



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Propuesta de mantenimiento al torno para incrementar la  
disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica  
GALEX S.A.C. Callao-2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Arbaiza Estacion, Luis Carlos (ORCID: 0000-0002-8557-7858)

**ASESOR:**

Ing. Valdivia Sánchez, Luis Alberto (ORCID: 0000-0003-1574-4275)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

CALLAO - PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación, está dedicado a mi familia, en especial a mi hermano Marco Antonio Arbaiza Estacion, que desde el cielo me ilumina y te sientas muy orgulloso de mi logro obtenido. A mi amada esposa Doylith, por su inmenso amor y a mis hijos que son lo más sagrado que tengo.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por todo lo que tengo, a mi madre y a mi padre por estar conmigo en todos los momentos de mi vida. Y a mi asesor el Dr. Ing. Luis Alberto Valdivia Sánchez, por su excelente enseñanza y dedicación.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	16
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos .....	20
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS .....	49

## Índice de tablas

Tabla 1 Medidas de tendencia limpieza de viruta sistema actual.....	21
Tabla 2 Cuantificación limpieza de viruta sistema actual .....	21
Tabla 3 Medidas de tendencia revisión de la calibración sistema actual .....	22
Tabla 4 Cuantificación revisión de la calibración sistema actual .....	22
Tabla 5 Medidas de tendencia confiabilidad sistema actual .....	23
Tabla 6 Cuantificación confiabilidad sistema actual .....	23
Tabla 7 Medidas de tendencia mantenibilidad sistema actual .....	23
Tabla 8 Cuantificación mantenibilidad sistema actual .....	24
Tabla 9 Disponibilidad sistema actual .....	24
Tabla 10 Cuantificación de la productividad sistema actual .....	24
Tabla 11 Costo de la implementación de la mejora .....	26
Tabla 12 Medidas de tendencia limpieza de viruta sistema mejorado .....	29
Tabla 13 Cuantificación limpieza de viruta sistema mejorado.....	29
Tabla 14 Medidas de tendencia revisión de la calibración sistema mejorado..	29
Tabla 15 Cuantificación revisión de la calibración sistema mejorado .....	30
Tabla 16 Medidas de tendencia confiabilidad sistema mejorado .....	30
Tabla 17 Cuantificación confiabilidad sistema mejorado.....	31
Tabla 18 Medidas de tendencia mantenibilidad sistema mejorado .....	31
Tabla 19 Cuantificación mantenibilidad sistema mejorado .....	32
Tabla 20 Disponibilidad sistema mejorado.....	32
Tabla 21 Cuantificación de la productividad sistema mejorado .....	32

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Tipos de mantenimiento.....	10
Figura 2 Los 8 pilares del TPM .....	13
Figura 3 Las 5's .....	14
Figura 4 Ejemplo de diagrama de Pareto.....	14
Figura 5 Diagrama de Gantt plan de mejora control de limpieza de viruta.....	25
Figura 6 Diagrama de Gantt plan de mejora revisión de la calibración .....	27

## Resumen

El objetivo principal de este proyecto de investigación fue, determinar la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la disponibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020.

El método utilizado para este estudio fue, de tipo aplicativa, cuantitativa, con un diseño cuasi experimental, la población y muestra estuvo conformado por 12 semanas. Los instrumentos que se utilizaron fueron, la técnica de observación, check list, formatos de frecuencia de control de limpieza de viruta y revisión de la calibración del torno.

Los resultados encontrados con respecto al porcentaje de control de limpieza de viruta del torno fueron de un 60.1% a 83.3%, de veces que se limpia, además el porcentaje de revisión de la calibración del torno fue de 68.8% a 87.5%, de veces que se calibra, así mismo el porcentaje de confiabilidad del torno fue de 73.4% a 87.0%, de operación y, por último, el porcentaje de mantenibilidad del torno fue de 64.1% a 80.1%, que se corrige los defectos o fallas.

Se concluye que la propuesta de mantenimiento al torno, se incrementará de 73.4% a 87.0% la disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020.

Palabra clave: Mantenimiento, disponibilidad, TPM y 5'S

## Abstract

The main objective of this research project was to determine the maintenance proposal for the lathe, increasing the availability of the equipment of the mechanical and hydraulic company GALEX S.A.C. Callao-2020.

The method used for this study was, of an applicative, quantitative type, with a quasi-experimental design, the population and sample were made up of the lathe. The instruments used were the observation technique, check list, chip cleaning control frequency formats and lathe calibration review.

The results found regarding the percentage of lathe chip cleaning control were from 60.1% to 83.3%, of times that it is cleaned, in addition the percentage of revision of the lathe calibration was from 68.8% to 87.5%, of times It is calibrated, likewise the percentage of reliability of the lathe was from 73.4% to 87.0%, of operation and, finally, the percentage of maintainability of the lathe was from 64.1% to 80.1%, which corrects defects or failures.

It is concluded that the maintenance proposal for the lathe will increase from 73.4% to 87.0% the availability of the equipment in the mechanical and hydraulic company GALEX S.A.C. Callao-2020.

Keywords: Maintenance, availability, TPM and 5'S

## **I. INTRODUCCIÓN**

Con respecto a la realidad problemática internacional, ahora se dedica mucha más atención a las actividades para estimular el crecimiento industrial en los países en desarrollo. Sin embargo, el éxito no solo se limita a las inversiones en nuevas instalaciones de producción y la transferencia de tecnología moderna, sino que es importante utilizar las instalaciones existentes de manera efectiva, donde uno de los requisitos clave es establecer un servicio de mantenimiento integral, eficiente, seguro y financieros de activos comerciales.

Dos premisas son cruciales para la mejora constante de una industria. Lo más importante, las formas de mantenimiento deben mejorarse; sobre la base de que la vida, el uso, el tiempo, los especialistas externos y los percances transitorios del beneficio producen una desintegración que el cliente no evalúa con precisión. De esta manera, es importante aumentar el interés en el soporte de engranajes para obtener el mínimo gasto total de creación. En segundo lugar, para ser eficaz con cualquier empresa, debe iniciar la participación e intriga de todos y estar destinada a un establecimiento en particular.

La razón para desarrollar la tarea debe ser el sistema de creencias avanzado del mantenimiento moderno, que previene los paros de trabajo ineficaces, pero, por otro lado, es el principal defensor de los beneficios expandidos, a través de proyectos para eliminar el tiempo personal, disminuir la utilización de la vitalidad, aumentar el elemento calidad y en su mayor parte mejorar la creación de la planta. Para lograr una productividad más notable, a pesar de los activos y avances adecuados, se requiere apoyo de creación para que la división de mantenimiento se guíe por un enfoque de administración exhaustivo, es decir, para implementar una mejora combinada de la visión para unirse y lograr la adaptación de grupos interdisciplinarios que trabajan con el procedimiento fundamental mundial. (GARCÍA, Oliverio, 2014)

Con la globalización de los sectores empresariales, las organizaciones de todo el mundo se han visto obligadas a aceptar directrices de calidad universales que les permitan ser serios a nivel territorial, nacional y mundial. Todas las asociaciones que necesiten mostrar la naturaleza de sus artículos o administraciones deben

asegurarse de acuerdo con las necesidades de ISO 9001. Para abordar los problemas planteados por esta norma, es importante que las asociaciones tengan un plan de apoyo aceptable que les permita mantener equipo, aparatos y lugares de trabajo en las mejores condiciones de trabajo. El soporte comenzó a cobrar importancia durante la década de 1930, cuando Ford renovó un área en su asociación para las prácticas de reparación de equipos que tenían un lugar en su estructura de creación. A lo largo de los años, los empresarios han comprendido la importancia del funcionamiento correcto de las reuniones que están interesadas en las estructuras relacionadas con las ventajas de sus afiliaciones. Posteriormente, aportan una parte de sus ventajas para mejorar su distrito de mantenimiento, utilizando un personal profundamente calificado para estructurar las prácticas de divulgación de expectativas y desilusión que les permitirán garantizar la acción ideal de su método de creación, en este sentido potenciando el logro de la Administración y evitando pérdidas de materias primas y paradas de producción.

A su vez, la realidad problemática a nivel Latinoamérica, según, (CÁRCEL, Francisco, 2019), en la mayoría de los países latinoamericanos, el mantenimiento constituye en la actualidad una asignatura pendiente para numerosos sectores de la economía y la desatención ha llegado al extremo de que resulta en muchos lugares muy difícil identificar su existencia. Esto ha sido ratificado a través de las experiencias detectadas en numerosos países de la región. En este artículo se pretende fundamentar esta incuestionable necesidad y hacer algunas reflexiones sobre la importancia y el papel que el mantenimiento y su impacto tienen en los resultados económicos, en el desarrollo inmediato y futuro de cada nación de América Latina y sobre todo en el sistema empresarial, tanto de producción de bienes materiales como de servicios y otras áreas importantísimas que como la salud pública y la educación. El mantenimiento, de igual forma, da respuesta a reclamos tales como el incremento de la eficiencia energética, la reducción de importación de piezas de repuesto y la rentabilidad de las empresas.

Acerca de, la realidad problemática a nivel Nacional, en nuestro país, aunque se ha desarrollado, el mantenimiento aún no se ha combinado como un movimiento fundamental, a excepción de ciertas organizaciones. Hoy en día, cada organización

caracteriza sus arreglos o estrategias de apoyo siempre que les convenga, permitiéndoles controlar sus equipos, sistemas o instalaciones.

Por lo tanto, Perú se encuentra bajo ciertos países de América del Sur, como Brasil, que es el poder de América Latina y Chile. Estos países han desarrollado políticas de mantenimiento que les han permitido alcanzar mejores niveles de productividad. Por esta razón, un plan de mantenimiento preventivo y soluciones deben desarrollarse como parte de una mejora y consolidarse para lograr una mayor eficiencia en los procesos de trabajo.

Por este motivo, las empresas del sector de la maquinaria deben mantener la disponibilidad del equipo, para garantizar un funcionamiento óptimo, para llevar a cabo su trabajo en el taller de mantenimiento donde se aplicará.

En cuanto a la realidad problemática a nivel Local, la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C., es una empresa especializada en brindar soluciones de mecánica, hidráulica, calderería y maestranza para el sector pesca, minera, industria en general.

La empresa cuenta con equipos que le permiten realizar diferentes trabajos como, montaje de elementos, fabricación de piezas, estructuras metal-mecánicas, reparaciones hidráulicas etcétera.

Estos equipos se encuentran en continuo funcionamiento, haciéndose indispensable evitar en lo más mínimo la ocurrencia de fallas que produzcan paradas indeterminadas en el proceso de trabajo, ya que eso genera considerables pérdidas y una disminución en la calidad de servicio brindado por la empresa. En tal sentido, la empresa tiene una gran demanda en la fabricación de piezas, conllevando así al funcionamiento continuo del torno paralelo operando 8 horas diarias y 6 días a la semana. En lo cual se ha estado presentando fallas en la operación, paradas imprevistas, esto llevando a generar piezas defectuosas y no cumpliendo con el programa generado. De esta forma causando una baja deficiencia en la disponibilidad del equipo, generando una pérdida significativa a la empresa.

De tal manera, debido a la necesidad de obtener una mayor optimización de la maquinaria, la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C., propuso el

mantenimiento del torno para aumentar la disponibilidad del equipo, lo que nos permitirá reducir los costos de mantenimiento, mano de obra y materiales debido al trabajo de optimizar las operaciones de mantenimiento y reducir las reparaciones debido a fallas imprevistas. Mejorando de esta manera la disponibilidad del torno. Se realizó el diagrama de Ishikawa donde se puede visualizar en el anexo 8.

Además, se elaboró el diagrama de Pareto para identificar la causa del problema, donde se puede visualizar en el anexo 9.

#### Formulación del problema

Sobre la base de la realidad problemática, se abordaron los siguientes problemas de investigación:

- ¿Cómo la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la disponibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020?

#### Problemas específicos

- ¿De que manera, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la confiabilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020?
- ¿Cuál es el impacto, de la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la mantenibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020?

#### Justificación

Con respecto a la justificación teórica, en la investigación se justificó con conocimientos teóricos que permitieron conocer el mantenimiento y la disponibilidad, con la finalidad de plantear alternativas que permitan dar solución al problema planteado, se muestra conclusiones, recomendaciones, así como aportes que puedan sustentar la propuesta de mejora adecuada del mantenimiento del torno paralelo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020.

De igual manera, la justificación practica en la presente investigación, se propuso mejorar el mantenimiento mediante la propuesta de mantenimiento al torno a través del control de limpieza de viruta y revisión de la calibración para dar solución a la

baja disponibilidad del equipo del taller de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020.

Así mismo, en la justificación metodológica podemos indicar que en la presente investigación se crearon formatos de recolección de datos y el análisis respectivo, cabe resaltar, que con la investigación se buscó mejorar el mantenimiento mediante la propuesta de mantenimiento al torno, la importancia de esto es que contribuyó a incrementar la disponibilidad del equipo del taller de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020.

#### Objetivos general

- Determinar que, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la disponibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020

#### Objetivos específicos

- Establecer que, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la confiabilidad de los equipos en el taller de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020
- Verificar que, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la mantenibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020

#### Hipótesis general

- La propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la disponibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020

#### Hipótesis específicas

- La propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la confiabilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020
- La propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la mantenibilidad del equipo de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020

## II. MARCO TEÓRICO

Con respecto a los trabajos previos en los antecedentes nacionales, según (LA JARA, Juan, 2018). En su proyecto de investigación con título descrito a continuación. Aplicación del TPM para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018. Para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad Cesar Vallejo Lima (2018). Cuyo objetivo principal fue determinar como la aplicación del TPM mejorara la Eficiencia Global de los equipos. Se llegó a la conclusión que la Aplicación del TPM mejoro la Eficiencia Global de los Equipos de una media antes de 0,65% a 0,81% después de la aplicación del TPM, dado que se redujo los paros no programados en la línea de envases, lo cual ayudo a mejorar la disponibilidad y el rendimiento.

(GARCÍA, María, 2018). En su proyecto de investigación titulado. Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial Molinera San Luis SAC, 2018. Para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima (2018). Tuvo como objetivo proponer e implementar un plan de gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad en las máquinas que intervienen en su proceso productivo de pilado de arroz, Se implementó un soporte basado en TPM para el plan de gestión, utilizando planes, registros, programas de preparación y la coordinación de reuniones multidisciplinarias, que expandió la calidad inquebrantable de las máquinas, disminuyendo el nivel de paradas no programadas en un 8% y ampliando el tiempo. normal entre decepciones de 42 a 62 minutos, asimismo, se obtuvieron fondos de inversión de S / 2000 cada mes, y la competencia general del hardware se expandió en un 15%.

(SEMINARIO, Luis, 2017). En su proyecto de investigación descrito a continuación. Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las maquinas CNC de una empresa metal mecánica Lima-Perú 2017, para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad Cesar Vallejo Lima (2017). Tuvo como objetivo determinar de qué manera la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) incrementa la Eficiencia en las máquinas CNC de una Empresa Metal Mecánica, Lima-Perú 2017. El

proyecto de investigación fue de tipo aplicada, con nivel descriptivo, explicativo y longitudinal; posee un diseño cuasi-experimental y emplea un método hipotético-deductivo. En su conclusión, con la implementación del Mantenimiento productivo total se logró el incremento de la Eficiencia Global de Equipos (OEE) de un 46.32% a un 66.24%. Por consiguiente, el nivel de Disponibilidad incrementó de 72,40% a 81,79%, la Efectividad incrementó de 73,26% a un 86% y la Calidad tuvo un incremento del 87.58% al 93.83%.

