		-Recorrido sistema mecánico		Taller mecánico	10
		-Recorrido sistema eléctrico		Taller eléctrico	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax	15/09/2021	-Cambio de resistencias	Taller Habilitado	Taller eléctrico	5
		-Reparación de fuente refrigerante		Taller Mecánico	9
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax	17/09/2021	-Cambio de filtros	Jefatura de División de Mantenimiento y servicios	Taller Mecánico	9
		-Cambio de válvulas			5
Máquina soldar con control digital Nelson	20/09/2021	-Reparación de sistema	Taller Soldadura mecánica	Taller eléctrico	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax	22/09/2021	Distribuidor de refrigerante	Jefatura de División de Mantenimiento y servicios	Taller Mecánico	6
		Tubería de refrigerante			4
Taladro radial KOLB	27/09/2021	-Reparación del carro de banda	Taller Mecánico	Taller Mecánico	8
Cepillo Horizontal KLOPP/64083	1/10/2021	-Cambio de contactores	Taller Mecánico	Taller eléctrico	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax	3/10/2021	-Cambio de componentes antorcha de corte	Taller Habilitado	Taller mecánico	5
		Errores en panel de control			4
Taladro radial KOLB	6/10/2021	Reparación de motor	Taller Mecánico	Taller Mecánico	13
Montacargas CAT DP 70	6/10/2021	-Reparación del sistema de frenos	Taller Maniobras	Taller Mecánico	6
		-Sistema de arranque			4

Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	10/10/2021	-Manguera de compresor y pantalla de consola de visión	Taller Habilitado	Taller eléctrico	7
Comprensora Estacionaria Joy/123337	17/10/2021	-Cambio de filtros	Taller tratamiento de superficies MM-X9	Taller mecánico	8
Cepillo Horizontal KLOPP/64083	20/10/2021	-Sistema de control	Taller eléctrico	Taller eléctrico	4
		-Reparación del motor	Taller Mecánico	Taller Mecánico	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	25/10/2021	-Cambio de mangueras, válvulas de mani	Taller Habilitado	Taller mecánico	8
Grúa Pte.30T	28/10/2021	-Cambio de bandas de frenos	Calderería	Servicio externo	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	7/11/2021	-Reparación de fuente refrigerante	Taller Habilitado	Taller eléctrico	8
		-Cambio de dispositivos de la consola de gases		Taller mecánico	5
Roladora	10/11/2021	-Cambio de bomba	Taller mecánico	Taller mecánico	10
		-Reparación y/o cambios de rodillos			8
Comprensora Estacionaria Joy/123337	10/11/2021	-Chequeo de válvulas	Granallado	Taller eléctrico	5
		-Arranque de motor			8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	15/11/2021	-Reparación de accesorios vías de rodadura	Taller Habilitado	Taller mecánico	10
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	20/11/2021	-Cambio de manómetro de caja de gases	Taller Habilitado	Taller mecánico	3
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	25/11/2021	-Cambio de pulsadores para encendido de accesorios	Taller Habilitado	Taller Electrónico	5
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	7/12/2021	-Cambio de caja de control de gases	Taller Habilitado	Servicio externo	8
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	18/12/2021	-Cambio de fusibles en la caja plasma	Taller Habilitado	Servicio externo	5
		-Cambio de resistencia de 3K OHM			4
Roladora	25/12/2021	Reparación de accesorios mecánicos	Taller mecánico	Taller mecánico	15
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	29/12/2021	Cambio de contactores	Taller Habilitado	Taller eléctrico	5

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

Anexo 03: Registros de costo de mantenimiento

	COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2021							
MAQUINARIA Y/O EQUIPO	ACTIVIDAD	TIEMPO (h)	PERIODO	MATERIAL	PERSONAL	COSTO MATERIAL (s/)	COSTO H-H (s/)	COSTO TOTAL (s/)
Cepillo Horizontal	REVISIÓN DE TANQUE	5	Tetramensual	Aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 1	200	7	705
	PORTA HERRAMIENTAS	2		Aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 1	148,45	7	487,35
	RIEL TRANSVERSAL, COJINETE Y SOPORTE DE MESA	3		Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 2	199,23	7	660,69
	CAJA PRINCIPAL, VELOCIDAD Y MESA	7	Anual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 4	97,43	7	146,43
	AJUSTE DE TUERCAS Y TORNILLOS	3	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 3	60,34	7	244,02
	SISTEMA DE CONTROL Y AISLAMIENTO DE MOTORES	6	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN.	Eléctrico 1	207,27	7	747,81
Comprensora estacionaria	INSPECCION DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	12	Trimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN.	Mecánico 2	220,43	7	1217,72
	FILTRO DE AIRE Y ACEITE	10	Anual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN Aceite móvil DTE 103, Paño absorbente reutilizable, Filtro para aceite P-50	Mecánico 1	135,65	7	205,65
	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE VÁLVULAS Y AISLAMIENTO DEL MOTOR	8	Trimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Cinta Cambrick de 3/4 x 18.3 MT N-2520, Cinta plástica de 3/4 - Tecno fan	Eléctrico 2	524,64	7	2322,56
	RECORRIDO MOTOR ELÉCTRICO Y VENTILADOR	12	Anual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Lija para fierro #1 - 80, Lija para agua #320, Barniz aislante THERM-O-CLAD transparente, brocha.	Eléctrico 3	117,75	7	201,75

Grúa PTE.30T	LIMPIEZA, LUBRICACIÓN DE RODAJES DE CAJA REDUCTORA	10	Bimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Petróleo diessel #2	Mecánico 2	201,96	7	1631,76
	CAMBIO ACEITE REDUCTORES	12	Anual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Aceite mobilube HD-090, Aceite móvil DTE 26, Waype corriente, Petróleo diessel #2	Mecánico 3	99,76	7	183,76
	MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN DE TAMBOR Y CABLES DEL WINCHE	12	Anual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Aceite mobilube HD-090, Aceite móvil DTE 26, Waype corriente, Petróleo diessel #2	Mecánico 2	456,34	7	540,34
	MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL	9	Bimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Contactor Siemens 3TF-48-22-0A C/BOBINA220V, Faja en V 9.5 x 710mm, Cinta plástica de 3/4 - Tecno fan, Escobilla carbón cobreado 9 x 25 x 26 mm, Lija para agua #320.	Mecánico 3	997,45	7	6362,7
	MANTENIMIENTO Y REGADO DE MOTORES	10	Tetramensual	Cinta plástica de 3/4 - Tecno fan, Cinta Cambrick de 3/4 x 18.3 MT N- 2520, Lija para agua #320, Escobilla carbón semiduro 10 x 20 x 30 mm.	Eléctrico 2	1036,5	7	3319,5
	REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE TARJETAS ELECTRÓNICAS	11	Trimestral	Paño de limpieza ultra resistente, bencina rectificada, limpiador de contactos para circuitos electrónicos.	Eléctrico 1	495,92	7	2291,68
Maquina soldar con control digital Nelson	MANTENIMIENTO DE RODILLOS Y GUÍAS	6	Trimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Aceite mobilube HD-090, Aceite móvil DTE 26, Waype corriente, Petróleo diessel #2	Mecánico 3	100	7	568
	MANTENIMIENTO ESTRUCTURAL LUBRICACIÓN, CHUMACERAS, RODAMIENTOS Y PUÑON	8	Bimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Aceite mobilube HD-090, Aceite móvil DTE 26, Waype corriente, Petróleo diessel #2	Mecánico 1	88,3	7	865,8
	CAMBIO DE ACEITE DE CAJA REDUCTORA	2	Anual	Paño de limpieza ultra resistente, trapo industrial, solvente dieléctrico, Aceite móvil DTE 26.	Mecánico 2	150,5	7	164,5

Roladora	CAMBIO ACEITE CAJAS REDUCTORES INFERIORES Y SUPERIOR	3	Semestralmente	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, Trapo industrial selecto, Aceite molibule HD-090	Mecánico 3	200	7	442
	CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE MOTORES	5	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN.	Eléctrico 1	589,89	7	1874,67
Rola hidráulica tres cilindros DORSTENE R/S/SE	INSPECCIÓN Y AJUSTES SISTEMAS DESPLAZAMIENTO O RODILLOS BASCULANTE	9	Trimestral	Paño de limpieza ultra resistente, Grasa múltiple E/P 2, Petróleo diessel #2, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN.	Mecánico 3	455,23	7	2072,92
	CAMBIO ACEITE CAJAS REDUCTORES INFERIORES Y SUPERIOR	8	Semestralmente	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, Trapo industrial selecto, Aceite molibule HD-090	Mecánico 2	231	7	574
	MANTENIMIENTO GENERAL DE BOMBAS, ELECTROVALVULA	12	Semestralmente	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, Trapo industrial selecto, Aceite molibule HD-090, Grasa múltiple E/P 2	Mecánico 3	132,98	7	433,96
	CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE MOTORES	8	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN.	Eléctrico 2	213	7	807
	RECORRIDO MOTOR	7	Anual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Lija para fierro #1 – 80, Lija para agua #320, Barniz aislante THERM-O-CLAD transparente, brocha.	Eléctrico 3	101,23	7	150,23
	REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUPITRE DE MANDO Y CONTROL	8	Trimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO	Eléctrico 3	99,678	7	622,712
	MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN SISTEMAS Y LUBRICACIÓN	6	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Grasa múltiple E/P 2, Petróleo diessel #2, Solvente dieléctrico, Aceite móvil DTE 26.	Mecánico 3	123,98	7	497,94
Taladro radial	CAMBIO ACEITE PARA CAJA ENGRANAJES	8	Semestralmente	Paño de limpieza ultra resistente, trapo industrial, solvente dieléctrico, Aceite móvil DTE 26.	Mecánico 2	143,98	7	399,96
	MANTENIMIENTO GENERAL DE BOMBA	9	Anual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, Trapo industrial selecto, Aceite molibule HD-090.	Mecánico 1	199,67	7	262,67

	CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE MOTORES	10	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN.	Eléctrico 2	124	7	582
Montacargas CAT DP 70	MANTENIMIENTO SISTEMAS: FRENOS, DIRECCIÓN	8	Bimestral	Aceite anticongelante refrigerante móvil, Grasa múltiple E/P 2	Mecánico 3	125,98	7	1091,88
	CAMBIO FILTRO Y ACEITE DEL MOTOR	5	Bimestral	Filtro de aceite, Aceite mobil delvac MX 15W-40, Aceite móvil DTE 26	Mecánico 4	121,98	7	941,88
	CAMBIO DE FILTRO DE PETRÓLEO, ENGRASE GENERAL	8	Tetramensual	Filtro P/Petróleo LPF 511 PUROLA-TOR, Petróleo Diessel #2, Grasa Múltiple E/P 2	Mecánico 2	231,78	7	863,34
	MANTENIMIENTO DE BOMBA DE INYECCIÓN	11	Anual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN	Mecánico 1	154,87	7	231,87
	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	4	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN	Mecánico 1	135,98	7	491,94
	MANTENIMIENTO SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	8	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN	Mecánico 4	172,07	7	684,21
	CAMBIO DE ACEITE SISTEMA HIDRÁULICO	4	Anual	Aceite hidráulico Mobil trans HD 10w	Mecánico 3	125,22	7	153,22
	CHEQUEO DEL SISTEMA DE CONTROL, ARRANQUE Y CARGA	7	Bimestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, Cinta plástica de 3/4 - Tecno fan	Eléctrico 3	105,98	7	929,88
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	INSPECCION Y/O MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS MECANICOS	14	Tetramensual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN Aceite móvil DTE 103	Mecánico 1	356,66	7	1363,98
	INSPECCION DE MOTORES	8	Semestralmente	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Lija para fierro #1 – 80, Lija para agua #320, Barniz aislante THERM-O-CLAD transparente, brocha.	Mecánico 2	123	7	358
	CAMBIO DE ACEITE	5	Semestralmente	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Aceite mobilube HD-090, Aceite móvil DTE 26, Waype corriente, Petróleo diessel #2	Mecánico 3	101,98	7	273,96
	CAMBIO DE FILTRO	5	Tetramensual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN Aceite móvil DTE 103, Paño absorbente reutilizable, Filtro para aceite P-50	Mecánico 3	97,67	7	398,01

INSPECCION Y/O MANTENIMIENTO DE MANGUERAS, CONEXIONES, VALVULAS	9	Semestralment e	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, mangueras, cables, válvulas	Mecánico 2	456,7	7	1039,4	
VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE GASES	4	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN,	Mecánico 1	67	7	285	
CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DEL COMPRESOR	8	Anual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN Aceite móvil DTE 103, Paño absorbente reutilizable, Filtro para aceite P-50	Mecánico 2	109,67	7	165,67	
INSPECCION DEL SECADOR	7	Semestralment e	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN	Mecánico 2	123	7	344	
VERIFICAR ALINEACION DE ELEMENTOS	5	Bimestral		Mecánico 3	80,23	7	691,38	
CHEQUEO DE SISTEMA REFRIGERANTE	7	Trimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN, filtro, refrigerante H coolant solution 028872	Eléctrico 1	234	7	1132	
CHEQUEO DE RESISTENCIA DE POZO A TIERRA	7	Anual	Lija para agua #320, terminal de cobre presión a tornillo de 300 AMP	Eléctrico 2	67,98	7	116,98	
CHEQUEO DE FUENTE PLASMA, DISPOSITIVOS DE CAJA DE GASES	6	Trimestral	Trapo industrial selecto, bencina rectificada, limpiador de contactos para circuitos electronicos, protector de circuitos integrados.	Eléctrico 1	600,76	7	2571,04	
INSPECCION DE MOTORES	8	Tetramensual	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO, Lija para fierro #1 – 80, Lija para agua #320, Barniz aislante THERM-O-CLAD transparente, brocha.	Eléctrico 3	154	7	630	
MANTENIMIENTO UPS	8	Bimestral	Bencina rectificada, trapo industrial	Eléctrico 4	210	7	1596	
INSPECCION DE SENSORES	6	Tetramensual	Paño de limpieza ultra resistente, bencina rectificada, trapo industrial	Eléctrico 1	107,99	7	449,97	
TOTAL								49162,202

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

Anexo 04: Procedimientos de las actividades preventivas de las maquinarias y/o equipos de SIMA Metal Mecánica.

PROCEDIMIENTOS DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE LAS MAQUINARIAS Y/O EQUIPOS DE SIMA METAL MECÁNICA	
CEPILLADORA	
TANQUE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se revisa el aceite que se encuentra en el tanque. ✓ Se procede a rellenar el aceite. ✓ Se chequea que la distribución del aceite sea proporcional en el tanque.
PORTA HERRAMIENTAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a lubricar las partes del porta herramientas para una correcta posición de la herramienta y su movimiento: superficie deslizante y tornillo de avance.
RIEL TRANSVERSAL, COJINETE Y SOPORTE DE MESA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En primer lugar, se procede a limpiar las superficies deslizantes de estas partes (rodamientos lineales de bolas y de los rodillos) con un paño de limpieza ultra resistente y solvente. ✓ Se procede a lubricar las partes. ✓ Se chequea la distribución del aceite.
CAJA PRINCIPAL, VELOCIDAD Y MESA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar las piezas mecánicas de la caja (ruedas dentadas), para ello se emplea una franela. ✓ Se procede a chequear el sistema de velocidad (fajas). ✓ Se lubrican los desplazamientos.
AJUSTE DE TUERCAS Y TORNILLOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En primer lugar, se procede a chequear el estado y posición de las tuercas. ✓ Se procede a ajustarlas.
SISTEMA DE CONTROL Y AISLAMIENTO DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes del motor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear el estado de los componentes (bujías, bobina, arranque, batería, alternador, distribuidor, regulador de voltaje, amperímetro, interruptor de arranque, cable de masa, etc.). ✓ Se realizan los arreglos al sistema y motor.
COMPRESORA ESTACIONARIA	
INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los elementos del sistema de refrigeración para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se realizan ajustes en el: radiador, válvula termostática, manguitos, bomba de agua, depósito de agua y ventilador.
FILTRO DE AIRE Y ACEITE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el filtro para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se cambia el filtro. ✓ Se procede a vaciar los residuos del aceite anterior y se procede a cambiar el aceite. ✓ Se absorben impurezas.
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE VÁLVULAS Y AISLAMIENTO DEL MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar las válvulas y sus componentes, para ello se emplea un paño, solvente, de modo que se gestione la entrada y salida de aire. ✓ Se procede a chequear el motor. ✓ Se realizan ajustes de aislamiento en el motor, para ello se emplea las cintas que son resistentes a la abrasión y perforación.

RECORRIDO MOTOR ELÉCTRICO Y VENTILADOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar las partes del motor eléctrico (bujías, bobina, arranque, batería, alternador, distribuidor, regulador de voltaje, amperímetro, interruptor de arranque, cable de masa, etc.) y ventilador para ello se emplea trapo industrial, solvente. ✓ Se procede a chequear el motor. ✓ Se lijan óxidos presentes en algún componente del motor. ✓ Limpiar impurezas. ✓ Se realiza el recubrimiento de aislantes: transformadores y bobinas
GRÚA PTE.30T	
LIMPIEZA, LUBRICACIÓN DE RODAJES DE CAJA REDUCTORA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los rodajes (engranajes, trenes de engranaje) para ello se emplea trapo industrial, solvente y solvente. ✓ Se procede a chequear los rodajes (engranajes, rotación, cojinete). ✓ Lubricación rodajes de caja reductora
CAMBIO ACEITE REDUCTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el exterior de los reductores para ello se emplea trapo industrial, waype, solvente. ✓ Se procede a chequear el reductor. ✓ Se procede a cambiar aceite del reductor vaciando de las sobras que aun contiene y realizando el llenado. ✓ Se revisa la circulación del aceite.
MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN DE TAMBOR Y CABLES DEL WINCHE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el tambor y winche neumático(cables) para ello se emplea trapo industrial, solvente. ✓ Se procede a lubricar los engranajes del motor. ✓ Se procede a cambiar aceite del motor del tambor, caja y discos. ✓ Se revisa la circulación del aceite.
MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes eléctricos del tablero, barras de alimentación, contacto dieléctrico, para ello se emplea trapo industrial, solvente. ✓ Se procede a verificar el tablero: caja, capacidad térmica, cables, contacto eléctrico, dieléctrico, etc. ✓ Se procede a realizar los ajustes(componentes), se emplea cintas para arreglos.
MANTENIMIENTO Y REGADO DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes eléctricos del motor, para ello se emplean algunos materiales. ✓ Se procede a verificar los amperajes. ✓ Se procede a realizar los ajustes(componentes), se emplea cintas para arreglos.
REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE TARJETAS ELECTRÓNICAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar las tarjetas electrónicas para ello se emplea paño industrial, limpiador de contactos. ✓ Se procede a chequear estado del voltaje de los componentes ✓ Se realizan los ajustes a estos componentes eléctricos y se emplean algunos materiales.
MÁQUINA SOLDAR CON CONTROL DIGITAL NELSON	
MANTENIMIENTO DE RODILLOS Y GUÍAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los rodillos y las guías de la maquinaria para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se realizan los arreglos que se requieren.
MANTENIMIENTO ESTRUCTURAL LUBRICACIÓN, RODAMIENTOS Y PUÑÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a revisar el estado de la estructura, rodamientos y puñón. ✓ Se lubrican las partes de los rodamientos de la maquinaria para ello se emplea el aceite recomendado. ✓ Se procede a chequear la lubricación realizada.
CAMBIO DE ACEITE DE CAJA REDUCTORA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el interior y exterior de las cajas. ✓ Se procede a vaciar el aceite anterior. ✓ Se procede a realizar el llenado del aceite. ✓ Se verifica el desplazamiento del aceite.

