



UPA Universidad
Politécnica Amazónica

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

TESIS

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5s para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA MECÁNICA**

AUTORA

Bach. Lesly Esmeralda Chávez Farroñán

ORCID: 0000-0002-5367-2308

ASESOR

Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

ORCID: 0000-0002-9018-9569

Registro: UPA-PITIM009

Bagua Grande – Perú

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mi padre, Enrique, que guía mis pasos desde muy pequeña y que me ha demostrado la fortaleza que puede tener uno como persona, además me enseñó con fe, humildad, respeto y perseverancia que se puede hacer realidad nuestros propósitos y metas; a mi sobrino Shian, que es mi principal motivación y es como un hijo para mí; y a mis hermanos Nelson y Lady, que me transmiten las ganas para ser mejor cada día y poder darles un buen ejemplo. A mis dos madres Rosa y Marivel por brindarme el incondicional apoyo en todo momento, que con su amor y sabiduría me han encaminado por el sendero correcto que es Dios.

Lesly

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios ya que sin la bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso.

A mi asesor Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez, que gracias a su conocimiento y orientación pude concluir con éxito. A la Universidad Politécnica Amazónica y a los docentes que fueron parte de mi formación profesional. A Miguel Saavedra Jefe de Planeamiento y Control de la Producción de la empresa Budge SAC., por su apoyo incondicional.

La autora

Autoridades universitarias

Rector : Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán.
Coordinador de Escuela : Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

Visto bueno del asesor

Yo, Eduar Jamis Mejía Vásquez, Docente y Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica Amazónica, dejo constancia de haber asesorado a la tesista Lesly Esmeralda Chávez Farroñán, en su tesis titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC - Callao”. Asimismo, dejo constancia que se ha levantado las observaciones señaladas en las revisiones previas a esta presentación.

Por lo indicado, doy fe y visto bueno.

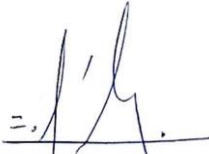
Bagua Grande, 21 de febrero del 2023



Ing. Eduar Jamis Mejía Vásquez

Asesor

Jurado evaluador



Dr. Ever Salomé Lázaro Bazán
Presidente Jurado Evaluador



Mg. Ing. Jaime Odar Honorio Acosta
Secretario Jurado Evaluador



Mg. Ing. Emilio Periche Chunga
Vocal Jurado Evaluador

Declaración jurada de no plagio

Yo, Lesly Esmeralda Chávez Farroñán, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy la autora de la Tesis titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC - Callao”.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.
6. Se ha respetado las consideraciones éticas en la investigación.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda la responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir todas las cargas pecuniarias que pudiera derivarse para la Universidad Politécnica Amazónica en favor de terceros por motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del cumplimiento de lo declarado, y que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias o sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Bagua Grande, 21 de febrero del 2023



Bach. Lesly E. Chávez Farroñán

DNI 76751803

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Autoridades universitarias.....	iv
Visto bueno del asesor.....	v
Jurado evaluador	vi
Declaración jurada de no plagio.....	vii
Índice.....	viii
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
I. Introducción	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificaciones del problema	3
1.3.1. Justificación científica.....	3
1.3.2. Justificación económica	4
1.3.3. Justificación social	4
1.3.4. Justificación ambiental.....	4
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos.....	5
II. Marco teórico.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6

2.1.1. A nivel internacional	6
2.1.2. A nivel nacional.....	7
2.1.3. A nivel regional o local	8
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Plan de mantenimiento	9
2.2.2. Sistemas de gestión del mantenimiento.....	9
2.2.3. Diseño del plan de mantenimiento	9
2.2.4. Tipos de mantenimiento	10
2.2.5. Mantenimiento preventivo.....	10
2.2.6. Actividades del mantenimiento preventivo	10
2.2.7. Indicadores de gestión de mantenimiento	10
2.2.8. Análisis de criticidad de los equipos	11
2.2.9. Matriz de criticidad cualitativa de riesgo	13
2.2.10. Factores ponderados de cada criterio.....	13
2.2.11. Definición de las 5S.....	16
2.2.12. Implementación de la 5S	17
2.2.13. Ventajas de las 5S.....	18
2.2.14. Importancia del método 5S.....	18
2.2.15. Procedimiento de la implementación de las 5S.....	18
2.2.16. Trabajo estandarizado.....	19
2.3. Definición de términos	20
III. Materiales y métodos.....	22
3.1. Diseño de investigación.....	22
3.2. Población, muestra y muestreo	22
3.3. Determinación de variables	22
3.4. Fuentes de información	24
3.5. Métodos	24

3.6. Técnicas e instrumentos	24
3.7. Procedimiento.....	25
3.7.1. Localización geográfica del área de estudio	25
3.7.2. Diseño y metodología utilizada.....	26
3.8. Análisis estadístico.....	27
3.9. Consideraciones éticas	27
IV. Resultados	28
4.1. Análisis del estado actual en el área de maquinado	28
4.1.1. Descripción de la empresa.....	28
4.1.2. Descripción del área de maquinado	29
4.1.3. Descripción de los equipos.....	32
4.1.4. Tiempos de operación, inoperatividad y fallas de los equipos.....	33
4.1.5. Determinación de los indicadores de gestión de mantenimiento	33
4.2. Determinación de las actividades de mantenimiento en el área de maquinado	37
4.2.1. Modos de fallas en los equipos	37
4.2.2. Cronograma de mantenimiento	40
4.3. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S	40
4.3.1. Fase 1: Planificación preliminar.....	40
4.3.2. Fase 2: Hacer.....	46
4.3.3. Fase 3: Verificar	53
4.3.4. Fase 4: Actuar.....	54
4.4. Evaluación económica del proyecto.....	56
4.4.1. Costos del plan de mantenimiento	56
4.4.2. Costos de implementación de la metodología 5S.....	56
4.4.3. Flujo de caja	57
V. Discusión	63
Conclusiones	65

Recomendaciones	66
Referencias bibliográficas	67
Anexos.....	72

Índice de tablas

Tabla 1	Tabla de criticidad.....	12
Tabla 2	Impacto Operacional (Escala 1-10).....	14
Tabla 3	Impacto por Flexibilidad Operacional (Escala 1-4)	14
Tabla 4	Impacto en Costes de Mantenimiento (Escala 1-20).....	14
Tabla 5	Impacto de Seguridad Ambiental (Escala 0-40)	15
Tabla 6	Factor de Frecuencia de Fallos (Escala 0.5-1)	15
Tabla 7	Caracterización de las etapas del proceso de las 5S.....	17
Tabla 8	Operacionalización de variables	23
Tabla 9	Relación de los equipos del área de maquinado.....	32
Tabla 10	Resumen de horas de producción, mantenimiento, fallas e indicadores del mantenimiento.....	35
Tabla 11	Resumen de clasificación de criticidad	36
Tabla 12	Modos de fallas en mandrinadoras.....	37
Tabla 13	Modos de fallas en tornos	38
Tabla 14	Modos de fallas en centros de mecanizado	39
Tabla 15	Temario para las capacitaciones.....	46
Tabla 16	Ubicación de materiales para limpieza	51
Tabla 17	Guía para limpieza del área de maquinado	53
Tabla 18	Temario para la reunión	53
Tabla 19	Costos de inversión	56
Tabla 20	Salarios de personal del mantenimiento.....	56
Tabla 21	Costos de la 1era S	57
Tabla 22	Costos de la 2da S	57
Tabla 23	Costos totales de las 5S	57
Tabla 24	Información necesaria para el cálculo del WACC.....	58
Tabla 25	Indicadores económicos	61
Tabla 26	Flujo de caja	62

Índice de figuras

Figura 1 Matriz de criticidad MCCR.....	16
Figura 2 Implementación de las 5S	19
Figura 3 Diseño de la investigación descriptiva.....	22
Figura 4 Ubicación de la zona de estudio, empresa Budge SAC	25
Figura 5 Procedimiento y metodología	26
Figura 6 Misión y visión de la empresa Budge SAC	28
Figura 7 Primera planta del área de maquinado	30
Figura 8 Segunda planta del área de maquinado	31
Figura 9 Organigrama del área de maquinado.....	32
Figura 10 Frecuencia de fallas en mandrinadora.....	38
Figura 11 Frecuencia de fallas en tornos	39
Figura 12 Frecuencia de fallas en centro de mecanizado	40
Figura 13 Política de compromiso de las 5S	42
Figura 14 Formato de acta de constitución de las 5S	43
Figura 15 Cronograma de actividades para la implementación de las 5S.....	44
Figura 16 Continuación Figura 15.....	45
Figura 17 Diagrama de flujo para implementación del Seiri.....	48
Figura 18 Formato de tarjeta para clasificación de objetos	48
Figura 19 Criterio para aplicación de tarjetas rojas	49
Figura 20 Formato para informe de tarjetas rojas.....	49
Figura 21 Casilleros para los equipos de seguridad personal.....	52
Figura 22 Rótulo de las figuras.....	52
Figura 23 Registro de verificación de la metodología 5S	54
Figura 24 Registro de seguimiento y control de la metodología 5S.....	55

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao; ya que no cuenta con un plan de mantenimiento que mejore la disponibilidad de las máquinas herramientas. La investigación desarrollada es de tipo descriptiva con diseño no experimental. Los resultados de la investigación parten con un análisis del área de maquinado de la empresa, hallando un total de 19 máquinas, de las cuales 6 equipos se clasifican como críticos, 11 como semi críticos y 2 como no críticos. Así mismo se determinó que el 80% de los equipos tienen una disponibilidad superior al 90 %, mientras que solo un 20% se hallan por debajo de tal valor. Con la clasificación de las máquinas se diseñó un plan de mantenimiento anual para el área de maquinado, y posteriormente se aplicó la metodología de las 5S conformando el comité de las 5S, que se conforma de 6 integrantes, con un líder de comité y cinco coordinadores, para mejorar el orden y limpieza del área. El análisis económico indicó que la propuesta es viable con un VAN y TIR de S/ 76 235.37 y 56.04% respectivamente, además que la propuesta genera un costo beneficio de S/ 1.11.

Palabras claves: Propuesta, mantenimiento, disponibilidad, máquinas herramientas, 5S.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to propose a preventive maintenance plan and 5S methodology to improve the maintenance of the machining area of the company Budge SAC - Callao; since it does not have a maintenance plan that improves the availability of machine tools. The developed research is descriptive with a non-experimental design. The results of the investigation start with an analysis of the company's machining area, finding a total of 19 machines, of which 6 teams are classified as critical, 11 as semi-critical and 2 as non-critical. Likewise, it will be prolonged that 80% of the equipment have an availability greater than 90%, while only 20% are below that value. With the classification of the machines, an annual maintenance plan was developed for the machining area, and later the 5S methodology was applied according to the 5S committee, which is made up of 6 members, with a committee leader and five coordinators, to improve the order and cleanliness of the area. The economic analysis excludes that the proposal is viable with a VAN and TIR of S/ 76 235.37, 56.04% respectively, in addition to the fact that the proposal generates a cost benefit of S/ 1.11.

Keywords: Proposal, maintenance, availability, machine tools, 5S

I. Introducción

1.1. Realidad problemática

El impacto económico del mantenimiento es enorme; en una encuesta realizada en México por Aberdeen Research, el 82% de las empresas encuestadas sufrieron paros, y en promedio duraron cuatro horas, con un estimado de 250 000 dólares de pérdida por hora de paro. Para el 32% de ellos hubo pérdida de producción; el 47% no lograron entregar producto sufriendo penalizaciones y cancelación de contratos; el 27% no pudieron resolver la falla, lo que implicó mayores costos de reparación (Alcántara, 2019). En el 2021, el 42.5 % de las empresas en los Estados Unidos gastaron el 21% al 40 % de su presupuesto operacional en equipos, materiales de limpieza y mantenimiento. Cerca del 35.79 % gastaron solo el 1% al 20 %, el 16.78 % gastaron el 41% al 60 %, el 3.36 % gastaron el 61% al 80 % y el 1.57 % gastaron más del 80 % (Infraspeak, 2021).

Otro factor de suma importancia es, la eliminación de pérdidas ocasionadas o relacionadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción, y el TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) y las 5S tienen una influencia directa en ese problema (Muñoz, 2017). Las 5S es un método de mantenimiento industrial, sorprendentemente sencillo y eficaz. De origen japonés, consta de cinco pasos que empiezan con la letra S, y de ahí deriva su nombre. Se utilizó por primera vez para gestión de mantenimiento, en fábricas de automóviles Toyota, durante los años 60. Su simplicidad y buenos resultados lo han popularizado a nivel global y extendido, prácticamente, a cualquier ámbito laboral (Qualitymant, 2017).

En el Perú el sector mantenimiento mueve alrededor de S/ 250 millones anuales y solo el 75% de las empresas formales tiene un plan de mantenimiento continuo en todas sus instalaciones y equipos. En síntesis, esperamos que empiece a fallar algo y recién actuamos. El escenario no es alentador, ya que no se manejan presupuestos para este servicio y todo es correctivo. El gerente de Mantenimiento y Servicios Auxiliares del Grupo EULEN Perú, Javier Ramos, afirmó que una empresa que hace autogestión de mantenimiento puede ahorrarle por encima del 20% a sus clientes si opta por la tercerización. Es clave entender que un plan de mantenimiento preventivo y correctivo genera durabilidad en el tiempo y menos gasto de inversión en adquirir un activo nuevo en el futuro. Dada la coyuntura,

algunas empresas han encontrado oportunidades para optimizar sus servicios con el objetivo de volverse más rentables y productivas (Andina, 2021).

Otro estudio realizado en la empresa metalmecánica Moisés S.A.C en Ancash se identificó las siguientes fallas mecánicas, como desgastes, rotura de piezas, fricción, entre otras; y eléctricas, como recalentamiento de motores, malas conexiones eléctricas, etc. En el diagnóstico la empresa en un mes reporta como 6 fallas en las máquinas dando un resultado perjudicial para su productividad, afectando su costo por parada y mano de obra, no hay un adecuado plan ni gestión de mantenimiento que puede minimizar estos factores. Se evaluó los factores que ocasionan fallas mayores en las máquinas, lo cual está en un nivel medio y representa un 50% (Albornoz, 2018).

En la ciudad de Lima se presentó un “Plan de Mantenimiento Preventivo cuya implementación logró incrementar la confiabilidad de la planta metalmecánica de la compañía Construcciones y Estructuras Metálicas Soto”. La metodología general del estudio se basa en la propuesta del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y del contexto de la industria metalmecánica; a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico del sistema productivo de la empresa, se identifican las posibles causas que generan accidentes, paradas, defectos de calidad y desperdicios que afectan la confiabilidad de la planta y en especial del equipo crítico. Finalmente, se obtiene como resultado el incremento de la confiabilidad, lo que ratifica que esta propuesta específica para una planta metalmecánica se convierte en un aporte valioso de la investigación en la búsqueda y práctica de la mejora continua (Solórzano, 2021).

La investigación realizada en la empresa Budge SAC, demuestra que los mantenimientos en el área de maquinado son correctivos, revelando que no cuenta con un plan de mantenimiento que mejore la disponibilidad de las máquinas-herramientas; esto afecta a la empresa ya que las reparaciones están resultando muy costosas, cabe mencionar también que no hay un personal capacitado y calificado que realice este tipo de trabajos. Otro punto importante es el tiempo perdido por: reparación, parada del equipo y del operario de la maquinaria. En el año 2021 realizaron un mantenimiento overhaul o cero horas a las máquinas-herramientas más antiguas con la intención de restaurarlas a su estado de fábrica; se hizo a causa de las fallas continuas todo esto resultó una suma contraproducente para la empresa Budge SAC. Conjuntamente, se pudo presenciar que existe bastante desorden en el área al momento de realizar las operaciones ya que, hay una incorrecta ubicación de los

materiales a trabajar, y el personal no tiene a la mano las herramientas que necesitan para que trabajen, acuden constantemente al almacén, los materiales inservibles y residuos se encuentra alrededor bastante acumulación de ello y se encuentran dispersos por toda el área, las herramientas que se utilizan no están en su lugar y los instrumentos de medición se ensucian constantemente, al momento de realizar intervenciones a las maquinas por algún desperfecto no tienen las herramientas necesarias, la zona de trabajo se encuentra totalmente obstruida por el desorden que se encuentra alrededor es importante mencionar que el área de maquinado no tiene posee un espacio grande, es más bien reducido, por lo cual la circulación del personal, materiales y maquinaria es más compleja, es todo esto genera una pérdida de tiempo; observándose un desorden total, esto provoca un ambiente laboral inseguro y poco amigable.

1.2. Formulación del problema

¿Proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S mejoraría el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao?

1.3. Justificaciones del problema

1.3.1. Justificación científica

Se justifica de manera científica puesto que el mantenimiento industrial es un campo de gran interés en la ingeniería, y se utilizan fórmulas matemáticas para el cálculo exacto de sus indicadores. En esta investigación se utilizan estos cálculos y puede servir como referencia para estudios a futuro. En la mayoría de los sectores industriales, el desarrollo de los programas de mantenimiento sobre la actividad en la que se aplica resulta esencial y es uno de los elementos más importantes para tener una competitividad dentro del sector. Esto quiere decir que el hecho de que se produzca una avería no solo recae en la reparación, sino que constituye un sistema de gestión de recursos, una organización que previene y predice las averías, garantizando la disponibilidad, fiabilidad; además con un ámbito económico importante que justifica el hecho de que los costes en mantenimiento constituyen un amplio porcentaje.

1.3.2. Justificación económica

La justificación económica consiste justamente en la perspectiva que se le da a la investigación siendo las máquinas-herramientas los equipos más importantes que tiene la empresa debido a los servicios que brinda en reparación y fabricación de transmisiones de palas y perforadoras de mina, etc. La empresa está en proceso de crecimiento y expansión, y cada parada de máquina – herramienta genera un gasto no programado, pero que sí debe cubrirse en su totalidad ya que es parte del mantenimiento correctivo y se debe asumir puesto que son originados por falta de mantenimiento preventivo. Esto implica una disminución en su utilidad debido a que no solo abarca gasto por parada sino por ser un activo que no está generando ningún ingreso económico.

1.3.3. Justificación social

Los beneficiados directos que se obtendrá con la implementación de las 5S, a mediano y largo plazo es la empresa de la empresa Budge SAC – Callao, debido a la mejora del rendimiento del personal de manera individual y grupal, fomentando en ellos una cultura organizacional que se verá en la clasificación, cuidado de materiales y de máquinas-herramientas; asumiendo compromisos en lo laboral y también como personal, todo ello los llevará a un mejor entorno para trabajar y ser más productivos.

1.3.4. Justificación ambiental

La investigación se justifica de manera ambiental, ya que con esta investigación se logrará programar los mantenimientos y con la ayuda de los técnicos controlar los escapes de fluidos y gases que contaminen de manera directa el suelo, aire o agua. Por esto es que el mantenimiento tiene como uno de sus principales pilares proteger el medio ambiente ya que no se podría considerar que una máquina realiza un buen trabajo si es que para hacerlo contamina el medio ambiente.

1.4. Hipótesis

El proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S mejora el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar el estado actual en el área de maquinado en la empresa Budge SAC.
- Determinar actividades de mantenimiento en el área de maquinado de la empresa Budge SAC.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S en el área de maquinado de la empresa Budge SAC.
- Evaluar económicamente la propuesta del plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S en el área de maquinado de la empresa Budge SAC.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Pastrana (2017) aplicó la Metodología 5S de una manera práctica para el Laboratorio de Operaciones Unitarias en la ESIQUE, para el departamento de Mantenimiento y Servicios, en la Ciudad de México, logrando mejorar las condiciones de trabajo, la seguridad, el clima laboral y organizacional, reflejándose en eficiencia. Obteniendo como consecuencia la calidad, productividad, y la competitividad del departamento. Resalta también, que debe existir el compromiso del jefe de Mantenimiento, ya que él toma las decisiones y gestiona los recursos, enfatizando que la implementación genera costos para las mejoras de carencias existentes. Menciona asimismo que la capacitación del personal es esencial para lograr la disciplina requerida en la metodología y así poder aplicar las 3 primeras “S” y que el trabajo siga la continuidad.

Navarro (2017) llevó a cabo un programa de inspección mes a mes, digitando la información con herramientas informáticas, tales como tablas dinámicas y uso de macros en Excel. Con la aplicación de la herramienta PMSOFT (Software de mantenimiento preventivo) facilitó el mantenimiento preventivo oportuno para cada uno de los equipos y herramientas con los que cuenta la empresa. Gracias a la estrategia de organización de las 5S logró estandarizar todas las áreas dando una mejor imagen a la empresa, una mejor organización de las áreas y la estandarización de herramientas y equipos. Clasificando las herramientas de trabajo y los registros de la documentación de las actividades que se realizan durante la operación, retirando los elementos obsoletos que se generan constantemente. Comprometiendo eficazmente al personal administrativo y operativo a mantener la estandarización y a dar cumplimiento a las actividades periódicas.