(PEREYRA, Juan, 2019). En su proyecto de investigación titulado. Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor Landini REX DT80GE de la empresa Agrícola San Juan para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima (2019). El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal proponer un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica e los tractores agrícolas Landini Rex DT-80GE. Su tipo y nivel de investigación fue Básica y descriptiva. Técnicas de investigación, observación. Los instrumentos de investigación que se utilizaron son los siguientes: Check-list, Orden de trabajo, historial de equipo. En su conclusión, obtuvo como resultados después de la elaboración e implementación del plan de mantenimiento una disponibilidad de 83.34% el cual es mayor a nuestro objetivo propuesto al inicio de la investigación.

(USHIÑAHUA, Lisbeth, 2017). En su proyecto de investigación titulado. Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017, para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad Cesar Vallejo Lima (2019). Tuvo como objetivo principal determinar cómo la aplicación del TPM mejora la productividad en la línea de Producción de spools en la empresa FIMA S.A. Su diseño fue pre-experimental, con un alcance longitudinal, de tipo aplicada, de nivel explicativa y de un enfoque cuantitativo, en su conclusión manifiesta que, la implementación del TPM, se demostró el incremento de la productividad a 83%, también un incremento de la eficiencia de 89%, así mismo un incremento de la Eficacia de% 93.60

Por lo consiguiente en lo Internacional según, (CONDE, Réne, 2017). En su proyecto de investigación titulado. Indicadores en la implementación del mantenimiento productivo total en los laboratorios de física, facultad de tecnología,

para obtener el grado de Maestría, en la Universidad autónoma del estado de México Cuautitlán Izcalli (2017). Tuvo como objetivo principal evaluar y determinar los indicadores (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad). Los instrumentos utilizados fueron: historial de pérdidas, historial de fallas, historial de paradas cortas, historial de preparación y ajuste para la instalación, historial de defectos de calidad, historial de inicio de pérdidas. Hojas de estadísticas, cuestionarios y la tarjeta de entrevista. Las técnicas utilizadas fueron observación, experimento, entrevista y encuesta. Se logró con estas medidas aumentar los indicadores de disponibilidad del 81.3% al 92.5%, regresar del 90.0% al 96.8% y una calidad del 72.3 % a 93.4%. Con lo cual la efectividad general de los equipos aumentó de 54.1% a 83.6%. Cumpliendo así el objetivo establecido en la investigación

(MORALES, Juan, 2012). En su proyecto de investigación titulado. Implantación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) al taller automotriz del municipio de Riobamba (IMR). Obtener el grado de Ingeniero Automotriz. Escuela superior politécnica de Chimborazo (2012). Tuvo como principal objetivo. En su conclusión manifiesta que, el uso de la técnica 5S ha llegado a cambiar la propensión convencional para el trabajo del personal en todas las regiones, comenzando con una diferencia en la imagen, adquiriendo solicitud y orden en las oficinas debido a la señalización aceptada y los contornos de los formularios propuestos se confirman un ajuste en el método de trabajo se refiere.

(COTALLAT, Walter, 2018). En su proyecto de investigación titulado. Desarrollo del plan de mantenimiento piloto TPM en el desbacterizador de cacao, fábrica Nestlé Guayaquil, para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad autónoma del estado de México Cuautitlán Izcalli (2018). Tuvo como objetivo desarrollar el plan de mantenimiento piloto TPM en Desbacterizador de Cacao Fábrica Nestlé Guayaquil. En su conclusión define que, los procedimientos estandarizados de mantenimiento de partes críticas del proceso, el cual se extienden la vida natural de los componentes mediante la aplicación rutinaria de herramientas de confiabilidad y así optimizar el costo total de mantenimiento y seguir desarrollando y reteniendo la experticia técnica interna.

(MUÑOZ, Eduardo, 2018). En su proyecto de investigación titulado. Análisis de la disponibilidad de máquinas y equipo aplicando la metodología RCM

(Mantenimiento centrado en la confiabilidad) en la planta termoeléctrica GENEROCA de la ciudad de Guayaquil, para obtener el grado de Ingeniero Industrial, en la Universidad de Guayaquil (2018). Tuvo como objetivo analizar la disponibilidad de máquinas y equipos aplicando la metodología RCM. Esta investigación fue de tipo no exploratoria, descriptivo y explicativo. Su conclusión fue, por medio de la metodología RCM se obtendrá una depreciación notable en los costos de mantenimiento, así como también una reducción de tiempo de paradas no programadas, donde nos ayuda a aumentar la productividad y la factibilidad de las maquinas.

(JARAMILLO, 2016). En su proyecto de investigación titulado. Modelo de gestión para prevención de interrupciones en la disponibilidad de la red de telefonía fija- caso de estudio O&M GUAYAS, para obtener el grado de Magíster en Redes de Comunicación. Pontifica Universidad Católica del Ecuador (2016). En la etapa de ejecución, se pretendía un programa de mantenimiento diferente para organizar las regiones y las unidades antes de estructurar el programa de apoyo organizado en función del contexto histórico de las unidades. En consecuencia, se logró un ajuste en la imagen de las plantas, un ajuste en la actitud de los trabajadores y la alta accesibilidad de la armada del vehículo, según las nuevas reglas para mantener a los ejecutivos, un mejor control de piezas adicionales, dispositivos, ayuda de Personal y naturaleza. Además, se mejoró el tiempo de consideración para ocasiones. Debe acentuarse que la consideración rápida con respecto a las ocasiones debido al marco de alerta ha mejorado el archivo de productividad para solucionar los problemas.

Con respecto a las teorías relacionadas a las variables, el mantenimiento según, (PINTELON, Liliane, 2015 pág. 33). Añade que, la idea de un programa de mantenimiento "optimizado" sugiere que se debe seleccionar y ajustar una combinación adecuada de acciones y políticas de mantenimiento para mejorar el tiempo de actividad, extender el ciclo de vida total del activo físico y garantizar condiciones de trabajo seguras, mientras se soporta mente limitar los presupuestos de mantenimiento y la legislación ambiental.

Como puede verse, el mantenimiento como su definición básica requiere la recuperación o extensión de la vida útil de la máquina, pero también lograr este objetivo implica desarrollar nuevos métodos de mejora.

De acuerdo con los tipos de mantenimiento, Según (DHILLON, B., 2002 pág. 3), Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento. Algunos no solo se centran en la tarea de corregir las fallas, sino que también intentan actuar antes de que aparezcan, al hacerlo tanto en los productos como estaban destinados, como en aquellos que están en la etapa de diseño e introducen en la última, los modelos de simplicidad en diseño

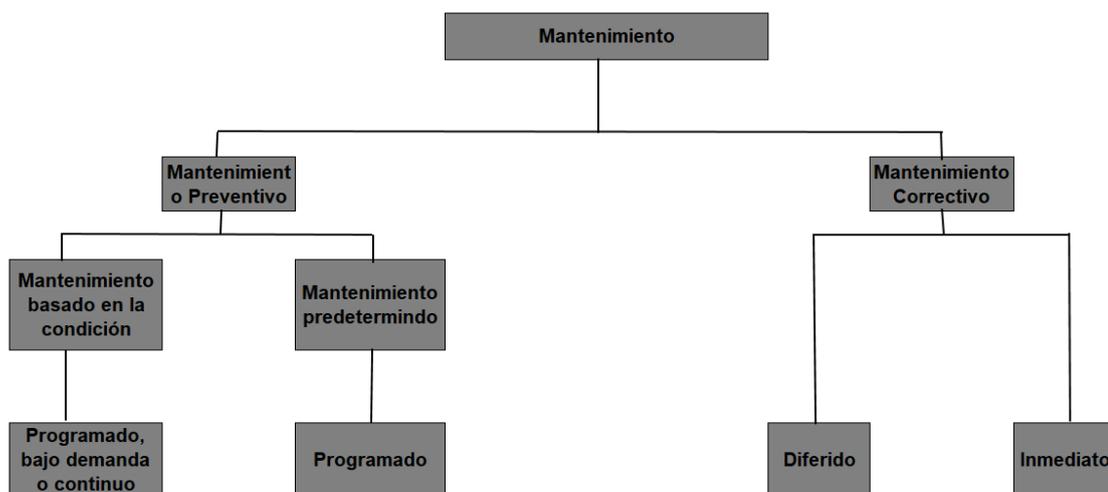


Figura 1 *Tipos de mantenimiento*

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los objetivos del mantenimiento para, (COETZEE, Jasper, 2006 pág. 23). El objetivo fundamental del mantenimiento, es ayudar al procedimiento de creación con suficientes grados de accesibilidad, confiabilidad y facilidad de uso a un costo adecuado. Como tal, los datos de asociación y soporte deberían concentrarse en optimizar la accesibilidad de equipos rentables, disminuir los costos de mantenimiento, avanzar los activos del personal para el área de mantenimiento y aumentar la valiosa existencia de la máquina.

En cuanto a la Dimensión de control de limpieza de viruta del torno, son las acciones de observación de los jefes de mantenimiento o encargados al momento en el que los técnicos y operadores están realizando los trabajos.

Indicador

Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno

Formula

$$\% \text{ limpieza de viruta del torno} = \frac{\text{NRO DE VECES QUE REALMENTE SE LIMPIA LA VIRUTA}}{\text{NRO DE VECES QUE SE DEBE LIMPIAR LA VIRUTA}} \times 100$$

A su vez la Dimensión de revisión de la calibración del torno, sigue un conjunto de pasos lógicos para identificar la estrategia y las medidas de mantenimiento adecuadas. (SKF, 2020)

Indicador

Porcentaje de revisión de la calibración del torno

Formula

$$\% \text{ de la calibración} = \frac{\text{NRO DE VECES QUE REALMENTE SE CALIBRA EL TORNO}}{\text{NRO DE VECES QUE SE DEBE CALIBRAR EL TORNO}} \times 100$$

Con respecto a la variable dependiente disponibilidad según, (KNEZEVIC, Jezdimir; TEIGERO, Joaquín, 1996 pág. 23), indica que, la disponibilidad es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un artículo. La mayoría de los usuarios dicen que necesitan la disponibilidad y seguridad del equipo, ya que no es posible tolerar el equipo fuera de servicio. Hay varias formas de lograr esto. Una es construir cosas extremadamente confiables y por lo tanto caras. El segundo es proporcionar un sistema que, cuando falla, es fácil de recuperar. De esa manera, si todo está construido con gran confiabilidad y es fácil de reparar, el fabricante obtendrá un sistema muy efectivo.

En cuanto a la dimensión de la confiabilidad es la probabilidad de que un elemento realice su función prevista para un intervalo específico de condiciones subestimadas. (SMITH, Ricky, 2009 pág. 26)

Indicador

Porcentaje de la confiabilidad del equipo

Formula

$$\% \text{ de la confiabilidad} = \frac{\text{HORAS DE OPERACIÓN DEL TORNO}}{\text{HORAS PROGRAMADAS DEL TORNO}} \times 100$$

A su vez la dimensión de la mantenibilidad se define como, la probabilidad de que el equipo o una unidad serán restaurados a operable estado dentro de un tiempo de inactividad especificado y depende de todos los elementos del tiempo de inactividad, a saber, administrativo, tiempos de reparación logísticos y activos. El tiempo de inactividad es un variable aleatoria y tiene su propia distribución llamada como reparación de distribución. (B.MISRA, Krishna, 2008)

Indicador

Porcentaje de la mantenibilidad del equipo

Formula

$$\% \text{ de mantenibilidad} = \frac{\text{NRO DE ACCIONES CORREGIDAS DEL DEFECTO O FALLA DEL TORNO}}{\text{NRO DE DEFECTOS O FALLAS DEL TORNO}} \times 100$$

Con respecto a las técnicas de ingeniería Industrial, el mantenimiento productivo total (TPM), Según (PINTELON, Liliane, 2015), TPM implica una participación total, en todos los niveles de la organización. Su objetivo es maximizar la efectividad del equipo y establecer un sistema completo de mantenimiento preventivo. TPM encaja completamente con la filosofía TQM y el enfoque JIT.

Este último se asegura de que los problemas de diversa naturaleza (relacionados con el material, desglose, relacionados con la capacitación) se aborden y resuelvan uno por uno, en lugar de camuflarlos utilizando grandes reservas de amortiguación, como fue el caso con los enfoques MRP.

La caja de herramientas de TPM consta de varias técnicas, algunas de las cuales son universales como 6 sigma, análisis de Pareto o ABC, diagramas de Ishikawa o fishbone, etc. Otros conceptos y técnicas como SMED, poke yoke, jidoka, OEE y 5S son específicos de la filosofía TPM. (AGUSTIADY, Tina; CUDNEY, Elizabeth, 2016 pág. 39)

Los dos últimos son de extrema importancia y merecen una explicación más detallada. La efectividad general del equipo (OEE) es una herramienta poderosa para medir el uso efectivo de la capacidad de producción.

Con respecto a los pilares del TPM según (BORRIS, Steven, 2013) define que, TPM ahora consta de ocho secciones diferentes que se han convertido en conocidos como pilares. Cada pilar tiene sus propias áreas de responsabilidad, pero también tienen áreas donde se superponen. Este libro no considera todos los ocho pilares en profundidad. Se concentra en aquellos que son más relacionados con el mantenimiento y la productividad, aunque la información será proporcionar suficientes detalles para que el lector comprenda bien los otros.

En cuanto a las etapas del mantenimiento autónomo se puede visualizar en el anexo 10.

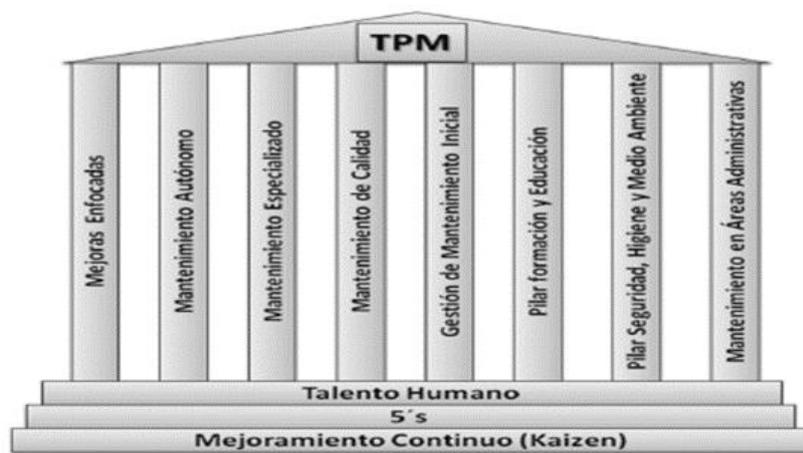


Figura 2 Los 8 pilares del TPM

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con a las 5'S, según, (IMMONEN, Niko, 2016 pág. 2), manifiesta que, 5S es una herramienta de Lean Management y su trabajo principal es eliminar los procedimientos que no incluyen la estima. Esto se completa creando estrategias de trabajo normalizadas. También puede considerarse como un dispositivo de asociación y limpieza. 5S se origina en cinco palabras japonesas que comienzan con la letra "s". Estas palabras que forman el marco 5S son Ordenar (Seiri), Establecer todo junto (Seiton), Brillo (Seiso), Estandarizar (Seiketsu) y Mantener (Shitsuke). La ejecución del marco en el lugar de trabajo permite la puerta abierta para una mejora incesante.