ROLADORA	
CAMBIO ACEITE CAJAS REDUCTORES INFERIORES Y SUPERIOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el interior y exterior de las cajas. ✓ Se procede a vaciar el aceite anterior. ✓ Se procede a realizar el llenado del aceite. ✓ Se verifica el desplazamiento del aceite.
CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes del motor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se realizan los arreglos al sistema y motor
ROLA HIDRÁULICA TRES CILINDROS DORSTENER/S/SE	
INSPECCIÓN Y AJUSTES SISTEMAS DESPLAZAMIENTO RODILLOS BASCULANTE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el sistema de desplazamiento (rodillos, rodamientos). ✓ Se procede a chequear estado de los engranajes. ✓ Se realizan los ajustes a este sistema y se emplean algunos materiales.
CAMBIO ACEITE CAJAS REDUCTORES INFERIORES Y SUPERIOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el interior y exterior de las cajas. ✓ Se procede a vaciar el aceite anterior. ✓ Se procede a realizar el llenado del aceite.
MANTENIMIENTO GENERAL DE BOMBAS, ELECTROVALVULA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar piezas de la bomba (cojinete, estator, rotor, rodete, etc.) y electroválvulas. ✓ Se procede a verificar las piezas. ✓ Se procede a realizar los ajustes y se emplean algunos materiales.
CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes del motor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se realizan los arreglos al sistema y motor.
RECORRIDO MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar las partes del motor, para ello se emplea trapo industrial, solvente. ✓ Se procede a chequear el motor. ✓ Se lijan óxidos presentes en algún componente del motor. ✓ Limpiar impurezas ✓ Se realiza el recubrimiento de aislantes: transformadores y bobinas
REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUPITRE DE MANDO Y CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes (pantalla táctil, autómatas programables, bornero libre de tensión, relés de maniobra, interruptores automáticos resistencia de caldeo), se emplea trapo industrial, solvente dieléctrico. ✓ Se procede a chequear el estado de estos. ✓ Se realizan ajustes.
TALADRO RADIAL KOLB/76001 KOLB/76002	
MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN SISTEMAS Y LUBRICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el brazo del taladro en donde se encuentra el motor y la cabeza (caja de engranajes), se emplea trapo industrial, solvente dieléctrico. ✓ Se procede a chequear el estado de estos. ✓ Se realizan ajustes. ✓ Se procede a lubricar las piezas
CAMBIO ACEITE PARA CAJA ENGRANAJES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el exterior de la caja, se emplea trapo industrial, paño de limpieza, solvente dieléctrico. ✓ Se procede a realizar el vaciado de aceite. ✓ Se realiza el llenado de aceite. ✓ Se chequea la circulación del aceite.

MANTENIMIENTO GENERAL DE BOMBA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar piezas de la bomba (cojinete, estator, rotor, rodete, etc.). ✓ Se procede a verificar las piezas. ✓ Se procede a realizar los ajustes y se emplean algunos materiales.
CHEQUEO DE AISLAMIENTO DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes del sistema y del motor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se realizan los arreglos al sistema y motor.
RECORRIDO MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar las partes del motor, para ello se emplea trapo industrial, solvente. ✓ Se procede a chequear el motor. ✓ Se lijan óxidos presentes en algún componente del motor. ✓ Limpiar impurezas ✓ Se realiza el recubrimiento de aislantes: transformadores y bobinas
MONTACARGAS CAT DP 70	
MANTENIMIENTO SISTEMAS: FRENOS, DIRECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede verificar el estado de los neumáticos y las piezas del sistema de dirección: extremos de dirección, bujes de guía de la barra, piñón. ✓ Se procede a cambiar lo que está fallando en el sistema. ✓ Se lubrican las piezas.
CAMBIO FILTRO Y ACEITE DEL MOTOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede buscar el tapón para poder vaciar el aceite del motor. ✓ Se procede a cambiar el filtro. ✓ Se realizan ajustes manuales al filtro. ✓ Se cambia el aceite
CAMBIO DE FILTRO DE PETRÓLEO, ENGRASE GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede buscar el tapón para poder vaciar el aceite del motor. ✓ Se procede a cambiar el filtro. ✓ Se realizan ajustes manuales al filtro. ✓ Se cambia el petróleo ✓ Engrasar sistema
MANTENIMIENTO DE BOMBA DE INYECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede limpiar las piezas móviles, para ello se emplea un paño de limpieza y solvente. ✓ Se procede a cambiar el filtro. ✓ Se lubrican todas las piezas móviles de la bomba.
CAMBIO DE FILTRO DE AIRE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a buscar el filtro, el cual se encuentra ubicado por el colector de la admisión de motor. ✓ Se procede a cambiar el filtro. ✓ Se realizan ajustes manuales al filtro.
MANTENIMIENTO SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede verificar las mangueras, abrazadera y faja. ✓ Se procede a cambiar los elementos.
CAMBIO DE ACEITE SISTEMA HIDRÁULICO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a vaciar el aceite anterior. ✓ Se procede a cambiar el aceite.
CHEQUEO DEL SISTEMA DE CONTROL, ARRANQUE Y CARGA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede verificar las conexiones, caída potencial, voltaje. ✓ Se procede a realizar ajustes en conexiones empleando algunos materiales.
MANTENIMIENTO DE ARRANCADOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los elementos: carbones, puente rectificador, rotor. ✓ Se procede a cambiar los elementos y ajustarlos.

MAQUINA DE CORTE AUTOMATICA CNC ESAB SUPRARREX	
INSPECCION Y/O MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS MECANICOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar el estado de los accesorios mecánicos. ✓ Se realizan los cambios que se requieren. Se verifican los ajustes
INSPECCION DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes del motor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. Se realizan los arreglos al sistema y motor.
CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el filtro para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se cambia el filtro. ✓ Se procede a vaciar los residuos del aceite anterior y se procede a cambiar el aceite. Se absorben impurezas.
INSPECCION Y/O MANTENIMIENTO DE MANGUERAS, CONEXIONES, VALVULAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar el estado de las mangueras y las conexiones con las válvulas. ✓ Se realizan los cambios pertinentes. Se verifican los ajustes realizados en las mangueras, válvulas y sus conexiones.
VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE GASES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar el desplazamiento de los gases de los 2 tipos de corte (plasma y oxicorte). ✓ Se verifica el transporte de los gases a sus antorchas respectivas. Se realizan pruebas.
CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DEL COMPRESOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar el filtro del compresor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se cambia el filtro. ✓ Se procede a vaciar los residuos del aceite anterior y se procede a cambiar el aceite. Se absorben impurezas.
INSPECCION DEL SECADOR	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar los componentes principales del secador. ✓ Se realizan los cambios pertinentes. Se verifican los ajustes realizados.
VERIFICAR ALINEACION DE ELEMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar la alineación de los elementos de corte (posición de la estructura de las antorchas de corte) ✓ Se verifica el estado de las tuercas. Se realizan cambios o ajustes necesarios.
CHEQUEO DE SISTEMA REFRIGERANTE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar el nivel del líquido refrigerante. ✓ Se verifica la distribución de este a las antorchas. Se verifica su redistribución.
CHEQUEO DE RESISTENCIA DE POZO A TIERRA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar todas las conexiones de pozo a tierra que relacione a la maquinaria y sus componentes.
CHEQUEO DE FUENTE PLASMA, DISPOSITIVOS DE CAJA DE GASES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar el estado de los componentes eléctricos de la caja plasma, los dispositivos de la consola de gases. ✓ Se realizan los cambios pertinentes de repuestos. Se verifican los ajustes.
INSPECCION DE MOTORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a limpiar los componentes del motor para ello se emplea un paño, solvente. ✓ Se procede a chequear su estado. ✓ Se realizan los arreglos al sistema y motor.
MANTENIMIENTO UPS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a verificar el software. ✓ Se realiza el mantenimiento.
INSPECCION DE SENSORES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se procede a realizar pruebas de sensores en situaciones de emergencias. ✓ Se realizan los ajustes necesarios y se verifica.

ANEXO 05: Registro de costos por mantenimiento correctivo

		COSTOS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
MÁQUINA Y/O EQUIPO	FECHA	DETALLE DE FALLA	COSTO TOTAL DE MATERIALES (S/.)	H-H	COSTO H-H (S/.)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO (S/.)
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	07/09/2021	-Cambio de bomba	3059,67	15	7	3164,67
		-Cambio de ups	1821,94	8	7	1877,94
Montacargas CAT DP 70	10/09/2021	-Cambio de claxon	220,13	8	7	276,13
		-Cambio de frenos	289	8	7	345
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	11/09/2021	-Cambio de rodajes	5110,32	16	7	5222,32
		-Cambio de antorcha	18039,21	4	7	18067,21
		Condensador de compresor y mangueras		6	7	498,98
Roladora Dorstener	13/09/2021	-Guías de rodillos	230,06	8	7	286,06
Grúa Pte.30T	15/09/2021	-Reparación estructural	1496	40	7	1776
		-Recorrido sistema mecánico	2128,18	10	7	2198,18
		-Recorrido sistema eléctrico	8418,98	8	7	8474,98
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	15/09/2021	-Cambio de resistencias	296,8	5	7	331,8
		-Reparación de fuente refrigerante	2903,43	9	7	2966,43
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	17/09/2021	-Cambio de filtros	92,62	10	7	162,62
		-Cambio de válvulas	567	5	7	602
Maquina soldar con control digital Nelson	20/09/2021	-Reparación de sistema	16184,01	8	7	16240,01
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	22/09/2021	- Distribuidor de refrigerante	1234	9	7	1297
		- Tubería de refrigerante	979	4	7	1007
Taladro radial KOLB	27/09/2021	-Reparación del carro de banda	1669,92	8	7	1725,92
Cepillo Horizontal KLOPP/64083	01/10/2021	-Cambio de contactores	237,17	8	7	293,17
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	03/10/2021	-Cambio de antorcha de corte	10456,78	5	7	10491,78
		Errores de panel de control	345	4	7	373
Taladro radial KOLB	06/10/2021	-Reparación de motor	2134,01	13	7	2225,01

Montacargas CAT DP 70	06/10/2021	-Reparación del sistema de frenos	325	6	7	367
		-Sistema de arranque	267	4	7	295
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	10/10/2021	- Manguera de compresor	10830	10	7	10900
		pantalla de consola de visión	765	5	7	800
Compresora Estacionaria Joy/123337	17/10/2021	-Cambio de filtros	979,67	8	7	1035,67
Cepillo Horizontal KLOPP/64083	20/10/2021	-Sistema de control	432	4	7	460
		-Reparación del motor	2334,89	8	7	2390,89
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	25/10/2021	- Cambio de mangueras	8546	10	7	8616
		válvulas de mani	345	5	7	380
Grúa Pte.30T	28/10/2021	-Cambio de bandas de frenos	SERVICIO EXTERNO			987,99
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	07/11/2021	-Reparación de fuente refrigerante	3567	8	7	3623
		-Cambio de dispositivos de la consola de gases	956,97	5	7	991,97
Roladora	10/11/2021	-Cambio de bomba	1235	10	7	1305
		-Reparación y/o cambios de rodillos	2325,89	8	7	2381,89
Compresora Estacionaria Joy/123337	10/11/2021	-Chequeo de válvulas	1234	5	7	1269
		-Arranque de motor	21573,98	8	7	21629,98
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	15/11/2021	-Reparación de accesorios vías de rodadura	1821,94	10	7	1891,94
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	20/11/2021	-Cambio de manómetro de caja de gases	10415,49	8	7	10471,49
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	25/11/2022	-Cambio de pulsadores para encendido de accesorios	43,47	8	7	99,47
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	07/12/2021	-Cambio de caja de control de gases.	SERVICIO EXTERNO			15234,43
		-Cambio de fusibles en la caja plasma.				560
		-Cambio de resistencias				567,97
Roladora	25/12/2021	Reparación de accesorios mecánicos	2403,64	15	7	2508,64
Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex	29/12/2021	Cambio de contactores	239	5	7	274

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

ANEXO 06: Registro de entrega de proyectos

		EVALUACIÓN DE ENTREGA DE PROYECTOS					
OT	PROYECTO	CLIENTE	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO PLANIFICADA	FECHA DE TÉRMINO REAL	ENTREGA A TIEMPO	ENTREGA FUERA DE TIEMPO
002-567	Colunga	Gobierno de Arequipa	05/04/2020	09/09/2021	09/09/2021	1	
004-532	Cantuta	Gobierno de Junín	08/07/2020	25/04/2022	25/04/2022	1	
008-345	Comuneros I	Gobierno de Junín	10/09/2020	10/08/2021	15/10/2021		1
010-263	Ancaya	Gobierno de Arequipa	20/10/2020	18/09/2021	21/11/2021		1
015-231	Sihuan	Gobierno de Arequipa	03/12/2020	03/04/2022	03/04/2022	1	
091-987	Comuneros II	Gobierno de Junín	15/12/2020	20/01/2022	20/01/2022	1	
012-342	Noruega	Gobierno de Cuzco	07/05/2020	15/06/2021	27/08/2021		1
011-212	Alto molino	Gobierno de Junín	06/12/2020	18/02/2022	28/04/2022		1
017-756	Canchis	Gobierno de Ayacucho	13/06/2020	20/07/2021	20/07/2021	1	
TOTAL DE ÓRDENES DE TRABAJOS A TIEMPO						5	
TOTAL DE ÓRDENES DE TRABAJOS FUERA DE TIEMPO							4
TOTAL DE ÓRDENES DE TRABAJO						9	
NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LA ENTREGA DE PROYECTOS						56%	

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de coordinación de proyectos

ANEXO 07: Causas de la baja eficiencia general de la máquina de corte automática y la frecuencia de ocurrencia.

Nº	CAUSAS	CÓDIGO	VECES QUE OCURRE	FRECUENCIA ACUMULADA	% INDIVIDUAL	% ACUMULADO
1	PARADAS NO PROGRAMADAS	C1	75	75	11%	11%
2	ELEVADOS COSTOS DE MANTENIMIENTO (CORRECTIVOS)	C2	67	142	10%	21%
3	REPUESTOS INADECUADOS (BAJA CALIDAD)	C3	62	204	9%	30%
4	FALTA DE MANTENIMIENTO	C4	55	259	8%	38%
5	COTIZACIONES DE REPUESTOS SIN APROBACION	C5	50	309	7%	45%
6	CARENCIA DE FORMATOS (REGISTROS DE TAREAS AUTONOMAS)	C6	49	358	7%	52%
7	DEFICIT DE ACTIVIDADES AUTONOMAS (OPERARIOS)	C7	47	405	7%	59%
8	FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA EN EL AREA	C8	44	449	6%	65%
9	DESCONOCIMIENTOS SOBRE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	C9	38	487	6%	71%
10	SUPERVISION INADECUADA	C10	36	523	5%	76%
11	PROCEDIMIENTOS ERRONEOS O INADECUADOS	C11	30	553	4%	80%
12	AUSENSIA DE ESTANDARIZAR TAREAS O ACTIVIDADES	C12	28	581	4%	85%
13	DEFICIT DE COMPROMISO LABORAL	C13	22	603	3%	88%
14	PROBLEMAS ADMINISTRATIVOS (ALTOS DIRECTIVOS)	C14	20	623	3%	91%
15	ABASTECIMIENTO RETRASADO	C15	18	641	3%	93%
16	DESPERDICIO DE MATERIAL	C16	15	656	2%	95%
17	EXPOSICION AL INTERPERIE	C17	12	668	2%	97%
18	EXCESO DE RUIDO	C18	10	678	1%	99%
19	SUELO CONTAMINADO(LIQUIDOS)	C19	9	687	1%	100%
TOTAL			687		100%	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 08: Cronograma de implementación del TPM

		CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
EMPRESA	SIMA METAL MECÁNICA, CHIMBOTE			
ÁREA DE APLICACIÓN	ÁREA DE MANTENIMIENTO / HABILITADO			
FECHA INICIO	20/12/2021	FECHA FINAL	30/04/2022	
ITEMS	DESARROLLO/ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	DURACIÓN (DÍAS)	FECHA DE TÉRMINO
1	Elaboración del plan de Mantenimiento Productivo Total	20/12/2021	7	27/12/2022
2	Presentación del plan de Mantenimiento Productivo Total a la Gerencia General de SIMA S.A Metal Mecánica	28/12/2022	1	29/12/2022
3	Presentación del Plan TPM al área de aplicación y demás áreas involucradas	30/12/2022	1	31/12/2022
4	Difusión de la información básica del TPM	02/01/2022	5	07/01/2022
5	Implementación del TPM	08/01/2022	102	20/04/2022
6	Capacitación del TPM, los pilares y herramientas a aplicar	09/01/2022	1	10/01/2022
7	Capacitación de la Importancia del cumplimiento de las 5'S	14/01/2022	1	15/01/2022
8	Capacitación de técnicas de mantenimiento autónomo de la máquina de corte automática	16/01/2022	1	17/01/2022
9	Capacitación y propuesta del programa de mantenimiento planificado de la máquina de corte	21/01/2022	1	22/01/2022
10	Control del cumplimiento del TPM	08/02/2022	32	20/04/2022
11	Recojo de resultados de la aplicación del TPM	21/04/2022	9	30/04/2022

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09: Plan maestro de implementación del Mantenimiento Productivo Total de SIMA METAL MECÁNICA.

	DOCUMENTO	CÓDIGO	PMM - 01
		VERSIÓN	1
	PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	FECHA	27/12/2022
		PÁGINA	1

PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL DE SIMA METAL MECÁNICA

SERVICIOS INDUSTRIALES DE LA MARINA

RUC: 2010000335

1. ANTECEDENTES:

La empresa fue creada por comienzos del año 1845 cuando Ramón Castilla Marquesado realizaba su primer gobierno, se construyó el primer puerto pesquero del Perú en mayo de 1845, el cual se localiza en el Callao con nombre “La factoría del Estado”, más adelante se cambió de nombre y se denominó Factoría Naval. Durante el gobierno de Manuel Odría, se constituyó la empresa Servicio Industrial de la Marina (SIMA), la cual estuvo administrada por la Marina de Guerra del Perú y con base en la infraestructura con la que contaba el Departamento Industrial del Arsenal Naval del Callao. La administración y sus talleres fue asumida por SIMA, teniendo como prioridad atender a la Armada, entidades privadas y a la marina mercante nacional, siendo así como SIMA comenzó a dedicarse a la construcción naval. Esta empresa, actualmente se encarga de fabricar, armar piezas y montar estructuras en sus 3 sedes que tiene en el Perú (Callao, Iquitos y Chimbote) con una capacidad de producción de más de 15 000 toneladas de acero en cada uno de sus sedes.