Jaen et al. (2020) en su investigación, el objetivo fue analizar la importancia de 5 factores en el campo del mantenimiento y reparación de una empresa que importa, vende y asesora aires acondicionados. La investigación se llevó a cabo con un método transversal, se optó por el método hacia la investigación cualitativa, con técnicas de observación participativa, también se sustentó los datos mediante la realización de entrevistas a profundidad, se elaboró una ficha de verificación con los elementos correspondientes a la

técnica 5S. Procedió a recabar los datos al interior de la organización, mediante la evaluación de los indicadores. Los resultados señalan, que el nivel de puesta en marcha del programa de 5S corresponde a una efectividad del 25%, con la aplicación de las técnicas ejecutadas en el área de recursos materiales y servicios, del Instituto tecnológico de la Ciudad de Guzmán-México, lograron reducir el tiempo de búsqueda de materiales en casi un 80%, la evaluación final del programa derivó en un 60% de rendimiento empresarial.

2.1.2. A nivel nacional

Victorio (2019) planteó aplicar las TPM (Mantenimiento Productivo Total) y planeó el siguiente objetivo general, mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC. Para ello se realizó la organización, limpieza y estandarización de los documentos de trabajo con la ayuda de 5S; ya que es la base para la implementación de TPM. Además, se desarrolló a través de un diseño no experimental de corte transversal y se utilizó el tipo descriptivo debido a que se analizaron las causas ocurridas en su medio natural por los métodos aplicados y cuantitativos poblacionales, el número estudiado es la sociedad Montalván Verástegui como muestra del área de producción. De igual manera, para el levantamiento de la información se utilizaron datos documentales como encuestas y observaciones, que ayudaron a identificar el problema. En resumen, de acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación propuesta de TPM se mejorará significativamente la productividad 89%, eficiencia 94% y su eficacia en 95%; con un ingreso de alrededor de \$ 744175 por año.

Nuñez y Perez (2021) en su investigación tuvo como objetivo disminuir las actividades que no añaden valor al producto y que generan retrasos en la entrega de los pedidos de piezas industriales dentro de los plazos establecidos. Planteando conseguirlo a partir de la implementación de la técnica de 5S; así como, un plan de mantenimiento preventivo. Los beneficios impactarán en toda la línea de producción, y en el resto de productos fabricados en el taller. Mediante el mantenimiento preventivo se generó una reducción en los tiempos de parada de máquina, que pasó de un 82% de disponibilidad a un 90.47%. Y por medio de la técnica de las 5S se redujo el tiempo de actividades que no agregan valor en un 30%, lo cual permitió que las entregas dentro de tiempo de productos terminados pasen de un 80% a un 90%, representando un beneficio anual de S/ 7 682.03. El proyecto ha demostrado un

VAN de S/2 418.81 es mayor que cero, y la TIR de 33% es mayor que el costo de oportunidad (COK) de 20%, con lo cual se demuestra que la propuesta de mejora es factible.

Rayme y Diaz (2021) realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar como el Mantenimiento Preventivo incrementa la productividad en los equipos de medición de suministro eléctrico. Las variables relevantes para el estudio son el mantenimiento preventivo independiente donde se propone un programa de mantenimiento preventivo con todas las técnicas pertinentes y depende de la productividad. Los métodos utilizados fueron cuantitativos, diseño no experimental, tipo de estudio básica y de nivel propositivo. Se concluyó, que el mantenimiento preventivo incrementó la productividad de los equipos medidores de potencia eléctrica, donde se destacó un aumento del 46%, lo que se tradujo en una mejora del rendimiento de los equipos. La propuesta de mejora comprende: el inventario de los equipos de medición, la codificación, la tarjeta maestra de datos, la hoja de vida de los equipos, el formato de requerimiento de materiales para el mantenimiento, el instructivo de mantenimiento, la programación de los mantenimientos, las fichas de inspección diaria de los equipos, los reportes y finalmente la base de datos de mantenimiento para los equipos de medición.

2.1.3. A nivel regional o local

Armas (2020) en su proyecto de investigación titulada “propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de cemento en la empresa Mixercon S.A, Callao 2020”. Es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y finalmente por su alcance temporal es longitudinal, se llegó a tomar la totalidad de la población que fue igual a la muestra, estuvo conformada por 12 semanas de producción del molino, la técnica a utilizar es la observación, check list, formatos de mantenimientos, limpiezas del molino. Los resultados demuestran que el porcentaje de disponibilidad del molino incrementó en un 15% de un 71.83% a un 86.9% además, el porcentaje de fiabilidad del molino incrementó en 15% de un 71.78% a un 86.9%; finalmente los costos de mantenimiento del molino han reducido en S/ 10 169 de S/ 28 000 a un S/ 17 831. Se concluye que utilizando el PVHA, las 5S y el plan de mantenimiento han mejorado en un 86% la producción del molino en la empresa.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Plan de mantenimiento

Según García (2001), un plan de mantenimiento es un conjunto de tareas de mantenimiento que se agrupan o no; de acuerdo con cierto tipo de criterio, cubriendo una amplia gama de equipos de la planta, a menudo no todos. También mencionó que la planificación del mantenimiento se puede hacer de tres maneras.

- **Modo 1:** Plan basado en las instrucciones del fabricante de los distintos equipos que componen la planta.
- **Modo 2:** Elaborar un plan de mantenimiento basado en la orientación general y la experiencia de los técnicos que suelen laborar en la planta.
- **Modo 3:** Desarrolle un plan basado en el análisis de las fallas que pretenden evitar.

2.2.2. Sistemas de gestión del mantenimiento

Es una serie de tareas que de manera planeada y programada se deben realizar a una instalación con una frecuencia determinada, con la finalidad de generar disponibilidad y confiabilidad (Córdova y Guerra, 2018).

2.2.3. Diseño del plan de mantenimiento

Olives (2021) menciona que para diseñar un plan de mantenimiento de una empresa es necesario tomar en cuenta el alcance del plan y que el mantenimiento se realizará con personal propio de la empresa, externo o mixto. Esto varía dependiendo de la estructura del negocio y los recursos disponibles. Estos son los puntos básicos a tener en cuenta:

- Listado de máquinas, diferenciadas por zonas. Compilar, revisar y analizar manuales de mantenimiento de equipos.
- Elaborar fichas de mantenimiento, con anotaciones de puntos de revisión y periodicidad de los controles. Suministro de repuestos.
- Oferta de recursos humanos según estructura empresarial y productividad laboral.
- Actuar en el punto de inflexión o puntos críticos. Modificaciones y actualizaciones.

2.2.4. Tipos de mantenimiento

Según Alonso (2004), menciona tres tipos de mantenimiento; el correctivo que se efectúa después del fallo para reparar averías; el preventivo efectuado con intención de reducir la probabilidad de fallo; y el predictivo que refiere a las técnicas de detección prematura de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo.

2.2.5. Mantenimiento preventivo

Félix (2021) resume el mantenimiento preventivo en una serie de labores o actividades planificadas, que se diseña con el objetivo de optimizar la eficiencia de los activos; previniendo y adelantándose a las fallas de los elementos y/o componentes de las máquinas o equipos; hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc.; realizadas en períodos de tiempos programados. Asimismo, menciona que se debe lograr incrementar al máximo la disponibilidad y confiabilidad de los equipos llevando a cabo un mantenimiento planeado.

2.2.6. Actividades del mantenimiento preventivo

Como principales actividades tenemos; en primer lugar, la limpieza y las revisiones periódicas de los equipos; en segundo lugar, éstos mismos se deben conservar y proteger contra los agentes ambientales; en tercer lugar, es importante llevar a cabo un control de la lubricación de los activos; en cuarto lugar, también hay que identificar los puntos débiles para la reparación y recambio; y por último todo esto se debe realizar de manera planificada y organizada (Peralta, 2019).

2.2.7. Indicadores de gestión de mantenimiento

Según Gutierrez (2016), solo se puede analizar, gestionar, y mejorar algo que se puede medir. Los indicadores de gestión son también llamados KPIs (Key Performance Indicators) permiten medir el nivel del desempeño de un proceso, asimismo determinar la función de mantenimiento, se seleccionan un número determinado de indicadores en cuatro áreas y son: la efectividad, el rendimiento, coste y seguridad. Señala que el área que más utilizan las

empresas líderes a nivel mundial es la efectividad y está subdividida en:

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF).**

Del inglés Mean Time Between Failures, es uno de los indicadores más importantes para el sector de mantenimiento. La forma más eficiente de administrarlo es aplicarlo a cada equipo (Lameirinhas, 2021). Se determina con la ecuación (1).

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo Total de Trabajo-Tiempo de Avería}}{\textit{Nº de fallas}} \quad (1)$$

- **Tiempo medio de reparación (MTTR).**

Del inglés Mean Time to Repair, indica el tiempo promedio para reparación, está muy asociado a la mantenibilidad (Almendola, 2017). Al contrario del MTBF, el MTTR Es un indicador menor/mejor; es decir, se debe trabajar para mantenerlo a un nivel bajo (Lameirinhas, 2021). Se determina con la ecuación (2).

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo Total de Mantenimiento}}{\textit{Número de intervenciones realizadas}} \quad (2)$$

- **Disponibilidad (D).**

Es la capacidad de un equipo de estar en condiciones de ejecutar una función en un intervalo de tiempo (Lameirinhas, 2021). La disponibilidad se calcula con la ecuación (3).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100 \quad (3)$$

2.2.8. Análisis de criticidad de los equipos

Vedan (2021) designa los niveles según su importancia a continuación se describen y se muestran en la Tabla 1.

- **Equipos críticos (A):** Que fallan o funcionan mal, afectan significativamente los resultados de la empresa.
- **Equipos importantes (B):** Paradas, averías o mal funcionamiento que afectan a la empresa pero cuyas consecuencias son manejables.

- **Equipos prescindibles (C):** en el mejor de los casos, causarán un poco de incomodidad, un pequeño cambio con pocas consecuencias o un pequeño costo adicional.

Tabla 1

Tabla de criticidad

Factores de evaluación	Factores de evaluación	Criterios de evaluación		
		A	B	C
S	Seguridad medio ambiente	En caso de sufrir una parada provoca accidente grave y contaminación al medio ambiente.	En caso de una parada puede provocar algún tipo de accidente, pero solo pérdidas materiales. El medio ambiente no pelagra.	En caso que sufra una parada no hay probabilidad de provocar algún accidente. No hay riesgo para el medio ambiente.
Q	Calidad del producto	En caso de sufrir parada habrá seguramente pérdida de calidad y generación de sobrantes. Posibilidad de quejas de los clientes.	En caso de que sufra una parada habrá grandes posibilidades de disminución de calidad y poco sobrante. No hay posibilidad de reclamo del cliente.	En caso de que sufra una parada no habrá pérdida de calidad. Ninguna posibilidad de reclamación por parte del cliente.
O	Condiciones de operación	Tiempo de utilización de la máquina o del equipo por encima del 90% al mes.	Tiempo de utilización de la máquina o del equipo entre un 50% y un 90% al mes.	Tiempo de utilización del equipo por debajo del 50% al mes.
E	Condiciones de entrega	En caso de sufrir una parada ésta afectaría una línea de producción sin ninguna alternativa de solución a corto plazo.	En caso de que sufra una parada puede parar una línea de producción, pero con alternativas de solución a corto plazo.	En caso de una parada no interfiere en la línea de producción y existen otras alternativas inmediatas.
P	Índice de pérdidas - confiabilidad	MTBF por debajo de 15 horas de trabajo.	MTBF entre 15 y 30 horas.	MTBF por encima de 30 horas.
M	Mantenibilidad	MTTR por encima de 2 horas.	MTTR de 1 a 2 horas.	MTTR por debajo de una hora.

Nota. En el análisis ABC otros factores también son tenidos en cuenta. Tomado de (Vedan, 2021).

2.2.9. Matriz de criticidad cualitativa de riesgo

El modelo de la matriz de criticidad cualitativa por riesgo (MCCR), es consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad de este, a continuación, se presenta la criticidad total por riesgo (Parra et al., 2021). Se determina con la ecuación (4).

$$CTR=FF \times C \quad (4)$$

Donde:

CRT: Criticidad Total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (fallos/año)

C: Consecuencias de los eventos de fallos

El valor de las consecuencias se determina con la ecuación (5).

$$CO=IO \times FO+CM+ISA \quad (5)$$

Donde:

IO: Factor de impacto en la producción

FO: Factor de flexibilidad operacional

CM: Factor de costes de mantenimiento

ISA: Factor de impacto en seguridad ambiental

Utilizando la ecuación (1), y despejando valores se obtiene la ecuación (6).

$$CTR=FF \times (IO \times FO+CM+ISA) \quad (6)$$

2.2.10. Factores ponderados de cada criterio.

Los factores ponderados de cada uno de los criterios para ser evaluados por la expresión de riesgo se presentan en las Tablas 2, 3,4, 5 y 6 (Parra et al., 2021).

Tabla 2*Impacto Operacional (Escala 1-10)*

Impacto operacional (IO)	Puntuación
Pérdidas inferiores a 10% de producción al mes	1
Pérdidas entre 10% al 24% producción al mes	2
Pérdidas entre 25% al 49% producción al mes	4
Pérdidas entre 50% al 74% producción al mes	6
Pérdidas mayores al 75% de producción al mes	10

Nota. Adaptado de Gasca, Camargo y Medina (2017)**Tabla 3***Impacto por Flexibilidad Operacional (Escala 1-4)*

Flexibilidad operacional (FO)	Puntuación
Tener unidades en línea, tiempos cortos de reparación y logística.	1
Tener unidades de reserva de gestión disponibles para compensar parcialmente el impacto del tiempo de producción, reparaciones intermedias y logísticas.	2
No se cuenta con unidades de reserva para compensar la producción, tiempos de reparación y logística muy largos.	4

Nota. Adaptado de Gasca, Camargo y Medina (2017)**Tabla 4***Impacto en Costes de Mantenimiento (Escala 1-20)*

Costo de Mantenimiento (CM)	Puntuación
Costos de mantenimiento inferior a S/ 20 000.00	1
Costos de mantenimiento entre S/30 000.00 a 40 000.00	5
Costos de mantenimiento entre S/ 40 000.00 a 50 000.00	10
Costos de mantenimiento superior a S/50 000.00	20

Nota. Adaptado de Gasca, Camargo y Medina (2017)

Tabla 5*Impacto de Seguridad Ambiental (Escala 0-40)*

Impacto de Seguridad Ambiental (ISA)	Puntuación
No provoca daño al ambiente y a la seguridad	0
Provoca pequeños daños ambientales	8
Provoca accidentes menores en las instalaciones	16
Produce severos daños en las instalaciones	24
Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	32
Afecta la seguridad humana interna o externa	40

Nota. Adaptado de Gasca, Camargo y Medina (2017)**Tabla 6***Factor de Frecuencia de Fallos (Escala 0.5-1)*

Frecuencia Fallos (FF)	Puntuación
Excelente: Menos de una falla al año	0.5>
Baja: de 1 a 2 fallas al año	0.5
Promedio: Entre 2 y 4 fallas por año	0.6
Alta: Entre 5 a 9 fallas al año	0.7-0.8
Muy alta: Más de 10 fallas al año	0.9-1.0




Nota. Adaptado de Gasca, Camargo y Medina (2017)

En la frecuencia de fallos el valor máximo es 1 punto en la (escala: 0.5 > al 1), y el valor de consecuencias de fallos el valor máximo es 74 puntos en la (escala del 3 al 74). La matriz de criticidad queda de la siguiente manera, y es mostrada a continuación en la Figura 1 permite jerarquizar los sistemas en tres áreas (Parra et al., 2021).

Figura 1

Matriz de criticidad MCCR

		Consecuencia					
		3 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 60	61 a 74
Frecuencia	0.5>						
	0.5						
	0.6						
	0.7-0.8						
	0.9-1.0						

	Valor Crítico	C
	Semi Crítico	SC
	No Crítico	NC

Nota. Frecuencia fallos (eje vertical) y consecuencia (eje horizontal). Tomado de (Parra et al., 2021).

2.2.11. Definición de las 5S

Según Álvarez y Paucar (2022), las 5S es una metodología de trabajo, originaria de Japón, creada después de la Segunda Guerra Mundial y se basa en los principios de aumento de la productividad, reducir el consumo de materiales y los tiempos de trabajo. Se llaman 5s por sus siglas en Japonés.

- Seiri (Seleccionar)
- Seiton (Organizar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarizar)
- Shitsuke (Autodisciplina)

Según Carrillo et al (2018), caracteriza las etapas del proceso de las 5S como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7*Caracterización de las etapas del proceso de las 5S*

Denominación		Concepto	Objetivo particular
Japonés	Español		
Seiri	Clasificación	Identifica y separa objetos innecesarios de aquellos necesarios	Eliminar del espacio de trabajo los objetos obsoletos y con muy poca utilidad en el área de trabajo.
Seiton	Orden	Un lugar para cada cosa.	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Seiso	Limpieza	Suprimir suciedad	Tener un sitio adecuado y limpio para laborar.
Seiketsu	Estandarización	Prevenir la aparición de suciedad y desorden.	Generar condiciones de estado estable.
Shitsuke	Disciplina	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en ese sentido.

Nota. Tabla tomada de (Carrillo et al, 2018) .

2.2.12. Implementación de la 5S

La implementación de las 5S se da por fases y cada una de ellas aporta un cambio significativo en la organización, ya que la implantación de esta metodología se basa en el trabajo en equipo, puesto que involucra a todos los trabajadores de una empresa desde la Jerarquía más alta hasta la más baja (Sagrario et al, 2018).

Álvarez y Paucar (2022), implementan la metodología de las 5S en 4 fases. Menciona que en la fase 1 se debe ejecutar la planificación preliminar: en donde se crea el compromiso con la Alta Dirección de la empresa; para posteriormente formar el comité de las 5S, que será el encargado de gestionar el Manual y la ejecución del Programa 5S; inmediatamente después se hace la difusión de las 5S. Luego, se solicita al comité la elaboración de un cronograma, con el detalle de las actividades a realizar; finalmente se capacita a todo el personal incluyendo la Alta Gerencia. En la fase 2 se hace la implementación cada una de las “S” como son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuk; en la fase 3 nos sugiere verificar la fase 2, y se lleva a cabo elaborando un plan de seguimiento de las actividades y por último en la Fase 4 se elabora un registro de seguimiento y control en donde se plasmen las veces que hemos actuado auditando el proceso.

2.2.13. Ventajas de las 5S.

La implementación del método “5S” permite alcanzar diversos resultados como: crear el hábito de mantener el puesto de trabajo ordenado y limpio; realizar mejoras continuas en las condiciones de trabajo; utilizar de forma óptima el espacio de trabajo para que los operarios no tengan inconvenientes; reducir las pérdidas de tiempo que se generan debido a la búsqueda de materiales, herramientas y documentos al momento de realizar las operaciones; reducir las paradas de las instalaciones en consecuencia del mal funcionamiento o taponamiento de máquinas (Carrillo et al, 2018).

2.2.14. Importancia del método 5S

Según Orizano-Acuña, et al. (2019), expresa que “al utilizar el método de las 5S en la empresa, se refiriera a la implementación de las mismas para mantener los puestos de trabajo y el resto de espacios limpios, ordenados y solamente con lo necesario”, todo ello facilitará que la empresa tenga un buen prestigio y logre la disciplina y por ende los objetivos planteados.

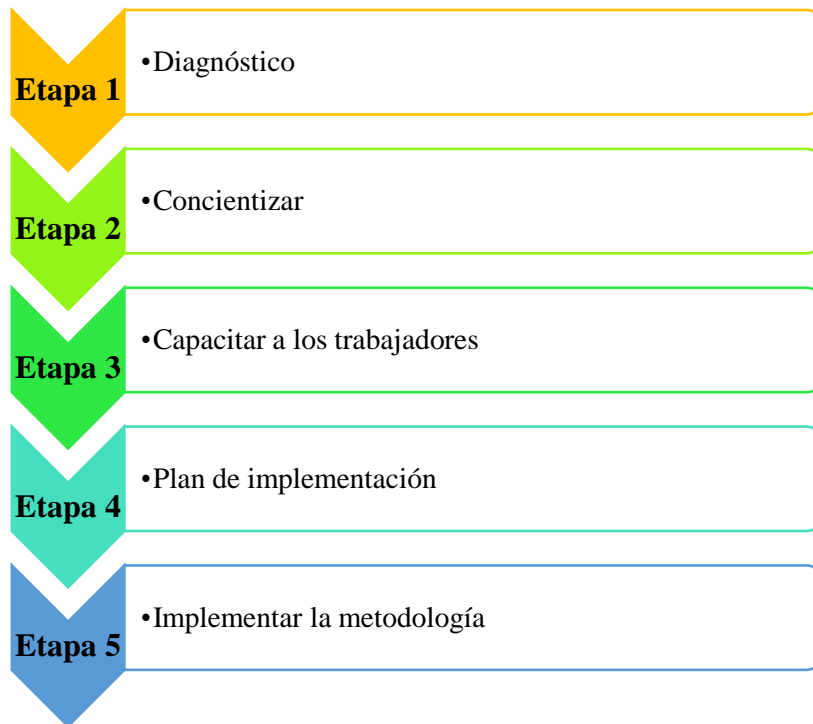
2.2.15. Procedimiento de la implementación de las 5S.