Con respecto al objetivo de la metodología 5S es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es solo un

estado estético. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, la seguridad, el entorno laboral, la motivación del personal, la eficiencia y, por lo tanto, la calidad de la organización, la productividad y la competitividad. (TORRES, José, 2018 pág. 247)



Figura 3 Las 5´s  
Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el diagrama de Pareto, (KERZNER, Haroldo, 2003 pág. 781). Define que en cada proceso productivo o trabajo, existe una situación en la que solo unas pocas causas probables son las que causan la mayoría de los problemas. Este comienzo se pronuncia como Ley de Pareto en honor del economista italiano V. Pareto, quien a fines del siglo XIX estudió cómo las ganancias que recibían las personas eran muy distintas, es decir, en muy pocas manos permanecía la mayor porción de dinero.

Este título se entiende además como de los pocos vitales y los muchos triviales, o también como ley 80 – 20% de las causas provocan el 80% de los fenómenos.

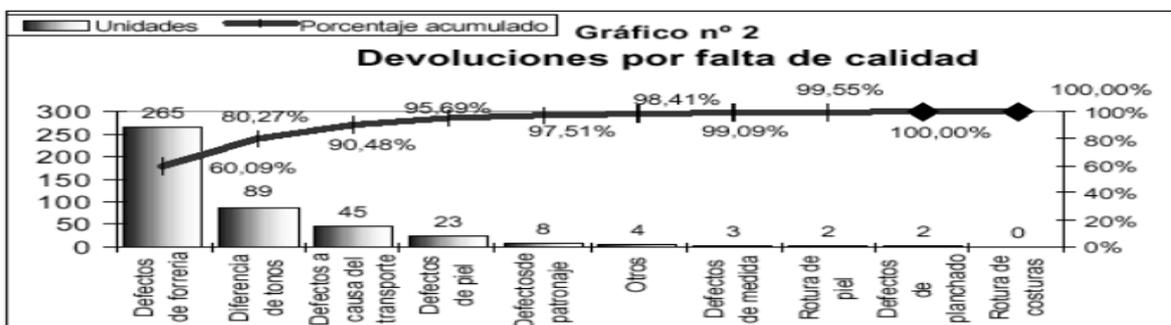


Figura 4 Ejemplo de diagrama de Pareto

Fuente: Herramientas de la gestión de la calidad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Según el tipo de estudio, la información recopilada para el proyecto, podemos explicar la investigación de la manera siguiente:

Con respecto al tipo de investigación es aplicada, según (PAGADALA, Devi, 2010), También se le dice empírica, está estrechamente vinculada a la exploración fundamental porque necesita de sus hallazgos y contribuciones para producir rentabilidad y comodidad para la compañía, está respaldada por la investigación teórica; Su propósito específico es emplear las hipótesis verdaderas a la elaboración de reglamentos y métodos técnicos, para inspeccionar etapas o procedimientos de objetividad.

El proyecto actual es aplicado porque utilizará los entendimientos y referencias verídicos de la mejora continua de una manera sencilla y beneficiosa para resolver la realidad problemática y así incrementar la disponibilidad del equipo del taller mecánico.

De acuerdo al enfoque cuantitativa (RAJENDRA, C., 2008). Manifiestan que, la estrategia cuantitativa es una forma de realizar investigaciones; Es un enfoque filosófico o una vía a proseguir que el investigador elige realizar una encuesta. Estas son lanzamientos de enfoques lógicos que implican sostener algunas nociones del fenómeno requerido para investigar. Se caracteriza por el uso de recopilación de datos y estudio para responder a la representación de los inconvenientes de investigación; También emplea procedimientos técnicos estadísticos para justificar la fidelidad o la inexactitud de la hipótesis.

Este proyecto agrupa y estudia referencias de variables matemáticas y nos ayuda a tomar determinaciones empleando medidas cuantificables que corresponde al grado de razón.

#### Diseño Cuasi experimental

Según (REICHARDT, Charles, 2019 pág. 3), define que los diseños cuasi-experimentales tienen el mismo propósito que los estudios experimentales: demostrar la existencia de una relación causal entre dos o más variables. Cuando

la aleatorización es imposible, los cuasi-experimentos (similares a los experimentos) permiten estimar los impactos del tratamiento o del programa, dependiendo de si establece una base apropiada para la comparación.

### 3.2. Variables y operacionalización

En cuanto a la variable mantenimiento su definición conceptual es, como un control constante de las plantas (en el caso de una planta) o de los componentes (para un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar un funcionamiento regular y un buen estado. de un sistema en general.

Por otra parte, la definición operacional del mantenimiento es la determinación, cuantificación y evaluación de control de componentes, revisión necesaria y conservación del torno de la empresa GALEX S.A.C. CALLAO-2020

En cuanto a la Variable disponibilidad su definición conceptual es, el objetivo principal del mantenimiento, puede definirse como un equipo confiable, ya sea un componente o sistema que se haya sometido a mantenimiento y se mantenga satisfactoriamente durante un cierto período. (MESA, Dairo; ORTIZ, Yesid; PINZÓN, Manuel, 2006 pág. 157)

Por lo que se refiere a la definición operacional es la evaluación del equipo confiable y mantenible ejerciendo su función.

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

(HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar, 2014 pág. 174). Define que una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

(VALDERRAMA, Santiago, 2013 pág. 182). Especifica que la población es un grupo limitado de componentes, seres u objetos que poseen características o propiedades usuales que pueden observarse.

La población consta del torno, teniendo en cuenta que hay una data antes de la propuesta. Estos se recolectan semanalmente, donde se tomarán 12 semanas para este proyecto.

De acuerdo a la Muestra según (HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar, 2014 pág. 175). Afirma que todas las muestras deben ser específicas.

La muestra es una especificación de la población, que evidencia las particularidades de la población.

Dado que al muestreo (no probabilístico) discrecional o intencional, según el artículo, (Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research, 2016 pág. 22). Manifiesta que, el investigador elige los componentes que en su opinión son específicos, que requieren el conocimiento previo de la población por parte del investigador.

De acuerdo a la definición de Cortes e Iglesias se tomará como muestra lo mismo indicado en la población en un tiempo de 12 semanas, de tal manera que las expectativas de alcanzar es una sustancial mejora con la propuesta del mantenimiento, junto a la evaluación de la disponibilidad del equipo del taller pueda ser factible de ser alcanzada.

Con respecto a la unidad de análisis es el torno.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El siguiente paso es recopilar información relevante sobre conceptos características o variables para las unidades de estudios o casos. (HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar, 2014 pág. 198).

Con respecto a las técnicas de observación, según (ÑAUPAS, H; MEJIA, E; RAMIREZ, E; PAUCAR, A., 2014) Indicaron: esa observación es un proceso de conocer la realidad real a través del contacto directo con el sujeto cognitivo y el objeto o fenómeno de conocer los sentidos, donde se requiere curiosidad y atención, es decir, enfocar la conciencia de cualquier persona u objeto para observar.

El siguiente proyecto, se empleó la técnica de observación, donde evaluaremos cómo se realizan las actividades sin ningún patrón establecido. Con esta técnica, fue posible verificar si las operaciones del torno con el mantenimiento eran

habituales y la destreza de los operadores. Estos datos examinados se registraron en formatos prácticos.

Con respecto a los instrumentos de recolección de datos, este proyecto se empleará como instrumento primordial el documento de observación por ser sencillo y práctico, ya que concederá anotar los datos adquiridos de las actividades del torno.

De acuerdo con la ficha de observación según, (CARRASCO, Sergio, 2005 pág. 46) manifiesta que se emplea para anotar todos los datos como precisos, como resultado de la relación directa entre el observador y la objetividad observada.

Estas fichas se utilizarán en el taller de la empresa donde se encuentra el torno, para el levante de información semanal; en esta investigación se utilizará las fichas de recolección de datos como: el control de limpieza de viruta del torno y la revisión de la calibración del torno, horas de operación del torno y los números de acciones corregidas por defectos o fallas del torno, para determinar la propuesta de los métodos ya indicados en la teoría.

En cuanto a la validación del instrumento según, (HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar, 2014). Manifiestan que la validez es el nivel de un instrumento que realizan resultados permanentes.

Los instrumentos seleccionados y presentados en el estudio se agregarán a la calificación de la evaluación de expertos para obtener la validación del estudio, que incluye varias evaluaciones y opiniones de 3 ingenieros industriales o ingenieros administrativos, expertos en la línea de investigación nombrada por la facultad, que son docentes y asesores. Conocimiento profesional de los sujetos en estudios de investigación que validará los instrumentos. Los expertos son los siguientes:

- Dr. Augusto Hermoza Caldas
- Mg. Guillermo Linares Sánchez
- Mg. Ronald Davila Laguna

### 3.5. Procedimientos

Para desarrollar la presente investigación, se realizó los siguientes procedimientos:

- Se realizó un diagnóstico al área de mantenimiento a través de un recorrido por la situación actual de dicha unidad, para visualizar la problemática planteada.
- Se recopiló solo la información de los principales indicadores necesarios para determinar la situación actual del mantenimiento.
- Se realizó el diagrama de Ishikawa de las principales causas de la baja disponibilidad del equipo.
- Se realizó el diagrama de Pareto con la finalidad de determinar e identificar la causa principal del problema.
- Se determinó las técnicas y herramientas para la mejora de los indicadores de la variable independiente.
- Se determinó el plan de mejora para ambos indicadores de la variable independiente.
- Se determinó los instrumentos de recolección de datos.
- Se realizó el análisis estadístico por medio del programa Excel a los indicadores de las variables independiente y dependiente.
- Determinar valides, de la hipótesis específica 01.
- Determinar valides, de la hipótesis específica 02.
- Determinar valides, de hipótesis general.
- Presentar informe.

### 3.6. Método de análisis de datos

El análisis estadístico de los datos se dará a través del programa elaborado en Excel, quien determinará los valores.

En esta parte vamos a procesar los datos de la investigación, que en este caso son los de limpieza de la viruta, revisión de la calibración, las horas de operación del torno y por último las acciones corregidas por defectos o fallas del equipo, datos recogidos de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao 2020. Para lograr esto seguiremos el siguiente proceso:

- Tomar los valores recolectados de las 12 semanas.
- Hallar la media
- Hallar la mediana
- Hallar el máximo
- Hallar el mínimo
- Hallar la desviación estándar

Estos resultados estadísticos a los datos mencionados letras arriba, nos darán el valor porcentual de cada indicador, para luego proponer el plan de mejora.

### 3.7. Aspectos éticos

Para la presente investigación se usó los siguientes principios éticos:

a. El principio de la autonomía, es el derecho y capacidad de las personas para decidir por sí misma y respetar a los demás, con conocimiento de causa y sin coacción alguna.

b. El principio de beneficencia, es el derecho de una persona de vivir de acuerdo a su propia concepción de la vida, así como el deber de hacer el bien a los demás. Está vinculado con el principio de autonomía.

c. El principio de no-maleficencia, es el derecho a no ser discriminado (a) por consideraciones biológicas, tales como raza, sexo, edad, situación de salud, etc. Tiene el deber de no hacer daño, aun cuando el interesado lo solicitara expresamente.

d. El principio de justicia, es el derecho a no ser discriminada por consideraciones culturales, ideológicas, políticas, sociales o económicas. Tiene el deber de respetar la diversidad en las materias mencionadas y de colaborar a una equitativa distribución de los beneficios y riesgos entre los miembros de la sociedad.

Afirmamos que todas las fuentes registradas en esta empresa de exploración fueron referenciadas adecuadamente, lo que debe tener la prueba o los instrumentos adecuados para el surtido de información, ya que garantiza que todos los datos introducidos merecen crédito y confianza; Del mismo modo, la información obtenida será confiable en la parte de los resultados.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Diagnostico de sistema actual

###### 4.1.1 Diagnostico variable independiente Mantenimiento

a. Resultados del indicador 1 Porcentaje del Control de limpieza de viruta del turno.

Al realizar el estudio del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del turno, se encontró que la media es de 60.1% de veces que se cumplen con la limpieza la viruta del turno, con un valor máximo de 62.5% y un mínimo de 58.3%, además se encontró una desviación estándar de 2.1%, Como se muestra en la tabla 1 y sustentado en el anexo 11.

Tabla 1 *Medidas de tendencia limpieza de viruta sistema actual*

Medidas de tendencia central	Valores
Media	60.1 %
Mediana	58.3 %
Max.	62.5 %
Min	58.3 %
Des. Stand	2.1 %

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del turno.

Según la cuantificación que se realizó para este indicador denominado porcentaje de control de limpieza de viruta del turno, se encontró que el costo de depreciación por mes del turno, por mala limpieza del turno fue de S/. 791.67 soles. Como se muestra en la tabla 2 y sustentados en el anexo 32.

Tabla 2 *Cuantificación limpieza de viruta sistema actual*

<b>Sistema actual</b>			
Costo de adquisición del turno	Limpieza inadecuada (vida útil) años	Costo total de depreciación por año	Costo total de depreciación por mes
S/ 47,500.00	5	S/ 9,500.00	S/ 791.67

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados del indicador 2 Porcentaje de Revisión de la calibración del torno.

Al realizar el estudio del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno, se encontró que la media es un de 68.8%, de veces que se revisó la calibración del torno, con un valor máximo de 75.0% y un mínimo de 62.5%, además se encontró una desviación estándar de 4.9%. Como se muestra en la tabla 3. y se sustentan en el anexo 12.

Tabla 3 *Medidas de tendencia revisión de la calibración sistema actual*

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Valores</b>
Media	68.8 %
Mediana	68.8 %
Max.	75.0 %
Min	62.5 %
Des. Stand	4.9 %

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno.

Según la cuantificación que se realizó para este indicador denominado revisión de la calibración del torno, se encontró que el costo total real por piezas defectuosas al mes. por mala calibración del torno fue de S/. 10,227.00. Como se muestra en la tabla 4 y sustentados en el anexo 33.

Tabla 4 *Cuantificación revisión de la calibración sistema actual*

<b>Sistema actual</b>		
<b>Piezas defectuosas por no revisar la calibración al mes</b>	<b>Costo unitario por pieza</b>	<b>Costo total real por piezas defectuosas</b>
30	S/ 340.90	S/ 10,227.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Variable dependiente Disponibilidad

a. Resultados del diagnóstico indicador porcentaje de confiabilidad del equipo.

Al realizar el estudio del indicador porcentaje de confiabilidad del equipo, se encontró que la media es de 73.4%, de operación del torno, con un valor máximo de 75.0% y un mínimo de 70.8%, además se encontró una desviación estándar de 1.3%. Como se muestra en la tabla 5. y se sustentan en el anexo 13.

Tabla 5 *Medidas de tendencia confiabilidad sistema actual*

Medidas de tendencia central	Valores
Media	73.4%
Mediana	72.9 %
Max.	75.0 %
Min	70.8 %
Des. Stand	1.3 %

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de la confiabilidad del equipo

Según la cuantificación que se realizó para este indicador denominado porcentaje de la confiabilidad del equipo, se encontró que el costo total de paradas al mes, por paradas constante fue de S/. 16,065.00. Como se muestra en la tabla 6 y sustentados en el anexo 34.

Tabla 6 *Cuantificación confiabilidad sistema actual*

Sistema actual			
Horas totales programadas al mes	Horas de paradas al mes	Costo por parada del equipo.	Costo total de paradas al mes
192	51	S/ 315.00	S/ 16,065.00

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados del diagnóstico indicador porcentaje de la mantenibilidad del equipo.