1.1. Misión empresarial de SIMA METALMECÁNICA

Somos una empresa conformada por una gran familia peruana que trabaja para aportar con la Defensa Nacional y el desarrollo del país a nivel económico y tecnológico, dirigiendo proyectos de grandes magnitudes en diversas industrias; naval y metalmecánica.

1.2. Visión empresarial de SIMA METALMECÁNICA

Ser acreditados como el mejor Astillero Naval en Latinoamérica, y marcar la diferencia con las empresas del mismo rubro.

2. Proyecto TPM

EL TPM, es una metodología que implica todas las áreas de una empresa es decir desde la maquinaria y/o equipo, hasta el proceso productivo, por lo que éste se enfoca en generar una mejora continua en la organización. Para la ejecución de esta metodología se utilizan técnicas, procesos y recursos, vinculados al objetivo principal.

Además, esta metodología involucra principalmente tres aspectos como la integración de los trabajadores de la empresa en la participación de las actividades, la eficiencia general, y el sistema de gestión de mantenimiento. Asimismo, el TPM contribuye a un mejor funcionamiento de las labores sistemáticas, por lo cual la organización se vuelve más competitiva frente a otra, de manera que ratificará a SIMA Metal Mecánica como una empresa de clase internacional, la cual brindará productos de calidad y a costos competitivos, incluyendo ningún tipo de falla o anomalías en el proceso productivo. De manera que luego

de la implementación en el tiempo establecido de evaluación, se proseguirá a extender el uso de esta metodología a las demás áreas de la empresa.

El desarrollo de este proyecto tiene como responsable al Señor, Azul Castillo, jefe de planta, elegido por contar con los debidos conocimientos y experiencias relacionados a las deficiencias que presenta el área donde se encuentra ubicada la máquina en estudio.

3. Planificación del desarrollo del programa TPM

La implementación del programa en SIMA Metal Mecánica, se llevará a cabo inicialmente a través de la aplicación de 4 de los 8 pilares del TPM; y a futuro se implementarán los 4 restantes, además se tendrá en cuenta las 3 fases (Introducción, implantación y consolidación), puesto que es base para que la aplicación del TPM sea exitosa.

3.1 Fase de Introducción

Esta fase inicia con el comunicado a gerencia de desarrollar el programa TPM en SIMA Metal Mecánica, esta etapa abarca los siguientes puntos:

3.1.1 Anuncio formal de la decisión de implementar el TPM

Todos los trabajadores de la empresa, deberán tener conocimiento del motivo de la implementación del TPM en SIMA Metal Mecánica.

Cada uno de los trabajadores que integran la empresa deberá conocer el por qué se implementará el TPM en SIMA Metal Mecánica, Además, una vez que Gerencia haya aceptado la propuesta, deberá culminar con el desarrollo del programa hasta que éste termine. Se informará a todo el personal de la empresa y el sector involucrado directamente, la importancia del TPM y brindará el apoyo necesario.

3.1.2 Difusión y educación introductoria sobre TPM

Se procederá a distribuir la información necesaria al personal de SIMA Metal Mecánica, principalmente el concepto clave, las principales ventajas y objetivos de esta herramienta relacionados a la mejora de la eficiencia, principalmente en las maquinarias y/o equipos de la empresa.

4. Diseño del Plan Maestro de implementación del mantenimiento productivo total.

Este plan, se centra en establecer las actividades que se realizarán para el desarrollo del TPM, teniendo en consideración los pilares de esta herramienta, en un tiempo establecido de manera que se logre efectuar los objetivos del mantenimiento.

El programa TPM, se implementará a la máquina de corte automática CNC ESAB SUPRAREX, ubicada en el área de habilitado, durante 4 meses.

5. Arranque, lanzamiento del TPM.

Luego de que se aprueba el Plan Maestro, se tendrá que generar un ambiente inspirador y de motivación para que las personas muestren compromiso durante el desarrollo del programa. Primero, se deberá llegar al personal de mantenimiento de SIMA Metal Mecánica en los objetivos del TPM, definiendo sus ventajas, de manera que el personal se comprometa y asuma las responsabilidades necesarias.

6. Fase de Implantación

En esta fase, se realizan las actividades planificadas en cada pilar a aplicar para lograr los objetivos del plan TPM, teniendo en consideración los pilares que se implementarán a corto plazo (durante los 4 meses de evaluación) y a largo plazo (a futuro). Esta fase abarca:

6.1 A corto plazo

6.1.1 Propuesta y establecimiento de actividades de mejoras enfocadas (Pilar 1)

Objetivo: Establecer un adecuado procedimiento de documentación y análisis de las fallas identificadas en la maquinaria en estudio y de esa manera evitar demoras en las operaciones del área de mantenimiento, en la cual se especifique la cantidad de fallas existentes, cuáles fueron las fallas que se eliminaron y no se llegaron a eliminar, el tiempo en el que se solucionó dichas fallas, el costo de cada falla, para establecer métricas de medición que evalúen el desarrollo del pilar Mejoras Enfocadas.

Procedimiento: Se procederá a elaborar distintos registros que permitan llevar un control adecuado de las fallas que se presenten, de manera que facilite la eliminación de éstas a través de un mejor manejo de información.

Herramientas: Para el desarrollo de este pilar se hará uso las siguientes herramientas:

- Registro de eliminación de fallas y desperfectos
- Registro de mantenimiento correctivo

Indicadores de control:

- Frecuencia de eliminación de fallas de control (FEFE)
- Tiempo promedio de eliminación de fallas (TPEF)

6.1.2 Establecer y formular un plan de mantenimiento autónomo (Pilar 2)

Objetivo: Establecer un conocimiento más profundo de la máquina en estudio y destacar las condiciones esenciales para su perfecto funcionamiento, e instruir al operador todas las actividades a llevar a cabo al momento de iniciar las labores de trabajo.

Procedimiento: Se elaborará un programa de mantenimiento autónomo para establecer actividades diarias y/o semanales de limpieza, inspección y lubricación de la máquina en

estudio; además se elaborará un manual de normas y medidas de seguridad, detallando algunas recomendaciones a tener en cuenta antes, durante y después de hacer uso de dicha máquina. Finalmente, se realizará una evaluación 5'S para observar las mejoras obtenidas.

Herramientas: Para el desarrollo de este pilar se hará uso las siguientes herramientas:

- Ficha técnica de la máquina
- Programa de mantenimiento autónomo
- Manual de normas y medidas de seguridad
- Check list 5'S

Indicadores de control:

- Evaluación global 5'S

6.1.3 Implementar un plan de mantenimiento planificado (Pilar 3)

Objetivo: Reducir las interrupciones del flujo de trabajo y el tiempo de inactividad (fallos de las máquinas) a un costo mínimo, de manera que se aumente el tiempo de actividad (disponibilidad)

Procedimiento: Se procederá a elaborar un nuevo plan de mantenimiento, teniendo como base el manual de fabricante de la máquina de corte y su historial de mantenimiento, de manera que se realizará los ajustes y mejoras adecuadas, con el fin de que se logre reducir las averías de esta máquina, y por ende un mejor funcionamiento y fluidez del proceso.

Herramientas:

- Manual de fabricante de la máquina de corte automática
- Programa de mantenimiento preventivo

Indicadores de control:

- % de mantenimiento planificado
- Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo

6.1.4 Capacitación y entrenamiento del personal (Pilar 6) de mantenimiento.

Objetivo: Brindar educación y capacitación con el fin de desarrollar capacidades e involucramiento de los trabajadores de la organización a través de un enfoque de capacitación, mejorando continuamente los resultados del personal y la empresa.

Procedimiento: Se realizará capacitaciones a los trabajadores de mantenimiento y operarios de la máquina de corte, tratando de temas puntuales y relevantes del TPM y también del buen uso y cuidado de la máquina en estudio.

Herramientas:

- Plan de capacitaciones

- Registro de asistencia de personal

Indicadores de control:

- Personal en capacitación (PECC)

Para medir los resultados del desarrollo del programa TPM, en primer lugar, se analizará la situación en la que se encuentra la máquina de corte y por ende el área, para determinar el nivel OEE logrado respecto a la máquina en los 4 meses de estudio para analizar los objetivos conseguidos y seguir en una mejora constante. Los resultados se obtendrán en base al registro de evaluación de factores OEE (Disponibilidad, rendimiento y calidad).

6.2 A largo plazo

6.2.1 Crear un sistema de mantenimiento de la calidad (pilar 4)

Objetivo: Establecer un procedimiento totalmente documentado para las operaciones clave del mantenimiento, de manera que los procesos presenten una normalización en la forma de su realización, y de esa manera evitar demoras durante el desarrollo de dichas actividades, para establecer métricas de medición que evalúen el desarrollo de este pilar. Además de proponer políticas en base a los retiros y reemplazos de los equipos, según sea la situación.

Herramientas:

- Ficha de evaluación de procesos y matriz de registro de defectos
- Lista de acciones de progreso (LAP)

Indicadores de control:

- Volumen de trabajos de mantenimiento
- Calidad de trabajos de mantenimiento
- Tiempo de trabajo de mantenimiento

6.2.2 Crear un sistema para el control inicial de equipos (pilar 5)

Objetivo: Establecer un procedimiento adecuado, en la cual se explique el procedimiento a realizar para adquirir equipos, maquinaria y herramientas adecuadas y de esa manera evitar demoras en los procesos de mantenimiento. Además de identificar los defectos de los componentes que perjudican el desarrollo del mantenimiento de la máquina en estudio.

Herramientas:

- Ficha de inventario del equipo/maquinaria y herramientas.
- Checklist de evaluación del equipo/maquinaria y herramientas
- Análisis de Modo y Efecto de Falla

6.2.3 Crear un sistema TPM en departamentos administrativos (pilar 7)

Objetivo: Promover la participación de los trabajadores y demás partes interesadas, y que sean representativos en las distintas actividades del mantenimiento de la máquina de corte, apoyando así los objetivos determinados inicialmente y establecer los roles de cada uno para la comunicación externa de temas relevantes relacionados con la gestión de mantenimiento.

Herramientas:

- Registro de clasificación de artículos del almacén de mantenimiento
- Control de entradas y salidas del almacén de mantenimiento

6.2.4 Desarrollar un sistema de Gestión de la seguridad y del medio Ambiente (pilar 8)

Objetivo: Disminuir los riesgos que perjudiquen la seguridad y salud de los operarios de la empresa. Además de prevenir los accidentes laborales y la contaminación del ambiente, mediante las actividades que se realizaron desde los pilares iniciales. Además de contribuir al buen funcionamiento de la empresa, también influye en el bienestar de sus trabajadores

Herramientas:

- Hoja de evaluación de riesgos de puestos de trabajo
- Formato de evaluación de seguridad e higiene

Indicadores de control:

- Índice de eliminación de condiciones de riesgo (IECR)

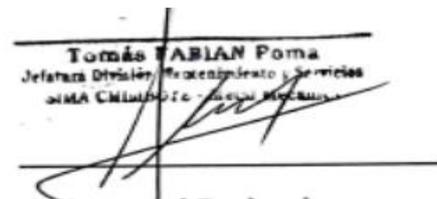
7. Fase de Consolidación

En esta fase última fase se conservará los objetivos logrados en el desarrollo de las primeras fases. No se puede generar una conclusión puesto que esta herramienta TPM, está en constante mejora, por lo cual se espera que más adelante se obtenga mejores resultados.

7.1 Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos

SIMA Metalmecánica seguirá buscando lograr metas altas, que reflejan la visión que tiene la empresa.


Teniente Primero
Azul Sierra CASHLO Figueroa
Sub Jefe del Departamento de Producción
Metal Mecánica - SIMA Chumbote
v=8e


Tomás FABIAN Poma
Jefe de División Mantenimiento y Servicios
SIMA Chumbote - Azuay Ecuador


_ING. SEGUNDO A. SANCHEZ CRUZ

ANEXO 10: Registro de eliminación de fallas o desperfectos

		REGISTRO DE ELIMINACIÓN DE FALLAS O DESPERFECTOS DE MAQUINARIA Y/O EQUIPOS EN EL ÁREA DE HABILITADO				
MAQUINARIA Y/O EQUIPO		MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB SUPRAREX				
Nº FALLA	DESCRIPCIÓN	REPORTADO POR	FECHA DE REPORTE	REVISADO POR	PLAZO (Horas)	FECHA DE SOLUCIÓN
1	Monitor de pantalla	Brayan Jiménez	7/01/2022	Taller Eléctrico y Electrónico	5	7/01/2022
2	Cambio de mangueras	Édison Quezada Gutiérrez	10/01/2022	Taller Mecánico	8	11/01/2022
3	Refrigerante del compresor	Brayan Jiménez	13/01/2022	Taller Mecánico	5	13/01/2022
4	Motor de accionamiento de las antorchas	Édison Quezada Gutiérrez	4/02/2022	Taller Eléctrico y Electrónico	4	4/02/2022
5	Sistema mecánico	Brayan Jiménez	10/02/2022	Taller Mecánico	7	10/02/2022
6	Modulo enfriador	Rubén Baltodano	18/02/2022	Taller Mecánico	2	18/02/2022
7	Caja de engranajes longitudinal	Édison Quezada Gutiérrez	10/03/2022	Taller Mecánico	6	11/03/2022
8	Drenaje de condensados	Aldo Rebaza	15/03/2022	Taller Mecánico	4	15/03/2022
9	Componentes electrónicos en la caja plasma	Édison Quezada Gutiérrez	27/03/2022	Tercero	5	27/03/2022
10	Fugas en válvulas	Enrique García	30/03/2022	Taller Mecánico	2	30/03/2022
11	Recirculador del refrigerante	Aldo Rebaza	7/04/2022	Taller Mecánico	5	7/04/2022
12	Caja ANCON estación oxicorte	Édison Quezada Gutiérrez	16/04/2022	Tercero	10	17/04/2022
13	Bomba	Brayan Jiménez	19/04/2022	Taller Mecánico	8	20/04/2022

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA.

ANEXO 11: Ficha técnica de la máquina de corte automática CNC

		FICHA TÉCNICA	
DATOS DEL EQUIPO			
EQUIPO	Máquina de corte automática CNC	MODELO	SUPRAREX SXE-4500
FABRICANTE	ESAB	AÑO DE FABRICACIÓN	2003
PESO TOTAL	DIMENSIONES		
6000 KG	Largo: 17500 mm	Ancho: 6000 mm	Altura:3000 mm
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
ANCHO ENTRE RIELES	4500 mm	CONSUMO DE ENERGÍA	Aprox. 3KVA
ANCHO EFECTIVO DE CORTE	3000 mm	MÁXIMA VELOCIDAD DE POSICIONAMIENTO	24000 mm/min
LONGITUD DE RIELES	20000 mm	CONTROL NUMÉRICO	Visión T5
LONGITUD EFECTIVA DE CORTE	17000 mm	PANEL DE OPERACIÓN	Lado izquierdo
VOLTAJE DE CONEXIÓN	220 V, 1 Fase	AIRE ACONDICIONADO PARA GABINETE	1 Set
FRECUENCIA	50/60 Hz	PUNTERO LÁSER PARA ALINEAMIENTO DE PLANCHA	1 Set
ESTACIÓN DE PLASMA VBA EXPERT PRO			
SISTEMA DE PLASMA	m3-360 G2 /PT-36		
MATERIALES DE CORTE	Acero dulce	Acero inoxidable	Aluminio
ESPEORES DE CORTE VERTICAL	6-50 mm	6-38 mm	6-45 mm
ESPEORES DE PERFORACIÓN	6-38 mm	6-35 mm	6-35 mm
ESPESOR DE CORTE MÁXIMO A 45°	28 mm		
ESTACIONES DE OXICORTE			
MATERIALES DE CORTE	Acero dulce	GAS COMBUSTIBLE	Propano o Acetileno
			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12: Manual de normas y medidas de seguridad para el uso de la máquina de corte automática CNC

		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
CÓDIGO AVM:	MEC-MC-01	
EQUIPO:	MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC	
MARCA:	ESAB	
MODELO:	SUPRAREX SXE - 4500	
NORMAS A CUMPLIR DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Chequear que las conexiones eléctricas estén aisladas y fijas. 2. Revisar el cable de la antorcha, de igual manera la antorcha misma. 3. Mientras la máquina está funcionando, se debe verificar la debida operatividad Este no debe presentar ruidos ni vibraciones anormales. 4. Mantenga la boquilla libre de residuos metálicos. Al limpiar, no usar objetos puntiagudos con el fin de no dañar el orificio de la boquilla. 5. No encender innecesariamente el arco piloto en el aire, y así evitar el aumento del consumo del difusor, del electrodo y de la boquilla. 6. Después de culminar el corte y de soltar el pulsador, el porta electrodo sigue expulsando aire durante aprox. 90 segundos, para dejar que la antorcha se enfríe. Por lo tanto, no apague el dispositivo hasta después de que haya transcurrido el tiempo mencionado. 7. Finalmente, luego de terminar el trabajo, hacer una limpieza al exterior de la maquinaria. 		
<i>COMUNICAR AL JEFE DE PLANTA ACERCA DE LAS ANOMALÍAS Y DEFICIENCIAS DETECTADAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA</i>		
LUBRICACIÓN		
<p>Diaria</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar las cadenas y ejes de trabajo <p>Semanal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricar las tuercas, cojinetes y rodamientos 2. Lubricar los rieles 		
NORMAS DE SEGURIDAD		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Siempre haga uso de los equipos de seguridad personal que proporciona la empresa. 2. Conserve el lugar de trabajo seguro y limpio. Si en caso hay materiales inflamables alrededor del lugar donde se está trabajando, está prohibido realizar cortes. 3. Mantener la cabeza alejada del humo y mucho menos lo inhale. 4. Mantenga alejado a los otros trabajadores, puesto que se producen chispas producto del corte. 5. Evite que las chispas que se producen hagan contacto con la maquinaria. 6. Siempre debe percatarse que la fuente de poder no se encuentre encendida cuando se realicen actividades de mantenimiento. 		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13: Programa de mantenimiento autónomo de la máquina de corte automática CNC

		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PERIODO 2022					
		LIMPIEZA, INSPECCIÓN Y LUBRICACION					
RESPONSABLE			TURNO		FIRMA		
MAQUINARIA	ACTIVIDAD	PARTES O COMPONENTES	MÉTODO	HERRAMIENTA Y MATERIALES	TIEMPO (min.)	FRECUENCIA	
Máquina de corte automática CNC ESAB SUPRAREX	LIMPIAR	Boquillas	Visual	Paño suave y limpiador de contactos eléctricos	2	Diario	
		Electrodo			2		
		Difusor			2		
		Capuchón			2		
		Manómetros de la caja de gases				3	Semanal
		Mesa de corte			Raspador	45	Semanal
		Cables			Soplador de aire	5	Semanal
		Mangueras de antorcha				5	
		Fuente de energía				5	
	INSPECCIONAR	Parámetros de corte	Visual	-	3	Diario	
		Alineación del soplete			4		
		Parámetros del recirculador refrigerante			2	Semanal	
		Niveles de aceite			2		
		Desplazamiento de las antorchas			3	Diario	
		Válvulas de las 2 funciones			3		
		Manómetros de la caja de gases			3	Semanal	
		Sensores de seguridad			3		
		Desplazamiento de mangueras			4		
		Ruidos, vibraciones anormales			Visual y auditivo		3
	LUBRICAR	Cadenas y ejes de trabajo	Visual	Grasa múltiple EP-2	10	Diario	
		Tuercas			4	Semanal	
		Cojinetes			4		
		Rodamientos			4		
Rieles		5					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 14: Ficha de evaluación de 5'S