Según Flores et al. (2018), manifiesta que el procedimiento de implementación de las 5s se realiza de la siguiente manera y se resume en la Figura 2.

- **Etapa 1: Diagnóstico.** El objetivo es elaborar un diagnóstico de la empresa, mediante cuestionarios a los colaboradores y observación directa de las actividades que se desarrollan en la empresa.
- **Etapa 2: Concientizar.** Consiste en concientizar al personal respecto a la importancia de la metodología de las 5S.
- **Etapa 3: Capacitación.** Se realiza mediante un taller práctico sobre la implementación de la metodología, en el cual se incluyen los temas de los objetivos y beneficios de las 5S.
- **Etapa 4: El plan de implementación.** Se realiza una planeación previa a la implementación, en la cual se les proporciona a los colaboradores sus responsabilidades a ejecutar.
- **Etapa 5: La implementación.** Se aplican las 5S en la empresa.

Figura 2

Implementación de las 5S



Nota. Proceso de implementación de las 5S según Flores et al. (2018).

2.2.16. Trabajo estandarizado.

La labor estandarizada es un grupo de procesos que se realiza estableciendo los mejores métodos y secuencias de cada proceso; estos son plasmados en la hoja de labor, permitirá llevar el seguimiento y la secuencia de las diversas operaciones dentro del proceso, incluyendo el tiempo necesario; es requisito primordial que esta hoja se coloque en las áreas de trabajo. Para poder llenar la hoja de trabajo hay que seguir varios pasos iniciando con realizar un layout en la hoja e identificar todos los artículos; asignar la ubicación de los elementos de trabajo por número, mostrar la trayectoria de los movimientos, y colocarla en el área de trabajo. Por ello se le conoce como el trabajo estandarizado a todo aquello que provee los requisitos para obtener los niveles altos de productividad, la calidad y la seguridad (Shingo, 1993).

2.3. Definición de términos

- **Mantenimiento:** Conjunto de operaciones y cuidados para que instalaciones, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente (Española, 2022).
- **Plan de mantenimiento:** Es el conjunto de intervenciones o acciones preventivas que debemos realizar sobre los equipos o activos instalados por nosotros, en base a procedimientos de mantenimiento para cada clase de activo, para lograr nuestros objetivos en términos de disponibilidad, confiabilidad y costo y así ampliar la vida útil de los equipos (Almendola, 2017).
- **Metodología Japonesa 5S:** Procede de la industria Japonesa, concretamente de la metalurgia, que se considera como uno de los pilares del modelo de productividad industrial que se está aplicando actualmente en multitud de industrias y actividades de servicios, con el objetivo de mejorar la producción y el respeto al medio ambiente (Rosemberg, 2019).
- **Maquinado:** Es un proceso de fabricación que consiste en retirar, mediante una herramienta de corte, todo el material sobrante de una pieza, que previamente ha sufrido moldeos u otros procesos de deformación volumétrica, de tal forma que el acabado sea realmente el mismo (Cosmos, 2021).
- **Mean Time Between Failures (MTBF):** De sus siglas en inglés traducidas al español es el Tiempo Promedio entre Fallos, indica el intervalo de tiempo más probable entre el inicio y la ocurrencia del fallo; es decir, es el tiempo promedio transcurrido hasta que ocurre el evento "fallo" (Lameirinhas, 2021).
- **Mean Time To Repair (MTTR):** De sus siglas en inglés traducidas al español Tiempo Promedio para Reparar, es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema (Lameirinhas, 2021).
- **Torno:** Máquina herramienta en la que la pieza que se mecaniza gira sobre sí misma mientras es labrada por una cuchilla, hasta adoptar una forma de sección circular (Española, 2022).
- **Centros de mecanizado:** Son máquinas altamente automatizadas capaces de realizar diferentes operaciones de mecanizado en un mismo escenario bajo CNC (Control Numérico Computarizado) (Diaz, 2020).
- **Mandrinadora:** Máquina herramienta que se utiliza para mandrilar metales (Española, 2022).

- **Avería:** Daños, roturas o fallos que impidan o alteren el funcionamiento de maquinaria, redes de distribución u otros equipos (Ministerio, 2015).
- **Frecuencia de fallas:** Es la cantidad de veces que en un evento se considera un fallo repetido durante un período de tiempo (Española, 2022).
- **Diagrama de Pareto:** Es un diagrama utilizado para determinar el impacto, influencia o efecto que ciertos elementos tienen sobre un aspecto, siendo agrupados y clasificados por el nivel de sus efectos (Nuñez y Perez, 2021).

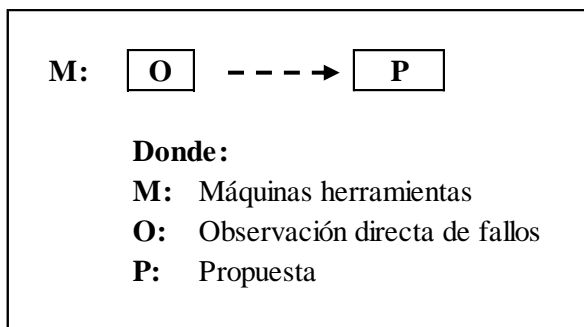
III. Materiales y métodos

3.1. Diseño de investigación

La investigación es No experimental descriptiva, esta investigación tiene como fin brindar ciertas características específicas de algo en concreto (Ñaupas et al., 2014). En la presente investigación, se proporciona las actividades necesarias para realizar un mantenimiento preventivo y metodología 5S. El diseño de la investigación es descriptiva con propuesta.

Figura 3

Diseño de la investigación descriptiva.



Nota. Descripción para el diseño de investigación con propuesta.

3.2. Población, muestra y muestreo

La población está conformada por 19 máquinas herramientas (tornos, mandrinadoras y centros de mecanizado), y el historial de fallos de las máquinas de la empresa Budge SAC.

Así mismo la muestra queda establecida por la cantidad de máquinas del área de maquinado, y el historial de fallos de las máquinas en la empresa Budge SAC., en el año 2021. El muestreo en la investigación es No probabilístico a conveniencia del investigador.

3.3. Determinación de variables

- **Variable dependiente.** Mantenimiento del área de maquinado
- **Variable independiente.** Plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S

Tabla 8

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Escala
V.I: Plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S	Es una herramienta que busca realizar una estandarización por medio de rutinas de limpieza y orden. Su implementación tiene como fin establecer trabajo organizado, limpio, eficiente y de calidad alta (Piñero et al., 2018)	Metodología que tiene como fin mantener los recursos organizacionales, proponiendo como punto clave el hábito de los colaboradores.	Clasificación	$\%N.C = \frac{Ptje\ alcanzado\ en\ la\ clasificación}{Ptje\ total\ en\ la\ clasificación} * 100$	Check list	Razón
			Orden	$\%N.C = \frac{Ptje\ alcanzado\ en\ el\ orden}{Ptje\ total\ en\ el\ orden} * 100$	Check list	Razón
			Limpieza	$\%N.C = \frac{Ptje\ alcanzado\ en\ la\ limpieza}{Ptje\ total\ en\ la\ limpieza} * 100$	Check list	Razón
			Estandarización	$\%N.C = \frac{Ptje\ alcanzado\ en\ la\ estandarización}{Ptje\ total\ en\ la\ estandarización} * 100$	Check list	Razón
			Disciplina	$\%N.C = \frac{Ptje\ alcanzado\ en\ la\ disciplina}{Ptje\ total\ en\ la\ disciplina} * 100$	Check list	Razón
V.D: Mantenimiento del área de maquinado	Es el conjunto de actividades preventivas a realizar con la finalidad de lograr los objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste determinado y aumentar al máximo la vida útil de la empresa (García, 2018). Maquinado, área de trabajo donde se realizan los mecanizados (Aliaga, 2017).	Herramienta de mejora continua que permite diagnosticar una situación problemática y determinar un plan de acciones correctivas con la finalidad de obtener una mejora en los objetivos trazados.	Tiempo Medio para Reparar	$MTTR: \frac{Hrs.\ inoperativas}{N^\circ\ de\ fallas}$	Ficha de registro	Razón
			Tiempo Medio entre Fallas	$MTBF = \frac{Hr.\ operación - Hr.\ inoperativa}{N^\circ\ de\ fallas}$	Ficha de registro	Razón
			Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Ficha de registro	Razón

3.4. Fuentes de información

La información fue obtenida de la empresa Budge SAC, del área de mantenimiento encargado de las máquinas de las plantas 1 y 2 del área de maquinado. La información proporcionada sobre los equipos fue: el número de equipos, el historial de fallas, las horas de operación, horas de mantenimiento y costos asociados en el mantenimiento. Para el trabajo de gabinete se utilizaron fuentes de bases de datos bibliográficos consultadas en internet como repositorios de Universidades, Scielo y Researchgate.

3.5. Métodos

Método hipotético - deductivo, que consiste en pasar de la hipótesis a la inferencia para determinar la verdad o falsedad de hechos, procesos o conocimientos mediante el principio de asunción como criterio de objetividad e integridad científica, propuesto por él. Consta de cuatro pasos: observar o explorar un problema, formular una hipótesis, inferir las consecuencias verificables (observables y medibles) de la hipótesis; y observar, verificar o probar (Ñaupas et al., 2014).

Método analítico-sintético, se refiere a dos procesos mentales inversos que operan en unidad. El análisis es un procedimiento lógico que ayuda a descomponer un todo en sus partes y cualidades, pudiendo estudiar el comportamiento de cada parte. La síntesis es la operación opuesta, estableciendo una combinación o combinación de partes previamente analizadas y permitiendo descubrir relaciones y características comunes entre los elementos de la realidad (Pérez y Rodríguez, 2017).

3.6. Técnicas e instrumentos

La encuesta, ayuda a poder recibir información del personal que colabora dentro de la empresa. El análisis documental o de documentos, es una actividad intelectual que da lugar a un subproducto o documento secundario (Ñaupas et al., 2014). La calificación de intelectuales se debe a que el redactor del documento tiene que realizar un proceso de interpretación y análisis de la información contenida en el texto para luego sintetizarla (Pérez y Rodríguez, 2017).

Los instrumentos utilizados son: Lista de cotejo para diagnóstico del mantenimiento, ficha de registro de equipos del área de maquinado, y el cuestionario de evaluación de mantenimiento y disponibilidad (Anexo 01). Asimismo la validación de los mismos se llevó a cabo por medio del juicio de expertos (Anexo 02).

3.7. Procedimiento

3.7.1. Localización geográfica del área de estudio

El área de estudio comprende la Empresa Budge SAC., ubicada en la provincia constitucional del Callao. Su localización geográfica -77.08637 de longitud oeste y -12.04992 de latitud sur, con una altura media sobre el nivel del mar de 63 metros aproximadamente, y una temperatura promedio de 22°C . En la Figura 4, se muestra la ubicación de la empresa Budge SAC.

Figura 4

Ubicación de la zona de estudio, empresa Budge SAC



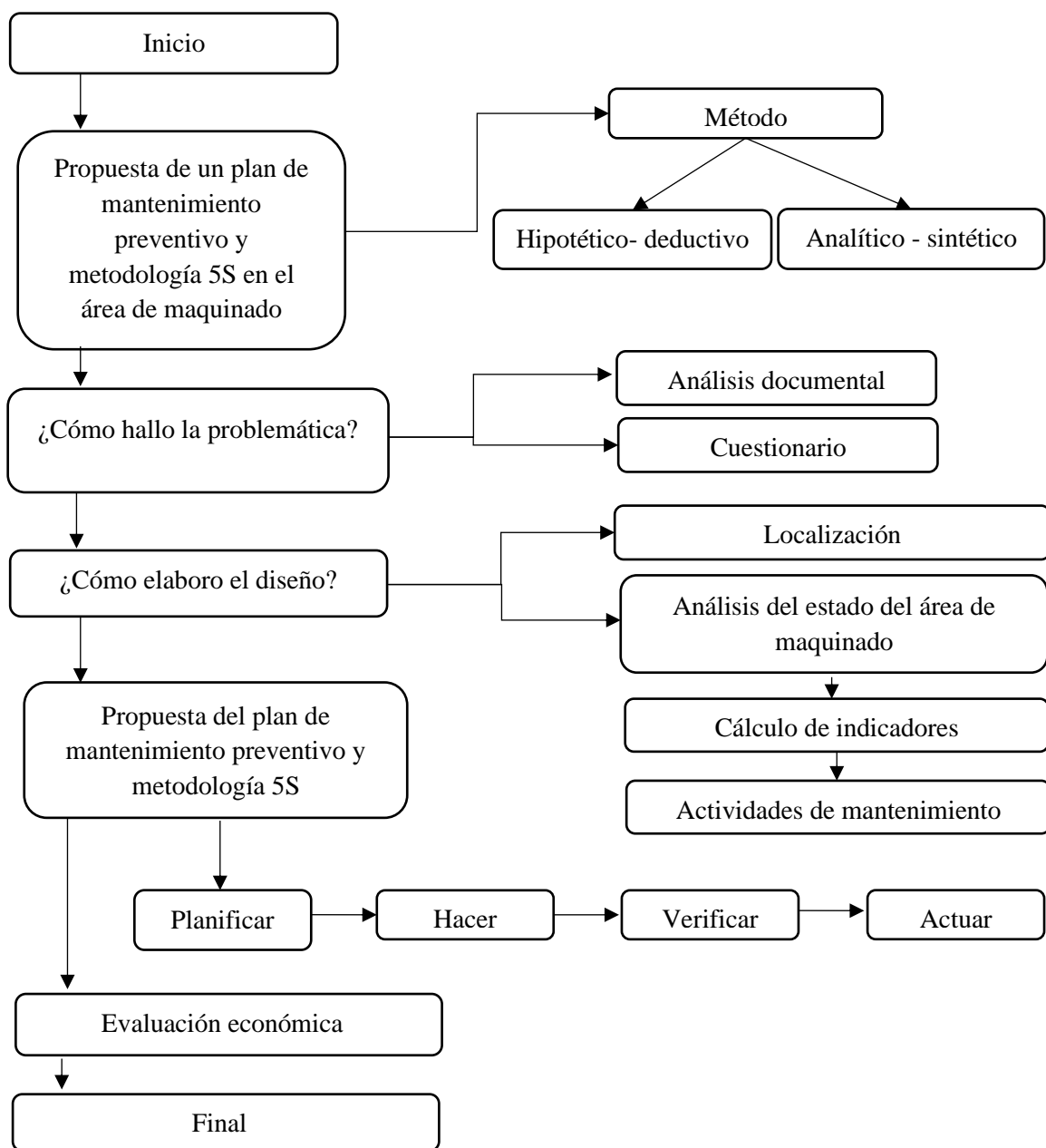
Nota. Muestra la ubicación de planta 1 y planta 2 de la empresa Budge SAC.

3.7.2. Diseño y metodología utilizada

Para la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S en el área de maquinado de la empresa Budge SAC., Provincia Callao – Perú; se desarrolló el siguiente procedimiento indicado en la Figura 5.

Figura 5

Procedimiento y metodología



El desarrollo y procedimiento para el procesamiento de la información se trabajó en dos etapas, trabajo de campo y trabajo de gabinete la cual se desarrolla a continuación:

➤ **Trabajo de campo**

Situación en la que restablece la aplicación de cuestionarios para recabar información relevante de la realidad problemática en el área de maquinado.

➤ **Trabajo de gabinete**

Luego de la recolección de datos se procedió a su análisis pertinente en hojas de cálculo de Excel, asimismo en el mismo programa se realizó los gráficos estadísticos para luego poder realizar la interpretación respectiva.

3.8. Análisis estadístico

La recopilación de datos de la frecuencia de fallas de las máquinas herramientas se realizó a través del cuestionario y del historial de fallos se obtuvo de la documentación brindada por la empresa, su procesamiento y análisis estadístico descriptivo se hizo con el programa estadístico informático Excel, la cual se organizó en tablas y figuras estadísticas de manera ordenada según las dimensiones de cada variable en concordancia a los objetivos propuestos.

3.9. Consideraciones éticas

El desarrollo de la investigación se basó en información que fue recopilada de fuentes veraces, de las cuales se respetaron los derechos de autor evitando el plagio.

La información que se recopiló de las máquinas herramientas y los datos que arrojó la encuesta de la empresa Budge SAC, se le proporcionó un manejo de total confidencialidad con el nombre de aquellas personas que participaron en las respuestas que permitió el desarrollo del proyecto; asimismo en los costos que brindaron para los resultados de la investigación.

IV. Resultados

4.1. Análisis del estado actual en el área de maquinado

4.1.1. Descripción de la empresa

La empresa Budge S.A. es una empresa dedicada al servicio de reparación, fabricación de equipos, piezas y sistemas de transmisión por engranajes planetarios, asimismo, desarrolla la mejora de tales componentes mediante la ingeniería inversa (Budge SAC, 2022). La empresa fue fundada en mayo de 1981, teniendo como línea de negocio la rectificación de motores, y en la actualidad, las actividades más importantes de la empresa son la fabricación y reparación de palas y perforadoras de minería, tiene como misión y visión lo siguiente que se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Misión y visión de la empresa Budge SAC



Nota. Budge SAC (2022).

Algunos de los productos diseñados y fabricados por la empresa son sistemas de transmisión de tipo Propel, Hoist, Crowd con engranajes planetarios, ruedas inferiores, ruedas guía, mejoras en el Diseño de Dipper Handle para Palas Eléctricas de Cable y entre otras piezas. Estos productos se pueden ver en el Anexo 4.

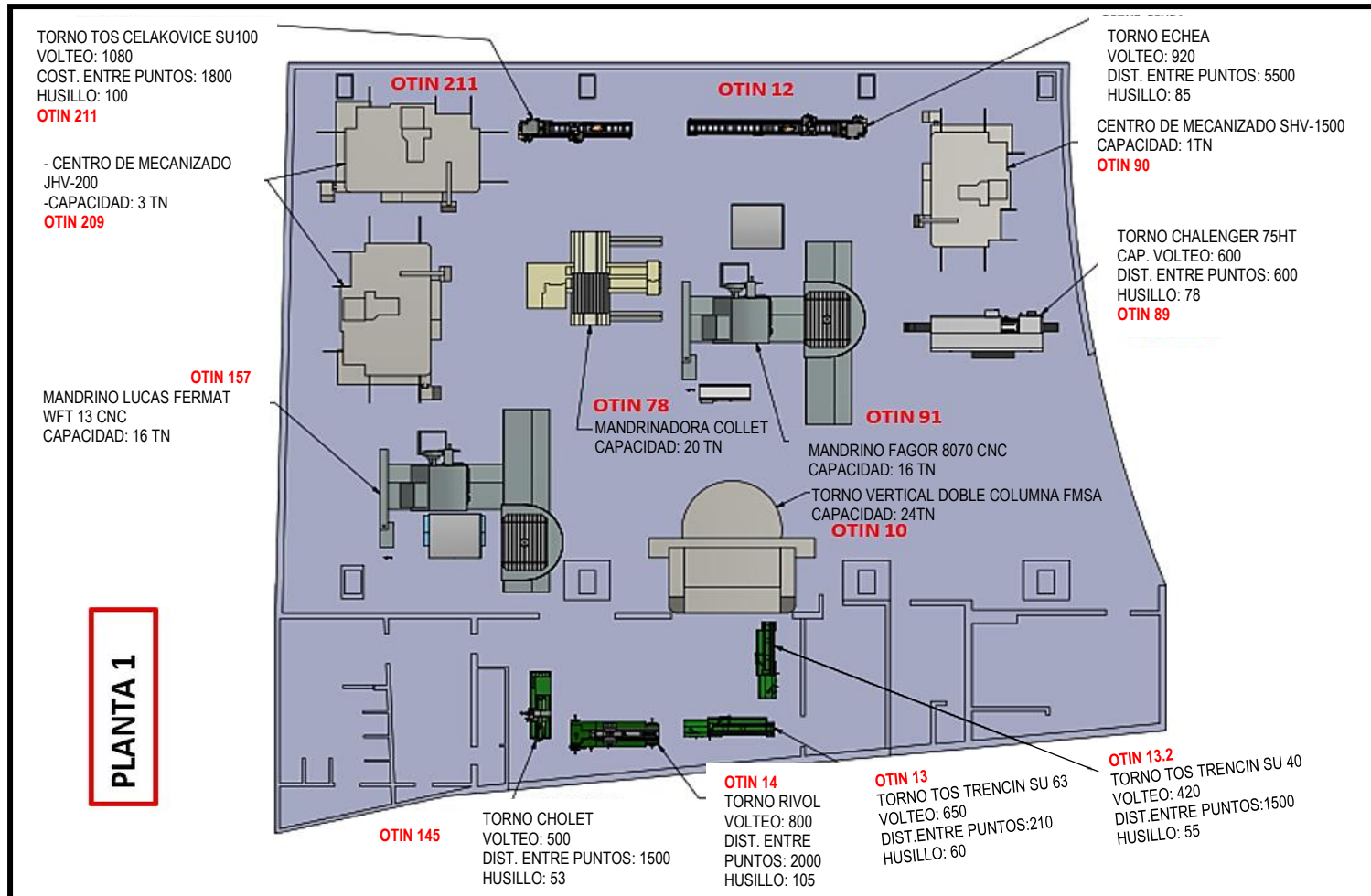
4.1.2. Descripción del área de maquinado

La empresa cuenta con un área de maquinado, donde se realiza las actividades de fabricación de las piezas y se conforma de múltiples máquinas-herramientas que trabajan continuamente y todas en paralelo. Esta área se divide en dos plantas tal como se muestran en la Figura 7 y 8 donde se realizan la fabricación de piezas mediante el uso de 19 máquinas herramientas CNC y convencionales como, tornos, mandrinadoras, centros de mecanizado. Con capacidades de 24 toneladas para tornos y 20 toneladas para mandrinadoras.