Al realizar el estudio del indicador porcentaje de la mantenibilidad del equipo, se encontró que la media es de 64.1%, de veces corregidas la falla, con un valor máximo de 75.0% y mínimo de 50.0%, además se encontró una desviación estándar de 6.8%. Como se muestra en la tabla 7 y sustentados en el anexo 14.

Tabla 7 *Medidas de tendencia mantenibilidad sistema actual*

Medidas de tendencia central	Valores
Media	64.1%
Mediana	66.7 %
Max.	75.0 %
Min	50.0 %
Des. Stand	6.8 %

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de mantenibilidad del equipo

Según la cuantificación que se realizó para este indicador denominado porcentaje de la mantenibilidad del equipo, se encontró que la ganancia por cada pieza corregida al mes, por falta de acciones correctivas fue S/. 5,540.40. Como de muestra en tabla 8 y sustentados en el anexo 35

Tabla 8 *Cuantificación mantenibilidad sistema actual*

<b>Sistema actual</b>				
Número de acciones corregidas de defectos o fallas del torno por semana	Número de piezas defectuosas generados por cada vez que no se hacía una acción correctiva	Total de piezas corregidos por semana	Ganancia por cada pieza corregido por semana	Ganancia por cada pieza corregido por mes
4.8	8	4	S/ 340.90	S/ 5,540.40

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la variable independiente Disponibilidad

Al realizar el estudio para esta variable denominada Disponibilidad, se encontró con un 73.4%, de disponibilidad del torno. Como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9 *Disponibilidad sistema actual*

<b>Sistema actual</b>		
Total de horas programadas	Total de horas de paradas	Disponibilidad
192	51	73.4%

Elaboración: Propia

Cuantificación de la productividad

Al realizar el estudio para la cuantificación de la productividad, se encontró que, las piezas fabricadas al mes fueron de 66 piezas obteniendo una ganancia total de 22,499.40. como se demuestra en la tabla 10.

Tabla 10 *Cuantificación de la productividad sistema actual*

<b>Sistema actual</b>			
Horas programadas al mes	Piezas fabricadas al mes	Costo unitario por pieza	Ganancia total
192	66	S/340.90	S/22,499.40

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Propuesta de plan de mejora

a. Propuesta de plan de mejora indicador 1 Porcentaje del Control de limpieza de viruta del torno

Se elaboró el diagrama de Gantt, estableciendo las actividades y las semanas de la ejecución del plan de mejora. Como se muestra en la figura 5 y sustentados en el anexo 15.

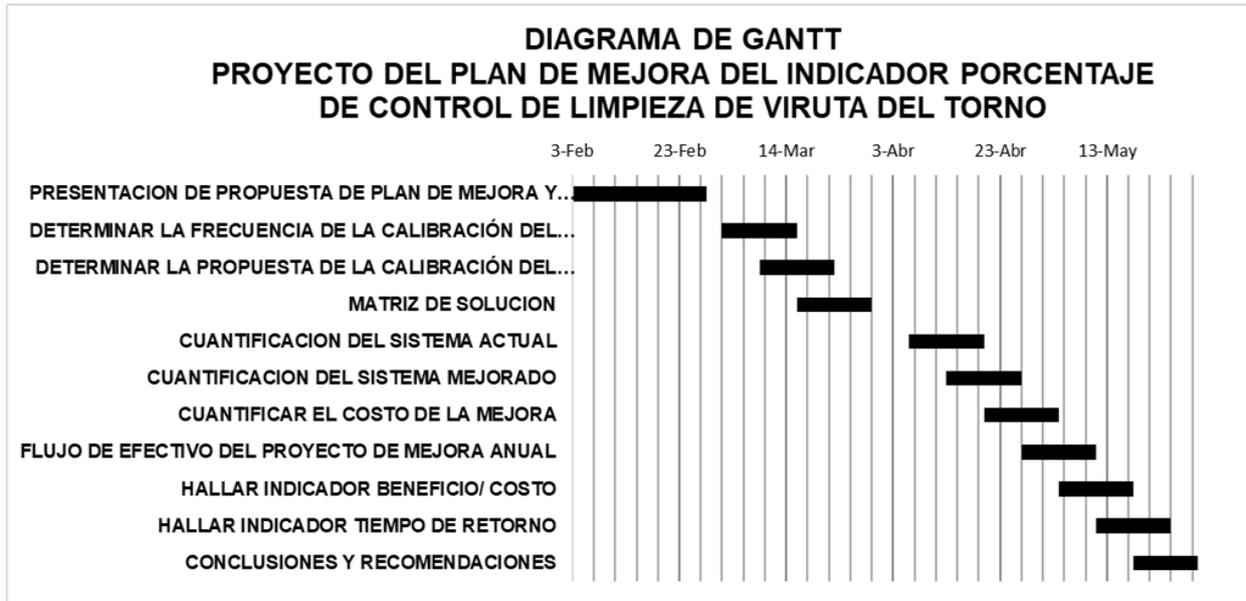


Figura 5 *Diagrama de Gantt plan de mejora control de limpieza de viruta*

Fuente: Elaboración propia

### Plan de mejora

Se estableció dicho plan para cumplir con la frecuencia de limpieza, establecido por el fabricante del equipo, para aumentar el porcentaje de control de limpieza de viruta del torno, de un 60.1% a 80% de veces que se limpia. Por lo consiguiente, se le manifestó al gerente de la empresa GALEX; dicho plan de mejora, indicándole las técnicas de mantenimiento autónomo y 5'S.

Para este primer indicador se utilizará las 5's, en donde se planificará las acciones a realizar. De tal modo se empezará a clasificar, retirando los objetos o herramientas innecesarios que no agregan valor al equipo, rotulándolos y registrándolos. Luego se elaborará el estándar de acciones realizadas del antes y después para evidenciar los cambios. Estos datos están sustentados en el anexo 23.

De tal forma, se empezará a ordenar cada objeto y herramienta ubicándolos en un lugar establecido, con sus respectivos rótulos, registrándolo en documentos de inventario. Además, se realizará la demarcación del lugar del torno con su respectivo código. Luego se establecerá un estándar de acciones realizadas del antes y después para evidenciar los cambios. Estos datos están sustentados en el anexo 24.

De la siguiente manera se detallarán cada actividad en un formato para realizar la limpieza. Luego se elaborarán formatos de limpieza con su frecuencia y también formato de check list ya estandarizados. Además, se establecerá un estándar de acciones realizadas. Estos datos están sustentados en el anexo 25.

Así mismo, se realizará la estandarización, estableciendo los formatos de check list para cada uno de los procedimientos aplicados. Estos datos están sustentados en el anexo 26.

Por último, se establecerá una auditoría, para que todo lo aplicado en los procedimientos se lleve correctamente. Estos datos están sustentados en el anexo 27.

Costo de la implementación del plan la mejora

Al realizar el costo de implementación de la mejora dio como resultado un total de S/.910.00 soles, como se detalla en la tabla 11.

Tabla 11 *Costo de la implementación de la mejora*

<b>Costos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
Costos de investigación	(12 sem x 2 hrs/sem x S/. 20.00/hora) =	S/480.00
Papel y suministros	(Impresiones de 1/2 millar de hojas x s/. 0.10 soles/hoja + anillado) + (02 lapiceros = S/. 4.00) + (01 corrector = S/. 3.00) + (01 resaltador = S/. 3.00) + (01 lápiz = S/. 2.00) + (01 juego reglas = S/. 3.00) + (01 archivador = S/. 5.00) + (calculadora = S/. 70) + (1 1/4 millar papel bond = S/. 25.00) =	S/180.00
Internet	Servicio de internet por 2 mese = S/. 200	S/200.00
Otros	(Combustible por traslado al taller = S/. 50)	S/50.00
	<b>Total</b>	<b>S/910.00</b>

Fuente: Elaboración propia

b. Propuesta de plan de mejora indicador 2 Porcentaje de revisión de la calibración del torno.

En la figura 2 se detalla las actividades y las semanas de la ejecución del proyecto del plan de mejora del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno. y sustentados en el anexo 17.

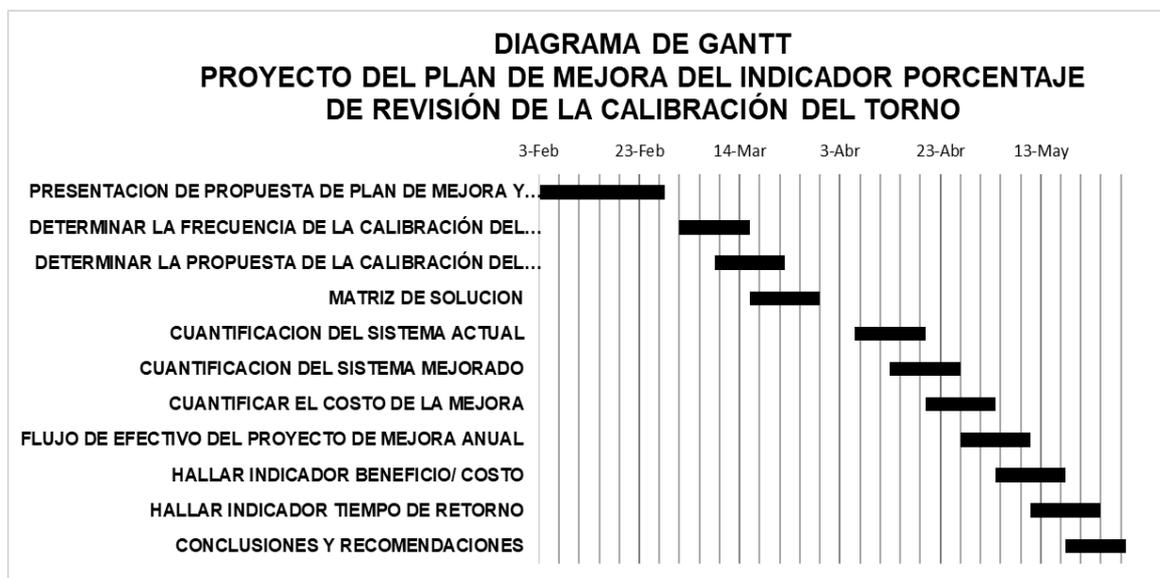


Figura 6 *Diagrama de Gantt plan de mejora revisión de la calibración*

Fuente: Elaboración propia

### Plan de mejora

Se estableció dicho plan para cumplir, con la frecuencia de revisión de la calibración, aumentando el porcentaje de revisión de la calibración del torno de 68.8% a 80%, de veces que se debe calibrar el torno, Por lo consiguiente, se le manifestó al gerente de la empresa GALEX, indicándole las técnicas adecuadas para este plan que son el mantenimiento autónomo y 5'S.

Para este segundo indicador se aplicara el mantenimiento autónomo, iniciando con la limpieza inicial y las acciones correctivas, estas dos etapas se aplicarían en el inicio del primer indicador. Seguidamente, se establecería un formato de planes de acción. Estos datos se sustentan en el anexo 25.

De la siguiente manera, se prepararán estándares visuales, de limpieza, lubricación y revisión de la calibración del torno, indicando su procedimiento, puntos, tipos y métodos. Estos datos se sustentan en el anexo 28.

Así mismo, en la inspección general e inspección autónoma, se establecerán capacitaciones y entrenamientos. Se tocarían temas de mantenimiento del torno, sus partes y funciones. De igual manera, el uso correcto de herramientas de sujeción, lubricación etcétera. Estos datos se sustentan en el anexo 29.

De tal manera, la estandarización y autodisciplina, se deberán estandarizar el control del lugar de trabajo y sistematizar a fondo el control del mantenimiento del torno.

Por último, se elaborará formatos para las evaluaciones y auditorías. Estos datos se sustentan en el anexo 30.

La duración para este plan se estima para los próximos 2 meses.

#### 4.3 Estimación de resultados del sistema mejorado.

Para estimar los resultados de la mejorar, se ubicó al técnico experto del taller mecánico Carlos Ayala, con 20 años de amplia experiencia en el torno. Se explicó los resultados encontrados en el diagnóstico, a continuación, se le detalló cómo se van a realizar la mejora en estos indicadores. Posteriormente se le pidió la opinión, que por su vasta experiencia donde tomará el nuevo porcentaje de los indicadores ya mencionados, señalando dicha técnica, que lo más probable que los indicadores tomen el siguiente valor; con un aumento en el primer indicador del 20%, del segundo indicador un 20%, sobre la confiabilidad lo estimo con un aumento del 14%, la mantenibilidad en un 16%, y la disponibilidad del equipo con un aumento favorable del 14%. y su firma que respalda esta opinión se encuentra en el anexo 31.

##### 4.3.1 Variable independiente "Mantenimiento"

a. Resultados estimados del indicador Porcentaje del Control de limpieza de viruta del torno.

Al realizar los resultados estimados por el técnico experto, a dicho indicador denominado, porcentaje de control de limpieza de viruta del torno, su valor tomaría que, la media es de 83.3%, de veces que se cumplen con la limpieza, con un valor máximo de 87.5% y mínimo de 75.0%, además se estimaría una desviación estándar de 3.6%. Como se muestra en la tabla 12 y sustentados en el anexo 19.

Tabla 12 *Medidas de tendencia limpieza de viruta sistema mejorado*

Medidas de tendencia central	Valores
Media	83.3 %
Mediana	83.3 %
Max.	87.5 %
Min	75.0 %
Des. Stand	3.6 %

Fuente: Elaboración propia.

Cuantificación del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno.

Según la cuantificación estimada para dicho indicador sera de un costo de depreciación por mes del torno, por un buen cumplimiento de la limpieza es de S/. 791.67 soles. Como se muestra en la tabla 13 y se sustenta en el anexo 32.

Tabla 13 *Cuantificación limpieza de viruta sistema mejorado*

**Sistema mejorado**

Costo de adquisición del torno	Limpieza inadecuada (vida útil) años	Costo total de depreciación por año	Costo total de depreciación por mes
S/ 47,500.00	18	S/ 2,638.89	S/ 219.91

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados estimados del indicador Porcentaje de revisión de la calibración del torno.

Al realizar los resultados estimados por el gerente técnico a dicho indicador denominado, porcentaje de revisión de la calibración del torno, su valor tomaría que, la media es de 87.5%, de veces que se cumplen con la revisión de la calibración, con un valor máximo de 91.7% y mínimo de 83.3%, además se estimaría una desviación estándar de 3.1%. Como se muestra en la tabla 14 y se sustenta en el anexo 20

Tabla 14 *Medidas de tendencia revisión de la calibración sistema mejorado*

Medidas de tendencia central	Valores
Media	87.5 %
Mediana	87.5 %
Max.	91.7 %
9Min	83.3 %
Des. Stand	3.1 %

Fuente: elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno

Según la cuantificación estimada para este indicador denominado revisión de la calibración del torno, sera de un costo total por piezas defectuosas, por no revisar la calibración de un S/. 4,090.89. Como se muestra en la tabla 15 y se sustentan en el anexo 33.

Tabla 15 *Cuantificación revisión de la calibración sistema mejorado*

<b>Sistema mejorado</b>		
<b>Piezas defectuosas por no revisar la calibración al mes</b>	<b>Costo unitario por pieza</b>	<b>Costo total por piezas defectuosas al mes</b>
12	S/ 340.90	S/ 4,090.80

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2 Variable dependiente Disponibilidad

a. Resultados estimados del indicador Porcentaje de confiabilidad del equipo.