		CHECK LIST DE CUMPLIMIENTO DE LA METODOLOGIA 5S
ÁREA	MANTENIMIENTO / HABILITADO	
RESPONSABLE	QUESQUÉN POLO YADIRA	
FECHA	30/04/2022	
LISTA DE VERIFICACIÓN 5S		
SELECCIONAR		CALIFICACION
1	¿EXISTEN ESTÁNDARES CLAROS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA?	4
2	¿EL ÁREA DONDE ESTÁ UBICADA LA MAQUINARIA SE ENCUENTRA LIBRE DE DESORDEN?	4
3	¿SE RETIRAN DEL ÁREA LAS HERRAMIENTAS QUE SE UTILIZARON?	5
4	¿SE RETIRAN DEL AREA LOS MATERIALES PARA LA MAQUINARIA LUEGO DE UTILIZARLOS?	5
5	¿SE RETIRAN LAS PIEZAS AVERIADAS DE LA MAQUINARIA A TIEMPO?	4
6	¿LAS HERRAMIENTAS Y MATERIALES PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO SE ENCUENTRAN UBICADOS CORRECTAMENTE?	4
7	¿EXISTE UN SISTEMA PARA LA ELIMINACIÓN DE HERRAMIENTAS, PIEZAS, ¿ETC. CON ETIQUETA ROJA?	4
TOTAL		30
ORDENAR		CALIFICACIÓN
1	¿SE IDENTIFICAN FÁCILMENTE LAS HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN LA MAQUINARIA?	4
2	¿SE ENCUENTRAN LAS HERRAMIENTAS, PIEZAS DE REPUESTOS EN UN ÁREA ORDENADA?	4
3	¿SON NECESARIAS LAS HERRAMIENTAS DISPONIBLES E IDENTIFICABLES?	4
4	¿SE CUENTA CON UN NIVEL DE STOCK DE MATERIALES PARA EL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA?	4
5	¿LOS MATERIALES DE MANTENIMIENTO SE ENCUENTRAN ORDENADOS?	5
6	¿EXISTE ALGÚN TIPO DE OBSTÁCULO RESPECTO A LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR?	4
7	¿LAS FALLAS DE LA MAQUINARIA SON REPORTADAS EN EL ORDEN QUE SE PRESENTAN?	5
TOTAL		30
LIMPIAR		CALIFICACIÓN
1	¿EL ÁREA DE TRABAJO SE ENCUENTRA SIN RESIDUOS?	4
2	¿SE ENCUENTRA LA MAQUINARIA Y SUS COMPONENTES LIMPIOS?	4
3	¿LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO ESTÁN A MANO, ORGANIZADAS Y ETIQUETADAS?	4
4	¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO?	5
5	¿SE REALIZA PERIODICAMENTE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A LA MAQUINARIA?	4
6	¿EXISTE UNA PERSONA O EQUIPO DE PERSONAS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO?	5
7	¿SE REALIZA EL MANTENIMIENTO A LA MAQUINARIA SEGÚN EL SISTEMA QUE ÉSTA PRESENTA?	5
TOTAL		31

ESTANDARIZAR		CALIFICACIÓN
1	¿EXISTEN PROCEDIMIENTOS ESCRITOS Y SE UTILIZAN ACTIVAMENTE Y CONSECUTIVAMENTE?	4
2	¿SE REALIZAN AUDITORÍAS PERIÓDICAS RESPECTO A 5'S?	3
3	¿EL PERSONAL CONOCE LA TEMÁTICA 5'S?	5
4	¿LA DOCUMENTACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO SE ENCUENTRA ACTUALIZADA?	5
5	¿SE ESTÁ CUMPLIENDO CON EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO?	5
6	¿SE CUMPLEN LOS ESTÁNDARES DE TURNO DE LOS OPERARIOS DE LA MÁQUINA Y DE LOS TÉCNICOS?	4
7	¿SE PLANTEAN IDEAS DE MEJORA RESPECTO A LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO?	4
TOTAL		30
DISCIPLINA		CALIFICACIÓN
1	¿SE REALIZA CORRECTAMENTE EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO?	5
2	¿LOS TÉCNICOS SEGÚN SU ÁREA CUMPLEN CON LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO?	5
3	¿SE REALIZAN LAS STI PARA REPORTAR LAS FALLAS EN LA MAQUINARIA AL ÁREA DE MANTENIMIENTO?	4
4	¿SE ENCUENTRA EL PERSONAL CAPACITADO RESPECTO A LA TEMÁTICA 5S Y CUMPLEN CON LAS ACTIVIDADES DE ESTA METODOLOGIA?	5
5	¿LAS HERRAMIENTAS Y PIEZAS SE ALMACENAN CORRECTAMENTE?	4
6	¿SE CUMPLE CON ORDEN EL STOCK DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO?	4
7	¿LOS PROCEDIMIENTOS DE MEJORA SON REVISADOS REGULARMENTE?	4
TOTAL		31

ESCALA	
MUY MALO	0
MALO	1
REGULAR	2
NORMAL	3
BUENO	4
EXCELENTE	5

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15: Costos de mantenimiento preventivo de la máquina de corte automática CNC ESAB SUPRAREX

	COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2022							
SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	TIEMPO (h)	PERIODO	MATERIAL	PERSONAL	COSTO MATERIAL (S)	COSTO (S//H-H)	COSTO TOTAL (S)
Mecánico	Verificar y lubricar los movimientos (vertical, transversal y longitudinal)	5	Mensual	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 1 y 2	199,23	7	2810,76
	Verificar estado de correas de regulación	3	Bimestral		Mecánico 1	150,6	7	1029,6
	Inspeccionar y lubricar las poleas del motor	4	Mensual	Aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68, llaves, palancas	Mecánico 2 y 3	148,45	7	2118
	Inspeccionar y lubricar la tuerca del husillo (tornillo de avance)	4	Mensual		Mecánico 3 y 4	150	7	2136
	Limpieza de cremalleras.	3	Bimestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico ecológico SOLVO KLEEN	Mecánico 3	79,89	7	605,34
	Verificar el tornillo de avance	4	Mensual	Paño de limpieza ultra resistente, Solvente dieléctrico, Piezas mecánicas, desarmador	Mecánico 2 y 3	134,76	7	1953,12
	Inspeccionar y lubricar el eje de los motores de accionamiento.	3	Mensual	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico, aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 3	199,23	7	2642,76
	Limpiar boquilla del soplete (oxicombustible) y alinear.	5	Mensual	Boquilla, consumible, Paño de limpieza, Solvente dieléctrico	Mecánico 3 y 4	2435	7	29640
	Ajustes de válvulas de gas combustible y de oxígeno de precalentamiento	3	Semestral	Desarmador, llaves (según función), repuestos	Mecánico 2	989,98	7	2021,96
	Comprobar el estado de los cojinetes, lubricar.	3	Bimestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico, aceite móvil DTE 26, aceite Castrol Hyspin AWS 68	Mecánico 3	200,45	7	1328,7
	Inspeccionar visualmente el estado de las uniones de los motores de accionamiento.	4	Trimestral		Mecánico 2 y 3	100,45	7	513,8
	Comprobar el estado del piñón de ataque del carro longitudinal.	3	Trimestral	Paño de limpieza, repuestos	Mecánico 2	123,67	7	578,68
	Limpieza general de los motores eléctricos.	6	Semestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico.	Mecánico 3 y 4	145,23	7	374,46
	Cambio de piezas de desgaste en los motores eléctricos.	5	Anual	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico, repuestos	Mecánico 1 y 2	679	7	714
	Cambio de aceites y filtros	2	Semestral	Aceite mobilube HD-090, Aceite móvil DTE 26, Wayne corriente, Petróleo diessel #2, filtros de aceite	Mecánico 1	109,67	7	247,34

**COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2022**

SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	TIEMPO (h)	PERIODO	MATERIAL	PERSONAL	COSTO MATERIAL (S)	COSTO (S/H-H)	COSTO TOTAL(S/)
Eléctrico y electrónico	Verificar conexiones (externas) cuando el equipo está operando	1	Bimestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico	Eléctrico 1	213	7	1320
	Inspeccionar el funcionamiento del potenciómetro (velocidad según componentes)	2	Mensual	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico, Cinta plástica de 3/4 - Tecno fan	Eléctrico 2	228	7	2904
	Chequear y limpiar conexiones (alimentación)	3	Bimestral		Eléctrico 3	210	7	1386
	Comprobar las entradas y salidas de voltaje, amperaje de todos los componentes de la maquinaria.	3	Mensual	Voltímetro	Eléctrico 2	-	-	-
	Limpiar y chequear componentes de cajas (plasma, gas combinado, distribución eléctrica, de arco remoto y fuente de plasma).	4	Trimestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico, componentes	Eléctrico 1 y 2	106	7	536
	Chequear el funcionamiento del módulo AHC capacitivo.	2	Bimestral		Eléctrico 2	346,98	7	2165,88
	Limpiar armario de control (conexiones).	1	Bimestral	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico	Eléctrico 3	99,89	7	641,34
	Chequeo de conexiones a tierra.	3	Trimestral	Polímetro o pinza amperimétrica	Eléctrico 4	-	7	-
	Mantenimiento ups	3	Bimestral	Llaves, destornillador y trapos	Eléctrico 4	89,78	7	664,68
	Limpiar y verificar los componentes del compresor, secador.	4	Bimestral	Trapos, llaves, componentes	Eléctrico 2 y 3	235,89	7	1583,34
	Verificar sensores	2	Mensual	Paño de limpieza, Solvente dieléctrico	Eléctrico 1	123,87	7	1654,44

 COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2022								
SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	TIEMPO (h)	PERIODO	MATERIAL	PERSONAL	COSTO MATERIAL (S)	COSTO (S//H-H)	COSTO TOTAL (S)
Neumático	Chequear presión, caudal en los manómetros y reguladores.	3	Mensual	Banco de medición de presión, llaves	Mecánico 1	-	7	-
	Verificar mangueras y conexiones de alimentación del compresor.	2	Bimestral	Llaves, mangueras y trapos p paños	Mecánico 2	230	7	
	Verificar el funcionamiento del desplazamiento de los gases de corte.	1	Bimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico	Mecánico 3	98,78	7	634,68
	Verificar el nivel de refrigerante del compresor y el drenaje de condensados.	2	Bimestral	Componentes	Mecánico 3	989,56	7	6021,36
	Limpieza, inspección y cambios de filtros	2	Bimestral	Trapo industrial selecto, Solvente dieléctrico, filtros	Mecánico 2	98,78	7	676,68
	Limpieza del condensador del compresor.	3	Trimestral	Trapo industrial selecto, solventes, llaves, destornillador	Mecánico 2	78,78	7	399,12
	Chequear fugas en acoples, tuberías, accesorios o válvulas.	2	Mensual	Piezas neumáticas	Mecánico 1	1000,98	7	12179,76
	Inspeccionar mangueras o tuberías (deterioro)	2	Mensual	Llaves, mangueras y trapos o paños	Mecánico 3	678	7	8304

 COSTOS POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2022								
SUBSISTEMA	ACTIVIDAD	TIEMPO (h)	PERIODO	MATERIAL	PERSONAL	COSTO MATERIAL (S)	COSTO (S//H-H)	COSTO TOTAL (S)
Refrigeración	Verificar el distribuidor de refrigerante (el aceite es enviado a la antorcha).	2	Mensual	Consumibles	Mecánico 1	989,45	7	12041,4
	Verificar la recirculación del aceite de la antorcha al refrigerante(distribuidor).	1	Mensual		Mecánico 2			
	Chequear tuberías del refrigerante.	2	Bimestral	Tubos	Mecánico 3	340,45	7	2126,7
	Inspeccionar temperatura de refrigerante.	1,5	Mensual	Sensor de temperatura	Mecánico 2	-	7	

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA.

ANEXO 16: Formato de programa de mantenimiento preventivo

SUBSISTEMA	MAQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA CNC ESAB Suprarex	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO											TALLER	
		Frecuencia (h)	PERIODO						MESES					
			MENSUAL	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	TETRAMENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL		
MECANICO	Verificar y lubricar los movimientos (vertical, transversal y longitudinal)	610	X							X				M1 Y M2
	Verificar estado de correas de regulación	800		X							X			M1
	Inspeccionar y lubricar las poleas del motor	500	X							X				M2 Y M3
	Inspeccionar y lubricar la tuerca del husillo (tornillo de avance)	500	X							X				M3 Y M4
	Limpieza de cremalleras	600		X							X			M3
	Verificar el tornillo de avance	500	X							X				M2 Y M3
	Inspeccionar y lubricar el eje de los motores de accionamiento	800	X							X				M3
	Limpiar boquilla del soplete (oxicombustible) y alinear.	350	X							X				M3 Y M4
	Ajustes de válvulas de gas combustible y de oxígeno de precalentamiento.	1000												M2
	Comprobar el estado de los cojinetes, lubricar.	500		X							X		X	M3
	Inspeccionar visualmente el estado de las uniones de los motores de accionamiento.	800			X							X		M2 Y M3
	Comprobar el estado del piñón de ataque del carro longitudinal.	600			X							X		M2
	Limpieza general de los motores eléctricos.	800												M3 Y M4
	Cambio de piezas de desgaste en los motores eléctricos.	500												M1 Y M2
	Cambio de aceites y filtros	230												M1
ELECTRICO Y ELECTRONICO	Verificar conexiones (externas) cuando el equipo está operando	600		X							X		X	E1
	Inspeccionar el funcionamiento del potenciómetro (velocidad según componentes)	748	X							X				E2
	Chequear y limpiar conexiones (alimentación)	500		X							X		X	E3
	Comprobar las entradas y salidas de voltaje, amperaje de todos los componentes de la maquinaria.	748	X							X				E2
	Limpia y chequear componentes de cajas (plasma, gas combinado, distribución eléctrica, de arco remoto y fuente de plasma).	500			X							X		E1 Y E2
	Chequear el funcionamiento del módulo AHC capacitivo	700		X							X		X	E2
	Limpia armario de control (conexiones)	880		X							X		X	E3
	Chequeo de conexiones a tierra.	800			X							X		E4
	Mantenimiento ups	880		X							X		X	E4
	Limpia y verifica los componentes del compresor, secador.	800		X							X		X	E2 Y E3
NEUMATICO	Verificar sensores	700	X							X				E1
	Chequear presión, caudal en los manómetros y reguladores.	480	X							X				M1
	Verificar mangueras y conexiones de alimentación del compresor.	800		X							X		X	M2
	Verificar el funcionamiento del desplazamiento de los gases de corte.	480		X							X		X	M3
	Verificar el nivel de refrigerante del compresor y el drenaje de condensados.	480		X							X		X	M3
	Limpieza, inspección y cambios de filtros	600		X							X		X	M2
	Limpieza del condensador del compresor.	500			X							X		M2
	Chequear fugas en acoples, tuberías, accesorios o válvulas.	480	X							X				M1
Inspeccionar mangueras o tuberías (deterioro)	600	X							X				M3	
REFRIGERACION	Verificar el distribuidor de refrigerante (el aceite es enviado a la antorcha).	480	X							X				M1
	Verificar la recirculación del aceite de la antorcha al refrigerante(distribuidor).	480	X							X				M2
	Chequear tuberías del refrigerante.	500		X							X		X	M3
	Inspeccionar temperatura de refrigerante.	350	X							X				M2

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

ANEXO 17: Procedimientos de las actividades preventivas de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex

SUBSISTEMA MECÁNICO	
VERIFICAR Y LUBRICAR LOS MOVIMIENTOS (VERTICAL, TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL)	Comenzar a operar el equipo y determinar si los tres movimientos se realizan con normalidad. Si se presenta un mal funcionamiento, para el movimiento vertical, inspeccionar el motor de accionamiento vertical, tornillo regulador, poleas y correa de regulación. Para el movimiento transversal, inspeccionar los rodamientos lineales, apoyo y el motor de accionamiento transversal. Para el movimiento longitudinal, inspeccionar el estado del motor y el piñón de ataque. Teniendo en cuenta que si los componentes mencionados se encuentran en el mal estado, se debe realizar el cambio de estos.
INSPECCIONAR Y LUBRICAR EL EJE DE LOS MOTORES DE ACCIONAMIENTO	Poner en marcha el equipo y comprobar que los motores produzcan movimientos sin altos grados de vibración. Si se presenta un mal funcionamiento, revisar el eje del motor y según sea la gravedad del caso, reemplazar dicha parte o realizar el balanceo mediante los técnicos especializados.
COMPROBAR EL ESTADO DE LOS COJINETES, LUBRICAR	Encender el equipo y a través de la palanca de mando, la cual se encuentra en el panel de Visión, realice el movimiento vertical y cruzado de las distintas antorchas, de igual manera el movimiento longitudinal, verificando que el movimiento se produzca de forma natural.
LIMPIEZA GENERAL DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS	Antes de realizar la limpieza general de los motores, es necesario apagar totalmente la unidad y comprobar que no circule corriente, teniendo en cuenta lo mencionado, se procede a apartar el motor de arranque para limpiar su parte exterior, haciendo uso de un paño suave y libre de suciedad, luego retire los componentes de la carcasa con el fin de acceder a la parte interior del equipo y realizar su limpieza con un paño rociado de desengrasante, de manera que se elimine la suciedad, para luego realizar el montaje e instalación del motor
LIMPIAR BOQUILLA DEL SOPLETE (OXICOMBUSTIBLE) Y ALINEAR	Después de apagar la máquina, limpiar el polvo y todas las partículas de metal acumuladas en la boquilla de la antorcha de corte (con ayuda de paños, alambres, palillos de madera y avellanado), para que no haya desgastes prematuros o fallos. Tener mucho cuidado al realizar la limpieza y no malograr la forma de las boquillas cortadoras. Los elementos que deben tener prioridad en la limpieza son: Soporte de detección AHC y el riel lineal del carro de la estación.
SUBSISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO	
CHEQUEAR EL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO AHC	Poner en marcha la unidad y realizar el corte, si el sistema Visión muestra error es que el sensor capacitivo AHC no está funcionando correctamente. De manera que, para solucionar este error, se debe proceder a realizar una inspección del sensor, el cual se encuentra en el elevador vertical con el fin de calibrarlo o cambiarlo según sea necesario
SUBSISTEMA NEUMÁTICO	
LIMPIEZA, INSPECCIÓN Y CAMBIOS DE FILTROS	Utilizar agua jabonosa para realizar la limpieza de la bandeja del filtro; teniendo en cuenta que nunca se debe usar limpiadores que sean realizados a base de solventes.