Sobre la organización del área de maquinado, lo encabeza el jefe Planeamiento y Control de la producción, continuando la jerarquía, el Supervisor de Planeamiento, Asistente de Planeamiento y Programador de planificación de la producción, paralelo a estos se encuentran los supervisores de maquinado y máquinas CNC, evaluación y montaje, soldadura, ingeniería, motores, mantenimiento y el administrador de maquinado. La Figura 9, resume la organización en el organigrama del taller.

Figura 7

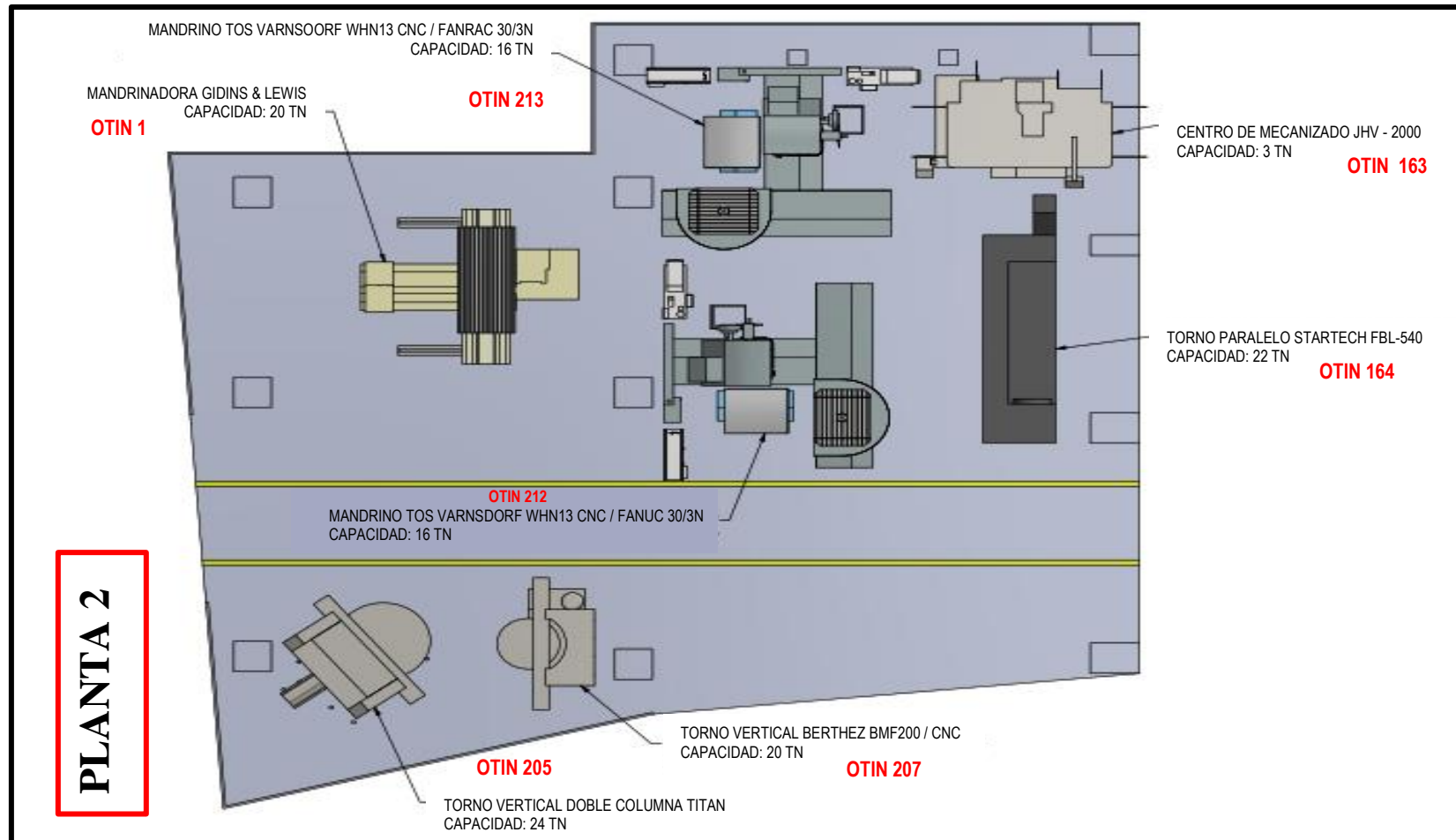
Primera planta del área de maquinado



Nota. Dentro de la Planta 1 se ubican 14 equipos del maquinado.

Figura 8

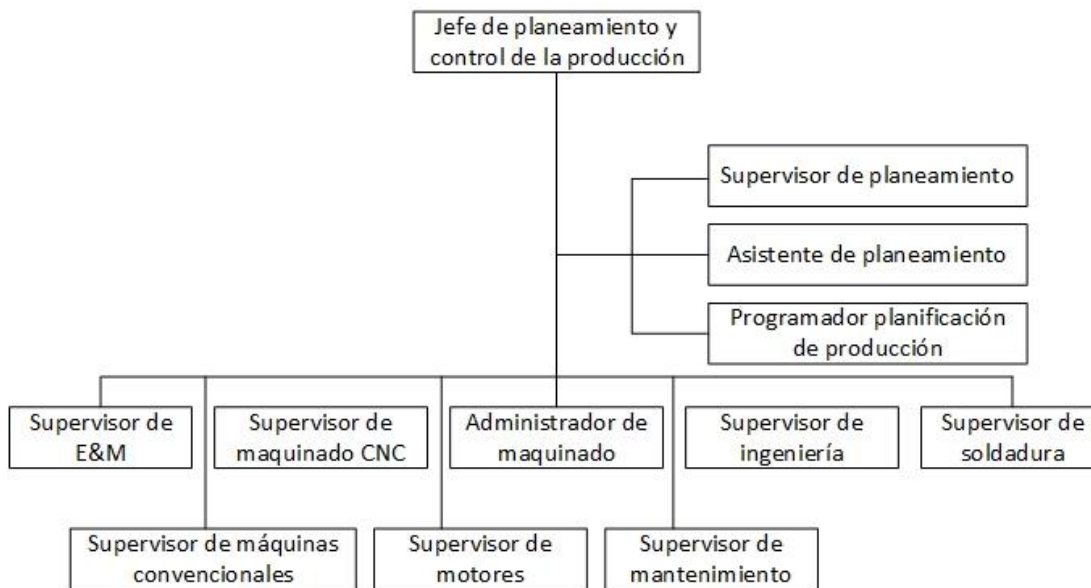
Segunda planta del área de maquinado



Nota. Dentro de la Planta 2 se ubican 7 equipos del maquinado, de los cuales los OTINES 212 Y 213 están inoperativos.

Figura 9

Organigrama del área de maquinado



Nota. El organigrama señala la jerarquía que existe dentro de la empresa estudiada. *E&M (Evaluación y Montaje). * CNC (Control Numérico Computarizado).

4.1.3. Descripción de los equipos

Los equipos que son parte del área de maquinado se muestran en la Tabla 9 donde se observan cada uno de los equipos con su respectiva ubicación, código y el estado de funcionamiento.

Tabla 9

Relación de los equipos del área de maquinado

Ítem	Equipo	Código	Ubicación	Observación
1	Mandrinadora GL GIDDINGS N°1	OTIN 1	Planta 2	Operativo
2	Torno vertical FMUA	OTIN 10	Planta 1	Operativo
3	Torno paralelo TOS SU 100 HOVISTAR	OTIN 11	Planta 1	Operativo
4	Torno paralelo ECHEA	OTIN 12	Planta 1	Operativo
5	Torno paralelo TOS TRENCIN SUI63	OTIN 13	Planta 1	Operativo
6	Torno paralelo TOS TRENCIN SUI40	OTIN 13.2	Planta 1	Operativo

7	Torno paralelo RIVOL 350x2000	OTIN 14	Planta 1	Operativo
8	Mandrinadora COLLET	OTIN 78	Planta 1	Operativo
9	Torno paralelo CNC MICRO CUT CHALLENGER 76HT	OTIN 89	Planta 1	Operativo
10	Centro de mecanizado CNC STARTECH MACHINERY JHV-1500	OTIN 90	Planta 1	Operativo
11	Mandrinadora CNC HAVOR	OTIN 91	Planta 1	Operativo
12	Torno CHOLET	OTIN 145	Planta 1	Operativo
13	Mandrinadora CNC LUCAS 5	OTIN 157	Planta 1	Operativo
14	Centro de mecanizado CNC STARTECH MACHINERY JHV-2000	OTIN 163	Planta 2	Operativo
15	Torno paralelo CNC bancada inclinada STARTECH FBL 540 MC	OTIN 164	Planta 2	Operativo
16	Torno vertical doble columna TITAN, modelo SC 33, serie 373	OTIN 205	Planta 2	Operativo
17	Torno vertical doble carro BERTHIEZ con CNC FAGOR con torreta automática (modelo BMF200, Serie A34007) España	OTIN 207	Planta 2	Operativo
18	Centro de mecanizado STARTECH JHV-2000 JH209068F	OTIN 209	Planta 1	Operativo
19	Torno paralelo CNC bancada inclinada STARTECH FBL 360L MC	OTIN 211	Planta 1	Operativo
20	Mandrino tos VARNSDORF WHN13 CNC	OTIN 212	Planta 2	Inoperativo
21	Mandrino tos VARNSOORF WHN13 CNC	OTIN 213	Planta 2	Inoperativo

4.1.4. Tiempos de operación, inoperatividad y fallas de los equipos

Dentro del análisis actual del área de maquinado de la empresa, se identificaron las averías sufridas por cada uno de los equipos, asimismo los tiempos de operación e inoperatividad de los mismos. La información del número de fallas de los equipos, las horas de producción y de mantenimiento se muestran en la Tabla 10, y fueron obtenidos mediante la ficha de registro de las máquinas del área de maquinado, del periodo de enero a julio del año 2021. El instrumento se puede encontrar en el Anexo 01. Asimismo, en la Tabla 11 se muestra el resumen de clasificación de criticidad.

4.1.5. Determinación de los indicadores de gestión de mantenimiento

Los indicadores a evaluar en este punto, son el Tiempo Medio entre Reparaciones (MTTR) y el Tiempo Medio entre Fallas (MTBF). Los resultados de tales indicadores se muestran resumidos en la

Tabla 10 y se hallaron con las ecuaciones (1) y (2). Los indicadores MTTR y MTBF se obtienen mediante el tiempo de producción u operatividad, el tiempo de mantenimiento y el número de averías sufridas por el equipo. El cálculo de estos indicadores permitió determinar la disponibilidad de cada uno de los equipos, aplicando la ecuación (3).

Tabla 10*Resumen de horas de producción, mantenimiento, fallas e indicadores del mantenimiento*

Ítem	Equipo	Código	Hrs prod.	Hrs Mant.	N° de fallas	MTTR	MTBF	Disp.
1	Mandrinadora GL GIDDINGS N°1	OTIN 1	1 930.32	16.50	3	5.50	637.94	99.15%
2	Torno vertical FMUA	OTIN 10	648.91	68.00	2	34.00	290.46	89.52%
3	Torno paralelo TOS SU 100 HOVISTAR	OTIN 11	559.59	112.00	2	56.00	223.80	79.99%
4	Torno paralelo ECHEA	OTIN 12	1 168.54	4.00	2	2.00	582.27	99.66%
5	Torno paralelo TOS TRENCIN SUI63	OTIN 13	663.16	268.00	4	67.00	98.79	59.59%
6	Torno paralelo TOS TRENCIN SUI40	OTIN 13.2	611.49	0.06	3	0.02	203.81	99.99%
7	Torno paralelo RIVOL 350x2000	OTIN 14	1 084.16	3.50	1	3.50	1080.66	99.68%
8	Mandrinadora COLLET	OTIN 78	1 854.84	0.50	1	0.50	1854.34	99.97%
9	Torno paralelo CNC MICRO CUT CHALLENGER 76HT	OTIN 89	1 019.56	10.42	2	5.21	504.57	98.98%
10	Centro de mecanizado CNC STARTECH MACHINERY JHV-1500	OTIN 90	1 312.5	13.92	3	4.64	432.86	98.94%
11	Mandrinadora CNC HAVOR	OTIN 91	1 275.43	55.50	2	27.75	609.97	95.65%
12	Torno CHOLET	OTIN 145	1 075.68	9.67	4	2.42	266.50	99.10%
13	Mandrinadora CNC LUCAS 5	OTIN 157	1 925.89	16.00	2	8.00	954.95	99.17%
14	Centro de mecanizado CNC STARTECH MACHINERY JHV-2000	OTIN 163	1 558.16	5.75	1	5.75	1552.41	99.63%
15	Torno paralelo CNC bancada inclinada STARTECH FBL 540 MC	OTIN 164	1 204	44.75	4	11.19	289.81	96.28%
16	Torno vertical doble columna TITAN, modelo SC 33, serie 373	OTIN 205	826.26	23.00	2	11.50	401.63	97.22%
17	Torno vertical doble carro BERTHIEZ con CNC FAGOR BMF200, Serie A34007	OTIN 207	286.67	63.00	2	31.50	111.84	78.02%
18	Centro de mecanizado STARTECH (modelo, JHV-2000/Serie JH209068F/Voltaje 220, 50/60Hz)	OTIN 209	1 377.84	1.50	1	1.50	1376.34	99.89%
19	Torno paralelo CNC bancada inclinada STARTECH FBL 360L MC	OTIN 211	973.75	8.83	1	8.83	964.92	99.09%

Nota. Tanto las horas de producción como las horas de mantenimiento fueron halladas a través de fichas de registro. El MTTR se determinó con la ecuación (2) y el MTBF con la ecuación (1), considerando ambos valores se determinó la disponibilidad, utilizando la ecuación (3)

Tabla 11*Resumen de clasificación de criticidad*

Ítem	Equipo	Código	N° de fallas	IO	FO	CM	ISA	CO	FF	Criticidad	
1	Mandrinadora GL GIDDINGS N°1	OTIN 1	2	2	1	10	32	44	0,5	22	SC
2	Torno vertical FMUA	OTIN 10	4	10	4	10	16	66	0,6	39,6	C
3	Torno paralelo TOS SU 100 HOVISTAR	OTIN 11	4	10	4	10	24	74	0,6	44,4	C
4	Torno paralelo ECHEA	OTIN 12	3	1	2	5	8	15	0,6	9	NC
5	Torno paralelo TOS TRENCIN SUI63	OTIN 13	4	10	4	10	32	82	0,6	49,2	C
6	Torno paralelo TOS TRENCIN SUI40	OTIN 13.2	3	4	1	10	24	38	0,6	22,8	SC
7	Torno paralelo RIVOL 350x2000	OTIN 14	1	1	14	5	24	43	0,4	17,2	SC
8	Mandrinadora COLLET	OTIN 78	1	1	4	10	32	46	0,4	18,4	SC
9	Torno paralelo CNC MICRO CUT CHALLENGER 76HT	OTIN 89	2	1	2	10	16	28	0,5	14	SC
10	Centro de mecanizado CNC STARTECH MACHINERY JHV-1500	OTIN 90	2	4	2	5	40	53	0,5	26,5	C
11	Mandrinadora CNC HAVOR	OTIN 91	2	10	4	10	24	74	0,5	37	C
12	Torno CHOLET	OTIN 145	2	4	4	20	8	44	0,5	22	SC
13	Mandrinadora CNC LUCAS 5	OTIN 157	2	2	2	5	24	33	0,5	16,5	SC
14	Centro de mecanizado CNC STARTECH MACHINERY JHV-2000	OTIN 163	1	1	4	20	32	56	0,3	16,8	SC
15	Torno paralelo CNC bancada inclinada STARTECH FBL 540 MC	OTIN 164	2	4	4	10	24	50	0,5	25	SC
16	Torno vertical doble columna TITAN, modelo SC 33, serie 373	OTIN 205	2	4	1	10	32	46	0,5	23	SC
17	Torno vertical doble carro BERTHIEZ con CNC FAGOR con torreta automática, BMF200, Serie A34007	OTIN 207	3	10	4	10	32	82	0,6	49,2	C
18	Centro de mecanizado STARTECH (modelo, JHV-2000/Serie JH209068F/Voltaje 220, 50/60Hz)	OTIN 209	1	1	4	20	24	48	0,4	19,2	SC
19	Torno paralelo CNC bancada inclinada STARTECH FBL 360L MC	OTIN 211	1	1	4	10	24	38	0,4	15,2	NC

Nota. Los datos de los factores de criticidad se determinaron por medio de fichas de registros, brindada por la empresa BUDGE SAC, la cual que por políticas de privacidad no se pueden detallar. El valor de criticidad se determinó con la ecuación (6), la cual señala que este valor se determina al multiplicar la frecuencia con la consecuencia y revisando la Figura 1, donde dependiendo del rango se clasifica como crítica (C), semi crítica (SC) y no crítico (NC).

4.2. Determinación de las actividades de mantenimiento en el área de maquinado

4.2.1. Modos de fallas en los equipos

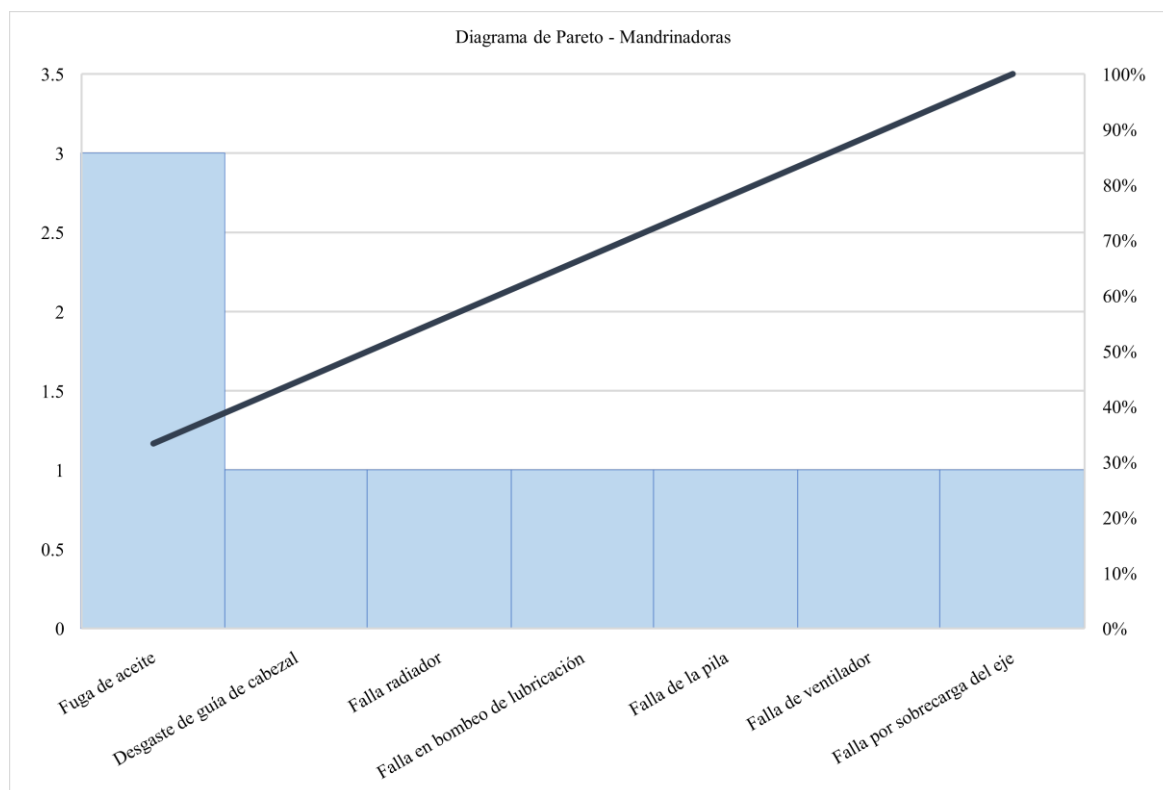
Las máquinas se clasificaron en tres grupos, mandrinadoras, tornos y centros de mecanizados, luego se identificaron las fallas mensuales y los modos falla más frecuencias tal como se muestran en las Tabla 12, 13 y Tabla 14 respectivamente.