Al realizar los resultados estimados por el técnico experto, a dicho indicador denominado, porcentaje de confiabilidad del equipo, su valor tomaría que, la media es de 87.0%, de operación del torno, con un valor máximo de 89.6% y mínimo de 85.4%, además con una desviación estándar de 1.3%. Como se muestra en la tabla 16. y se sustenta en el anexo 21.

Tabla 16 *Medidas de tendencia confiabilidad sistema mejorado*

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Valores</b>
Media	87.0 %
Mediana	87.5 %
Max.	89.6 %
Min	85.4 %
Des. Stand	1.3 %

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de confiabilidad del equipo.

Según la cuantificación estimada para este indicador denominado porcentaje de la confiabilidad del equipo, sera de un costo total de paradas al mes, por horas trabajadas del equipo de un S/. 7,875.00. Como se muestra en la tabla 17. y sustentados en el anexo 34.

Tabla 17 *Cuantificación confiabilidad sistema mejorado*

<b>Sistema mejorado</b>			
<b>Total de horas programadas al mes</b>	<b>Horas de paradas del equipo al mes</b>	<b>Costo por parada del equipo.</b>	<b>Costo total de paradas al mes</b>
192	25	S/ 315.00	S/ 7,875.00

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados estimados del indicador Porcentaje de la mantenibilidad del equipo.

Al realizar los resultados estimados por el técnico experto, a dicho indicador denominado, porcentaje de la mantenibilidad del torno, su valor tomaría que, la media es de 80.1%, de veces que se corrige la falla del torno, con un valor máximo de 87.5% y mínimo de 66.7%, además con una desviación estándar de 6.2%. Como se muestra en la tabla 18. y se sustenta en el anexo 22.

Tabla 18 *Medidas de tendencia mantenibilidad sistema mejorado*

<b>Medidas de tendencia central</b>	<b>Valores</b>
Media	80.1 %
Mediana	80.6 %
Max.	87.5 %
Min	66.7 %
Des. Stand	6.2 %

Fuente: Elaboración propia

Cuantificación del indicador porcentaje de mantenibilidad del equipo.

Según la cuantificación estimada para este indicador denominado porcentaje de la mantenibilidad del equipo, será de una ganancia por cada pieza corregido por mes, por número de acciones corregidas de defectos o fallas de un S/. 9,545.20. Como se muestra en la tabla 19 y sustentados en el anexo 35.

Tabla 19 *Cuantificación mantenibilidad sistema mejorado*

<b>Sistema mejorado</b>				
Número de acciones corregidas de defectos o fallas del torno por semana	Número de piezas defectuosas generados por cada vez que no se hacía una acción correctiva	Total de piezas corregidos por semana	Ganancia por cada pieza corregido por semana	Ganancia por cada pieza corregido por mes( 340.9 soles )
6.7	8	7	S/ 340.90	S/ 9,545.20

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la variable independiente Disponibilidad

Al realizar los resultados estimados por el técnico experto a la variable Disponibilidad, su valor tomaría con un 87.0%, de disponibilidad del torno. Como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20 *Disponibilidad sistema mejorado*

<b>SISTEMA MEJORADO</b>		
Total de horas programadas	Total de horas de paradas	Diponibilidad
192	25	87.0 %

Fuente: Elaboración: Propia

Resultados de la Cuantificación de la Productividad

Según la cuantificación estimada para productividad del torno, sera de una ganancia de un S/. 24,544.8. Como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21 *Cuantificación de la productividad sistema mejorado*

<b>Sistema mejorado</b>			
Total de horas programadas al mes	Piezas fabricadas x mes	Costo unitario por pieza	Ganancia total
192	72	S/340.90	S/24,544.8

Fuente. Elaboración propia

#### 4.4 Evaluación económica

##### 4.3.1 Variable independiente "Mantenimiento"

a. Flujo de efectivo del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno.

De acuerdo con el flujo de efectivo que se realizó al indicador denominado, porcentaje de control de limpieza de viruta del torno, se obtendrá un ahorro de s /.

6,861.11. además, cumpliendo con la frecuencia de limpieza, aumentando la vida útil del torno y disminuyendo el costo de depreciación, se obtendrá un beneficio/costo de s /. 90.48 soles, por cada sol invertido en el trabajo de investigación. Posteriormente se hallará en un tiempo de retorno que sera de 0.12 meses, mostrando que los s/. 910 soles, invertidos se recuperán en menos de un mes en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. y sustentados en el anexo 36.

b. Flujo de efectivo del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno.

De acuerdo con el flujo de efectivo, que se realizó al indicador denominado, porcentaje de revisión de la calibración del torno, se obtendrá un ahorro de s /. 8,181.60 soles por mes. además, cumpliendo con la revisión de la calibración, disminuyendo las piezas defectuosas, se obtendrá un beneficio/costo de s /. 107.89 soles, por cada sol invertido en el trabajo de investigación. Posteriormente se hallará en un tiempo de retorno que será de 0.11 meses, mostrando que los s/. 910 soles, invertidos se recuperan en menos de un mes, en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. y se sustentan en el anexo 37.

#### 4.3.2 Variable dependiente Disponibilidad

a. Flujo de efectivo del indicador porcentaje de la confiabilidad del equipo.

De acuerdo con el flujo de efectivo, que se realizó al indicador denominado, porcentaje de la confiabilidad del torno, se obtendrá un ahorro de s /. 8,190.00 soles por mes. además, cumpliendo con la revisión de la calibración, disminuyendo las piezas defectuosas, se obtendrá un beneficio/costo de s /. 286.62 soles, por cada sol invertido en el trabajo de investigación. Posteriormente se hallará en un tiempo de retorno que será de 0.042 meses, mostrando que los s/. 910 soles, invertidos se recuperan en ese tiempo, en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. y se sustentan en el anexo 38.

b. Flujo de efectivo del indicador porcentaje de la mantenibilidad del equipo.

En cuanto al flujo de efectivo, que se realizó al indicador denominado, porcentaje de la mantenibilidad del torno, se obtendrá un ahorro de s /. 4,090.80 soles por mes.

además, aumentando las acciones correctivas, se obtendrá un beneficio/costo de s/. 53.94 soles, por cada sol invertido en el trabajo de investigación. Posteriormente se hallará en un tiempo de retorno que será de 0.23 meses, mostrando que los s/. 910 soles, invertidos se recuperan en menos de un mes, en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. y se sustentan en el anexo 39

#### 4.3.3 Flujo de efectivo total de la mejora

Acerca del flujo de efectivo del total, la investigación, se encontró que la variable independiente mantenimiento, se obtendrá del indicador 1 denominado porcentaje de control de limpieza de viruta del torno, un ahorro de S/. 500.48, el indicador 2 denominado porcentaje de revisión de la calibración del torno, se obtendrá un ahorro de S/. 6,136.2 soles. además, con respecto a la variable dependiente disponibilidad el primer indicador denominado porcentaje de la confiabilidad del equipo, se obtendrá un ahorro de S/. 8,190.0 soles, así como el segundo indicador denominado porcentaje de la mantenibilidad del equipo, se obtendrá un ahorro de S/. 4,090.80 soles, logrando un ahorro mensual total por todos estos indicadores de S/. 18,917.48 soles, haciendo un ahorro anual de S/. 226,099.76 soles. Beneficiando a la empresa, y se sustentan en el anexo 40.

## V. DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo general, como se describe, determinar que, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020, se logró determinar que, al implementar la propuesta de mejora al mantenimiento al torno, incrementa la disponibilidad del equipo en la empresa GALEX S.A.C. Callao-2020. Esto se logró a través del plan de mejora de los indicadores del mantenimiento, aplicando las técnicas de ingeniería del TPM Y la metodología 5´S, se encontró que, en el sistema actual, tuvo una media de 73.4% y en el sistema mejorado un 87.0%, esto nos determinará que, a través de este plan de mejora, incrementa la disponibilidad del equipo a un 13.6%.

Estos datos analizados en esta investigación son ratificados por, (LA JARA, Juan, 2018), en su tesis intitulada Aplicación del TPM para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018. Que en su conclusión manifestó que, la aplicación del TPM mejoró la Disponibilidad de los Equipos global, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, donde el antes corresponde a una media de 0,79% mejorando al 0,89%.

De manera semejante lo corrobora, (PEREYRA, Juan, 2019), en su tesis intitulada, Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor Landini REX DT80GE de la empresa Agrícola San Juan, que en su conclusión manifestó que, se realizó la evaluación de la disponibilidad mecánica antes de la elaboración del plan de mantenimiento teniendo un promedio de 76.69%, para lo cual teníamos como objetivo alcanzar una disponibilidad mayor al 80%. Teniendo como resultados después de la elaboración e implementación del plan de mantenimiento una disponibilidad de 83.34% el cual es mayor a nuestro objetivo propuesto al inicio de la investigación.

De igual manera lo confirma, (GARCÍA , María, 2018), en su tesis intitulada implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera SAN LUIS SAC, 2018, que en su conclusión manifestó que, el indicador OEE evolucionó de 0.64 a 0.79 producto del aumento del porcentaje de disponibilidad y

rendimiento viéndose reflejado en una reducción de 4 a 2 días de paradas no programadas y su respectiva valorización calculada en aproximadamente S/ 2000 mensuales desde la implementación que resulta en una evaluación beneficio costo positiva. Podemos afirmar que existen investigaciones anteriores, que corroboran esta investigación.

Según los datos encontrados en el primer indicador denominado, porcentaje de control de limpieza de viruta del torno, se encontró que, en el sistema actual, tuvo una media de 60.1% y en el sistema mejorado un 83.3%, de veces que se limpia la viruta, esto se determina que, a través de este plan de mejora, incrementa el cumplimiento de la frecuencia de limpieza del torno, a un 23.2%.

Estos datos analizados en esta investigación, son corroborados por, (HERRERA, Julio, 2018), en su tesis intitulada Aplicación de mejora continua utilizando la metodología 5s para el proceso de limpieza de cisternas contra incendio para incrementar la productividad en la empresa HE & RI SERVICE S.A.C. 2018, que en su conclusión manifestó que, se verificó mediante un examen que la mejora de la limpieza en el territorio de operaciones expandió la rentabilidad del 62.00% al 79.87%, es decir, hubo una expansión del 17.87% de mejora.

Otro autor que ratifica, (SEMINARIO , Luis, 2017), en su tesis intitulada implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica lima - Perú 2017, que en su conclusión manifestó que, Todo el Mantenimiento Productivo se ejecutó, en sus 2 etapas iniciales, (limpieza inicial y Aplicación), en la Metal Mechanical Company, lo que provocó una expansión en los grados de Eficiencia Global del Equipo (OEE) en un 46.32%, para después del uso del TPM, durante 20 semanas de evaluación, llega a un grado normal de OEE de 66.24%.

Así mismo, lo ratifica los autores (PASELE, R.; BAGÍ, Jaydeep, 2014), en su artículo intitulada 5S Strategy: A workplace improvement lean tool, en su conclusión manifestó que, El 5S es una herramienta de gestión ambiental que puede utilizarse para introducir un buen medio ambiente. Práctica de gestión eficaz y posteriormente ser utilizada para mejorar el desempeño ambiental continuamente junto con la limpieza y la

salud y la seguridad. Sort ayudó a las industrias Sunmill a decidir entre artículos usados y no usados, además, la compañía Tengo más espacio de eso. Establecer en orden reduce el tiempo que el personal de la empresa necesita Búsqueda de herramientas y equipos. Shine hizo que el ambiente de trabajo se viera mejor que la anterior situación. Estandarizado y sostenido están trabajando para mantener todos los pasos en el futuro. Empleados en la organización se vuelve autodisciplinada. La práctica de 5S en la compañía conducirá a una mayor calidad y productividad, reducción de defectos en el trabajo, más Aprovechamiento eficiente del espacio. Podemos afirmar que existen investigaciones anteriores, que corroboran esta investigación.

Asimismo, los datos encontrados en el segundo indicador denominado porcentaje de revisión de la calibración del torno, se encontró que, en el sistema actual, tuvo una media de 68.8% y en el sistema mejorado un 87.5%, de veces que se calibra el torno, esto se determina que, a través de este plan de mejora, incrementa el cumplimiento de la frecuencia de calibración del torno a un 18.7%.

Estos datos analizados en esta investigación, son corroborados por, (SEMINARIO, Luis, 2017), en su tesis intitulada Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas cnc de una empresa metal mecánica lima - Perú 2017, que en su conclusión manifestó lo siguiente, La recuperación resultante de las condiciones de referencia subyacentes del hardware mediante la alineación de auxiliares, ejes y otros, permitió disminuir la capacidad de cambio de las resistencias presentes en las formas de mecanizado y que entregaron desiertos en los artículos completados. Se realizó la preparación en el tratamiento de los instrumentos de exactitud utilizados en las estimaciones completadas en las formas de mecanizado (vernier, micrómetro, alexómetros, etcetera). Conseguir en consecuencia el grado de la normalidad del coeficiente de calidad, antes del TPM, llega al 87.58% mientras que, después de actualizar el TPM, la estimación de la normalidad del coeficiente de calidad se desarrolla al 93.83%.

Además lo confirma el autor, (CONDE, Réne, 2017), en su tesis intitulada Indicadores en la implementación del mantenimiento productivo total en los laboratorios de física, facultad de tecnología, que en su conclusión manifestó lo

siguiente, Con la prioridad encontrada, se realizaron movimientos de mejora sin parar, uniendo punteros dependientes de factores físicos en el proceso de estimación de la instalación de investigación, unidos por los métodos de razonamiento TPM, era concebible disminuir las desgracias de preparación, el ajuste y las imperfecciones de calidad (Pérdida de necesidad), lograr estas actividades para construir los marcadores Disponibilidad del 81.3% al 92.5%, Rendimiento del 90.0% al 96.8% y Calidad del 72.3% al 93.4%.

Acorde con (USHIÑAHUA, Lisbeth, 2017), en su tesis intitulada, Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017, manifestó que, durante la implementación del mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado, los dos pilares del TPM, era concebible: (Limpiar) eliminar los motivos del desgaste acelerado, el control (apretado) de las piezas perdidas, la auditoría de modificación del segmento (alineación). Mejora (aceite) de estructuras donde es importante engrasar y normalizar los tipos de aceites. Limpieza, alineación, confirmación y medidores de aceite. (Irregularidades) prueba de reconocimiento de tipos de variaciones de la norma, registro de control de marcha, normalización de la metodología de evaluación, se tomaron medidas para mantener una distancia estratégica de la redundancia de decepciones significativas, actividades de prueba y reconocimiento. Podemos afirmar que existen investigaciones anteriores, que corroboran esta investigación.

Acerca del objetivo específico 1, como se describe, establecer que, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la confiabilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020. Se logró establecer que la propuesta de mantenimiento al torno se incrementa la confiabilidad del equipo, esto se establece cuando la variable mantenimiento logre la mejora a través de sus indicadores

Según los datos encontrados en el primer indicador llamado porcentaje de la confiabilidad del equipo, se encontró que, en el sistema actual, tuvo una media de 73.4% y en el sistema mejorado un 87.0% de operación del equipo, esto se establece que, a través del mantenimiento propuesto, incrementa la confiabilidad del equipo a un 13.6%.