<p>CHEQUEAR FUGAS EN ACOPLER, TUBERÍAS, ACCESORIOS O VÁLVULAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Regular todas los acoples, válvulas y accesorios de tubería, iniciando con: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conjunto de suministro de gas (regulador, filtro y válvula manual) a la línea de suministros de gas, y luego hacia el colector de servicio de oxígeno de corte. ✓ Colector de servicio de oxígeno de corte hacia el colector central, de la estación, soplete y el conjunto de encendido de oxicomcombustible. 2. Presurizar el sistema y ajustar la presión de salida del regulador teniendo en cuenta las tuberías que se encuentren probando, tales como: Tuberías de oxígeno a 100 psi y de gas a 15 psi. 3. Luego de realizar correctamente el presurizado a las tuberías, corte el aprovisionamiento de gas y cheque la presión del manómetro. 4. Verifique la presión que muestra el manómetro pasado 10 minutos, si se observa una baja presión (hasta 1 psi aproximadamente) esparza el fluido de detección de pérdidas de manera general en las conexiones y mangueras de gas. 5. Revise generalmente el sistema y encuentre si se están formando burbujas. 6. Finalmente, ajuste los componentes con fugas y pruebe el sistema otra vez.
<p>SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN</p>	
<p>VERIFICAR EL DISTRIBUIDOR DE REFRIGERANTE (EL ACEITE ES ENVIADO A LA ANTORCHA)</p>	<p>Revisar la conexión la cual permite que el aceite fluya desde la salida del distribuidor de refrigerante hasta la antorcha, y comprobar que dicho fluido se encuentre llegando a la conexión de antorcha.</p>
<p>VERIFICAR LA RECIRCULACIÓN DEL ACEITE DE LA ANTORCHA AL REFRIGERANTE (DISTRIBUIDOR)</p>	<p>Verificar que la conexión; la cual se encarga de que el refrigerante del distribuidor retorne, este llegando. Asimismo, que la conexión de la antorcha se halle saliendo.</p>
<p>CHEQUEAR TUBERÍAS DEL REFRIGERANTE</p>	<p>Cerciorarse de que no se presente derrames de refrigerante durante el paso de las mangueras o de que se formen burbujas de aire en ciertas partes al interior de estas.</p>

ANEXO 18: Procedimientos de las actividades preventivas de la máquina de corte según el manual CNC ESAB Suprarex

Anexo 18-A: Desmontaje y sustitución de la correa de regulación

MANTENIMIENTO



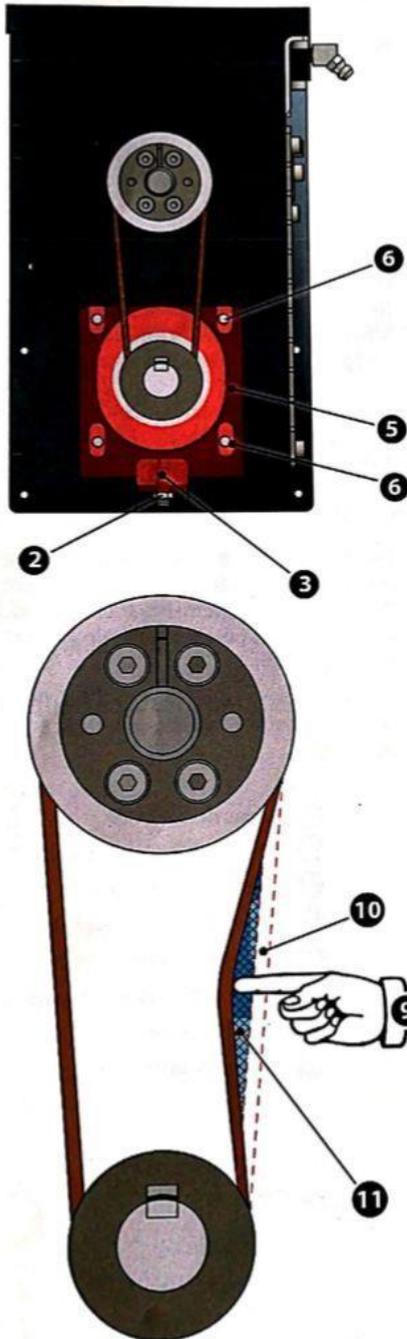
Desmontaje y sustitución de la correa de regulación

1. Quitar las dos cubiertas del elevador B4, y separar.
2. Inspeccionar el estado de la correa de regulación **1**; si estuviera gastada o dañada, continuar con el procedimiento.
3. Aflojar la tuerca hexagonal M5 **2** usando una llave de boca de 8 mm. Aflojar el tornillo fijador M5x20 **3** de la ménsula interna del elevador B4 **4** usando una llave hexagonal de 2,5 mm.
4. Aflojar levemente cuatro cabeza hueca tapón de rosca M5x16 **6** usando una llave de boca de 4 mm; estos pernos sujetan la placa de tensión de la correa **5** con la ménsula interna del elevador **4**.
5. Deslizar la placa de tensión de la correa hacia el carro de la estación. La correa de regulación debe estar suficientemente suelta para poder desconectar las poleas del husillo **7** y del motor **8**.
6. Instalar la nueva correa de regulación en la polea del motor **8** y alrededor de la polea del husillo **7**.

- 1** Correa de regulación
- 2** Tuerca de tensión hexagonal
- 3** Tornillo de tensión fijador
- 4** Ménsula interna del elevador
- 5** Placa de tensión de la correa
- 6** Cabeza hueca tapón de rosca M5x16
- 7** Polea del husillo
- 8** Polea del motor



MANTENIMIENTO



7. Retirar la placa de tensión **5** del tornillo polea para ajustar la correa. Usando un objeto romo o el dedo índice **9**, empujar la correa en su punto medio, entre ambas poleas reguladoras.

8. El área de desplazamiento de la correa **11** debería ser de **1,6 mm [1/16 in]** al compararla con la posición de reposo. Tomar las medidas con un calibre manual o herramienta similar.

9. Enganchar el tornillo fijador **3** para conservar este desplazamiento después de alcanzar los **1,6 mm [1/16 in]**.

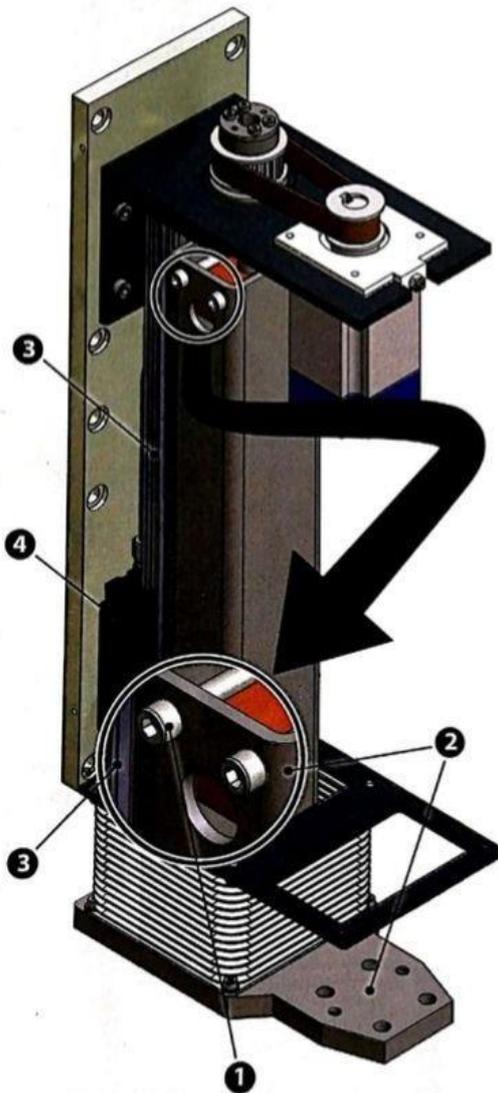
10. Ajustar la tuerca hexagonal reguladora **2**.

11. Ajustar nuevamente los cuatro cabeza hueca tapón de rosca M5x16 **6** en su lugar.

12. Reinstalar las cubiertas del elevador.

- 1** Correa de regulación
- 2** Tuerca de tensión hexagonal
- 3** Tornillo de tensión fijador
- 4** Ménsula interna B4
- 5** Placa de tensión de la correa
- 6** Cabeza hueca tapón de rosca M5x16
- 7** Polea del husillo
- 8** Polea del motor
- 9** Objeto romo o dedo índice
- 10** Posición de reposo de la correa (líneas rojas punteadas)
- 11** Área de desplazamiento de la correa

MANTENIMIENTO



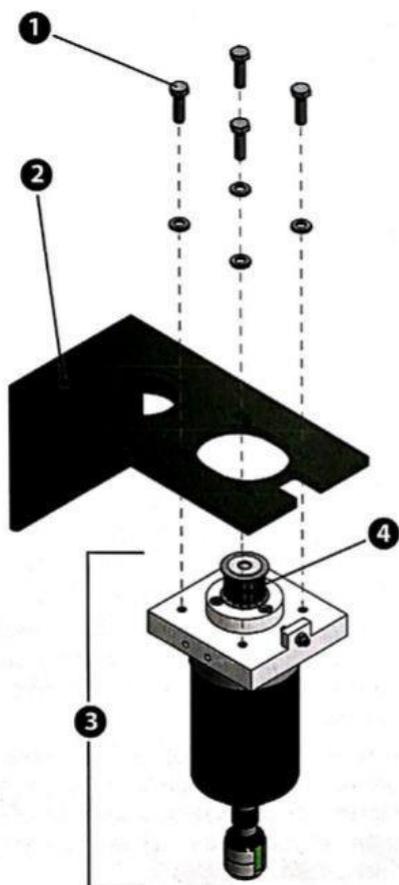
4. Extraer los dos pernos de asiento M6x70 **1** del montaje base del elevador **2** con una llave hexagonal de 5 mm.



5. Deslizar suavemente el riel lineal del montaje base **3** fuera del **4** soporte lineal.

Anexo 18-B: Sustitución de la polea del motor

MANTENIMIENTO



Procedimiento: sustitución de la polea del motor

1. Afloje la placa tensora de la correa y retire la correa de regulación (consulte **Procedimiento: extracción y sustitución de la correa de regulación**, si es necesario).
2. Retire cuatro tornillos de cabeza hueca M6x20 **1** de la ménsula interna **2**, usando una llave de boca de 10 mm. El subconjunto del motor **3** ahora puede bajarse a la parte inferior de la ménsula.



10 mm

3. Retire el tornillo de fijación M3 de la polea del motor **4** con una llave hexagonal de 1,5 mm y retire la polea del eje del motor.

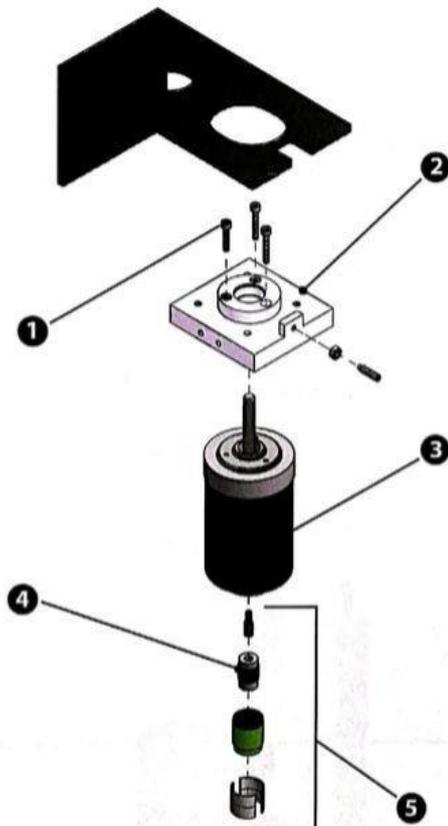


1,5 mm

- 1** Tornillería de montaje M6
- 2** Ménsula interna del elevador
- 3** Subconjunto del motor
- 4** Polea del motor

MANTENIMIENTO

4. Retire tres tornillos de cabeza hueca M4x16 **1** de la placa tensora de la correa **2**, con una llave hexagonal de 3 mm. El motor **3** ya puede bajarse de la placa.



5. Afloje el tornillo de fijación del mini acoplador **4** con una llave hexagonal de 1,5 mm. Retire el tacómetro/subconjunto del acoplador **5** y sepárelos.

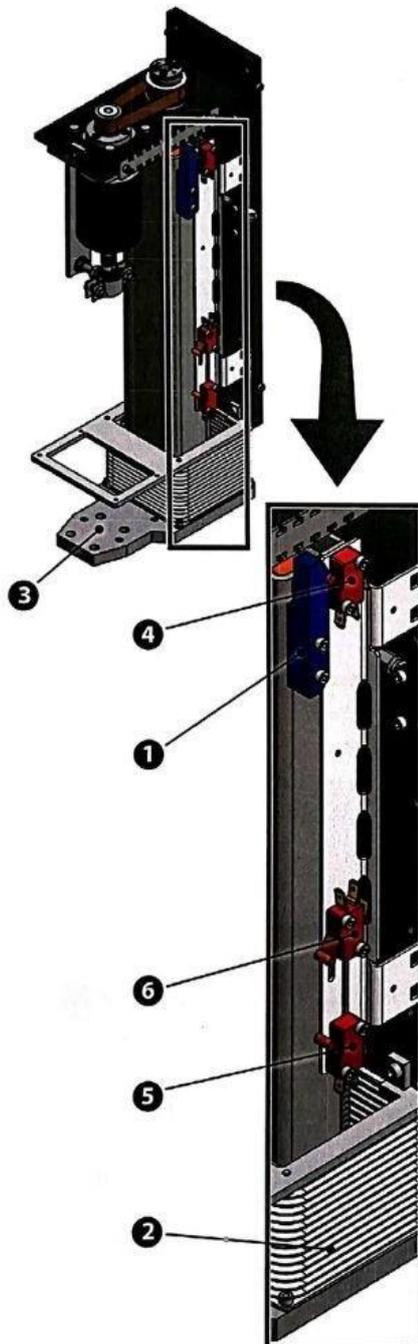


- 1** Tornillería de montaje del motor
- 2** Placa tensora de la correa
- 3** Motor
- 4** Mini acoplador
- 5** Subconjunto del tacómetro/acoplador

6. Instale el motor de repuesto siguiendo de los pasos n.º 1 al 5 en orden inverso.

Anexo 18-C: Sustitución de la tuerca del husillo

MANTENIMIENTO



Procedimiento: sustitución de la tuerca del husillo

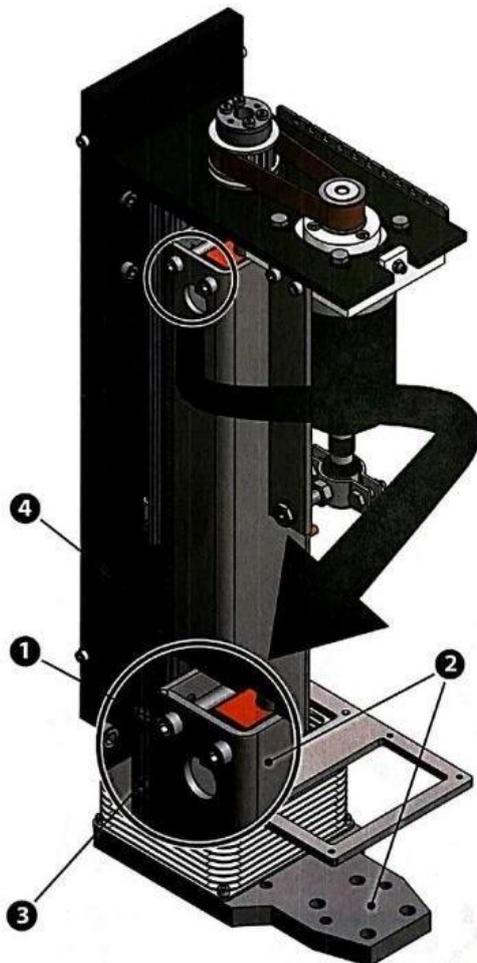
1. Retire ambas cubiertas del elevador y sepárelas.
2. Retire la leva del disyuntor de seguridad **1** sacando dos tornillos de cabeza hueca M4x20 con una llave hexagonal de 3 mm.



3. Desconecte los fuelles **2** del conjunto del soporte del elevador **3** sacando cuatro tornillos de cabeza hueca inferiores M4x8 con una llave hexagonal de 3 mm.

- 1** Leva del disyuntor de seguridad
- 2** Fuelles
- 3** Conjunto del soporte del elevador
- 4** Disyuntor de seguridad de desplazamiento superior
- 5** Disyuntor de seguridad de desplazamiento inferior
- 6** Interruptor de desaceleración

MANTENIMIENTO

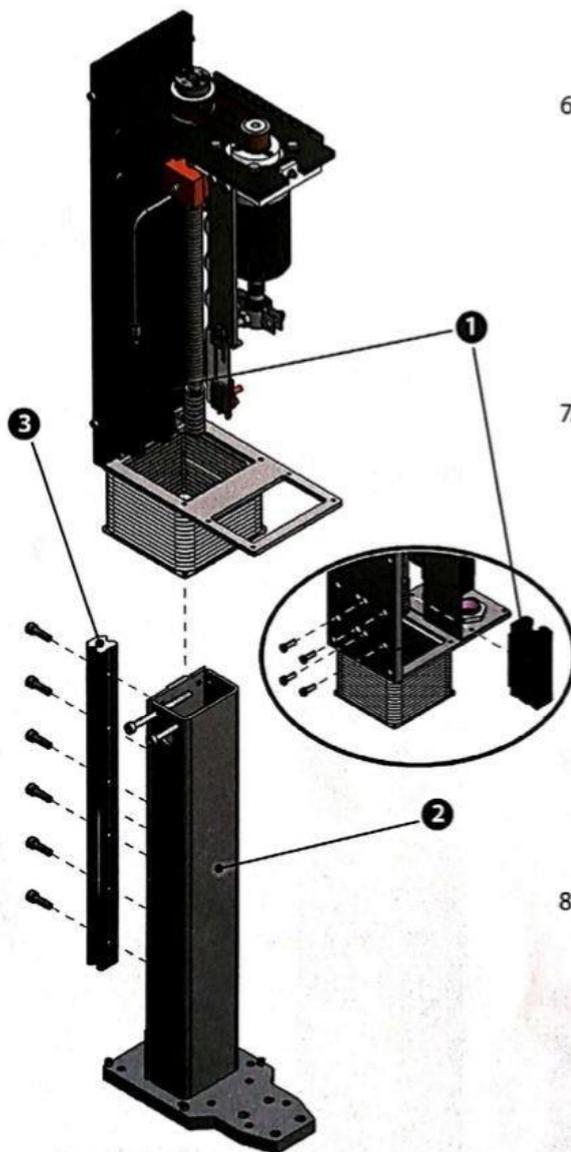


4. Retire dos pernos de asiento M6x70 **1** del conjunto del soporte del elevador **2** con una llave hexagonal de 5 mm.



5. Lentamente deslice el riel lineal del conjunto del soporte **3** hacia afuera del cojinete lineal **4**.

MANTENIMIENTO



6. Siga deslizando el conjunto del soporte **2** fuera del cojinete lineal **1**. Apoye el conjunto del soporte en una superficie móvil limpia.

7. Reemplace el cojinete lineal por uno nuevo **1** sacando cuatro tornillos de cabeza hueca M6x12 con una llave hexagonal de 5 mm.



8. Inspeccione el estado del riel lineal **3**; si está gastado o dañado, retire seis tornillos de cabeza hueca M6x20 con una llave hexagonal de 5 mm y reemplácelo.