Tabla 12

Modos de fallas en mandrinadoras

Categoría	Código	Tipo de avería	Frecuencia	Frecuencia	%
			de falla	relativa	Acumulado
	OTIN 1	Fuga de aceite	3	33.33%	33.33%
	OTIN 78	Desgaste de guía de cabezal	1	11.11%	44.44%
	OTIN 91	Falla radiador	1	11.11%	55.56%
Mandrinadora	OTIN 157	Falla en bombeo de lubricación	1	11.11%	66.67%
		Falla de la pila	1	11.11%	77.78%
	OTIN 145	Falla de ventilador	1	11.11%	88.89%
		Falla por sobrecarga del eje	1	11.11%	100.00%
Total			9	100.00%	

Nota. Frecuencias de fallas en la categoría mandrinadora por tipo de averías mostrado en %. La frecuencia relativa se determinó al dividir la frecuencia de fallas entre el total de las mismas, además, el porcentaje acumulado se determinó sumando cada valor de frecuencia relativa con el mismo anterior.

Figura 10*Frecuencia de fallas en mandrinadora*

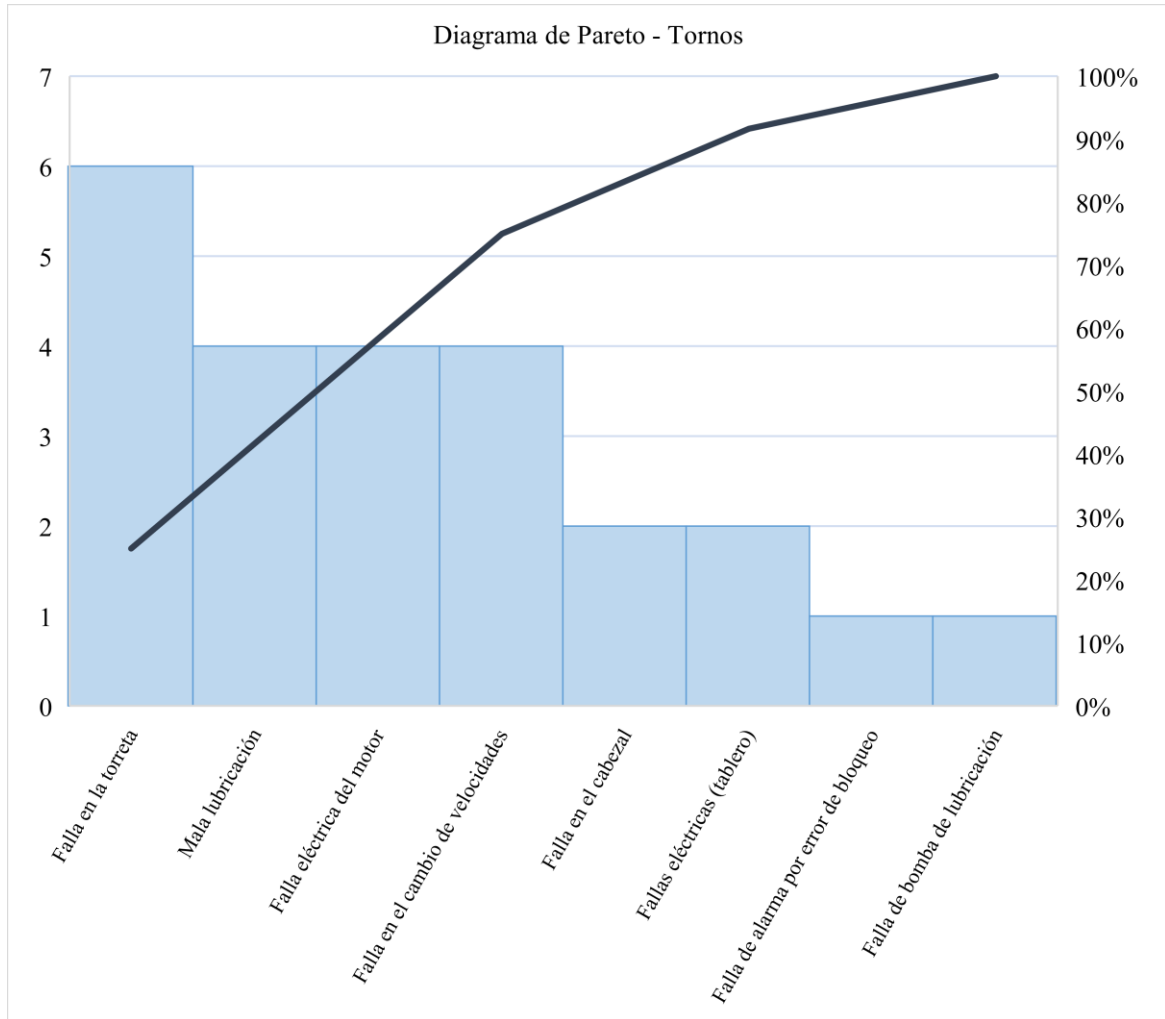
Nota. Se pueden observar las fallas frecuentes, así como el porcentaje de fallas totales de las mandrinadoras.

Tabla 13*Modos de fallas en tornos*

Categoría	Código	Tipo de avería	Frecuencia de falla	Frecuencia relativa	% Acumulado
Torno Paralelo, Vertical y Horizontal	OTIN 10	Falla en el cabezal	2	8.33%	8.33%
	OTIN 11	Fallas eléctricas (tablero)	2	8.33%	16.67%
	OTIN 12	Mala lubricación	4	16.67%	33.33%
	OTIN 13	Falla eléctrica del motor	4	16.67%	50.00%
	OTIN 13.2	Falla en la torreta	6	25.00%	75.00%
	OTIN 14	Falla en el cambio de velocidades	4	16.67%	91.67%
	OTIN 89	Falla de alarma por error de bloqueo	1	4.17%	95.83%
	OTIN 164	Falla de bomba de lubricación	1	4.17%	100.00%
	OTIN 205				
	OTIN 207				
OTIN 211					
Total			24	100.00%	

Figura 11

Frecuencia de fallas en tornos



Nota. Se observan las fallas frecuentes, así como el porcentaje de fallas totales de los distintos tornos.

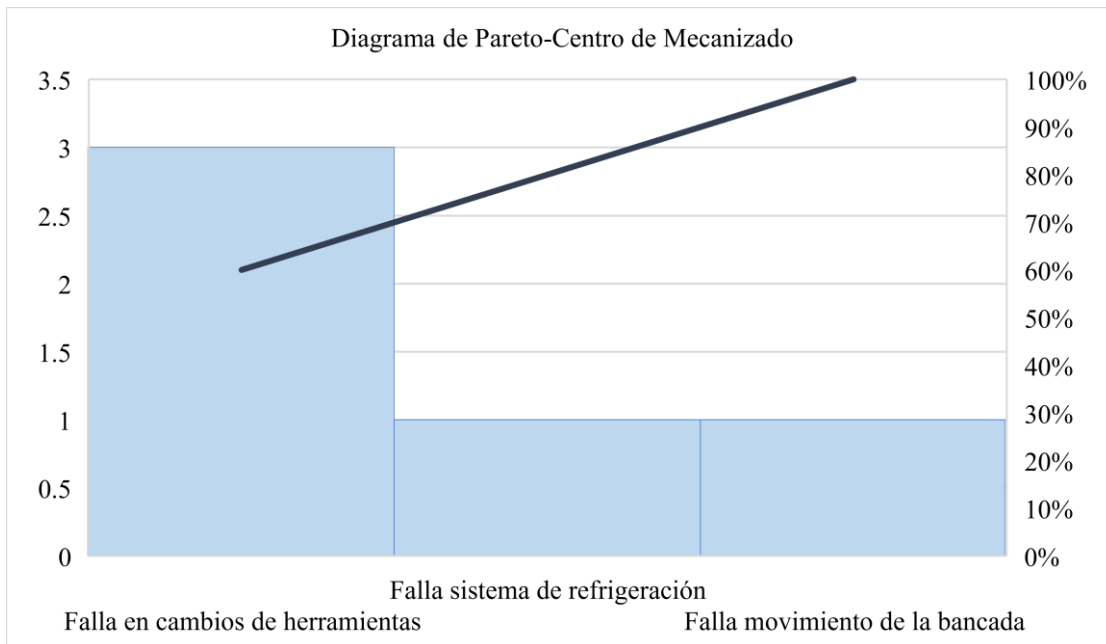
Tabla 14

Modos de fallas en centros de mecanizado

Categoría	Código	Tipo de avería	Frecuencia de falla	Frecuencia relativa	% Acumulado
Centro de mecanizado	OTIN 90	Falla sistema de refrigeración	1	20.00%	20.00%
	OTIN 163	Falla en cambios de herramientas	3	60.00%	80.00%
	OTIN 209	Falla movimiento de la bancada	1	20.00%	100.00%
Total			5	100.00%	

Figura 12

Frecuencia de fallas en centro de mecanizado



Nota. Se pueden observar las fallas frecuentes, así como el porcentaje de fallas totales de los centros de mecanizado.

4.2.2. Cronograma de mantenimiento

Se elaboraron hojas de mantenimiento preventivo por cada máquina – herramienta, en donde se detalla en un cronograma todas las actividades a realizar, en base a las máquinas críticas y semi críticas, sin considerar las máquinas no críticas, tal como se muestran en el Anexo 08.

4.3. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S

Después de aplicar la metodología 5S se realizará la propuesta del mantenimiento preventivo de cada máquina herramienta. Se realizará siguiendo las siguientes etapas complementarias para la implementación.

4.3.1. Fase 1: Planificación preliminar

➤ **Compromiso de la gerencia**

Se elaboró la política de compromiso y se encuentra en la Figura 13; asimismo, reafirma su compromiso en las capacitaciones que se ejecutarán.

➤ **Conformación del comité de las 5S**

El comité se conforma de seis individuos, un líder y cinco coordinadores para cada principio del método de las 5S, por lo que en la Figura 14 se muestra el formato para el acta de constitución del comité de las 5S.

➤ **Difusión de las 5S.**

La política de compromiso elaborada, debe ser colocada de manera visible en las áreas de la empresa, como medio de difusión.

El comité de las 5S tuvo como objetivo, la planeación de cada uno de los principios de las 5S y las actividades correspondientes. Estas actividades deben realizarse de forma estratégica y deben ser planteadas conforme a los objetivos que se pretende.

➤ **Cronograma de las actividades.**

La Figura 15 y 16, muestran las actividades que se requieren para implementar la metodología de las 5S; asimismo se establece que la duración de la implementación proyectada es de 10 semanas.

➤ **Capacitación de los trabajadores.**

El objetivo de las capacitaciones internas es concientizar a los trabajadores del área de maquinado sobre los 5 principios fundamentales sobre la metodología (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), además estas capacitaciones deben ser conforme a la jerarquía, comenzando con el nivel alto de la gerencia, supervisores, los integrantes del comité de salud y seguridad en el trabajo y técnicos encargados de la producción. La Tabla 15 muestra los puntos centrales del programa de capacitación. Esta tabla se realizó en base a consultoras que realizan el servicio de capacitación.

Figura 13

Política de compromiso de las 5S

<p style="text-align: center;">POLÍTICA DE COMPROMISO “METODOLOGÍA 5S”</p> <p>La empresa BUDGE S.A.C manifiesta su compromiso por mantener una cultura de orden mediante la aplicación de la metodología 5s; en ese sentido, la Gerencia General asume las siguientes responsabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ejecutar adecuadamente las fases de la metodología 5s.- Proporcionar los recursos necesarios para el desarrollo de la metodología.- Conformar un comité responsable de la implementación.- Cumplir a cabalidad las actividades planificadas por el comité responsable.- Proponer medidas de mejora, en caso sea necesario, para desarrollar la metodología de una manera más óptima.- Contribuir con la mejora del orden y organización en la empresa.- Cultivar un hábito de limpieza dentro de las áreas de la empresa. <p style="text-align: right;"><i>(colocar fecha)</i></p> <p style="text-align: center;">_____ Firma Gerente General</p>
--

Figura 14

Formato de acta de constitución de las 5S

	REGISTRO	Código	
	ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL COMITÉ DE LAS 5S	Fecha	
		Página	

ACTA DE CONSTITUCIÓN DE COMITÉ DE LA METODOLOGÍA 5S

En la ciudad de Lima, provincia constitucional del Callao, el **(fecha de constitución)** del año 2022, el comité a cargo de **(nombre del líder del comité)** de la empresa BUDGE S.A.C procede al levantamiento del acta de constitución del comité de 5s.

El comité se conforma por las siguientes personas, con los cargos correspondientes:

Cargo	Nombres y apellidos	Firma
Líder		
Coordinador de la 1era S		
Coordinador de la 2da S		
Coordinador de la 3era S		
Coordinador de la 4ta S		
Coordinador de la 5ta S		

Firma
Gerente General

Figura 15

Cronograma de actividades para la implementación de las 5S



		CRONOGRAMA												Código		
		METODOLOGÍA 5S												Fecha		
														Página		
N°	Actividad a realizar	Duración (días)	Fecha		Mes 1				Mes 2				Mes 3			
			Inicio	Fin	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
PLANIFICAR																
1	Conformar el comité de las 5s	3														
2	Difundir las 5s (Política)	2														
3	Capacitar a los trabajadores	1														
HACER																
Implementación de Seiri		15														
4	Delimitar el área	1														
5	Identificar los objetos necesarios	4														
6	Implementar las tarjetas rojas	4														
7	Establecer criterios de aplicación para las tarjetas rojas	4														
8	Elaborar informe de acciones	2														
Implementación de Seiton		5														
9	Definir ubicaciones	1														
10	Rotular los espacios	4														
Implementación de Seiso		2														

Figura 16

Continuación Figura 15

		CRONOGRAMA														Código	
		METODOLOGÍA 5S														Fecha	
																Página	
N°	Actividad a realizar	Duración (días)	Fecha		Mes 1				Mes 2				Mes 3				
			Inicio	Fin	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
11	Elaborar guía de limpieza	2															
Implementación de Seiketsu		5															
12	Elaboración de manual de 5s	5															
Implementación de Shikshuke		6															
13	Elaboración de afiches	5															
14	Reunión de resultados	1															
VERIFICAR																	
15	Establecer un registro de verificación	2															
ACTUAR																	
16	Elaborar registro de seguimiento y control	2															

<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Firma Gerente General</p>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>Firma Líder del Comité 5s</p>
--	--

Tabla 15*Temario para las capacitaciones*

Temas	Objetivo	Tiempo
Finalidad de la capacitación	Explicar a los trabajadores el motivo de la capacitación y cómo se relaciona con el área.	10 min
Socialización de la metodología 5S	Brindar conocimientos generales de la metodología 5S.	10 min
Fases de la metodología	Explicar detalladamente la ejecución de sus fases	40 min
Ciclo de aplicación de la metodología 5S	Detallar cómo se dará la aplicación utilizando el Ciclo Deming para una mejora constante.	10 min
Indicadores de la metodología	Indicar a los trabajadores que los procesos serán medidos y existen metas que alcanzar.	10 min
Charla de motivación al personal	Motivar al personal al cumplimiento de la metodología 5s y su mejora continua.	10 min
Total		90 min

Nota. Los tiempos fueron tomados de referencia de empresas que realizan el servicio de capacitación, considerando lo recomendado por la empresa Budge SAC.

4.3.2. Fase 2: Hacer

➤ **Etapa 1. Implementación de Seiri (clasificación).**

El objetivo del Seiri es la clasificación de los elementos de trabajo, seleccionando aquellos que son innecesarios dentro de la unidad de trabajo. Para la implementación se siguió el diagrama de la Figura 17, que indica una secuencia de pasos para la clasificación. Se hará de acuerdo a los siguientes puntos.

- **Delimitar el área.**

La implementación se dio en las plantas 1 y 2 del área de maquinado de la empresa Budge SAC.

- **Identificación de objetos necesarios.**

Se realizará con un formato donde se debe colocar el porcentaje de objetos necesarios e innecesarios, para después clasificarlos del mismo modo; el formato elaborado se muestra en él se Anexo 06, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Identificar la situación de los objetos presentes en el área.
- Relevancia de los objetos
- Periodicidad del uso de los objetos.
- Cantidad de objetos.

- **Implementación de tarjetas rojas.**

Parte importante de la clasificación de elementos es reconocer que elementos son innecesarios en el área de maquinado. La Figura 18, muestra el modelo de tarjeta roja que se utilizarán, las tarjetas rojas son instrumentos que permiten la identificación de elementos que necesitan ser eliminados o ser reubicados.

- **Criterios para la aplicación de una tarjeta roja.**

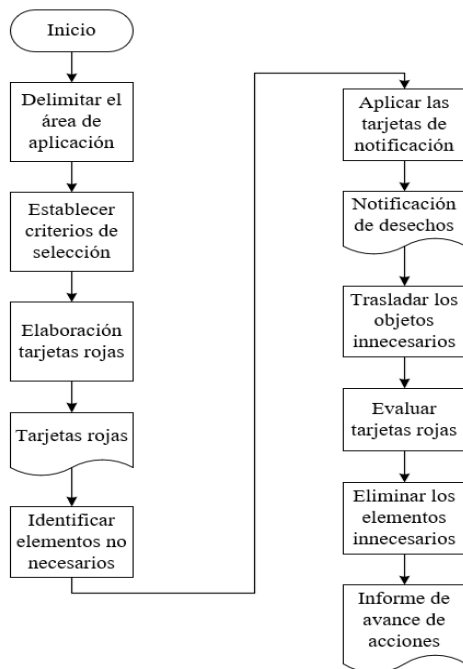
El criterio para aplicar una tarjeta roja, parte con la identificación de los objetos y su clasificación en necesarios e innecesarios. La Figura 19, muestra con más detalle tal criterio de selección y clasificación.

- **Informe de acción.**

La aplicación de las tarjetas rojas debe ser registrada en un informe como se observa en la Figura 20. El registro de las tarjetas es responsabilidad del líder del comité, el cual coloca una descripción breve de cada objeto, cantidades, estado en que se halló, así como el lugar asignado.

Figura 17

Diagrama de flujo para implementación del Seiri



Nota. Se muestra el proceso de implementación de Seiri.

Figura 18

Formato de tarjeta para clasificación de objetos

N° __

TARJETA ROJA

Fecha: _____

Área: _____

Objeto: _____

Cantidad: _____

ACCIÓN

Agrupar en otro espacio

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

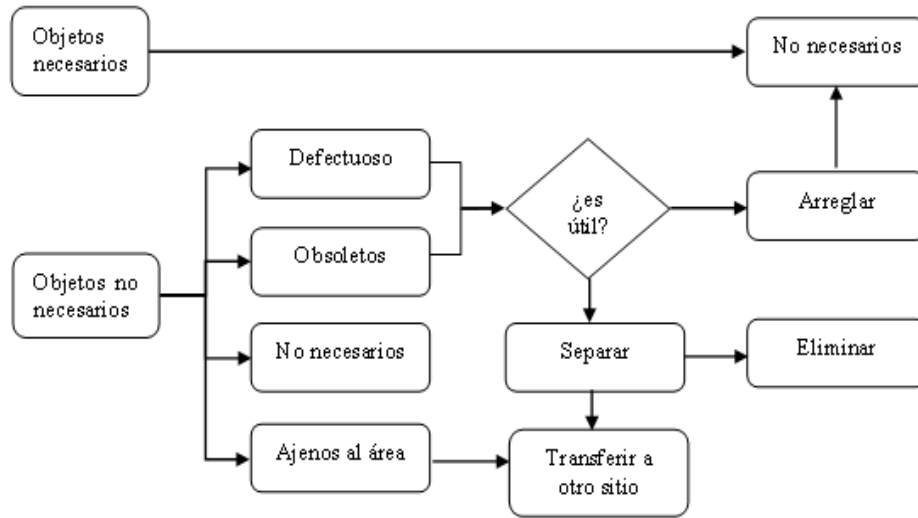
Comentario: _____

Fecha p/concluir acción: _____

Nota. Tarjeta roja para la clasificación de objetos

Figura 19

Criterio para aplicación de tarjetas rojas



Nota. Se seguirá el criterio mostrado en la figura para la aplicación de tarjetas rojas.

Figura 20

Formato para informe de tarjetas rojas

	REGISTRO	Código	
	INFORME DE ACCIONES	Fecha	
		Página	

Responsable	
--------------------	--

Objeto	Cantidad	Estado	Ubicación	Motivo	Acción

Firma
Responsable

➤ **Etapa 2. Implementación de Seiton (orden).** El segundo principio de la metodología 5S es Seiton, que corresponde al orden del área donde se desarrollan las actividades de trabajo. Por tanto, se desarrollaron los pasos siguientes:

- **Definir ubicaciones**

- **Elementos de limpieza.** Los objetos necesarios para la organización y limpieza de la estación de trabajo, como escobas, recogedores, pañuelos, trapeadores, químicos para limpieza, etc., se les asignará un determinado lugar. Se asignará un estante de metal para organizar los materiales descritos, asimismo en la Tabla 16, se detallan estos elementos y sus respectivos lugares de ubicación.
- **Herramientas.** Las herramientas de trabajo se organizan en estantes, cajas de herramientas y colgadores.
- **Equipos de seguridad personal.** Respecto a la organización de los equipos de seguridad, se dispondrán de casilleros metálicos como de la Figura 21 los trabajadores, ubicados en el área de los vestidores.
- **Repuestos.** Los repuestos se organizaron mediante estantes metálicos con su respectiva descripción y etiqueta.