Estos datos analizados en esta investigación, son corroborados por, (PIZARRO, Claudia; BURGA, Katerine, 2015), En su tesis intitulado diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (tpm), para mejorar la productividad y confiabilidad en el MOLINO DON JULIO S.A.C - LAMBAYEQUE 2015. En su conclusión manifiestan que, mediante la técnica del TPM, lograron cómo mejorar la confiabilidad del hardware mediante métodos para controlar punteros, por ejemplo, la rentabilidad y la efectividad mundial del equipo, teniendo la opción de disminuir paso a paso las paradas de la máquina a través del OEE, que fue más notable que el 85% entre los largos períodos de agosto a septiembre, dando una calidad inquebrantable y accesibilidad de los equipos.

Además lo ratifica el autor, (GARCIA, Edgar, 2016), En su tesis intitulada implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa uesfalia alimentos S.A. en su conclusión manifestó que, se mejoró la calidad operativa inquebrantable del hardware de la planta de creación, esto se logró disminuyendo la cantidad de mediaciones para decepciones de equipo y expandiendo las horas de funcionamiento del hardware, hasta el punto de que en enero el equipo fue intercedido cada 54.62 horas, con el La satisfacción de los ejercicios del plan de mantenimiento preventivo se alcanzó en octubre a las 61.22 horas..

También lo ratifica el autor, (GARCÍA , María, 2018), en su tesis intitulada Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial MOLINERA SAN LUIS SAC, 2018, en su conclusión manifiesta que, se implementó un mantenimiento basado en TPM del plan de ejecutivos, utilizando planes, registros, programas de preparación y la unión de reuniones multidisciplinarias, que ampliaron la calidad inquebrantable de las máquinas, disminuyendo el nivel de paradas no programadas en un 8% y ampliando el tiempo normal entre decepciones de 42 a 62 minutos, también, se obtuvieron fondos de inversión de S / 2000 cada mes, y la productividad general del hardware se incrementó en un 15%. Podemos certificar que hay exámenes anteriores, que verifican esta investigación.

En cuanto al objetivo específico 2 como se describe, verificar que, la propuesta de mantenimiento al torno, incrementa la mantenibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020. Se logró verificar que la propuesta de mantenimiento al torno se incrementa la mantenibilidad del equipo y esto se verifica, cuando la variable mantenimiento logre la mejora a través de sus indicadores.

De igual forma los datos encontrados en el indicador denominado porcentaje de la mantenibilidad del equipo se encontró que, en el sistema actual, tuvo una media de 64.1% y en el sistema mejorado un 80.1% de veces que se corrige el defecto o falla del equipo, esto se verifica que, a través del mantenimiento propuesto, incrementa la mantenibilidad del equipo a un 16.0%.

Estos datos analizados en esta investigación, son corroborados por, (SEXTO, Luis, 2017) en su artículo intitulado Mejorar la Mantenibilidad, en su conclusión manifiesta que, la mantenibilidad está relacionada con la capacidad de recuperar los elementos normales de un recurso físico cuando se completan las tareas de apoyo en él siguiendo los métodos de configuración. Ambos sobre accesibilidad, la practicidad tiene una influencia significativa en lo que se puede lograr correspondiente a la calidad inquebrantable real de los marcos que se están trabajando. El incremento de la mantenibilidad significa, tiempos de reparación más corto, menos perdidas en la producción e incrementa la disponibilidad.

Así mismo lo corrobora (VARGAS, Lisseth, 2016) en su tesis intitulada Implementación del pilar mantenimiento autónomo en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S, en su conclusión manifiesta que, mediante la implementación de Mantenimiento Autónomo se logra cumplir el objetivo de mejora en el desempeño de los equipos, esto se evidencia claramente en los comportamientos del indicador de mantenibilidad (MTTR) y confiabilidad (MTBF) del área de Mantenimiento.

De igual manera lo afirma, (PISTARELLI, Alejandro, 2010) en su artículo intitulado Mantenibilidad, en su conclusión manifiesta lo siguiente, ser mantenible al día incorpora la capacidad que se debe determinar para tener la decepción, pero además los resultados concebibles que tiene de ser reparado en el tiempo

concebible más limitado como lo indica su imprevisibilidad. La practicidad expansiva implica factores internos, acceso a piezas, manuales claros y de gran alcance, piezas o piezas normalizadas, tratamiento de segmentos, naturaleza de los materiales de ensamblaje y dispositivos esenciales normalizados. En el factor externo, disponibilidad de los repuestos, disponibilidad de mano de obra, limpieza y estado de máquina, historial de averías y procedimientos. Podemos afirmar que existen investigaciones anteriores, que corroboran esta investigación.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a la hipótesis general, que se describe afirma que, “La propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020” es verdadera, porque el mantenimiento propuesto, incrementará la disponibilidad del equipo de 75.0% a 87.5%, como se demuestra en la página 24 y 32

Así mismo, se determinó que la hipótesis específica 1, que se describe afirma que, “La propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la confiabilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020” es verdadera, porque el mantenimiento propuesto, incrementará, el porcentaje de confiabilidad del equipo de 73.4% a 87.0%, como se demuestra en el anexo 13 y 14.

Por último, se reafirma que la hipótesis específica 2, que se describe afirma que, “La propuesta de mantenimiento al torno, incrementará la mantenibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020” es verdadera, porque el mantenimiento propuesto, incrementará, el porcentaje de mantenibilidad del equipo de 64.1% a 80.1%, como se demuestra en el anexo 21 y 22.

## VII. RECOMENDACIONES

Con respecto a la hipótesis general se recomienda que, para cumplir con los objetivos establecidos, es esencial que los trabajadores estén inspirados para llevar correctamente las técnicas de TPM y 5'S.

Así mismo, se recomienda establecer un diagrama de análisis de procesos, en conjunto con los operarios, estableciendo todas las actividades y tiempos en realizarlos, que posteriormente se podrán ir mejorando los tiempos y actualizar el diagrama.

Por lo consiguiente, se recomienda cumplir con lo establecido con el orden y la limpieza, siendo factores claves para el buen desempeño de los operarios, ya que se crea un buen ambiente laboral y a la vez también el funcionamiento correcto del torno.

De igual manera con respecto a la hipótesis específica 1, se recomienda, elaborar el diagrama de procesos hombre-máquina, para estudiar, analizar y mejorar la estación de trabajo del torno, nos mostraría la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo del operario y el ciclo de operación del torno. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo.

Así mismo se recomienda realizar supervisiones periódicas de trabajo en el torno, verificando y controlando de manera efectiva el mantenimiento del equipo cumpliendo con lo establecido en la implementación, manteniendo las herramientas en buenas condiciones y sus respectivos lugares para así tener la efectividad de realizar las actividades en cortos tiempos, generando así un aumento en la confiabilidad del torno.

Con respecto a la hipótesis específica 2 se recomienda, para mejorar la mantenibilidad del torno se debe optimizar el equipo, implementar procedimientos de control de trabajo, verificando la vida útil de cada componente.

Por ultimo, se recomienda, seguir de forma disciplinada la aplicación de esta metodología documentando y registrando las órdenes de trabajo puesto que esto nos ayuda a controlar y a medir los problemas del torno. El TPM y 5´S demandará

que tengamos un excelente mantenimiento puesto que esto está ligado íntimamente con la confiabilidad de nuestros equipos. Cumpliendo con el mantenimiento las incidencias de problemas por paradas o fallas disminuye, y la confianza de la mantenibilidad aumentará.

## REFERENCIAS

**AGUSTIADY, Tina; CUDNEY, Elizabeth;. 2016.** Total Productive Maintenance. New York : CRC Press, 2016. ISBN-13: 978-1-4822-5540-9.

**B.MISRA, Krishna;. 2008.** ResearchGate. ResearchGate.net. [En línea] 24 de Agosto de 2008. [Citado el: 07 de Abril de 2020.] [https://www.researchgate.net/publication/227046791\\_Maintenance\\_Engineering\\_and\\_Maintainability\\_An\\_Introduction](https://www.researchgate.net/publication/227046791_Maintenance_Engineering_and_Maintainability_An_Introduction).

**BORRIS, Steven. 2013.** Total Productive Maintenance. New York : McGraw-Hill, 2013. 0-07-146733-5..

**CÁRCEL, Francisco. 2019.** Mantenimiento en Latinoamérica. [En línea] Orrego Juan, 01 de Mayo-Junio de 2019. [Citado el: 21 de Enero de 2020.] <http://sitio.mantenimientoenlatinoamerica.com/sitio/>. ISSN 2357-6340.

**CARRASCO, Sergio;. 2005.** Metodología de la investigación científica. Lima : San Marcos 239pp., 2005. ISBN: 9972-34-242-5.

**COETZEE, Jasper. 2006.** Maintenance. del Cabo : Trafford, 2006. 978-1-4120-2362-7 455pp..

**CONDE, Réne;. 2017.** Indicadores en la implementación del mantenimiento productivo total en los laboratorios de física, facultad de tecnología. La Paz-Bolivia : s.n., 2017.

**COTALLAT, Walter;. 2018.** Desarrollo del plan de mantenimiento ploto TPM en el desbacterizador de cacao, fabrica Nestlé Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2018.

**DHILLON, B.;;. 2002.** Enginnerring Maintenance. New York : CRS PRESS, 2002. IBSN 1-58716-142-7 222 pp..

**GARCÍA , María;. 2018.** Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC, 2018. Pimentel-Perú : s.n., 2018.

**GARCIA, Edgar;.** 2016. implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa uesfalia alimentos S.A. Lima : s.n., 2016.

**GARCÍA, Oliverio.** 2014. Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. ISBN: 9789587620511 170 PP..

**HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar.** 2014. Metodología de la Investigación. Mexico : McGraw-Hill Interamericana S.A 6ta . ed. 660pp., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

**HERRERA, Julio;.** 2018. Aplicación de mejora continua utilizando la metodología 5s para el proceso de limpieza de cisternas contra incendio para incrementar laproductividad en la empresa HE & RI SERVICE S.A.C. 2018. Lima : s.n., 2018.

**IMMONEN, Niko.** 2016. Implementation of 5S Methodology. finlandia : s.n., 2016.

**JARAMILLO, José.** 2016. Modelo de gestión para prevención de interrupciones en la disponibilidad de la red de telefonía fija-caso de estudio O&M GUAYAS. Quito : s.n., 2016.

**KERZNER, Harolod;.** 2003. Project management a systems approach to planning, sheduling, and contolling. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc. 8ta ed., 2003. ISBN 0-471-22577-0 914 pp..

**KNEZEVIC, Jezdimir; TEIGERO, Joaquín;.** 1996. Mantenimiento. Madrid : Isdefe, 1996. ISBN: 8489338094 221 pp..

**KOTHARI, C.R;.** 2004. Research Methodology methods and techniques. Second revised edition. Jaipur- India : NEW AGE INTERNATIONAL (P) LIMITED, PUBLISHERS, 2004. pág. 414. (13) : 978-81-224-2488-1.

**LA JARA, Juan;.** 2018. Aplicación del TPM para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018. Lima : s.n., 2018.

**MESA, Dairo; ORTIZ, Yesid; PINZÓN, Manuel. 2006.** La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Perira : Scientia et Technica, 2006. págs. 157-160. ISSN 0122-1701.

**MORALES, Juan;. 2012.** implementación de un programa de mantenimiento productivo total (TPM) AL TALLER AUTOMOTRIZ DEL i. MUNICIPIO DE rILOBAMBA (IMR). 2012.

**MUÑOZ, Eduardo;. 2018.** Análisis de la disponibilidad de máquinas y equipo aplicando la metodología RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) en la planta termoeléctrica generoca de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil. : s.n., 2018.

**ÑAUPAS, H; MEJIA, E; RAMIREZ, E; PAUCAR, A. 2014.** Metodologia de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacciones de la tesis. Bogota : ediciones de la U., 2014.

**PAGADALA, Devi;. 2010.** Research Methodology. Ethiopia : Notion press, 2010. ISBN 978-1-947752-84-9.

**PASELE, R.; BAGÍ, Jaydeep;. 2014.** 5'S Strategy: A workplace improvement lean tool. India : Paripex Indian Journal of Research 2. 151-153., 2014.

**PEREYRA, Juan;. 2019.** Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de tractor Landini REX DT80GE de la empresa Agrícola San Juan. Lambayeque-Perú : s.n., 2019.

**PINTELON, Liliane;. 2015.** ResearchGate. An Evolutionary Perspective. [En línea] 25 de Setiembre de 2015. [Citado el: 29 de Enero de 2020.] <https://www.researchgate.net/publication/226230194>.

**PISTARELLI, Alejandro;. 2010.** Mantenibilidad. [En línea] 1 de Julio de 2010. [Citado el: 22 de Junio de 2020.] <https://pistarelli.com.ar/mantenibilidad/>.

**PIZARRO, Claudia; BURGA, Katerine;. 2015.** Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (tpm), para mejorar la productividad y confiabilidad en el molino Don Julio S.A..C.- Lambayeque 2015. Pimentel : s.n., 2015.

**RAJENDRA, C.;** 2008. Research Methodology. New Delhi : S.B Nangia , 2008.

**REICHARDT, Charles;** 2019. Quasi-Experimentation a guide to desing and analysis. New York : The Guilford Press, 2019. ISBN 9781462540259.

Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. **TAHERDOOST, Hamed;** 2016. 2, Switzerland : International Journal of Academic Research in Management (IJARM), 2016, Vol. V. ISSN: 2296-1747.

**SEMINARIO , Luis;** 2017. Implemntación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica Lima-Perú 2017. Lima : s.n., 2017.

**SEXTO, Luis;** 2017. Mejorar la Mantenibilidad. www.Radical-Management. [En línea] Radical-management, 10 de Mayo de 2017. [Citado el: 22 de Junio de 2020.] <https://www.linkedin.com/pulse/ingenier%C3%ADa-de-la-mantenibilidad-menos-importante-luis-felipe-sexto>.

**SKF. 2020.** SKF. <https://www.skf.com/pe/organisation/about-skf#cid-470193>. [En línea] 18 de 05 de 2020. [Citado el: 18 de 05 de 2020.] <https://www.skf.com/pe/services/asset-management-services/msr>.

**SMITH, Ricky;** 2009. Maintenance and reliability best practice. New York : Ramesh Gulati, 2009. ISBN 978-0-8311-3311-5 pp.308.

**TORRES, José;** 2018. Asset Maintenance Engineering Methodologies. New York : CRC Prs, 2018. 13-978-1-138-03589-03589-8.

**USHIÑAHUA, Lisbeth;** 2017. Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017. Lima : s.n., 2017.

**VALDERRAMA, Santiago;** 2013. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima : San Marcos E.I.R.L 2da. ed., 2013. ISBN: 9786123028787 .

**VARGAS, Lisseth.** 2016. Implementación del pilar mantenimiento autonomo en el centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S. Bogota : s.n., 2016.

### Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

Propuesta de mantenimiento al torno para incrementar la disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULA
MANTENIMIENTO	Se define como un control constante de las plantas (en el caso de una planta) o de los componentes (para un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar un funcionamiento regular y un buen estado. de un sistema en general  (MUÑOZ, Belén., 2013 pág. 4)	Es la determinación, cuantificación y evaluación de control de componentes, revisión necesaria y conservación del torno de la empresa GALEX S.A.C. Callao-2020	Control de limpieza de viruta del torno	Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno	$\frac{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ REALMENTE\ SE\ LIMPIA\ LA\ VIRUTA}{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ SE\ DEBE\ LIMPIAR\ LA\ VIRUTA} * 100$  (EFIEMPRESA, 2017)
			Revisión de la calibración del torno	Porcentaje de revisión de la calibración del torno	$\frac{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ REALMENTE\ SE\ CALIBRA\ EL\ TORNO}{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ SE\ DEBE\ CALIBRAR\ EL\ TORNO} * 100$  (EFIEMPRESA, 2017)
DISPONIBILIDAD	La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como un equipo confiable sea un componente o sistema que sufrió mantenimiento y mantenible en su función satisfactoriamente para un tiempo dado.  (MESA, Dairo; ORTIZ, Yesid; PINZÓN, Manuel, 2006 pág. 157)	Es la evaluación del equipo confiable y Mantenible ejerciendo su función.	Confiabilidad del equipo	Porcentaje de la confiabilidad del equipo	$\frac{HORAS\ DE\ OPERACIÓN\ DEL\ TORNO}{HORAS\ PROGRAMADAS\ DEL\ TORNO} * 100$  (RONCAL, 2017, pág. 52)
			Mantenibilidad del equipo	Porcentaje de la mantenibilidad del equipo	$\frac{NRO\ DE\ ACCIONES\ CORREGIDAS\ DEL\ DEFECTO\ O\ FALLA\ DEL\ TORNO}{NRO\ DE\ DEFECTOS\ O\ FALLAS\ DEL\ TORNO} * 100$  (RONCAL, 2017, pág. 52)

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

**FORMATO DE FRECUENCIA DE CONTROL DE LIMPIEZA DE VIRUTA DEL TORNO**

<b>MUESTRA SEMANAL</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIERCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SABADO</b>	<b>TOTAL</b>
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

**FORMATO DE FRECUENCIA DE REVISION DE LA CALIBRACIÓN DEL TORNO**

<b>MUESTRA SEMANAL</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIERCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SABADO</b>	<b>TOTAL</b>
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

### FORMATO DE HORAS DE OPERACIÓN DEL TORNO

MUESTRA SEMANAL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	TOTAL	PIEZAS FABRICADAS	HORAS DE PARAS
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

### FORMATO DE NUMEROS DE ACCIONES CORREGIDAS DE DEFECTOS O FALLAS DEL TORNO

MUESTRA SEMANAL	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Anexo 5. Certificado de validez de contenido del instrumento



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:                    Mantenimiento y Disponibilidad                   

N°	Dimensión/ Ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencia	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Variable Independiente : Mantenimiento</b>									
Dimensión1: Control de limpieza de viruta del torno									
1	$\% \text{ limpieza viruta del torno} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que realmente se limpia la viruta} \cdot 100}{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que se debe limpiar la viruta}}$ Indicador 1: Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno	✓		✓		✓			
Dimensión 2: Revisión de la calibración del torno									
2	$\% \text{ de la calibración del torno} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que realmente se calibra el torno} \cdot 100}{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que se debe calibrar el torno}}$ Indicador 2: Porcentaje de revisión de la calibración del torno	✓		✓		✓			
<b>Variable Dependiente: Disponibilidad</b>									
Dimensión 2: Confiabilidad del equipo									
3	$\% \text{ de la confiabilidad del equipo} = \frac{\text{Horas de operación del torno} \cdot 100}{\text{Horas programadas del torno}}$ Indicador 1: Porcentaje de la confiabilidad del equipo	✓		✓		✓			
Dimensión: Mantenibilidad del equipo									
4	$\% \text{ de la mantenibilidad del equipo} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de acciones corregidas del defecto o falla del torno} \cdot 100}{\text{N}^{\circ} \text{ de defectos o fallas del torno}}$ Indicador 2: Porcentaje de la mantenibilidad del equipo	✓		✓		✓			



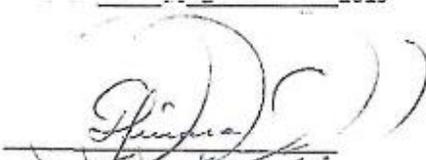
Observación: (precisar si hay suficiencia): Si existe suficiencia

Opinión aplicable:                      Aplicable (X)                      Aplicable después de corregir ( )                      No aplicable ( )

Apellidos y nombre del Juez Validado Dr. /Mg: Linares Sánchez Guillermo Gilberto

Especialidad del validador: Ingeniero Administrativo

Fecha: 04 de 07 2020

  
Firma del experto informante.  
DNI: 06814198

<sup>1</sup> Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> Claridad: Se entiende, sin dificultad algún el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteado son suficientes.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: \_\_\_\_\_ Mantenimiento y Disponibilidad \_\_\_\_\_

N°	Dimensión/ Ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencia	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Variable Independiente : Mantenimiento</b>									
	Dimensión1: Control de limpieza de viruta del torno	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	$\% \text{ limpieza viruta del torno} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de veces que realmente se limpia la viruta} * 100}{\text{N}^\circ \text{ de veces que se debe limpiar la viruta}}$ Indicador 1: Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno	X		X		X			
	Dimensión 2: Revisión de la calibración del torno								
2	$\% \text{ de la calibración del torno} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de veces que realmente se calibra el torno} * 100}{\text{N}^\circ \text{ de veces que se debe calibrar el torno}}$ Indicador 2: Porcentaje de revisión de la calibración del torno	X		X		X			
<b>Variable Dependiente: Disponibilidad</b>									
	Dimensión 2: Confiabilidad del equipo	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
3	$\% \text{ de la confiabilidad del equipo} = \frac{\text{Horas de operación del torno} * 100}{\text{Horas programadas del torno}}$ Indicador 1: Porcentaje de la confiabilidad del equipo	X		X		X			
	Dimensión: Mantenibilidad del equipo	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
4	$\% \text{ de la mantenibilidad del equipo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de acciones corregidas del defecto o falla del torno} * 100}{\text{N}^\circ \text{ de defectos o fallas del torno}}$ Indicador 2: Porcentaje de la mantenibilidad del equipo	X		X		X			



Observación: (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión aplicable:                      Aplicable ( X )                      Aplicable después de corregir ( )                      No aplicable ( )

Apellidos y nombre del Juez Validado Dr. /Mg: Augusto Fernando Hermoza Caldas

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Fecha: 06 de julio 2020

\_\_\_\_\_  
Firma del experto Informante

DNI: 20085772

<sup>1</sup> **Pertenencia:** El Ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **Relevancia:** El Ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **Claridad:** Se entiende, sin dificultad algún el enunciado del Ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los Ítems planteado son suficientes.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: \_\_\_\_\_ Mantenimiento y Disponibilidad \_\_\_\_\_

N°	Dimensión/ Ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencia	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Variable Independiente : Mantenimiento</b>									
Dimensión1: Control de limpieza de viruta del torno									
1	$\% \text{ limpieza viruta del torno} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que realmente se limpia la viruta} \cdot 100}{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que se debe limpiar la viruta}}$ Indicador 1: Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno	✓		✓		✓			
Dimensión 2: Revisión de la calibración del torno									
2	$\% \text{ de la calibración del torno} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que realmente se calibra el torno} \cdot 100}{\text{N}^{\circ} \text{ de veces que se debe calibrar el torno}}$ Indicador 2: Porcentaje de revisión de la calibración del torno	✓		✓		✓			
<b>Variable Dependiente: Disponibilidad</b>									
Dimensión 2: Confiabilidad del equipo									
3	$\% \text{ de la confiabilidad del equipo} = \frac{\text{Horas de operación del torno} \cdot 100}{\text{Horas programadas del torno}}$ Indicador 1: Porcentaje de la confiabilidad del equipo	✓		✓		✓			
Dimensión: Mantenibilidad del equipo									
4	$\% \text{ de la mantenibilidad del equipo} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de acciones corregidas del defecto o falla del torno} \cdot 100}{\text{N}^{\circ} \text{ de defectos o fallas del torno}}$ Indicador 2: Porcentaje de la mantenibilidad del equipo	✓		✓		✓			



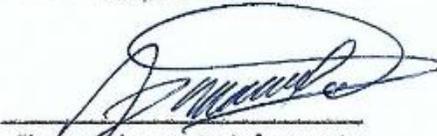
Observación: (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia.

Opinión aplicable:                      Aplicable ()                      Aplicable después de corregir ( )                      No aplicable ( )

Apellidos y nombre del Juez Validado Dr. (Mg.) DAVILA LAGUNA RONALD

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL.

Fecha: 07 de 07 2020

  
Firma del experto Informante

DNI: 22423025

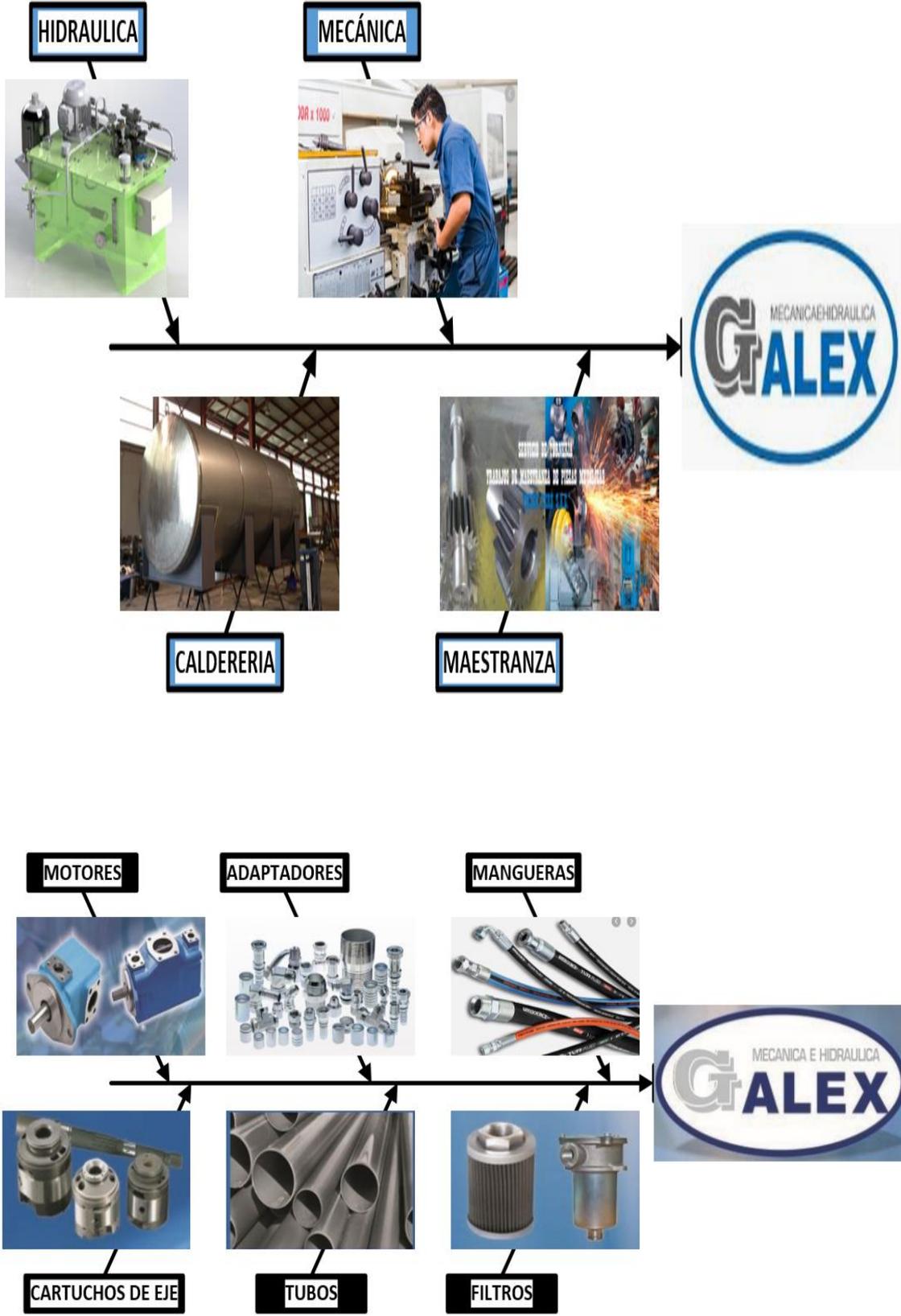
<sup>1</sup> **Pertenencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **Claridad:** Se entiende, sin dificultad algún el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

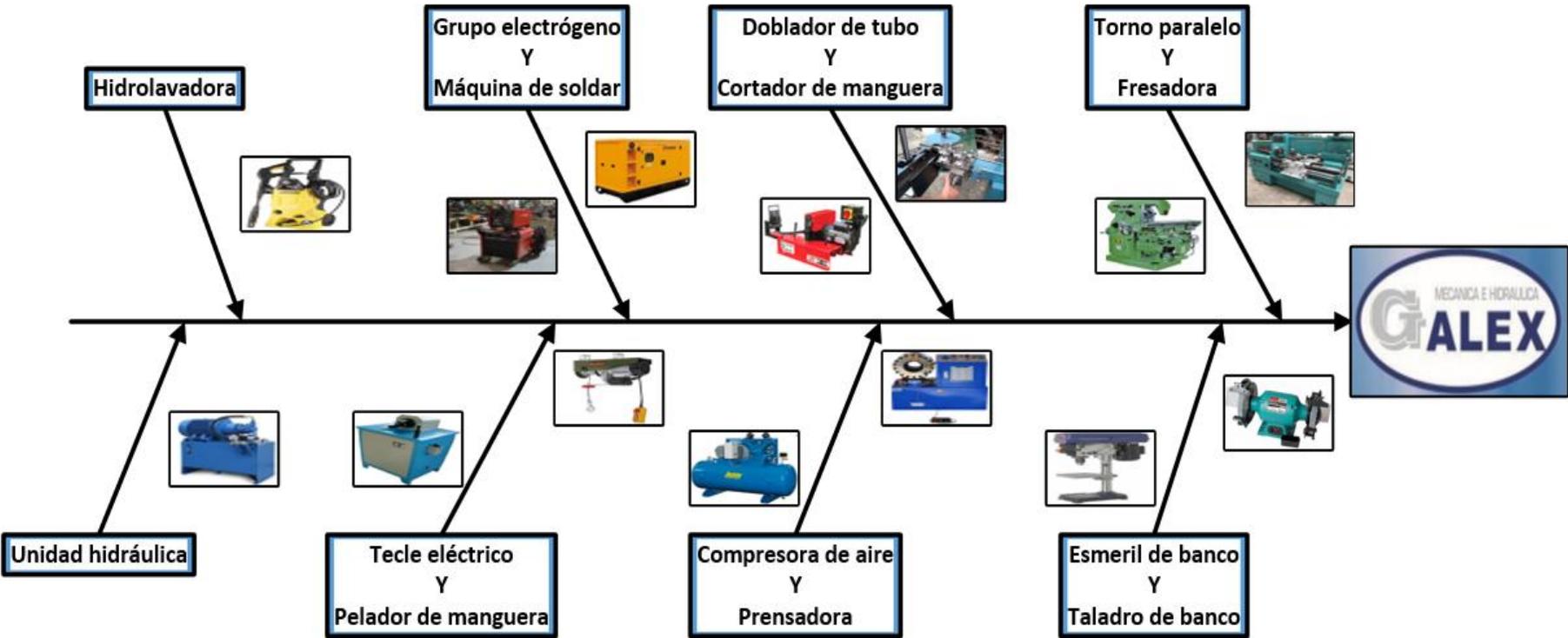
**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteado son suficientes.