Anexo 18-D: Sustitución del tornillo regulador

MANTENIMIENTO

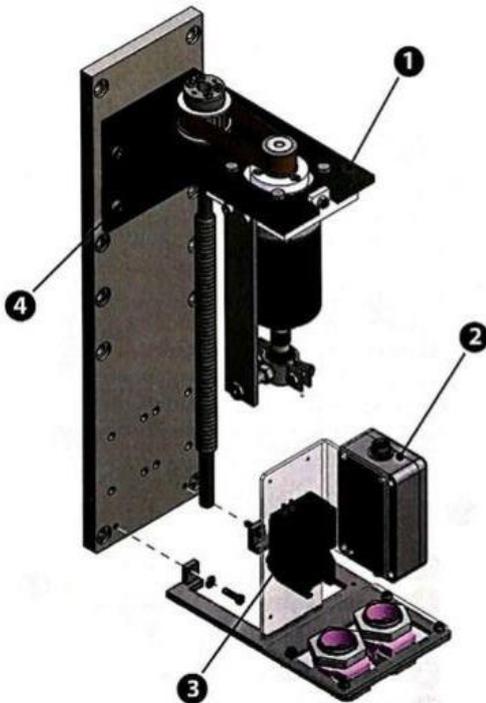
Procedimiento: sustitución del tornillo regulador

1. Realice el procedimiento de *sustitución de la tuerca del husillo* de las páginas anteriores.



No es necesario retirar la caja de control electrónico del elevador para retirar el tornillo regulador o el subconjunto del motor.

La caja de control está oculta para ver claramente los componentes.



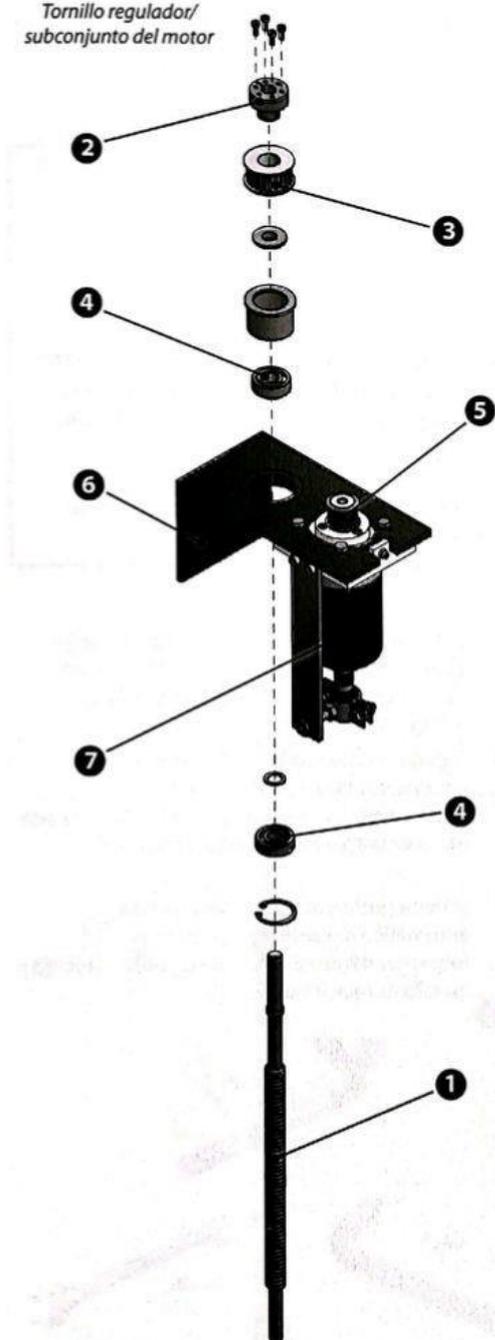
- 1 Tornillo regulador/subconjunto del motor
- 2 Módulo AHCHF capacitivo
- 3 Unidad de encendido automático del soplete
- 4 Tornillería de montaje de la ménsula interna del elevador

2. El tornillo regulador/subconjunto del motor **1** se puede retirar sacando cuatro tornillos de cabeza hueca M6x16 **4** con una llave hexagonal de 5 mm.
3. Si tiene problemas con el control de altura automático (o AHC), verifique el funcionamiento del módulo de la placa de alta frecuencia **2** y los cables relacionados.
4. Si tiene problemas con el encendido automático del soplete, verifique el funcionamiento del módulo de encendido **3** y los cables relacionados.



MANTENIMIENTO

Tornillo regulador/
subconjunto del motor



5. Retire el casquillo sin clavija **2** sacando cuatro tornillos de cabeza hueca M4x10 con una llave hexagonal de 3 mm. Enrosque dos tornillos de cabeza hueca en los orificios roscados en la parte superior del casquillo. Esto separará el casquillo del collarín.



6. Usando una presión estándar y la ilustración, retire y reemplace el tornillo regulador gastado **1**. Cuando presione el nuevo tornillo regulador, aplique la suficiente fuerza hasta que se alcance el punto.
7. Se recomienda que la polea del tornillo regulador **3**, los cojinetes de bola **4** y la polea del motor **5** sean reemplazados junto con el tornillo regulador antes de volver a armar el elevador. Para el desarmado de la polea del motor, consulte el siguiente procedimiento.

- 1** Tornillo regulador
- 2** Casquillo sin claveta
- 3** Polea del tornillo regulador
- 4** Cojinetes de bola del tornillo
- 5** Polea del motor
- 6** Ménsula interna del elevador
- 7** Subconjunto del motor/tacómetro

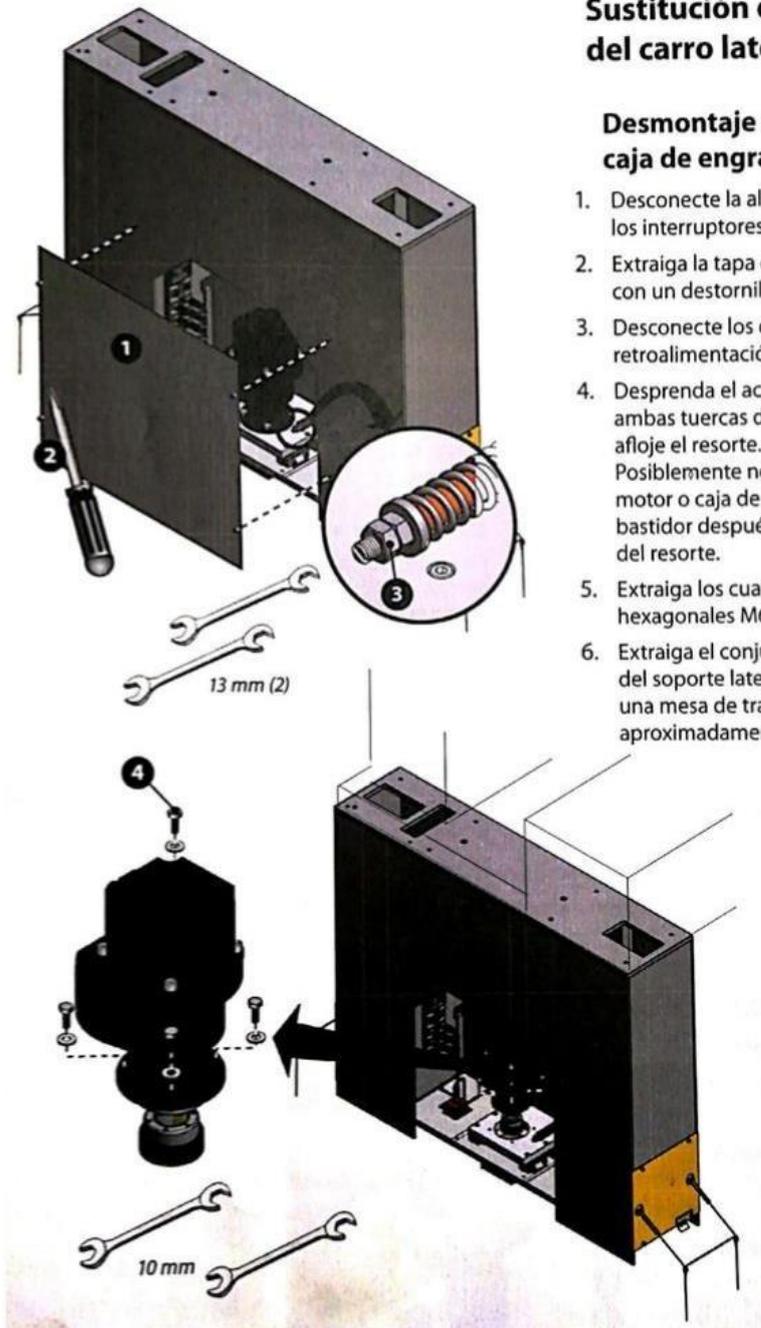
Anexo 18-E: Sustitución del piñón de ataque del carro lateral

MANTENIMIENTO

Sustitución del piñón de ataque del carro lateral

Desmontaje del conjunto motor o caja de engranajes

1. Desconecte la alimentación de la máquina y de los interruptores de bloqueo.
2. Extraiga la tapa del motor **1** del carro lateral con un destornillador de ranura **2**.
3. Desconecte los cables de alimentación y retroalimentación del motor.
4. Desprenda el accionamiento desenroscando ambas tuercas de tensión **3** hasta que se afloje el resorte. No gire la varilla roscada. Posiblemente necesite retirar el conjunto motor o caja de engranajes manualmente del bastidor después de haber aflojado la tensión del resorte.
5. Extraiga los cuatro pernos y arandelas hexagonales M6 de 20 mm **4**.
6. Extraiga el conjunto motor o caja de engranajes del soporte lateral móvil y colóquelo en una mesa de trabajo. Este conjunto pesa aproximadamente 7,4 kg (16,3 lb).



Anexo 18-F: Verificación del nivel de aceite refrigerante



10 Mantenimiento

10.11 Verificación de la Función de Apagado del Térmico de Protección

2. Emplee las teclas de desplazamiento para elegir el parámetro "off" y confirme con la tecla Enter.
3. Abra la válvula de corte del cliente' entre el equipo y la red de distribución de aire.

10.11 Verificación de la Función de Apagado del Térmico de Protección

El equipo se debe apagar si la temperatura final de compresión alcanza los 230° F.

- Haga revisar la función de apagado del térmico de protección por un representante de servicio KAESER autorizado.

10.12 Verificación del nivel de aceite refrigerante

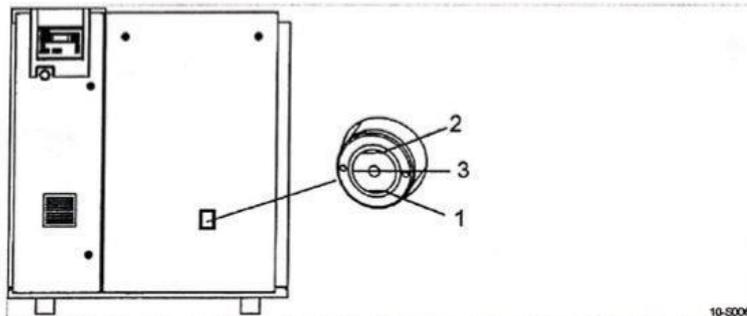
El nivel de aceite se puede verificar de forma segura a través de la mirilla de cristal. El indicador de aceite debe estar completamente lleno de aceite cuando el equipo esté en reposo. No se puede ver el nivel correcto de aceite.

Lo ideal es que el aceite se encuentre a la altura del óptimo nivel cuando el equipo esté operando.

Estado operativo	Nivel mínimo de aceite	Nivel máximo de aceite
CARGA		

40 Nivel permitido de aceite refrigerante en CARGA

El equipo ha estado operando por lo menos durante 5 minutos en CARGA.



26 Verificación del nivel de aceite refrigerante

- ① Nivel mínimo de aceite
- ② Nivel máximo de aceite
- ③ Nivel óptimo

- Verifique el nivel de aceite mientras el equipo opera en CARGA.

Vierta aceite hasta que el indicador señale el nivel mínimo.

Anexo 18-G: Limpieza del condensador e inspección del drenaje del condensado

Mantenimiento

KAESER
COMPRESORES

9.2.1 Controles generales

Se tendrá que controlar cada 2 o 3 meses el equipamiento eléctrico del secador refrigerativo. Averías comprobadas, tales como uniones sueltas y/o cables chamuscados, deberían eliminarse inmediatamente!

 **El aire comprimido y/o el gas refrigerativo que se fuguen del sistema puede ocasionar lesiones y averías en la instalación.**

Cada 2 o 3 meses habrá que la correcta operación de todos los conductos, todas las mangueras y tornillos y controlar si hay averías reconocibles por fuera. Eliminar inmediatamente daños comprobados!

 **El gas refrigerativo contenido en el sistema refrigerador no debe escaparse a la atmósfera. Al realizarse trabajos de mantenimiento en el sistema de refrigeración se tendrán que utilizar sistemas idóneos para la aspiración del gas refrigerativo. Se debe eliminar el gas refrigerativo inservible conforme a las instrucciones reglamentarias!**

9.2.2 Limpieza del condensador

Se tiene que efectuar una limpieza mensual del condensador.

- Desconectar el secador refrigerativo en el interruptor de encendido (1).
- Asegurar el interruptor (1) "para que no sea conectado por personal no autorizado" con un candado apropiado.
- Inyectar aire comprimido en diagonal; limpiando las láminas del sistema refrigerativo. Poner en marcha el secador refrigerativo ver capítulo 8.2.

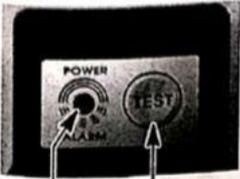
9.2.3 Inspección diaria del drenaje del condensado:

¡Atención! Si no sale ni condensado ni aire comprimido, hay que limpiar la salida de condensados ECO-DRAIN (ver capítulo 9.2.5).

Prueba visual, si, durante la fase de apertura del ECO-DRAIN sale condensado en la manguera de salida de condensados – temporalmente el indicador de control se apaga.

9.2.4 Inspección mensual de la salida del ECO-DRAIN:

Hay que efectuar mensualmente el control de operación de condensados accionando el botón de prueba en la placa del ECO-DRAIN. Al accionar el pulsador de prueba la válvula solenoide del ECO-DRAIN se abre



8 Estado operativo – LED (diodo luminoso)
9 Botón de prueba (drenaje de condensados)

ANEXO 19: Registro de mantenimiento correctivo

 SUBSISTEMAS (MECÁNICO, ELÉCTRICO)	FECHA		DETALLE DE FALLA	CASA O TERCERO	COSTO TOTAL (S/.)	HORAS HOMBRES PERDIDAS (H-H)
	GENERÓ	APERTURÓ				
Eléctrico y Electrónico	07/01/2022	07/01/2022	Monitor de pantalla	C	989,56	5
Neumático	10/01/2022	11/01/2022	Cambio de mangueras	C	978,46	8
Neumático	13/01/2022	13/01/2022	Refrigerante del compresor	C	1000	5
Eléctrico y Electrónico	04/02/2022	04/02/2022	Motor de accionamiento de las antorchas	C	320,8	4
Mecánico	10/02/2022	10/02/2022	Sistema mecánico	C	1456,87	7
Eléctrico y Electrónico	18/02/2022	18/02/2022	Modulo enfriador	C	113,45	2
Mecánico	10/03/2022	11/03/2022	Caja de engranes longitudinal	C	329	6
Neumático	15/03/2022	15/03/2022	Drenaje de gases condensados	C	1234,34	4
Eléctrico y Electrónico	27/03/2022	27/03/2022	Componentes electrónicos en la caja plasma	T	1546,45	5
Neumático	30/03/2022	30/03/2022	Fugas en válvulas	C	100,56	2
Refrigeración	07/04/2022	07/04/2022	Recirculador del refrigerante	C	2435,84	5
Electrónico y Eléctrico	16/04/2022	17/04/2022	Caja ANCON estación oxicorte	T	1324	10
Refrigeración	19/04/2022	20/04/2022	Bomba	C	3325,23	8

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

ANEXO 20: Registro de plan de capacitaciones

	JEFATURA DE DIVISION DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS: PLAN DE CAPACITACIÓN 2022						
TEMA/ASUNTO	MODALIDAD	CAPACITADOR	LUGAR	DURACIÓN	NÚMERO DE PARTICIPANTES	ÁREA	FECHA
Mantenimiento Productivo Total (pilares y herramientas a aplicar)	Presencial	Quesquén Polo Yadira	Aula de capacitación	2	13	Mant. Y Hab.	09/01/2022
Las 5'S y La Eficiencia General de los Equipos	Presencial	Quesquén Polo Yadira	Aula de capacitación	3	13	Mant. Y Hab.	14/01/2022
Mantenimiento autónomo de la máquina de corte automática	Presencial	Quesquén Polo Yadira	Aula de capacitación	2	13	Mant. Y Hab.	16/01/2022
Propuesta de un programa de mantenimiento planificado de la máquina de corte automática	Presencial	Quesquén Polo Yadira	Aula de capacitación	2	13	Mant. Y Hab.	21/01/2022
Corte por Plasma y Oxicorte	Presencial	Quesquén Polo Yadira	Aula de capacitación	3	13	Mant. Y Hab.	25/02/2022
Disponibilidad, rendimiento y calidad de equipos	Presencial	Quesquén Polo Yadira	Aula de capacitación	2	13	Mant. Y Hab.	25/03/2022
Tipos de averías y/o fallas	Presencial	Ingeniero	Aula de capacitación	3	13	Mant. Y Hab.	18/05/2022
Las seis grandes pérdidas	Presencial	Ingeniero	Aula de capacitación	3	13	Mant. Y Hab.	25/07/2022
Curso de actualización del uso de la máquina de corte automática	Presencial	Ingeniero	Aula de capacitación	3	13	Mant. Y Hab.	18/10/2022
FIRMA DEL JEFE DE MANTENIMIENTO:				FIRMA DEL JEFE ADMINISTRADOR TALLER:			
							

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

ANEXO 21: Registro de asistencia de capacitaciones

	FORMATO			CÓDIGO	S.M-G-15-07
	REGISTRO DE ASISTENCIA			VERSIÓN	1
				FECHA	20-11-2021
				PÁGINA	1 de 1
INSTITUCIÓN / EMPRESA:		SIMA S.A METAL MECÁNICA			
NOMBRE DEL EXPOSITOR		QUESQUEN POLO YADIRA			
ORGANIZADOR POR:					
Gerencia General		Gerencia Administrativa		<input checked="" type="checkbox"/>	Dep. Producción
SSOMA		Gerencia Comercial			Dep. Logística
LUGAR:	ÁREA DE CAPACITACIÓN	ÁREA		MANTENIMIENTO / HABILITADO	
FECHA:	09/01/2022	HORA DE INICIO:	4:00PM	HORA DE TÉRMINO	6:00 PM
TEMA:		MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL			
OBJETIVO DEL EVENTO					
DAR A CONOCER LA IMPORTANCIA Y EL CONCEPTO DEL TPM, LOS PILARES QUE LO CONFORMAN, ADEMÁS DE INFORMAR CUALES SE APLICARÁ Y DE QUE MANERA.					
TIPO DE EVENTO					
Charla inducción		Charla de seguridad		Curso especial	
Charla de 5 minutos		Capacitación		<input checked="" type="checkbox"/>	Otros
N°	CÓDIGO/DNI	APELLIDO Y NOMBRE	DEPARTAMENTO	FIRMA	NOTA
1	3521	Bacilio Cruz Feliz	MMMM		17
2	3518	Baltodano de la Cruz	MMMM		18
3	5107	García Aguilar William	MEMM		18
4	8928	García Serpa Enrique	MEMM		17
5	42843326	Marin Salgado Juan	Chofer		18
6	3538	Milla Reyes Pedro	MMMM		17
7	8925	Miranda Sáenz Carlos	MEMM		18
8	6279	Pérez Salinas Lucia	Administrativo		17
9	8948	Rebaza Diaz Luis	MEMM		18
10	5643	Sanchez Armando	JDMS		17
11	3527	Tapia Beltrán Ronald	MMMM		17
OBSERVACIONES:					
NINGUNA.					