- **Rotulación de los espacios.**

La etiquetación de los espacios y objetos facilita la identificación de estos mismos, mediante señalización y otras formas visuales que disminuyen la búsqueda de un objeto, por tal motivo se colocaron rótulos que indiquen determinados espacios como se indica en la Figura 22.

➤ **Etapa 3. Implementación de Seiso (Limpieza).** El tercer principio de las 5S corresponde a la limpieza del lugar de trabajo, y se tiene por objetivo eliminar la suciedad para lograr un ambiente mucho más agradable y permita a los trabajadores cumplir con sus tareas de forma óptima. En la Tabla 17 se muestra una guía para la limpieza de los recintos del área de maquinado.

Las actividades de limpieza están bajo responsabilidad del líder del comité y del coordinador del tercer principio, quienes determinan con cuánta frecuencia se da tales actividades. La frecuencia de las labores de limpieza se da conforme a:

- La limpieza de las máquinas de trabajo debe realizarse diariamente.
- La limpieza de la estantería de herramientas y almacén de repuestos deben hacerse dos veces a la semana.
- La limpieza del depósito de limpieza debe realizarse una vez a la semana.

➤ **Etapas 4. Implementación de Seiketsu (Estandarización).** Este punto corresponde a la estandarización que tiene por objetivo que los principios anteriores se vuelvan parte de los hábitos de trabajo. En ese sentido, en el Anexo 05 se presenta el manual de aplicación de la metodología 5S.

➤ **Etapas 5. Implementación de Shitsuke (Disciplina).** Finalmente, en este punto se distribuyen afiches en toda el área delimitada para que los trabajadores recuerden sus responsabilidades y quede impregnado en la memoria con la finalidad de que se vuelva un hábito. Para ello, se elaboraron afiches de la metodología 5S, los cuales se encuentran en el Anexo 07. Por otro lado, se establece una reunión de resultados con los trabajadores, el comité 5S y la gerencia con el objetivo de que todos se encuentren enterados de las actividades que se vinieron realizando, los logros, las dificultades y la meta a alcanzar. En Tabla 18 se muestran los temas a tratar en las reuniones. Esta se realizó considerando las empresas encargadas de brindar capacitaciones, así como los tiempos sugeridos por las mismas.

Tabla 16

Ubicación de materiales para limpieza

Objeto	Cantidad	Lugar asignado	Unidad
Escobas	5		
Recogedores	3	Sujetador	2
Trapeador	4		
Pañuelo	10	Estante de metal	
Lejía	5		1
Detergente	10		

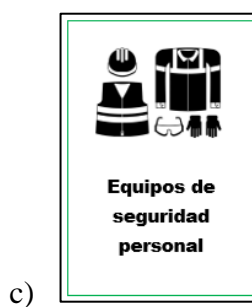
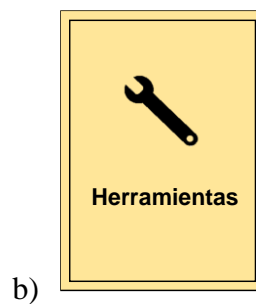
Figura 21

Casilleros para los equipos de seguridad personal



Figura 22

Rótulo de las figuras



Nota. a) Rótulo de elementos de limpieza, b) Rótulo para herramientas, c) Rótulo de equipos de seguridad y d) Rótulo para repuestos

Tabla 17*Guía para limpieza del área de maquinado*

Zonas	Aplicación	Actividades a realizar
Almacén de repuestos	Estantes, piezas, piso	Barrer, trapear y desempolvar el estante
Máquinas de trabajo	Partes del equipo, piso	Barrer el piso, limpiar y retirar virutas
Depósito de limpieza	Estantes, piso	Desempolvar el estante, barrer y trapear el piso
Estantería de herramientas	Estantes, piso	Limpieza del estante y piso

Tabla 18*Temario para la reunión*


Temas	Objetivo	Tiempo
Finalidad de la reunión	Explicar a los trabajadores el motivo de la reunión.	10 min
Proceso de implementación	Detallar todo el proceso de implementación hasta la fecha de esta reunión.	30 min
Dificultades encontradas	Detallar los problemas que existieron dentro del proceso de implementación y cómo se solucionaron.	15 min
Logros alcanzados	Socializar los logros que existieron gracias a la implementación de la metodología	10 min
Meta a alcanzar	Explicar cuál es el próximo objetivo y cómo se desea alcanzar un puntaje de 80% y mantenerlo así.	10 min
Charla de motivación al personal	Motivar al personal al cumplimiento de la metodología 5s y su mejora continua.	5 min
Total		80 min

4.3.3. Fase 3: Verificar

La finalidad de establecer un registro de verificación es confirmar si la metodología 5S está siendo cumplida en todas sus fases. Es importante indicar que la meta propuesta es llegar al 80% de cumplimiento; es decir, excelente. Se creó el registro de verificación de la metodología 5S (Figura 23).

Figura 23

Registro de verificación de la metodología 5S

	FORMATO DE VERIFICACIÓN DE 5S	Cod:				
		Fecha:				
		Pag:				
Área:						
Auditado por:						
Fecha:						
N° de auditoría:						
Tipo de auditoría:						
Responsable del Registro:						
ETAPAS	ÍTEMS	1	2	3	4	5
Seiri	Objeto o materiales ordenados					
	Elementos necesarios en el área de trabajo					
	Materias primas identificadas y clasificadas					
	Elementos no dañados u obsoletos					
Seiton	Lista de herramientas					
	Equipos, herramientas, etc. Están en lugares					
	Instrucciones del trabajo					
	Adecuado almacenamiento de materia prima, insumo y herramientas					
Seiso	Lista de responsables y cronograma					
	Máquinas, equipos, herramientas libres de polvo, basura, manchas, etc.					
	Pisos libres de polvo, basura, manchas					
	Apariencia adecuada de los equipos y maquinarias de trabajo					
Seiketsu	Evidencia visual de las 3 primeras S					
	Formato de evaluación de las 5S					
	Capacitación de sensibilización					
Shitsuke	Cumplimiento de las normas de procedimiento					
	Auditorías internas					
	Compromiso y empeño					

Nota. El puntaje general se obtiene de la suma de cada puntaje.

4.3.4. Fase 4: Actuar

Finalmente, se elaboró un registro de seguimiento y control como se muestra en la Figura 24 en el cual se plasman las veces que se ha auditado el proceso, que porcentaje de cumplimiento obtuvo y si demuestra compromiso con la implementación; de esta manera se conoce si el nivel de cumplimiento va subiendo o, por el contrario, baja.

Figura 24

Registro de seguimiento y control de la metodología 5S

	REGISTRO											Código		
	SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA METODOLOGÍA 5S											Fecha		
												Página		
Criterios	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
N° de auditorías														
Resultado promedio de las auditorías														
Nivel de cumplimiento														
Demuestra compromiso con la implementación														
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>												<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>		
Firma Líder del Comité 5s												Firma Gerente General		

4.4. Evaluación económica del proyecto

En este punto se evaluó los costos para la implementación del mantenimiento, y el costo de la implementación de la metodología 5S. Los costos obtenidos y considerados fueron brindados por la empresa Budge SAC.

4.4.1. Costos del plan de mantenimiento

Los costos por actividades de mantenimiento que maneja la Empresa Budge SAC, se visualizan en las Tabla 19 y 20 respectivamente.

Tabla 19

Costos de inversión

Inversión	Monto (S/.)
Capacitación del personal	S/ 2 000.00
Servicios de elaboración del plan de mantenimiento	S/ 2 000.00
Repuestos de los equipos	S/ 5 0000.00
Total	S/ 54 000.00

Tabla 20

Salarios de personal del mantenimiento

Personal	Cantidad	Costo por día	Costo mensual	Costo anual
Supervisor	1	S/76.64	S/1 992.64	S/27 896.96
Operador	8	S/66.64	S/1 732.64	S/194 055.68
Técnico	3	S/66.64	S/1 732.64	S/72 770.88
Terceros	1			S/45 396.48
Total				S/340 120.00

4.4.2. Costos de implementación de la metodología 5S

En las Tabla 21, 22 y 23, se muestra el costo para implementar las 5S.

Tabla 21*Costos de la 1era S*

Descripción	1era S		
	Cantidad	Precio	Total
Tarjeta roja	100	S/0.50	S/50.00
Total			S/50.00

Tabla 22*Costos de la 2da S*

Descripción	2da S		
	Cantidad	Precio	Total
Recogedores	3	S/ 10.00	S/ 30.00
Trapeadores	4	S/ 2.50	S/ 10.00
Escobas	5	S/ 10.50	S/ 52.50
Lejía	5	S/ 5.00	S/ 25.00
Estantes	3	S/ 200.00	S/ 600.00
Casilleros	2	S/ 650.00	S/ 1 300.00
Pañuelos	10	S/ 3.00	S/ 30.00
Detergente	10	S/ 10.00	S/ 100.00
Total			S/ 2 147.50

Tabla 23*Costos totales de las 5S*

Costos totales	
1era S	S/ 50.00
2da S	S/ 2 147.50
Total	S/ 2 197.5

4.4.3. Flujo de caja

Para el desarrollo del flujo de caja presentado en la Tabla 26, fue necesario estimar los beneficios económicos que se obtendrían de la puesta en marcha de la propuesta para un periodo proyectado de 5 años; para ello se tuvo que recurrir a la búsqueda de antecedentes que pudieran avalar la mejora.

Por su parte, la empresa tiene ingresos promedio de S/ 1 251 436.67 anuales, y de acuerdo a lo señalado en las investigaciones previas, podrían verse incrementados en un 30% con la puesta en marcha de la propuesta, obteniendo ingresos de S/ 1 626 867.67; lo que se traduce en S/ 375 431.00 de beneficios económicos obtenidos anualmente.

Por otro lado, para el cálculo del VAN se consideró el uso del Weighted Average Cost of Capital o mejor conocido por sus siglas WACC viene a ser la tasa de descuento utilizada para deducir los flujos de caja al momento de valor la viabilidad de un proyecto, independientemente de las fuentes de financiamiento (García-Rada, 2019). Por lo tanto, para el cálculo del WACC se empleó la ecuación (7), empleando los valores presentados en la Tabla 24; con lo cual se obtuvo una tasa correspondiente al 10.42%, asimismo, el riesgo país considerando es de 1.8% (Gestión, 2022).

Tabla 24

Información necesaria para el cálculo del WACC

Capital Asset Pricing Model	
Estructura de Capital	Valores
Pasivo ($\frac{D}{D+E}$)	100%
Patrimonio ($\frac{E}{E+D}$)	0%
Costo del Dinero para Terceros	Valores
Costo de la Deuda (K_d)	14.78%
Tasa de Impuesto a la Renta (t_x)	29.50%
Costo Neto de la Deuda	10.42%
Costo del Dinero para los accionistas	Valores
Tasa Libre de Riesgo	3.67%
Prima de mercado	5.82%
Beta apalancada	1.17
Riesgo País	1.80%
Retorno del Accionista (K_e)	12.28%
Costo Ponderado de Capital	
WACC	10.42%

Nota. Tasa de descuento para determinar el valor presente de un flujo de caja futuro.

$$WACC = K_d(1 - t_x) * \frac{D}{D + E} + K_e * \frac{E}{E + D} \quad (7)$$

$$WACC = (10.42\% * 100\%) + (12.28\% * 0\%)$$

$$WACC = 10.42\%$$

Donde:

K_d : Coste de la deuda financiera

t_x : Tasa impositiva

K_e : Coste de los fondos propios

D : Deuda financiera

E : Fondos propios

- Para el cálculo del VAN (valor actual neto) o también denominado valor presente, se utilizó la ecuación (8) y se calculó para un periodo de 5 años, obteniendo como resultado un valor de positivo de S/ 76 235.37. El VAN, tiene la particularidad de emplear una tasa de interés determinada para actualizar flujo de caja a un estado presente, es por ello, que dicha tasa de interés se denomina tasa de descuento, cuya finalidad es la evaluar la rentabilidad de un determinado proyecto en términos absolutos netos (Chu, 2019).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+WACC)^t} - I \quad (8)$$

$$VAN = \frac{35\,311}{1 + 0.1042} + \frac{35\,311}{(1 + 0.1042)^2} + \frac{35\,311}{(1 + 0.1042)^3} + \frac{35\,311}{(1 + 0.1042)^4} + \frac{35\,311}{(1 + 0.1042)^5} - 56\,197.5$$

$$VAN = S/ 76\,235.37$$

Donde:

FE_t : Valor presente flujos de entrada de efectivo (S/.)

$WACC$: Costo promedio ponderado del capital (%)

I : Inversión inicial (S/.)

- Para el cálculo del TIR (tasa interna de retorno) se utilizó la ecuación (9), tomando en consideración una inversión inicial del proyecto de S/ 56 197.50 y calculando una tasa interna de retorno se obtuvo un valor positivo de 56.04%. De modo que, el TIR viene a ser la rentabilidad obtenida del proyecto en función al porcentaje de beneficios o pérdidas económicas que se tendrías en la inversión; destacando que entre mayor sea el valor porcentual, mayores serían las utilidades obtenidas (Chu, 2019).

$$FE_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+TIR)^t} \quad (9)$$

$$56\ 197.50 = \frac{35\ 311}{1 + TIR} + \frac{35\ 311}{(1 + TIR)^2} + \frac{35\ 311}{(1 + TIR)^3} + \frac{35\ 311}{(1 + TIR)^4} + \frac{35\ 311}{(1 + TIR)^5}$$

$$TIR = 56.04\%$$

Donde:

FE_0 : Inversión inicial del proyecto (S/)

FE_t : Valor presente de sus flujos de entrada de efectivo (S/)

- Para el cálculo del costo beneficio se utilizó la ecuación (10), con lo cual se obtuvo que los beneficios obtenidos son de S/1.11 por cada sol invertido.

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN\ ingresos}{VAN\ egresos} \quad (10)$$

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{375\ 431}{1 + 0.1042} + \frac{375\ 431}{(1 + 0.1042)^2} + \frac{375\ 431}{(1 + 0.1042)^3} + \frac{375\ 431}{(1 + 0.1042)^4} + \frac{375\ 431}{(1 + 0.1042)^5}}{\frac{340\ 120}{1 + 0.1042} + \frac{340\ 120}{(1 + 0.1042)^2} + \frac{340\ 120}{(1 + 0.1042)^3} + \frac{340\ 120}{(1 + 0.1042)^4} + \frac{340\ 120}{(1 + 0.1042)^5}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{S/1,464,240.44}{S/ 1,329,857.33}$$

$$\frac{B}{C} = 1.11$$

Finalmente, en la Tabla 25 se presentan los indicadores económicos de la propuesta, con los cuales se puede dar viabilidad económica a la propuesta planteada.

Tabla 25

Indicadores económicos

Indicadores económicos	Resultados
VAN	S/ 76 235.37
TIR	56.04%
C/B	S/ 1.11

Tabla 26*Flujo de caja*

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión						
Inversión mantenimiento	S/54 000.00					
5S	S/2 197.50					
Total de inversión	S/56 197.50					
Egresos						
Gastos mensuales		S/340 120.00	S/340 120.00	S/340 120.00	S/340 120.00	S/340 120.00
Total de egresos	S/56 197.50	S/340 120.00	S/340 120.00	S/340 120.00	S/340 120.00	S/340 120.00
Beneficios						
Producción		S/375 431.00	S/375 431.00	S/375 431.00	S/375 431.00	S/375 431.00
Total de beneficios	S/56 197.50	S/375 431.00	S/375 431.00	S/375 431.00	S/375 431.00	S/375 431.00
Flujo de caja	-S/56 197.50	S/35 311.00	S/35 311.00	S/35 311.00	S/35 311.00	S/35 311.00
Utilidad acumulada	-S/56 197.50	-S/20 886.50	S/14 424.50	S/49 735.50	S/85 046.50	S/120 357.50

Nota. La información fue brindada por la empresa Budge SAC.

V. Discusión

En el análisis realizado dentro del área de maquinado se describen las 19 máquinas herramientas que utiliza la empresa y se clasifican en mandrinadoras, tornos y centros de mecanizado. De la Tabla 10 se obtiene la disponibilidad de los equipos, los cuales cuentan con una disponibilidad inicial por debajo del 90%, algunos llegando incluso por debajo del 80%; caso similar se presenta en la investigación de Núñez y Pérez (2021) quienes en su investigación identificaron un 82% de disponibilidad de equipos, al igual que Armas (2020) quien la encontró en un 71.78% y, con el respaldo de estas investigaciones se realizó la propuesta de mantenimiento preventivo basándonos en los resultados de la Tabla 11 donde se muestran 6 máquinas consideradas críticas, 11 semi críticas y 2 no críticas, todo ello con la finalidad de incrementar la disponibilidad de cada de ellas y se puede observar en el Anexo 08.

En la determinación de actividades de mantenimiento, primero se hallaron el número y tipo de fallas de cada máquina, y se muestran en la Tabla 12, Tabla 13, y Tabla 14. Las fallas encontradas en cada máquina fueron priorizadas utilizando el Diagrama de Pareto la misma herramienta que utilizó Victorio (2019), esto con la finalidad de primar los procedimientos de solución en una propuesta del plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de las maquinas herramientas ayudado con la implementación de la metodología de las 5S ya que estas hacen un trabajo continuo y paralelo; así como Núñez y Pérez (2021) que lograron aumentar su disponibilidad hasta un 90.47% tras la implementación de la metodología. Las máquinas con las que trabajó Victorio (2019) fueron tornos, taladros y fresadoras y se encuentran en el mismo rubro al que la empresa de esta investigación se dedica.

Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S, se logra establecer los miembros que deberían integrar el comité 5S, tomando en cuenta un total de 6 integrantes, el líder del comité y 5 coordinadores: además, se elaboró la documentación pertinente para la evaluación y ejecución de cada uno de los pilares que integran la metodología. Por lo tanto, se asentaron los cimientos para la implementación de la metodología, la cual generaría un área de maquinado, limpia, ordenada y, sobre todo, segura para cada uno de los trabajadores. Con base en ello, Núñez y Pérez (2021) aseguraron que la implementación de la metodología de las 5S trae consigo una reducción análoga del 30% de las mudas identificadas dentro del proceso productivo, incrementando en un 10% a la puntualidad de la entrega de productos. Jaén (2020), en su investigación menciona que al

utilizar las 5S, se logra la reducción del tiempo de búsqueda de material hasta un 80%. Como objetivo principal de la aplicación de esta metodología se espera que los tiempos de reparación sean menores para que la disponibilidad de las máquinas incremente, objetivos similares al trabajo de Núñez y Pérez (2021) se espera reducir con la aplicación de las 5s los tiempos en un 30% e incrementar la disponibilidad en un 13%, es decir por encima del 95%. La aplicación de ambas herramientas trae beneficios significativos a la empresa, tal cual se mencionó con Armas (2020), Núñez y Pérez (2021) y Victorio (2019), por ello se deduce que si se implementa adecuadamente la propuesta brindada en esta investigación se podrían obtener reducción en tiempos de reparación, tiempos entre paradas, número de fallas y paradas no programadas, lo que se traduce en el incremento de la disponibilidad en porcentajes significativos.

Finalmente, con respecto a la evaluación económica, se obtuvo que la propuesta es económicamente viable con una inversión de S/ 56 197.50 que generan un VAN de S/ 76 235.37, TIR de 56.04% y una relación costo-beneficio de S/ 1.11 por cada sol invertido. A diferencia de la inversión propuesta por Armas (2020) y Núñez y Pérez (2021), el cual fue un monto significativamente menor en alrededor de los 10 mil soles, esto debido a que sus egresos son relativamente menores por ser empresas más pequeñas a diferencia de la presente investigación, lo cual se ve reflejado también en los valores de VAN y TIR, los cuales estuvieron entre los 2 mil a 4 mil soles y 30% a 35% respectivamente; por tanto, la inversión y el grado de compromiso que la empresa en estudio pueda aplicar al momento de implementarse la propuesta influirá en la magnitud de los resultados, donde se puede deducir que pueden llegar a ser mayores que de las otras investigaciones. Además, se realizó una proyección de 5 años para la presente investigación, esto se debe a que en otros trabajos, tales como el presentado por Tutiven (2020) y Gutiérrez (2021), coinciden que el flujo de caja debe realizarse en un periodo mínimo de 5 años, ya que técnicamente es el tiempo que una maquinaria nueva o después de haberle realizado un Overhaul, con un mantenimiento oportuno y adecuado trabaja con una tasa de fallas muy baja durante ese tiempo; es decir no importuna durante ese lapso, siempre y cuando se le realice el mantenimiento preventivo adecuadamente, y es lo que estima en el ciclo de vida del presente proyecto.

Conclusiones

Se analizó el área de maquinado encontrando que cuentan con 19 máquinas herramientas, de las cuales 15 cuentan con una disponibilidad alta, teniendo a un 20 % de las máquinas por debajo del 90% de disponibilidad; además se realizó en análisis de criticidad donde se obtuvo a 6 máquinas consideradas críticas, 11 semi críticas y 2 no críticas con la finalidad de enfocar esfuerzos en esas máquinas para el mantenimiento preventivo

Las actividades de mantenimiento determinaron el número y tipo de fallas halladas por cada máquina crítica, donde en las mandrinadoras son 9 por fuga de aceite, desgaste de guía de cabezal, fallas en radiador y en bombeo de lubricación, en los tornos son 24 por fallas en el cabezal, tablero eléctrico, mala lubricación, fallas en el motor y torretas y en cuanto a los centros de mecanizado son 5 por fallas en el sistema de refrigeración.

Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S, se espera poder reducir en un 30% las actividades que no aportan al proceso productivo, incrementar un 10% en la puntualidad de la entrega de productos y disminuir el tiempo de búsqueda de material en un 80%.

Se evaluó económicamente la propuesta obteniendo indicadores económicos de VAN de S/ 76 235.37, TIR de 56.04% y costo-beneficio de S/ 1.11, esto significa que por cada S/1 invertido se tiene una ganancia de S/1.11.

Recomendaciones

Implementar el mantenimiento preventivo y metodología 5S en el área de maquinado, para no realizar gastos excesivos del momento en un mantenimiento correctivo, de esta manera prevenimos fallas momentáneas y mantienen los activos en buen estado, además permitirá elevar los niveles de productividad, eficacia y eficiencia del proceso productivo. Conjuntamente, formará una cultura organizacional en la empresa Budge SAC., manteniéndola en orden, creando un ambiente de trabajo seguro y agradable.

Realizar una evaluación constante de las 4 primeras S para poder mantener la disciplina (Shitsuke) y establecer planes de acción para levantar todo aquello que perjudique los resultados que se proponen. Finalmente, la propuesta de implementación de 5S tiene que ser replicada para las demás áreas de la empresa, ya que se traducirá en una mejora global con mayores resultados a nivel operativo.

Referencias bibliográficas

- Alcántara, V. (26 de marzo de 2019). *Vanguardia Industrial Revista Online B2B*. Obtenido de Revista Online B2B-Vanguardia Industrial:<https://www.vanguardia-industrial.net/cual-es-el-impacto-economico-del-mantenimiento/>
- Aliaga, S. V. (2017). Analisis y propuesta de mejora de procesos para una empresa metalmeccanica de sistemas de izajes para centros mineros. *Repositorio UPC*(p. 24), 112. Recuperado el 24 de Septiembre de 2020, de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9448>
- Almendola, L. (2017). "Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestión de Mantenimiento". *Klaron*, 4. Obtenido de http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/indicadores%20confiabilidad%20amendola.pdf
- Andina, E. P. (2 de Febrero de 2021). Sector mantenimiento mueve alrededor de S/250 millones anuales en el Perú. *Sector mantenimiento mueve alrededor de S/250 millones anuales en el Perú.*, pág. 1. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx>
- Armas, W. (2020). *"Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de cemento en la empresa Mixercon S.A. Callao-2020."*. Tesis, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Callao. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54502/Armas_MW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Budge SAC. (2022). *Budge SAC*. (Historia, misión y visión) Obtenido de <https://www.rbudge.com/quienes.html>
- Carrillo et al. (31 de Agosto de 2018). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *Dialnet*, p. 74. Recuperado el 24/09/2020 de Septiembre de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6786515>
- Chu, M. (2019). *Finanzas aplicadas: Teoría y práctica*. Ediciones de la U. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=PzSjDwAAQBAJ&pg=PA337&dq=VAN+TI>

R&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjglval6pz7AhUhILkGHbB3BVsQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q&f=false

Cosmos. (2021). *Cosmos Maquinados Industriales*. Obtenido de Cosmos Maquinados Industriales: <https://maquinadosindustriales.mx/>

Díaz, T. C. (14 de julio de 2020). *Mebum*. Obtenido de Mebum: https://mebum.com.co/manejo_de_materiales/que-es-el-centro-de-mecanizado-cnc/

Española, R. A. (2022). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/falla>

García-Rada, F. (2019). *Evaluación de proyectos*. Estudio García-Rada & Asociados. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2019/noviembre/portal/evaluacion-de-proyectos-charla-cip-15nov-2019.pdf>

Gasca, M., Camargo, L., & Medina, B. (2017). Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial. *Información Tecnológica*, 28(4), 111-124. doi:10.4067/S0718-07642017000400014

Gestión. (02 de Setiembre de 2022). *Gestión*. Obtenido de Economía: <https://gestion.pe/economia/riesgo-pais-de-peru-sube-siete-puntos-y-cierra-en-180-puntos-porcentuales-economia-noticia/?ref=gesr>

Gutierrez, E. (2021). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en una municipalidad*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27099/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Infraspeak. (2021). *Infraspeak*. Obtenido de Infraspeak: <https://blog.infraspeak.com/es/estadisticas-de-mantenimiento/>

Jaen et al. (30 de Enero de 2020). "Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando 5s en una empresa de mantenimiento. Caso Ecuaclima". *593 Digital Publisher CEIT*, 11. Obtenido de <https://doi>.

Lameirinhas, G. (2021). *TRACTIAN*. Obtenido de TRACTIAN:

<https://tractian.com/es/blog/8-indicadores-indispensables-para-la-gestion-del-mantenimiento>

Ministerio, d. e. (2015). *Cualificación profesional: Fabricación de tableros de partículas y fibras de madera*. España: Fondo Social Europeo. Obtenido de

https://incual.educacion.gob.es/documents/20195/1873855/MAM214_2_RV++A_GL_Documento+publicado/fff4801e-e8f5-45b0-a256-07ec555a09c5#:~:text=Aver%C3%ADa%3A%20Da%C3%B1o%2C%20rotura%20%20fallo,de%20distribuci%C3%B3n%20u%20otra%20cosa.

Muñoz, C. V. (16 de octubre de 2017). *BBSC*. Obtenido de BBSC:

<https://www.bbsc.cl/metodologia-5s-y-tpm-mantenimiento-productivo-total-2/>

Navarro, V. (2017). "*Supervisión del Programa de Mantenimiento y Ejecución de la Técnica Japonesa 5s en la empresa KALTIRE SA DE CV sucursal Colombia Proyecto mina la Jagua*". Tesis, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia.

Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2338/1/30144.pdf>

Núñez, P. O., & Perez, L. J. (2021). "*Mejora del proceso de producción de piezas industriales en la empresa Sefasi E.I.R.L mediante la técnica de las 5s y un Plan de Mantenimiento Preventivo*". Tesis, Universidad de Lima, Lima. Obtenido de

https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14315/Nu%c3%b1ez-Perez_Mejora-proceso-producci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ñaupás et al. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4ta ed. ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de

<https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a-de-la-investigacioc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redaccioc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf>

Orizano-Acuña, V., Orizano-Ponce, E., Villanueva, J., Estacio, R., & Muñoz, S. (2019). Instauración de la metodología 5S en una microempresa agroindustrial. *Journal of agro-industry Sciences*, 25-30. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/JAIS.2019.004>

- Parra et al. (4 de Mayo de 2021). "*Técnica de Jerarquización de Activos MCCR: Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo*". Costa Rica: Technical Report. doi:10.13140/RG.2.2.31008.10247
- Pastrana, D. S. (2017). "*Metodología 5'S aplicada en el Departamento de Mantenimiento y Servicios, para el Laboratorio de Operaciones Unitarias en la ESIQIE*". Tesis, Instituto Politécnico Nacional, México. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23876/Tesis%20Metodolog%C3%A9ica%20de%20Mantenimiento%20y%20Servicios%20para%20el%20Laboratorio%20de%20Operaciones%20Unitarias%20en%20la%20ESIQIE.pdf?sequence=>
- Peralta, G. S. (2019). "*Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa Metalmecánica AR&ML Constructores E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019*". Tesis, Callao. Obtenido de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4583/PERALTA_FIME_MAESTRIA_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Qualitymant. (Octubre de 2017). *Qualitymant Group*. Obtenido de Qualitymant Group: <https://qualitymant.com/las-5s-del-mantenimiento-industrial/#:~:text=Mantenimiento%20industrial%20mediante%20las%205S,y%20limpia%20mejorando%20la%20productividad>.
- Rayme, M. S., & Diaz, J. R. (1 de Julio de 2021). Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY*, 8. Obtenido de <https://revistas.une.edu.pe/index.php/QantuYachay/article/view/8/8>
- Rosemberg, A. (9 de junio de 2019). *Columnista*. Obtenido de Columnista: <https://blog.portinos.com/la-mateada/metodologia-japonesa-5s-para-la-mejora-productiva-y-ambiental>
- Sagrario et al. (2018). "Mejora Continua: Implementación de las 5s en una Microempresa.". *Revista Global de Negocios*, 6(5), 14. Obtenido de <http://www.theibfr2.com/RePEc/ibf/rgnego/rgn-v6n5-2018/RGN-V6N5-2018-8.pdf>

- Salazar, C., Johao, H., Benavides, B., Delgado, Y., & Pantoja, L. (2020). 5S Methodology, viable alternative in the improvement of food industry processes. *Tayacaja*, 114-124.
- Tutiven, H. (2020). *Propuesta de diseño de un plan de mantenimiento preventivo a generadores estacionarios en una empresa proveedora de internet*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51425/1/4.%20TUTIVEN%20MORAN%20HENRY%20AUGUSTO%20-%20GRUPO%206.pdf>
- Vedan, A. (2021). *TRACTIAN*. Obtenido de TRACTIAN: <https://tractian.com/es/blog/todo-sobre-la-matriz-de-criticidad>
- Victorio, Y. M. (2019). *“Propuesta de mejora aplicando TPM en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC”*. Tesis, Universidad Tecnológica del Perú, Lima. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3540/Yonel%20Victorio_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.PDF?sequence=1&isAllowed=y

Anexos

Anexo 01

Instrumentos

Lista de cotejo para diagnóstico del mantenimiento

LISTA DE COTEJO PARA DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO				
Investigador:				Fecha:
Área:				
Ítems		SI	NO	OBSERVACION
1	¿El área de máquinas cuenta con una estructura jerárquica?			
2	¿El área de maquinado dé cuenta con las condiciones mínimas para la realización de las actividades de trabajo?			
3	¿Las labores de mantenimiento se asignan de forma específica?			
4	¿La empresa cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos?			
5	¿Todos los equipos del área de maquinado se hallan en operación?			
6	¿Se realiza una inspección de la máquina antes de iniciar su operación?			
7	¿Se cuenta con el material de repuesto de cada equipo en stock?			
8	¿Se cuenta con las herramientas necesarias para llevar a cabo las tareas de mantenimiento?			
9	¿Se cuenta con un presupuesto destinado al mantenimiento de los equipos?			
10	¿El personal se encuentra capacitado para llevar a cabo las tareas de mantenimiento?			
OBSERVACIONES ADICIONALES:				

Ficha de registro de equipos del área de maquinado

FICHA DE REGISTRO PARA LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE MAQUINADO					
Fecha de adquisición de la maquina:					
Investigador:			Fecha:		
Máquina:			Ubicación:		
Fabricante:			Planta:		
Modelo:			Código:		
DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA					
Potencia	Dimensiones			Peso	Tensión
	Largo	Alto	Ancho		
DATOS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA			IMAGEN DE LA MÁQUINA		
Horas de producción					
Horas de mantenimiento					
Averías de la máquina					

Cuestionario de evaluación de mantenimiento y disponibilidad

Estimado colaborador(a): Con propósito de evaluar el mantenimiento y disponibilidad de las máquinas herramientas del área de maquinado, solicitamos respuestas con sinceridad las preguntas que se te indican, marcando con un aspa (X) el casillero que a tu criterio corresponde, asimismo realiza un comentario.

Agradecemos tu colaboración, considerando que la veracidad de dicha información contribuirá a mejorar el área de maquinado.

Nº	PREGUNTAS	SI	NO	Comentario
01	¿Sabe usted que es el mantenimiento?			
02	¿Ha escuchado acerca del mantenimiento preventivo?			
03	¿La máquina herramienta que está usando presenta fallas continuamente?			
04	¿Realiza el chequeo de nivel de aceite?			
05	¿Realizan la inspección de la Bomba de Lubricación?			
06	¿Realizan la verificación de consolas de potenciómetros y manipuladores?			
07	¿La luminaria del equipo se encuentra en buen estado?			
08	¿Los tableros eléctricos están en buen estado?			
09	¿La bancada y tornillo de avance se encuentra en condiciones de uso?			
10	¿El motor o motores de la máquina herramienta presentan algún defecto relacionado a sonido, temperatura, aislamiento o retenes?			
11	¿La cadena transportadora está en perfectas condiciones?			
12	¿Los pernos de sujeción están en buen estado?			
13	¿Realizan el mantenimiento de panel de coordenadas y regletas?			
14	¿El cabezal móvil presenta fallas?			
15	¿El cabezal fijo presenta fallas?			
16	¿Los platos de sujeción se encuentran con algún desgaste?			
17	¿Los engranajes, poleas y faja de la caja Norton están en buen estado?			
18	¿Observa alguna desalineación en el equipo?			
19	¿Las lunetas están en buenas condiciones?			
20	¿Presenta algún defecto al momento de encender el equipo?			
21	¿El sistema de lubricación presenta deficiencias al momento del mecanizado?			
22	¿La torreta porta-herramientas presenta defectos?			
23	¿Conoce la metodología de las 5s?			

Anexo 02

Validez y confiabilidad de los instrumentos

Constancia de evaluación

Yo, Carlos Ythamar Rojas Tezen, con D.N.I. N°16705605, de profesión Ingeniero Mecánico Electricista; con Registro CIP 80277; desempeñándome como consultor y contratista en mantenimiento electromecánico, hago constar:

Por medio de la presente que he revisado con fin de validación los instrumentos: Lista de cotejo para diagnóstico del mantenimiento, ficha de registro de equipos del área de maquinado, y el cuestionario de evaluación de mantenimiento y disponibilidad; de la tesis titulada: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC - Callao.

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

CRITERIO: MA= 5 A= 4 PA=3 I=2

N ^o	CRITERIO	MUY ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	INADECUADO
1	Congruencia de ítems	X			
2	Aptitud de contenido	X			
3	Redacción de ítems	X			
4	Metodología	X			
5	Pertinencia	X			
6	Coherencia	X			
7	Organización	X			
8	Objetividad	X			
9	Claridad	X			
TOTAL		45			

Calificación: MA (37-45) A (28-36) PA (19-27) I (0-18)

Muy Adecuado (X) Adecuado () Poco Adecuado () Inadecuado ()

Conclusión: El instrumento es: Muy adecuado

En señal de conformidad firmo la presente, en la ciudad de Bagua Grande a los 12 días del mes de agosto del 2022.



Carlos Ythamar Rojas Tezen
Ingeniero Mecánico Electricista

Constancia de evaluación

Yo, Ronald Efraín Delgado Gonzales, con D.N.I. N° 70085627, de profesión Ingeniero Mecánico Electricista; con Registro CIP 209714; desempeñándome como consultor y contratista en mantenimiento electromecánico, hago constar:

Por medio de la presente que he revisado con fin de validación los instrumentos: Lista de cotejo para diagnóstico del mantenimiento, ficha de registro de equipos del área de maquinado, y el cuestionario de evaluación de mantenimiento y disponibilidad; de la tesis titulada: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC - Callao.

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

CRITERIO: MA= 5 A= 4 PA=3 I=2

N°	CRITERIO	MUY ADECUADO	ADECUADO	POCO ADECUADO	INADECUADO
1	Congruencia de ítems	X			
2	Aptitud de contenido		X		
3	Redacción de ítems	X			
4	Metodología	X			
5	Pertinencia	X			
6	Coherencia	X			
7	Organización	X			
8	Objetividad	X			
9	Claridad	X			
TOTAL		4 5	5		

Calificación: MA (37-45) A (28-36) PA (19-27) I (0-18)

Muy Adecuado (X) Adecuado () Poco Adecuado () Inadecuado ()

Conclusión: El instrumento es: Muy adecuado

En señal de conformidad firmo la presente, en la ciudad de Bagua Grande a los 12 días del mes de agosto del 2022.



RONALD EFRAÍN DELGADO GONZALES
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 209714

Anexo 03

Matriz de consistencia

1. TITULO	4. VARIABLE DE ESTUDIO	8. INSTRUMENTOS
<p>Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC - Callao.</p>	<p>a) Variable independiente (VI) Plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S.</p> <p>b) Variable dependiente (VD) Mantenimiento del área de maquinado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de cotejo para diagnóstico del mantenimiento. - Ficha de registro de equipos del área de maquinado. - Cuestionario de evaluación de mantenimiento y disponibilidad.
<p>2. FORMULACION DEL PROBLEMA</p>	<p>5. HIPOTESIS GENERAL</p>	
<p>¿Proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S mejoraría el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao?</p>	<p>El proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S mejora el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC – Callao</p>	
<p>3. OBJETIVOS</p>		<p>9. ANALISIS DE DATOS</p>

<p>3.1. Objetivo General</p> <p>Proponer un plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S para mejorar el mantenimiento del área de maquinado de la empresa Budge SAC - Callao.</p> <p>3.2. Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar el estado actual en el área de maquinado en la empresa Budge SAC. - Determinar actividades de mantenimiento en el área de maquinado en la empresa Budge SAC. - Elaborar un plan de mantenimiento preventivo aplicando las 5s en el área de maquinado de la empresa Budge SAC. - Evaluar económicamente la propuesta del plan de mantenimiento preventivo y metodología 5S en el área de maquinado de la empresa Budge SAC. 	<p>6. DISEÑO DE LA INVESTIGACION</p> <p>La investigación es No experimental descriptiva. Se utilizó un diseño de investigación con propuesta.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>M: O - - - -> P</p> <p>Donde: M: Máquinas herramientas O: Observación directa de fallos P: Propuesta</p> </div> <p>7. POBLACION Y MUESTRA</p> <p>La población está conformada por 19 máquinas herramientas (tornos, mandrinadoras y centros de mecanizado), y el historial de fallos de las máquinas de la empresa Budge SAC.</p> <p>Así mismo la muestra queda establecida por la cantidad de máquinas del área de maquinado, y el historial de fallos de las máquinas en la empresa Budge SAC., en el año 2021. El muestreo en la investigación es No probabilístico por conveniencia del investigador.</p>	<p>El procesamiento y análisis estadístico descriptivo de datos se realizó con el programa estadístico informático Excel, nos permitió organizar las tablas y figuras estadísticas de manera ordenada según las dimensiones de cada variable en concordancia a los objetivos propuestos.</p>
--	---	--

Anexo 04

Transmisiones Hoist, Propel, Crowd, rueda inferior, engranaje y centro de trabajo



Anexo 05
Manual de las 5S




BUDGE S.A.C



Manual de 5S

Revisado por:	Aprobado por:	Elaborado por:
<hr/> Firma Nombre y apellidos	<hr/> Firma Nombre y apellidos	<hr/> Firma Nombre y apellidos

	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	1 de 7

MANUAL DE LAS 5S

1. OBJETIVO

La presente tiene la finalidad de proporcionar el paso a paso de la ejecución de la metodología 5S en la empresa BUDGE S.A.C para crear una cultura de limpieza y orden.

2. ALCANCE

Este documento tiene un alcance global en la organización, siendo posible ser implementada en todas las áreas tanto administrativas como operativas.


3. RESPONSABILIDADES

- Gerencia General: Encargado de proporcionar todos los recursos y aprobaciones necesarias para el cumplimiento de la aplicación de la metodología.
- Líder del Comité 5S: Se encarga de planificar, dirigir, supervisar y controlar todas las actividades establecidas para el desarrollo de la metodología 5S.
- Responsables de cada S: Se encarga de dirigir, ejecutar y supervisar las actividades correspondientes a su fase de la manera más óptima.
- Trabajadores: Encargados de ejecutar las actividades planificadas en su área de trabajo.

4. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA 5S

Las 5S es una técnica de limpieza utilizada por varias organizaciones derivada de cinco palabras japonesas: Seiri (ordenar), Seiton (poner en orden), Seiso (brillar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (sostener). Esta técnica mejora la eficiencia, la productividad y la calidad al hacer que el lugar de trabajo sea ordenado, agradable y organizado.

La metodología de las 5S, permite preparar, saldar, idear y mantener las condiciones para una atmósfera productiva internamente de la compañía. La inducción consiste en mejorar la eficacia de vitalidad donde es desarrollado en cinco principios, que mediante su implementación sistemática tienen como propósito implementar y mejorar la productividad. Los objetivos que pretenden la metodología utilizar son: mejorar las condiciones laborales, dado que influye en la eficiencia del trabajo

	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	2 de 7

MANUAL DE LAS 5S

5. FASES DE LA 5S

5.1. Seiri – Clasificar:

La presente etapa ayudara a separar los elementos que son necesarios en las áreas del trabajo, desechando a los que son innecesarios. Por ello es necesario que se mantengan las herramientas y los diversos elementos que permitirán realizar dichas tareas diarias de una manera productiva y con una alta calidad. Si tenemos los elementos que son necesarios en el área de trabajo ahorraremos el tiempo y se podrá trabajar con mayor eficiencia. Por ello primero se debe de clasificar los elementos para posteriormente desecharlos (Carrillo et al, 2018).