 RESPONSABLE DE LA EXPOSICIÓN



FORMATO
REGISTRO DE ASISTENCIA

CÓDIGO	S.M-G-15-07
VERSIÓN	1
FECHA	20-11-2021
PÁGINA	1 de 1

INSTITUCIÓN / EMPRESA:		SIMA S.A METAL MECÁNICA			
NOMBRE DEL EXPOSITOR		QUESQUEN POLO YADIRA			
ORGANIZADOR POR:					
Gerencia General		Gerencia Administrativa		<input checked="" type="checkbox"/> Dep. Producción	
SSOMA		Gerencia Comercial		Dep. Logística	
LUGAR:	AULA DE CAPACITACION	ÁREA		MANTENIMIENTO / HABILITADO	
FECHA:	14/01/2022	HORA DE INICIO:	4:00 pm	HORA DE TÉRMINO	7:00 pm
TEMA:	LAS 5'S Y LA EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS				
OBJETIVO DEL EVENTO					
DAR A CONOCER LA IMPORTANCIA DE CUMPLIR LA METODOLOGÍA 5'S COMO PARTE DEL PILAR MANT. AUTÓNOMO, CON EL FIN DE QUE SE GENERE UN HABITO. ASIMISMO, TRATAR SOBRE EL OEE					
TIPO DE EVENTO					
Charla inducción		Charla de seguridad		Curso especial	
Charla de 5 minutos		Capacitación		<input checked="" type="checkbox"/> Otros	
N°	CÓDIGO/DNI	APELLIDO Y NOMBRE	DEPARTAMENTO	FIRMA	NOTA
1	3521	Bacilio Cruz Feliz	MMMM		18
2	3518	Baltodano de la Cruz	MMMM		17
3	5107	García Aguilar William	MEMM		18
4	8928	García Serpa Enrique	MEMM		17
5	42843326	Marin Salgado Juan	Chofer	—	—
6	3538	Milla Reyes Pedro	MMMM		18
7	8925	Miranda Sáenz Carlos	MEMM		19
8	6279	Pérez Salinas Lucia	Admnistrativo		17
9	8948	Rebaza Diaz Luis	MEMM		17
10	5643	Sanchez Armando	JDMS		17
11	3527	Tapia Beltrán Ronald	MMMM		17
OBSERVACIONES:					
MARIN SALGADO NO SE ENCONTRABA PRESENTE (PERMISO)					

RESPONSABLE DE LA EXPOSICIÓN



FORMATO
REGISTRO DE ASISTENCIA

CÓDIGO S.M-G-15-07
VERSIÓN 1
FECHA 20-11-2021
PÁGINA 1 de 1

INSTITUCIÓN / EMPRESA:		SIMA S.A METAL MECÁNICA			
NOMBRE DEL EXPOSITOR		QUESQUEN POLO YADIRA			
ORGANIZADOR POR:					
Gerencia General		Gerencia Administrativa		<input checked="" type="checkbox"/> Dep. Producción	
SSOMA		Gerencia Comercial		Dep. Logística	
LUGAR:	AULA DE CAPACITACIÓN	ÁREA		MANTENIMIENTO / HABILITADO	
FECHA:	16/01/2022	HORA DE INICIO:	4:00 PM	HORA DE TÉRMINO	6:00 PM
TEMA:	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DE LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA				
OBJETIVO DEL EVENTO					
BRINDAR INFORMACIÓN NECESARIA SOBRE LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA A TRAVÉS DE LA FICHA TÉCNICA Y ACERCA DE QUE ACTIVIDADES DE MANT. AUTÓNOMO SE PUEDEN REALIZAR DIARIO O SEMANALMENTE.					
TIPO DE EVENTO					
Charla inducción		Charla de seguridad		Curso especial	
Charla de 5 minutos		Capacitación		<input checked="" type="checkbox"/> Otros	
N°	CÓDIGO/DNI	APELLIDO Y NOMBRE	DEPARTAMENTO	FIRMA	NOTA
1	3521	Bacilio Cruz Feliz	MMMM	<i>[Signature]</i>	19
2	3518	Baltodano de la Cruz	MMMM	<i>[Signature]</i>	18
3	5107	García Aguilar William	MEMM	<i>[Signature]</i>	18
4	8928	García Serpa Enrique	MEMM	<i>[Signature]</i>	17
5	42843326	Marin Salgado Juan	Chofer	<i>[Signature]</i>	18
6	3538	Milla Reyes Pedro	MMMM	—	—
7	8925	Miranda Sáenz Carlos	MEMM	<i>[Signature]</i>	17
8	6279	Pérez Salinas Lucia	Administrativo	<i>[Signature]</i>	17
9	8948	Rebaza Diaz Luis	MEMM	<i>[Signature]</i>	18
10	5643	Sanchez Armando	JDMS	<i>[Signature]</i>	19
11	3527	Tapia Beltrán Ronald	MMMM	—	—
OBSERVACIONES:					
MILLA Y TAPIA SE ENCONTRABAN REALIZANDO LABORES DE SUMA IMPORTANCIA					

RESPONSABLE DE LA EXPOSICIÓN



FORMATO
REGISTRO DE ASISTENCIA

CÓDIGO S.M-G-15-07
VERSIÓN 1
FECHA 20-11-2021
PÁGINA 1 de 1

INSTITUCIÓN / EMPRESA:		SIMA S.A METAL MECÁNICA			
NOMBRE DEL EXPOSITOR		QUESQUEN POLO YADIRA			
ORGANIZADOR POR:					
Gerencia General		Gerencia Administrativa		<input checked="" type="checkbox"/> Dep. Producción	
SSOMA		Gerencia Comercial		<input type="checkbox"/> Dep. Logística	
LUGAR:	AULA DE CAPACITACIÓN	ÁREA		MANTENIMIENTO / HABILITADO.	
FECHA:	21/01/2022	HORA DE INICIO:	4:00 pm	HORA DE TÉRMINO	6:00 pm
TEMA:	PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANT. PLANIFICADO DE LA MAQUINA DEC.				
OBJETIVO DEL EVENTO					
DAR A CONOCER EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO PARA LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA EN EL PERIODO 2022.					
TIPO DE EVENTO					
Charla inducción		Charla de seguridad		Curso especial	
Charla de 5 minutos		Capacitación		<input checked="" type="checkbox"/> Otros	
N°	CÓDIGO/DNI	APELLIDO Y NOMBRE	DEPARTAMENTO	FIRMA	NOTA
1	3521	Bacilio Cruz Feliz	MMMM	<i>hm</i>	17
2	3518	Baltodano de la Cruz	MMMM	<i>tuaz</i>	18
3	5107	García Aguilar William	MEMM	<i>Walter</i>	17
4	8928	García Serpa Enrique	MEMM	<i>E</i>	18
5	42843326	Marin Salgado Juan	Chofer	<i>Juan</i>	17
6	3538	Milla Reyes Pedro	MMMM	<i>Pedro</i>	17
7	8925	Miranda Sáenz Carlos	MEMM	<i>Caro</i>	18
8	6279	Pérez Salinas Lucia	Admnistrativo	<i>Lucy</i>	17
9	8948	Rebaza Diaz Luis	MEMM	<i>L</i>	17
10	5643	Sanchez Armando	JDMS	<i>AW</i>	18
11	3527	Tapia Beltrán Ronald	MMMM	<i>R</i>	18
OBSERVACIONES:					
NINGUNA					

RESPONSABLE DE LA EXPOSICIÓN



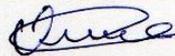
FORMATO
REGISTRO DE ASISTENCIA

CÓDIGO	S.M-G-15-07
VERSIÓN	1
FECHA	20-11-2021
PÁGINA	1 de 1

INSTITUCIÓN / EMPRESA:		SIMA S.A METAL MECÁNICA			
NOMBRE DEL EXPOSITOR		QUESQUEN POLO YADIRA			
ORGANIZADOR POR:					
Gerencia General		Gerencia Administrativa		<input checked="" type="checkbox"/> Dep. Producción	
SSOMA		Gerencia Comercial		Dep. Logística	
LUGAR:	AULA DE CAPACITACIÓN	ÁREA		MANTENIMIENTO / HABITADO.	
FECHA:	25/02/2022	HORA DE INICIO:	4:00 PM	HORA DE TÉRMINO	7:00 PM
TEMA:	CORTE POR PLASMA Y OXICORTE				
OBJETIVO DEL EVENTO					
BRINDAR INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE LOS TIPOS DE CORTE QUE REALIZA LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA, LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS TIPOS DE CORTE Y EN QUE SITUACIÓN SE REQUIERE CADA TIPO.					
TIPO DE EVENTO					
Charla inducción		Charla de seguridad		Curso especial	
Charla de 5 minutos		Capacitación		<input checked="" type="checkbox"/> Otros	
N°	CÓDIGO/DNI	APELLIDO Y NOMBRE	DEPARTAMENTO	EIRMA	NOTA
1	3521	Bacilio Cruz Feliz	MMMM	<i>Lu</i>	17
2	3518	Baltodano de la Cruz	MMMM	—	—
3	5107	García Aguilar William	MEMM	<i>William</i>	17
4	8928	García Serpa Enrique	MEMM	<i>Enrique</i>	17
5	42843326	Marin Salgado Juan	Chofer	<i>Juan</i>	17
6	3538	Milla Reyes Pedro	MMMM	<i>Pedro</i>	18
7	8925	Miranda Sáenz Carlos	MEMM	<i>Carlos</i>	18
8	6279	Pérez Salinas Lucia	Administrativo	<i>Lucia</i>	17
9	8948	Rebaza Diaz Luis	MEMM	<i>R</i>	18
10	5643	Sanchez Armando	JDMS	<i>Armando</i>	18
11	3527	Tapia Beltrán Ronald	MMMM	<i>Ronald</i>	17
OBSERVACIONES:					
BALTODANO NO ESTUVO EN LA CAPACITACIÓN.					

RESPONSABLE DE LA EXPOSICIÓN

	FORMATO REGISTRO DE ASISTENCIA		CÓDIGO	S.M-G-15-07		
			VERSIÓN	1		
			FECHA	20-11-2021		
			PÁGINA	1 de 1		
INSTITUCIÓN / EMPRESA:		SIMA S.A METAL MECÁNICA				
NOMBRE DEL EXPOSITOR		QUESQUEN POLO YADIRA				
ORGANIZADOR POR:						
Gerencia General		Gerencia Administrativa		<input checked="" type="checkbox"/>	Dep. Producción	
SSOMA		Gerencia Comercial			Dep. Logística	
LUGAR:	ÁREA DE / CAPACITACION	ÁREA		MANTENIMIENTO / HABITADO		
FECHA:	25/03/2022	HORA DE INICIO:	4:00 PM	HORA DE TÉRMINO	6:00 PM	
TEMA:	DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE EQUIPOS					
OBJETIVO DEL EVENTO						
DAR A CONOCER SOBRE LOS 3 INDICADORES DEL OEE, CONCEPTO DE CADA UNO Y COMO HALLARLO (FORMULA)						
TIPO DE EVENTO						
Charla inducción		Charla de seguridad			Curso especial	
Charla de 5 minutos		Capacitación		<input checked="" type="checkbox"/>	Otros	
N°	CÓDIGO/DNI	APELLIDO Y NOMBRE	DEPARTAMENTO	FIRMA	NOTA	
1	3521	Bacilio Cruz Feliz	MMMM	<i>[Signature]</i>	18	
2	3518	Baltodano de la Cruz	MMMM	<i>[Signature]</i>	17	
3	5107	García Aguilar William	MEMM	<i>[Signature]</i>	18	
4	8928	García Serpa Enrique	MEMM	<i>[Signature]</i>	18	
5	42843326	Marin Salgado Juan	Chofer	<i>[Signature]</i>	17	
6	3538	Milla Reyes Pedro	MMMM	<i>[Signature]</i>	—	
7	8925	Miranda Sáenz Carlos	MEMM	<i>[Signature]</i>	17	
8	6279	Pérez Salinas Lucia	Administrativo	—	—	
9	8948	Rebaza Diaz Luis	MEMM	<i>[Signature]</i>	18	
10	5643	Sanchez Armando	JDMS	<i>[Signature]</i>	17	
11	3527	Tapia Beltrán Ronald	MMMM	—	—	
OBSERVACIONES:						
NO ESTUVERON PRESENTES TRES OPERARIOS.						


 RESPONSABLE DE LA EXPOSICIÓN

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

Anexo 22-A: Producción diaria de la máquina de corte automática (Preprueba)

SEPTIEMBRE						
		01/09/2021	02/09/2021	03/09/2021	04/09/2021	05/09/2021
		80	20	55	72	48
06/09/2021	07/09/2021	08/09/2021	09/09/2021	10/09/2021	11/09/2021	12/09/2021
60	26		56	55	15	10
13/09/2021	14/09/2021	15/09/2021	16/09/2021	17/09/2021	18/09/2021	19/09/2021
47	59	26	17	20	30	40
20/09/2021	21/09/2021	22/09/2021	23/09/2021	20/01/1900	25/09/2021	26/09/2021
42	70	32		20	45	49
27/09/2021	28/09/2021	29/09/2021	30/09/2021			
30	70	44	55			

OCTUBRE						
				01/10/2021	02/10/2021	03/10/2021
				78	56	47
04/10/2021	05/10/2021	06/10/2021	07/10/2021	08/10/2021	09/10/2021	10/10/2021
35	60	72	15	49	75	25
11/10/2021	12/10/2021	13/10/2021	14/10/2021	15/10/2021	16/10/2021	17/10/2021
40	59	48	56	76	80	50
18/10/2021	19/10/2021	20/10/2021	21/10/2021	22/10/2021	23/10/2021	24/10/2021
56	57	47	46	40	31	49
25/10/2021	26/10/2021	27/10/2021	28/10/2021	29/10/2021	30/10/2021	31/10/2021
37	40	64	50	52	43	40

NOVIEMBRE						
01/11/2021	02/11/2021	03/11/2021	04/11/2021	05/11/2021	06/11/2021	07/11/2021
59	40	50	50	50	12	60
08/11/2021	09/11/2021	10/11/2021	11/11/2021	12/11/2021	13/11/2021	14/11/2021
24	68	33	55	51	43	70
15/11/2021	16/11/2021	17/11/2021	18/11/2021	19/11/2021	20/11/2021	21/11/2021
35	33	49	50	30	29	13
22/11/2021	23/11/2021	24/11/2021	25/11/2021	26/11/2021	27/11/2021	28/11/2021
50	49	39	13	42	44	20
29/11/2021	30/11/2021					
29	34					

DICIEMBRE						
		01/12/2021	02/12/2021	03/12/2021	04/12/2021	05/12/2021
				70	84	67
06/12/2021	07/12/2021	08/12/2021	09/12/2021	10/12/2021	11/12/2021	12/12/2021
55	13	78	67		55	58
13/12/2021	14/12/2021	15/12/2021	16/12/2021	17/12/2021	18/12/2021	19/12/2021
49	63	41	33	30	39	18
20/12/2021	21/12/2021	22/12/2021	23/12/2021	24/12/2021	25/12/2021	26/12/2021
60		61	63	58	43	73
27/12/2021	28/12/2021	29/12/2021	30/12/2021	31/12/2021		
60	42	50	49			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22-B: Producción diaria de la máquina de corte automática (Posprueba)

ENERO						
					01/01/2022	02/01/2022
					70	85
03/01/2022	04/01/2022	05/01/2022	06/01/2022	07/01/2022	08/01/2022	09/01/2022
66	65	78	65	35	42	
10/01/2022	11/01/2022	12/01/2022	13/01/2022	14/01/2022	15/01/2022	16/01/2022
32	27	59	35	22	58	67
17/01/2022	18/01/2022	19/01/2022	20/01/2022	21/01/2022	22/01/2022	23/01/2022
74	67	78	59	65	66	29
24/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	27/01/2022	28/01/2022	29/01/2022	30/01/2022
58	75	45	54	50	66	89
31/01/2022						
80						

FEBRERO						
	01/02/2022	02/02/2022	03/02/2022	04/02/2022	05/02/2022	06/02/2022
	66	89	80	55	60	
07/02/2022	08/02/2022	09/02/2022	10/02/2022	11/02/2022	12/02/2022	13/02/2022
75	70	88	55	40	85	82
14/02/2022	15/02/2022	16/02/2022	17/02/2022	18/02/2022	19/02/2022	20/02/2022
61	56	45	70	40	44	70
21/02/2022	22/02/2022	23/02/2022	24/02/2022	25/02/2022	26/02/2022	27/02/2022
90	77	80	63	43	46	78
28/02/2022						
70						

MARZO						
	01/03/2022	02/03/2022	03/03/2022	04/03/2022	05/03/2022	06/03/2022
	80	89	77	45	55	20
07/03/2022	08/03/2022	09/03/2022	10/03/2022	11/03/2022	12/03/2022	13/03/2022
69	65	63	49	78	30	45
14/03/2022	15/03/2022	16/03/2022	17/03/2022	18/03/2022	19/03/2022	20/03/2022
77	49	67	88	70	67	77
21/03/2022	22/03/2022	23/03/2022	24/03/2022	25/03/2022	26/03/2022	27/03/2022
85	87	70	30	59	78	55
28/03/2022	29/03/2022	30/03/2022	31/03/2022			
70	80	40	30			

ABRIL						
				01/04/2022	02/04/2022	03/04/2022
				20	70	
04/04/2022	05/04/2022	06/04/2022	07/04/2022	08/04/2022	09/04/2022	10/04/2022
45	49	55	89	67	60	80
11/04/2022	12/04/2022	13/04/2022	14/04/2022	15/04/2022	16/04/2022	17/04/2022
75	87	90	88	79	82	
18/04/2022	19/04/2022	20/04/2022	21/04/2022	22/04/2022	23/04/2022	24/04/2022
79	88	67	76	77	80	59
25/04/2022	26/04/2022	27/04/2022	28/04/2022	29/04/2022	30/04/2022	
76	56	59	60	64	70	

Fuente: Elaboración propia

COLOR	SIGNIFICADO
	AVERIAS
	SOLUCION DE LA AVERIA
	FACTOR CLIMATICO
	FALTA DE ENERGIA
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO 23-A: Registro de evaluación de los factores OEE (preprueba)