5.2. Seiton – Ordenar:


Posteriormente después de haber clasificado los elementos se procederá a administrar las cosas de los elementos calificados como válidas, por lo que cuando hablamos de ordenar los elementos hablamos también de la visualización de ellos para mejorar el entorno del ambiente de las áreas de trabajo. Asimismo, demandará tiempo estar buscando los elementos en los espacios desordenados, porque se concluye que un espacio ordenado promueve el trabajo eficiente de los empleados (Carrillo et al, 2018).


5.3. Seiso – Limpieza:

La meta de esta etapa es poder tener y mantener un lugar de trabajo adecuado es decir limpio y ordenado, donde no exista suciedad y polvos en los quipos de oficina, por ello para poder lograrlo debemos de buscar e identificar cuáles son las principales fuentes de suciedad y atacarlas hasta eliminarlas (Carrillo et al, 2018).

5.4. Seiketsu – Estandarizar:

La homogeneidad busca que se mantenga los estatus alcanzados mediante los estatus anteriores, los estándares de trabajo están siendo buscados para posteriormente establecerlos dentro de la empresa por ellos se debe de tener en cuenta para que se realice las labores diarias de manera productiva y con la calidad. Estos estándares buscan recordar a los trabajadores como se debe mantener la zona de trabajo a través de métodos operativos estandarizados (Carrillo et al, 2018).

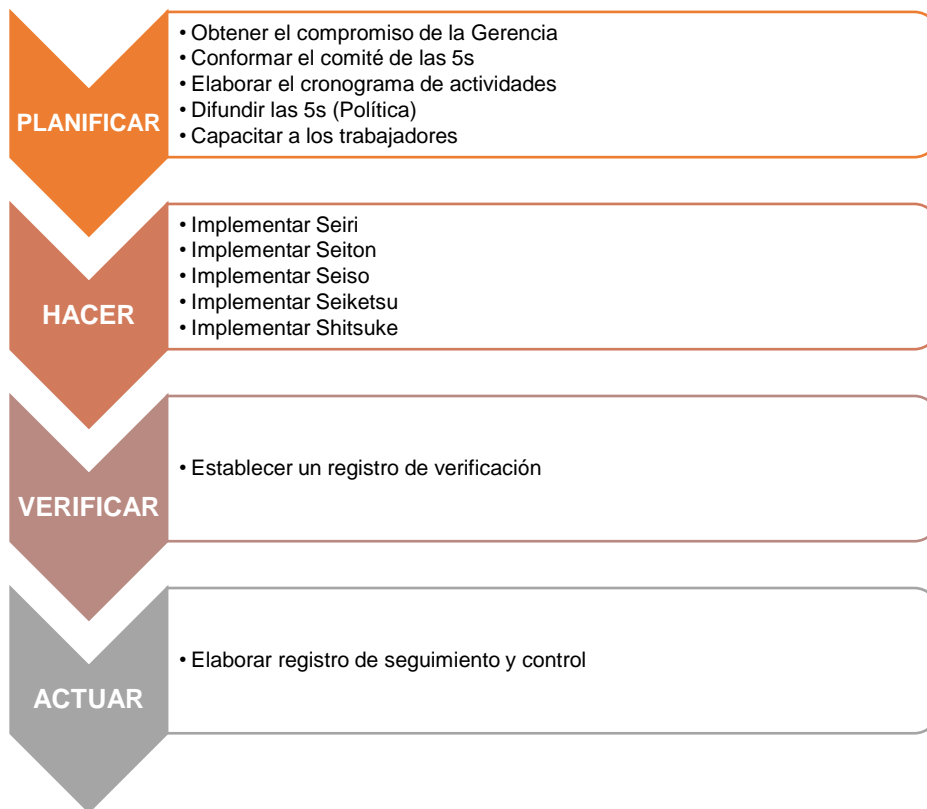
	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	3 de 7
<u>MANUAL DE LAS 5S</u>			
<p>5.5. Shitsuke – Disciplina:</p> <p>Una vez que se logra establecer las anteriores etapas lo más difícil es que se mantenga este efecto, y que todo lo obtenido desaparecerá si es que no se cuenta con la disciplina adecuada para que se mantenga (Carrillo et al, 2018).</p> <p>6. IMPORTANCIA Y VENTAJAS DE LA 5S</p> <p>La implementación del método “5S” permite alcanzar diversos resultados, tal como lo indican Salazar et. al (2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hacer evidente a cualquier comportamiento del sistema y de las personas que se apartan de los objetivos o de los estándares definidos para que la implementación se ejecute de manera eficiente - Crear en las personas el hábito de mantener su puesto de trabajo ordenado y limpio y realizar pequeñas pero continuas mejoras de las condiciones de trabajo - Utilizar de forma óptima el espacio disponible en los sitios de trabajo para que los operarios no tengan inconvenientes - Reducir las pérdidas de tiempo que se generan en los lugares de trabajo debidas a la búsqueda de materiales, herramientas y documentos al momento de realizar las operaciones - Reducir las paradas de las instalaciones debidas a mal funcionamiento o taponamiento de máquinas - Hacer el puesto de trabajo más ordenado y, por lo tanto, más seguro para realizar las operaciones. <p>Según Orizano-Acuña, et al. (2019), expresa que “al utilizar el método de las 5S en la empresa, estamos refiriendo a la implementación de las mismas para mantener los puestos de trabajo y el resto de ámbitos de una empresa limpios, ordenados y solamente con lo necesario”, todo ello facilitará que la empresa tenga un buen prestigio y logre la disciplina y por ende los objetivos planteados.</p>			
3			


	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	4 de 7

MANUAL DE LAS 5S

7. IMPLEMENTACIÓN DE LA 5S

Para implementar la metodología 5S, se debe aplicar las fases descritas en el punto 5 en base al Ciclo PHVA o Ciclo Deming. A continuación, se describen las actividades a implementar por cada fase y etapa:



	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	5 de 7

MANUAL DE LAS 5S

7.1. Planificar:

Obtener el compromiso de la Gerencia:

El compromiso debe notarse en todas las etapas de las 5S, facilitando los recursos humanos y económicos que se requieran para un correcto desarrollo de cada una de las fases además de fomentar la participación y cumplimiento de todos los trabajadores de la empresa y lograr con éxito los objetivos. Para ello, se debe realizar una política de compromiso; asimismo, reafirmar su compromiso en las capacitaciones que se ejecutan.

Conformación del comité las 5S

Es primordial formar un comité que ejecute las actividades establecidas dentro del programa a implementar. El comité se conforma de seis individuos, un líder y cinco coordinadores para cada principio del método de las 5S.

Cronograma de las actividades


Define las actividades a realizar y el tiempo en que se realizarán; de esta manera, se programa la implementación dentro de una fecha específica.

Difusión de las 5S

La alta gerencia debe difundir correctamente todas las decisiones que se ejecutarán para la implementación de la metodología, con el fin todos los actores involucrados se encuentren informados de las decisiones tomadas por los directivos de la empresa. La política de compromiso será colocada de manera visible en las áreas de la empresa, como medio de difusión.

Capacitar a los trabajadores

El objetivo de las capacitaciones internas es concientizar a los trabajadores sobre los 5 principios fundamentales sobre la metodología (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), además estas capacitaciones deben ser conforme a la jerarquía, comenzando con el nivel alto de la gerencia, supervisores, los integrantes del comité de salud y seguridad en el trabajo y técnicos encargados de la producción.

	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	6 de 7

MANUAL DE LAS 5S

7.2. Hacer:

Implementación de Seiri:

Para desarrollar esta fase, es necesario delimitar las áreas a las que se ejecutarán las actividades; posteriormente, identificar los objetos necesarios e implementar tarjetas rojas a los objetos innecesarios; por tanto, los criterios para colocar una tarjeta roja son:

- Material sobrante
- Defectuoso o deteriorado
- Contaminante o peligroso
- Obsoleto o vencido
- Reduce espacio
- Otro

Finalmente, luego de haberse identificado los objetos necesarios de los innecesarios, se prepara un informe de acciones con los objetos que obtuvieron una tarjeta roja.


Implementación de Seiton:

Primero, se deben definir las ubicaciones para los objetos necesarios de acuerdo a la disponibilidad de espacio, su frecuencia de uso, acceso, entre otros. Luego, se rotulan los espacios, los cuales deben estar clasificados en:

- Herramientas
- Repuestos
- Equipos de seguridad personal
- Útiles de limpieza

Implementación de Seiso:

Para esta fase es necesario elaborar una guía de limpieza que incluya el área de trabajo, los espacios donde se almacenan los objetos necesarios y las máquinas que se utilizan en el proceso, teniendo en cuenta que todos deben participar.

	MANUAL	Código	MM5-BG-01
	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S	Fecha	26.08.2022
		Página	7 de 7

MANUAL DE LAS 5S

Implementación Seiketsu:

Esta fase trata de estandarizar las actividades desarrolladas en la implementación de la metodología 5S, por este motivo se estableció el presente manual, para ser socializado con todos los trabajadores donde se desarrolla esta metodología.

Implementación Shitsuke:

Para terminar la ejecución de la metodología, se elaborarán afiches para ser colocados en el ámbito donde se aplica, de esta manera, es visible para todo el personal. Finalmente, se establecerá una reunión donde se informará lo que se ha venido ejecutando y lo que se espera de ella.

7.3. Verificar

Para esta etapa, se utilizará el registro de verificación de cumplimiento de las 5S con la finalidad de conocer el progreso obtenido; por tanto, el cumplimiento debe ser mayor a 80%, lo que significa que las actividades son desarrolladas de manera óptima; caso contrario, se deben modificar y volver a aplicar el Ciclo de Deming con las fases de la metodología 5S.

7.4. Actuar

La etapa final, se encuentra compuesta por la aplicación del registro de seguimiento y control, en la cual se debe verificar todos los meses el cumplimiento de la metodología. Al ser una auditoría interna, se debe identificar cuáles son las falencias que no permiten a la organización llegar al 80% y mejorarlas, aplicando nuevamente este manual.

Anexo 06

Porcentaje y clasificación de objetos necesarios e innecesarios

Identificación de objetos	Cantidad	Porcentaje
Objetos necesarios		
Objetos innecesarios		
Total		

Objeto	Clasificación	
	Necesarios	Innecesarios
Cartones		
Fierros		
Cajas vacías		
Estantes		
Herramientas		
Silla		
Papeles		
Mangueras		
Virutas		
Tornillos		
Plásticos		
Piezas en mal estado		
Barriles metálicos		
Total		

Anexo 07

Afiches de metodología 5s

¿QUE SIGNIFICAN LAS CINCO
“S” EN LA METODOLOGÍA 5S?



BUDGE

Metodología de las 5s



BUDGE

METODOLOGÍA 5S



LIMPIEZA
SEISO



BASURA
SEIRI



SALUD
SEIKETSU



ORGANIZACIÓN
SEITON



DISCIPLINA
SHITSUKE

BUDGE

Anexo 08

Hoja de mantenimiento de mandrinadora OTIN 78

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Mandrinadora COLLET - OTIN 78	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 20 min.
3	Reparación de consolas de potenciómetros y manipuladores				X				-
4	Renovación de luminaria y equipo				X				-
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Cambio de tornillo de avances					X			El tiempo promedio es de 3 horas.
7	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
8	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
9	Renovado del juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
10	Habilitado de cadena						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
11	Rectificado de pernos de sujección							X	El tiempo promedio es de 2 horas.
12	Mantenimiento de panel de coordenadas y regletas.							X	-

Hoja de mantenimiento de mandrinadora OTIN 91

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023				Frecuencia de mantenimiento				Mandrinadora CNC HAVOR - OTIN 91	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificado de sujeción de conectores		X						El tiempo promedio es de 3 horas.
3	Habilitado de filtros de chiler		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
4	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
5	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
6	Renovación de luminaria y equipo				X				-
7	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
8	Cambio de aceite					X			El tiempo promedio es de 20 min.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
11	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
12	Rectificado de pernos de sujeción						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
13	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 3 horas.
14	Renovado de protectores de bancada							X	El tiempo promedio es de 20 horas.

Hoja de mantenimiento de mandrinadora OTIN 157

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023				Frecuencia de mantenimiento				Mandrinadora - OTIN 157	5
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
3	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
4	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Renovación de luminaria y equipo				X				-
6	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
7	Renovado de grasa en corona y cremallera						X		El tiempo promedio es de 8 horas.
8	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
9	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
10	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 10

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Torno Vertical - OTIN 10	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 20 min.
3	Reparación de consolas de potenciómetros y manipuladores				X				-
4	Renovación de luminaria y equipo				X				-
5	Ajuste de tableros eléctricos								-
6	Renovado de cabezal fijo					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
7	Rectificación de limpiadores de rieles					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
8	Cambio de chavetas					X			El tiempo promedio es de 4 horas.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Renovado del juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
11	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
12	Cambio de aceite						X		El tiempo promedio es de 20 min.
13	Rectificado de pernos de sujeción							X	El tiempo promedio es de 3 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 11

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Tornos TOS 100 - OTIN 11	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 10 min.
3	Renovación de luminaria y equipo				X				-
4	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
5	Rectificación de limpiadores de rieles					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
6	Rectificado de fajas y poleas					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
7	Renovado de cabezal fijo					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
8	Renovado de cabezal móvil					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
9	Rectificado de platos de sujeción universal					X			El tiempo promedio es de 3 horas.
10	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
11	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
12	Renovado del juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
13	Habilitado de carro superior/torreta						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
14	Mantenimiento de contrapunta.						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
15	Rectificado de pernos de sujeción							X	El tiempo promedio es de 2 horas.
16	Rectificación de alineamiento del equipo							X	El tiempo promedio es de 2 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 13

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023				Frecuencia de mantenimiento				Torno TOS 63 _ OTIN 13	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 10 min.
3	Renovación de luminaria y equipo				X				-
4	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Rectificación de limpiadores de rieles.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
7	Inspección de Fajas y Poleas.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
8	Evaluación de cabezal fijo.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
9	Evaluación de cabezal móvil.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
10	Evaluación de platos de sujeción universal.					X			El tiempo promedio es de 3 horas.
11	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
12	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
13	Inspección de juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
14	Evaluación de carro superior/torreta.						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
15	Mantenimiento de contrapunta.						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
16	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.
17	Mantenimiento de tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 4 horas.
18	Verificación de alineamiento del equipo.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 13.2

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023			Frecuencia de mantenimiento				Torno TOS 40 _ OTIN 13.2		
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 10 min.
3	Renovación de luminaria y equipo				X				-
4	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Rectificación de limpiadores de rieles.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
7	Inspección de Fajas y Poleas.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
8	Evaluación de cabezal fijo.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
9	Evaluación de cabezal móvil.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
10	Evaluación de platos de sujeción universal.					X			El tiempo promedio es de 3 horas.
11	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
12	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
13	Inspección de juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
14	Evaluación de carro superior/torreta.						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
15	Mantenimiento de contrapunta.						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
16	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.
17	Mantenimiento de tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 4 horas.
18	Verificación de alineamiento del equipo.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 14

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023			Frecuencia de mantenimiento				Torno Rivol _ OTIN 14		
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 10 min.
3	Renovación de luminaria y equipo				X				-
4	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Rectificación de limpiadores de rieles.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
7	Inspección de Fajas y Poleas.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
8	Evaluación de cabezal fijo.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
9	Evaluación de cabezal móvil.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
10	Evaluación de platos de sujeción universal.					X			El tiempo promedio es de 3 horas.
11	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
12	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
13	Inspección de juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
14	Evaluación de carro superior/torreta.						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
15	Mantenimiento de contrapunta.						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
16	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.
17	Mantenimiento de tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 4 horas.
18	Verificación de alineamiento del equipo.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 89

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023				Frecuencia de mantenimiento				Torno CNC Microcut Challenger 76HT _ OTIN 89	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Comprobar la sujeción de los conectores.		X						El tiempo promedio es de 3 horas.
3	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
4	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
5	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
6	Renovación de luminaria y equipo				X				-
7	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
8	Cambio de aceite					X			El tiempo promedio es de 20 min.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
11	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
12	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 3 horas.
13	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.
14	Renovado de protectores de bancada							X	El tiempo promedio es de 3 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 164

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023			Frecuencia de mantenimiento				Torno CNC_OTIN 64 - OTIN 164		
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
3	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
4	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Renovación de luminaria y equipo				X				-
6	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
7	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
8	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
9	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.
10	Comprobar el nivel de máquina y nivelación							X	El tiempo promedio es de 20 horas.

Hoja de mantenimiento de torno OTIN 145

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Torno CHOLET - OTIN 145	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de limpiadores de rieles.			X					El tiempo promedio es de 1 hora.
3	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 10 min.
4	Renovación de luminaria y equipo				X				-
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Inspección de Fajas y Poleas.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
7	Evaluación de cabezal fijo.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
8	Evaluación de cabezal móvil.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
9	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
10	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
11	Inspección de juego axial de las nueces de las mesas						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
12	Evaluación de carro superior/torreta.						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
13	Mantenimiento de contrapunta.						X		El tiempo promedio es de 3 horas.
14	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 1 hora.

Hoja de mantenimiento de torno vertical OTIN 205

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023			Frecuencia de mantenimiento				Torno vertical doble columna TITAN SC33- 373 - OTIN 205		
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 20 min.
3	Reparación de consolas de potenciómetros y manipuladores				X				-
4	Renovación de luminaria y equipo				X				-
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Reparación de cabezales Z1 y Z2.					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
7	Rectificación de limpiadores de rieles.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
8	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
11	Cambio de aceite						X		El tiempo promedio es de 20 min.
12	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 3 horas.

Hoja de mantenimiento de torno vertical OTIN 207

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento					Torno vertical doble carro Berthiez CNC Fagor Con Torreta auto. BMF200 y serie A34007 - OTIN 207		
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Rectificación de bomba de lubricación			X					El tiempo promedio es de 20 min.
3	Reparación de consolas de potenciómetros y manipuladores				X				-
4	Renovación de luminaria y equipo				X				-
5	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
6	Evaluación de cabezal Z1 y Z2					X			El tiempo promedio es de 2 horas.
7	Rectificación de limpiadores de rieles.					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
8	Cambio de chavetas						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
11	Cambio de aceite						X		El tiempo promedio es de 20 min.
12	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 3 horas.

Hoja de mantenimiento de torno paralelo OTIN 211

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023				Frecuencia de mantenimiento				Torno paralelo CNC bancada inclinada Startech FBL 360L MC _ OTIN 211	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Comprobar la sujeción de los conectores.		X						El tiempo promedio es de 3 horas.
3	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
4	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
5	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
6	Renovación de luminaria y equipo				X				-
7	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
8	Cambio de aceite					X			El tiempo promedio es de 20 min.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
11	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
12	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 3 horas.
13	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.
14	Renovado de protectores de bancada							X	El tiempo promedio es de 3 horas.

Hoja de mantenimiento de centro de mecanizado OTIN 90

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Centro de mecanizado CNC Startech Machinery JHV 1500 -OTIN 90	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Comprobar la sujeción de los conectores.		X						El tiempo promedio es de 3 horas.
3	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
4	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
5	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
6	Renovación de luminaria y equipo				X				-
7	Ajuste de tableros eléctricos					X			-
8	Cambio de aceite					X			El tiempo promedio es de 10 min.
9	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
10	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
11	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
12	Mantenimiento de guardas.						X		El tiempo promedio es de 2 horas.
13	Rectificado de pernos de sujeción.							X	El tiempo promedio es de 3 horas.
14	Engrasado de cadena soporte contrapeso.							X	El tiempo promedio es de 2 horas.
15	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.
16	Renovado de protectores de bancada							X	El tiempo promedio es de 3 horas.

Hoja de mantenimiento de centro de mecanizado OTIN 163

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Centro de mecanizado CNC JHV 2000 - OTIN 163	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
3	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
4	Habilitado de bomba refrigerante				X				El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Renovación de luminaria y equipo				X				-
6	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
7	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
8	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
9	Mantenimiento a sistema conveyer tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.

Hoja de mantenimiento de centro de mecanizado OTIN 209

HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Actualización Enero de 2023		Frecuencia de mantenimiento						Centro de mecanizado CNC JHV 2000 - OTIN 163	
SISTEMA DE MANTENIMIENTO									
#	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	7 DÍAS	15 DÍAS	30 DÍAS	60 DÍAS	90 DÍAS	180 DÍAS	365 DÍAS	DESCRIPCIÓN
1	Relleno de aceite (de acuerdo a nivel necesario)	X							El tiempo promedio es de 10 min.
2	Habilitado de filtros de chiller		X						El tiempo promedio es de 1 hora.
3	Cambio de mangueras ultraflexibles			X					El tiempo promedio es de 1 horas.
4	Habilitado de bomba refrigerante					X			El tiempo promedio es de 1 hora.
5	Renovación de luminaria y equipo					X			-
6	Rectificado de motor (temperatura, sonido, retén)						X		-
7	Cambio de tornillo de avances						X		El tiempo promedio es de 4 horas.
8	Habilitado de ventilación de servomotores						X		-
9	Mantenimiento a sistema conveyor tanque de refrigerante							X	El tiempo promedio es de 8 horas.