	MAQUINA: Máquina de corte automática CNC ESAB Suprax										EVALUACION DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL			
	TIEMPOS							PRODUCCION			FACTORES			
SEMANAS	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO	TOTAL DE PARADAS PLANIFICADAS	TIEMPO PLANIFICADO DE PRODUCCION (TPO)	PARADAS NO PROGRAMADAS	TIEMPO DE OPERACIÓN(TO)	CAPACIDAD NOMINAL	TIEMPO DE CICLO IDEAL	UNIDADES CONFORMES	UNIDADES DEFECTUOSAS	TOTAL DE UNIDADES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
1	154	13	141	48	93	4,45	0,22	359	2	361	66%	87%	99%	57%
2	154	0	154	45	109	7,03	0,14	240	2	242	71%	32%	99%	22%
3	154	0	154	56	98	4,45	0,22	243	2	245	64%	56%	99%	35%
4	154	0	154	38	116	7,02	0,14	244	2	246	75%	30%	99%	23%
5	44	0	44	8	36	4,45	0,22	97	2	99	82%	62%	98%	49%
6	154	13	141	37	104	7,02	0,14	362	1	363	74%	50%	100%	37%
7	154	0	154	35	119	4,45	0,22	350	2	352	77%	66%	99%	51%
8	154	0	154	32	122	4,45	0,22	409	3	412	79%	76%	99%	60%
9	154	0	154	36	118	4,45	0,22	309	2	311	77%	59%	99%	45%
10	66	0	66	28	38	7,03	0,14	133	2	135	58%	51%	99%	29%
11	154	0	154	28	126	7,02	0,14	319	2	321	82%	36%	99%	30%
12	154	0	154	44	110	7,02	0,14	342	2	344	71%	45%	99%	32%
13	154	0	154	41	113	4,45	0,22	236	3	239	73%	47%	99%	34%
14	154	0	154	33	121	7,03	0,14	257	0	257	79%	30%	100%	24%
15	44	0	44	8	36	2,28	0,44	62	1	63	82%	77%	98%	62%
16	154	31	123	28	95	4,45	0,22	286	3	289	77%	68%	99%	52%
17	154	19	135	36	99	4,45	0,22	368	2	370	73%	84%	99%	61%
18	154	14	140	40	100	11,08	0,09	220	1	221	71%	20%	100%	14%
19	154	15	139	28	111	4,45	0,22	398	2	400	80%	81%	100%	64%
20	66	22	44	33	11	11,08	0,09	99	0	99	25%	81%	100%	20%
PROMEDIO											72%	57%	99%	40%

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA

ANEXO 23-B: Registro de evaluación de los factores OEE (posprueba)

	MAQUINA: Máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex								EVALUACION DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL					
	TIEMPOS							PRODUCCION			FACTORES			
SEMANAS	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO	TOTAL DE PARADAS PLANIFICADAS	TIEMPO PLANIFICADO DE PRODUCCION (TPO)	PARADAS NO PROGRAMADAS	TIEMPO DE OPERACIÓN(TO)	CAPACIDAD NOMINAL	TIEMPO DE CICLO IDEAL	UNIDADES CONFORMES	UNIDADES DEFECTUOSAS	TOTAL DE UNIDADES	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
1	154	0	154	21	133	4,45	0,22	463	1	464	86%	78%	100%	67%
2	154	21	133	39	94	7,03	0,14	215	2	217	71%	33%	99%	23%
3	154	0	154	21	133	4,45	0,22	468	0	468	86%	79%	100%	68%
4	154	19,5	134,5	22	113	7,02	0,14	443	0	443	84%	56%	100%	47%
5	66	0	66	9	57	4,45	0,22	235	0	235	86%	93%	100%	80%
6	154	43	111	25	86	7,02	0,14	425	0	425	77%	70%	100%	55%
7	154	7	147	28	119	7,02	0,14	480	1	481	81%	58%	100%	47%
8	154	2	152	24	128	4,45	0,22	415	0	415	84%	73%	100%	61%
9	154	19,5	134,5	21	114	7,02	0,14	457	0	457	84%	57%	100%	48%
10	154	42	112	21	91	7,03	0,14	435	0	435	81%	68%	100%	55%
11	154	14,5	139,5	27	113	7,02	0,14	406	1	407	81%	52%	100%	41%
12	154	0	154	25	129	7,02	0,14	503	0	503	84%	56%	100%	47%
13	154	0	154	26	128	4,45	0,22	448	1	449	83%	79%	100%	65%
14	66	0	66	11	55	7,03	0,14	149	1	150	83%	39%	99%	32%
15	154	51	103	41	62	7,03	0,14	328	0	328	60%	75%	100%	45%
16	154	0	154	26	128	4,45	0,22	547	0	547	83%	96%	100%	80%
17	154	21,5	132,5	39	94	7,02	0,14	471	0	471	71%	72%	100%	51%
18	154	0	154	21	133	4,45	0,22	467	0	467	86%	79%	100%	68%
19	44	0	44	21	23	7,03	0,14	134	0	134	52%	83%	100%	43%
20	154	0	154	21	133	4,45	0,22	493	1	494	86%	83%	100%	72%
PROMEDIO											80%	69%	100%	55%

Fuente: Elaboración propia / Reportes del área de jefatura de división de mantenimiento y servicios de SIMA.

ANEXO 24: Resultados de SPSS

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia general inicial	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Eficiencia general final	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Descriptivos

			Estadístico	Error típ.
Eficiencia general inicial	Media		,4005	,03577
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,3256	
		Límite superior	,4754	
	Media recortada al 5%		,4017	
	Mediana		,3600	
	Varianza		,026	
	Desv. típ.		,15995	
	Mínimo		,14	
	Máximo		,64	
	Rango		,50	
	Amplitud intercuartil		,31	
	Asimetría		,089	,512
	Curtosis		-1,390	,992
	Eficiencia general final	Media		,5475
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	,4762	
		Límite superior	,6188	
Media recortada al 5%			,5511	
Mediana			,5300	
Varianza			,023	
Desv. típ.			,15228	
Mínimo			,23	
Máximo			,80	
Rango			,57	
Amplitud intercuartil			,22	
Asimetría			-,092	,512
Curtosis			-,370	,992

Gráfico Q-Q normal de Eficiencia general final

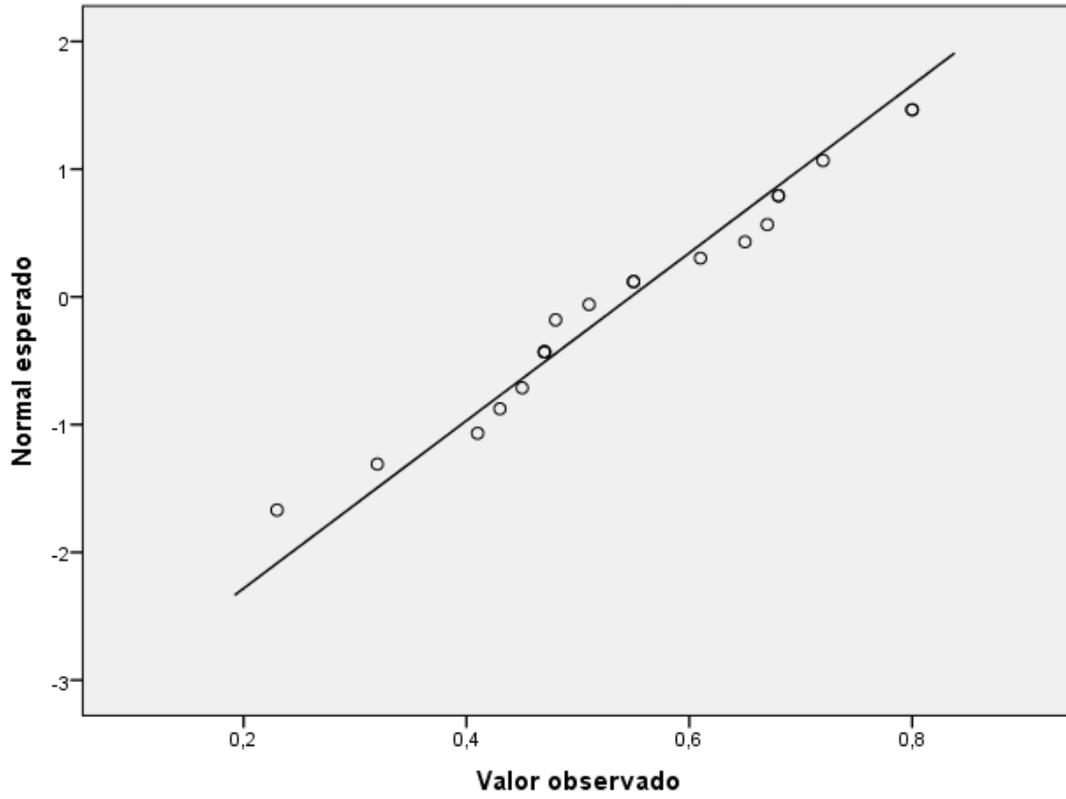


Gráfico Q-Q normal de Eficiencia general inicial

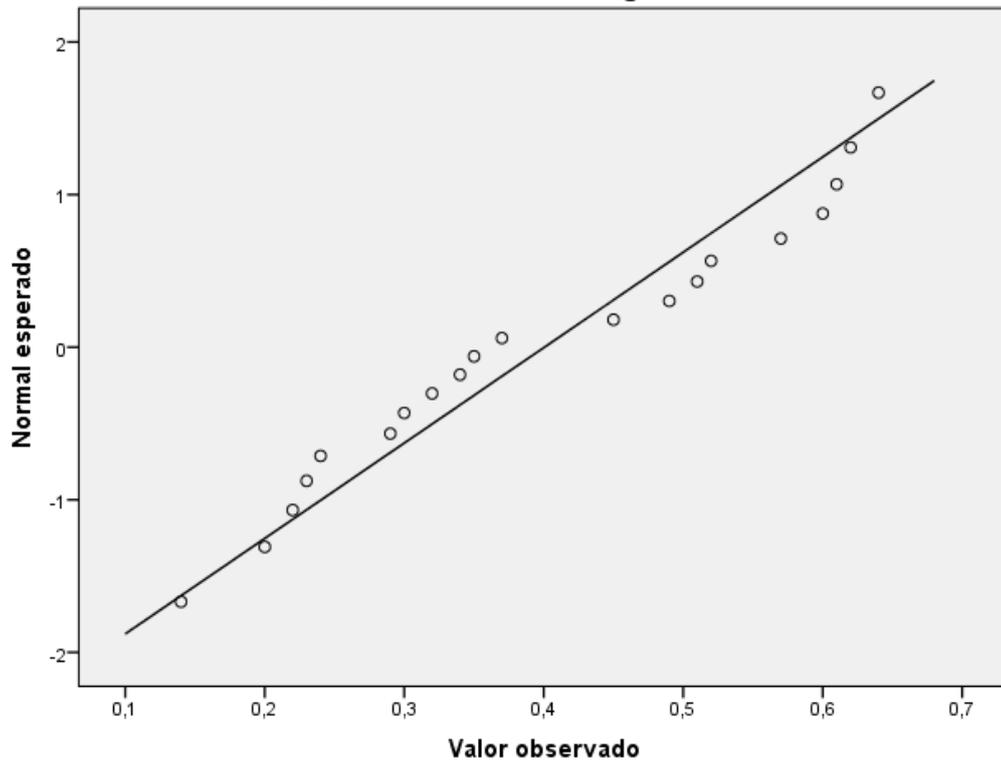


Gráfico Q-Q normal sin tendencias de Eficiencia general inicial

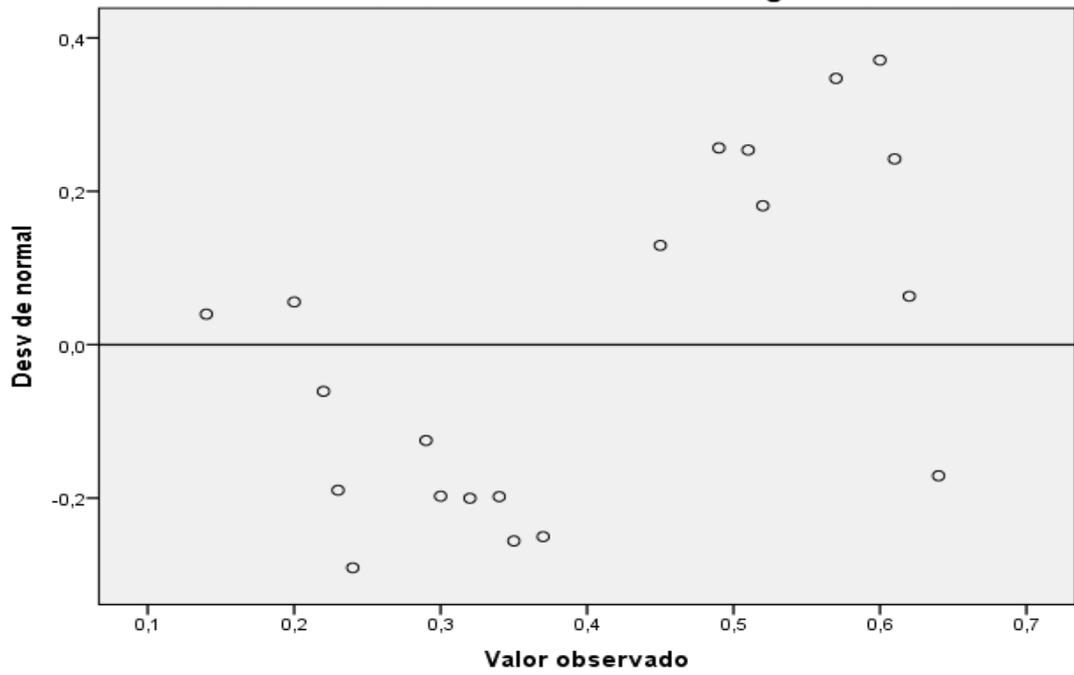
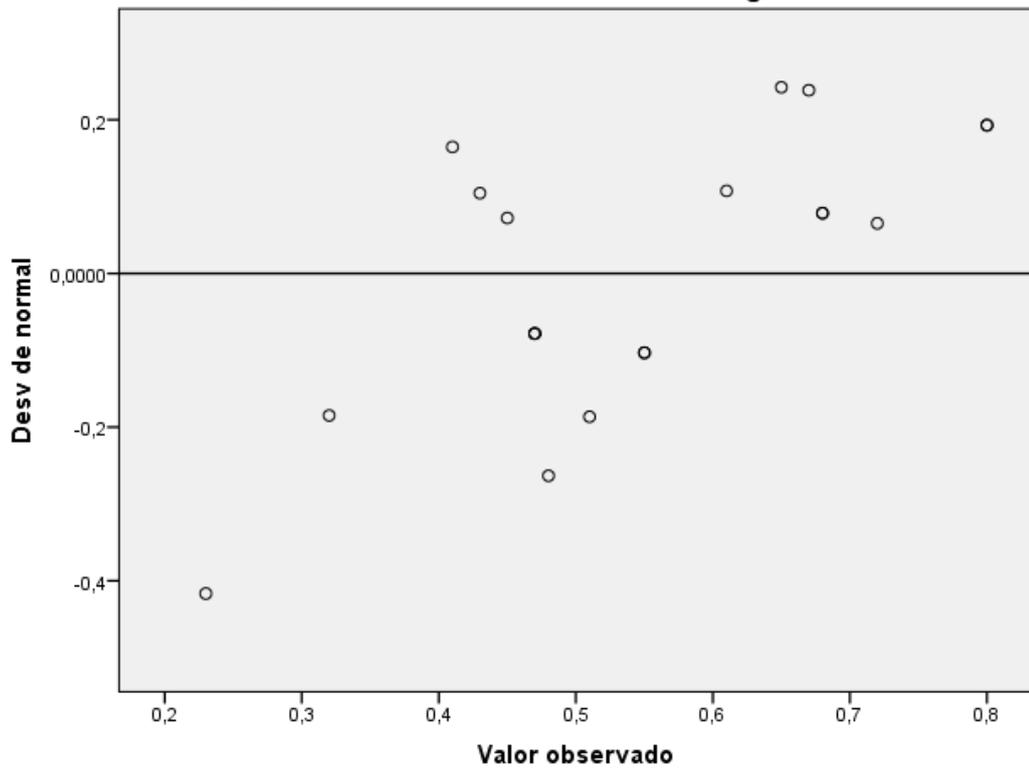


Gráfico Q-Q normal sin tendencias de Eficiencia general final



Prueba T

Estadísticos de muestras relacionadas

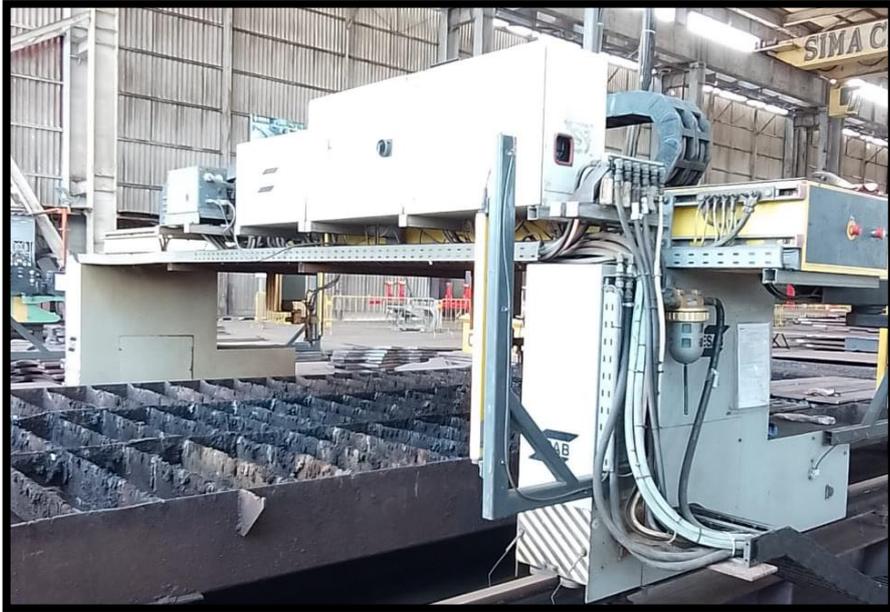
	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1 Eficiencia general inicial	,4005	20	,15995	,03577
Eficiencia general final	,5475	20	,15228	,03405

Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Eficiencia general inicial y Eficiencia general final	20	,133	,576

Anexo 25: Evidencia fotográfica de la máquina de corte automática CNC ESAB Suprarex









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHUCUYA HUALLPACHOQUE ROBERTO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA EFICIENCIA GENERAL DE LA MÁQUINA DE CORTE AUTOMÁTICA EN SIMA METAL MECÁNICA, CHIMBOTE-2021", cuyos autores son REGALADO LUNA FREDERICK XAVIER, QUESQUEN POLO YADIRA VANESSA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 15 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHUCUYA HUALLPACHOQUE ROBERTO CARLOS DNI: 40149444 ORCID 0000-0001-9175-5545	Firmado digitalmente por: RCHUCUYAH el 18-07- 2022 04:03:18

Código documento Trilce: TRI - 0346627