Anexo 6. Servicios que presta la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C



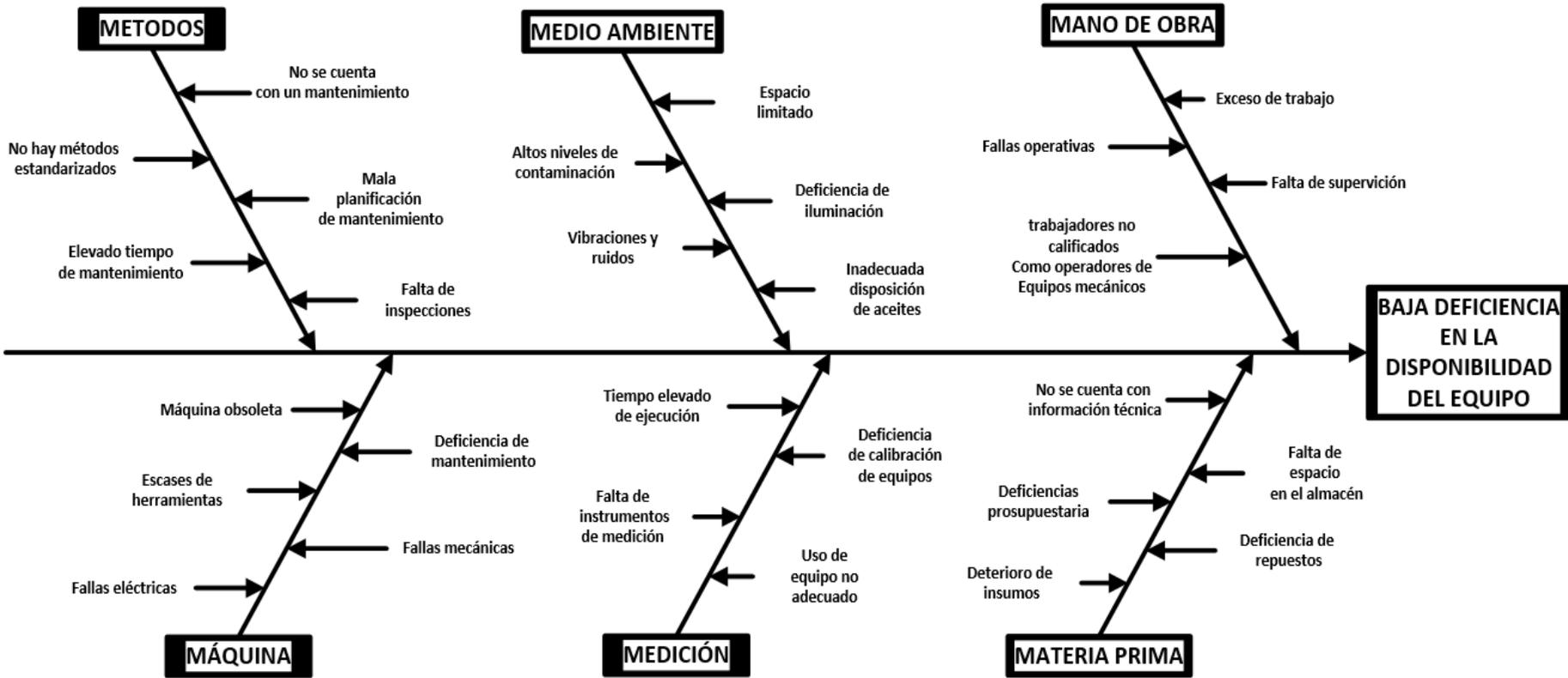
Anexo 7. Equipos que cuenta en el taller mecánico en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C.

## MÁQUINAS DEL TALLER MECÁNICO



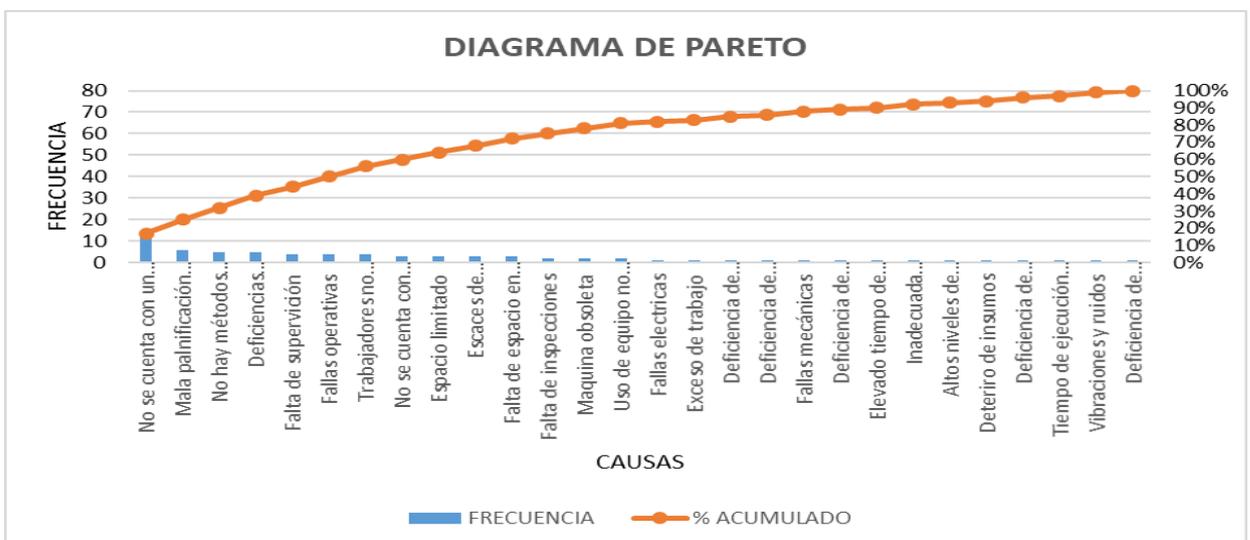
Anexo 8. Diagrama de Ishikawa

# DIAGRAMA ISHIKAWA



## Anexo 9. Diagrama de Pareto

N°	CAUSAS	FRECUENCIA VALORIZADA	PORCENTAJE ACUMULADO	TOTAL ACUMULADO
1	No se cuenta con un mantenimiento	12	17%	12
2	Mala planificación de mantenimiento	6	25%	18
3	No hay métodos estandarizados	5	32%	23
4	Deficiencias presupuestarias	5	39%	28
5	Falta de supervisión	4	44%	32
6	Fallas operativas	4	50%	36
7	Trabajadores no calificados como operadores de equipos mecánicos	4	56%	40
8	No se cuenta con información técnica	3	60%	43
9	Espacio limitado	3	64%	46
10	Escases de herramientas	3	68%	49
11	Falta de espacio en el almacén	3	72%	52
12	Falta de inspecciones	2	75%	54
13	Maquina obsoleta	2	78%	56
14	Uso de equipo no adecuado	2	81%	58
15	Fallas electricas	1	82%	59
16	Exceso de trabajo	1	83%	60
17	Deficiencia de repuestos	1	85%	61
18	Deficiencia de mantenimiento	1	86%	62
19	Fallas mecánicas	1	88%	63
20	Deficiencia de calibración de equipos	1	89%	64
21	Elevado tiempo de mantenimiento	1	90%	65
22	Inadecuada disposición de aceite	1	92%	66
23	Altos niveles de contaminación	1	93%	67
24	Deterioro de insumos	1	94%	68
25	Deficiencia de iluminación	1	96%	69
26	Tiempo de ejecución elevado	1	97%	70
27	Vibraciones y ruidos	1	99%	71
28	Deficiencia de instrumentos de medición	1	100%	72



## Anexo 10. Etapas del mantenimiento autónomo (TPM)

Etapa	Nombre	Descripción
1	Limpieza inicial	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de ajustes menores.
2	Acciones correctivas en la fuente	Evitar que el equipo se ensucie nuevamente, facilitar su acceso, inspección y limpieza inicial; reducir el tiempo empleado en la limpieza profunda.
3	Preparación de estándares de inspección.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y ajuste. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	INSPECCIÓN GENERAL.	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la verificación.
5	Inspección autónoma.	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización.	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Elaboración de procedimientos operativos estándar. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual (Andon), tablas MTBF y tableros Kaizen.

Anexo 11. Resultados diagnósticos del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno

**Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno sistema actual**

Muestra semanal	Número de veces que realmente se limpia la viruta	Número de veces que se debe limpiar la viruta	Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno formula indicador 1
1	14	24	58.3%
2	14	24	58.3%
3	14	24	58.3%
4	15	24	62.5%
5	15	24	62.5%
6	14	24	58.3%
7	15	24	62.5%
8	15	24	62.5%
9	14	24	58.3%
10	14	24	58.3%
11	14	24	58.3%
12	15	24	62.5%
		<b>Media</b>	60.1%
		<b>Mediana</b>	58.3%
		<b>Max.</b>	62.5%
		<b>Min</b>	58.3%
		<b>Des. Stand</b>	2.1%

**Tabla de frecuencia de control de limpieza de viruta del torno**

Muestra semanal	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Total
1	3	2	3	2	2	2	14
2	3	2	3	2	2	2	14
3	3	2	2	2	2	3	14
4	3	2	3	3	2	2	15
5	3	3	2	3	2	2	15
6	3	2	3	3	1	2	14
7	3	3	2	2	2	3	15
8	3	3	2	2	3	2	15
9	3	3	2	2	2	2	14
10	3	3	2	3	2	1	14
11	3	3	2	2	2	2	14
12	3	2	3	3	2	2	15

Anexo 12. Resultados del diagnóstico indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno

### Porcentaje de revisión de la calibración sistema actual

Muestra semanal	Número de veces que realmente se calibra el torno	Número de veces que se debe calibrar el torno	Porcentaje de revisión de la calibración del torno formula indicador 2
1	16	24	66.7%
2	18	24	75.0%
3	17	24	70.8%
4	15	24	62.5%
5	18	24	75.0%
6	17	24	70.8%
7	16	24	66.7%
8	15	24	62.5%
9	15	24	62.5%
10	16	24	66.7%
11	17	24	70.8%
12	18	24	75.0%
<b>Media</b>			68.8%
<b>Mediana</b>			68.8%
<b>Max.</b>			75.0%
<b>Min</b>			62.5%
<b>Des. Stand</b>			4.9%

### Tabla de frecuencia de revisión de la calibración del torno

Muestra semanal	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Total
1	2	2	3	3	3	3	16
2	3	3	3	3	3	3	18
3	2	3	3	3	3	3	17
4	2	2	2	3	3	3	15
5	3	3	3	3	3	3	18
6	2	3	3	3	3	3	17
7	1	3	3	3	3	3	16
8	1	2	3	3	3	3	15
9	2	1	3	3	3	3	15
10	2	2	3	3	3	3	16
11	3	2	3	3	3	3	17
12	3	3	3	3	3	3	18

Anexo 13. Resultados del diagnóstico indicador porcentaje de la confiabilidad del turno.

**Porcentaje de la confiabilidad del equipo sistema actual**

Muestra semanal	Horas de operación del turno	Horas programadas del turno	Porcentaje de la confiabilidad del turno formula indicador 1
1	36.0	48.0	75.0%
2	36.0	48.0	75.0%
3	34.0	48.0	70.8%
4	36.0	48.0	75.0%
5	35.0	48.0	72.9%
6	35.0	48.0	72.9%
7	35.0	48.0	72.9%
8	35.0	48.0	72.9%
9	35.0	48.0	72.9%
10	36.0	48.0	75.0%
11	35.0	48.0	72.9%
12	35.0	48.0	72.9%
<b>Media</b>			73.4%
<b>Mediana</b>			72.9%
<b>Max.</b>			75.0%
<b>Min</b>			70.8%
<b>Des. Stand</b>			1.3%

**Tabla de frecuencia de la confiabilidad del equipo**

Muestra semanal	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Total
1	6	6	6	6	6	6	36.0
2	6	6	6	6	6	6	36.0
3	5	6	6	6	6	5	34.0
4	6	6	6	6	6	6	36.0
5	6	6	6	6	5	6	35.0
6	6	5	6	6	6	6	35.0
7	6	6	5	6	6	6	35.0
8	6	6	6	6	5	6	35.0
9	5	6	6	6	6	6	35.0
10	6	6	6	6	6	6	36.0
11	5	6	6	6	6	6	35.0
12	5	6	6	6	6	6	35.0

Anexo 14. Resultados del diagnóstico indicador de la mantenibilidad del torno

**Porcentaje de la mantenibilidad del equipo sistema actual**

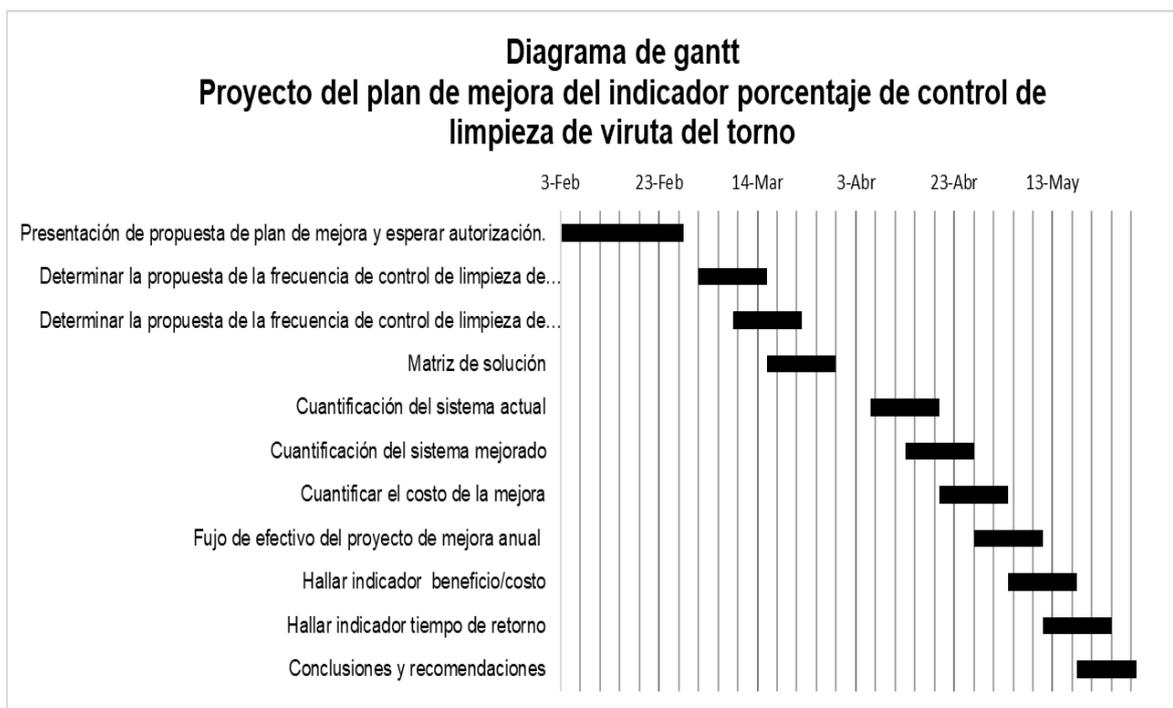
Muestra semanal	Número de acciones corregidas de defectos o fallas del torno	Número de defectos o fallas del torno	Porcentaje de la mantenibilidad del torno formula indicador 2
1	6	8	75.0%
2	4	6	66.7%
3	5	7	71.4%
4	6	9	66.7%
5	3	6	50.0%
6	4	7	57.1%
7	5	8	62.5%
8	6	9	66.7%
9	6	9	66.7%
10	5	8	62.5%
11	4	7	57.1%
12	4	6	66.7%
<b>Media</b>			64.1%
<b>Mediana</b>			66.7%
<b>Max.</b>			75.0%
<b>Min</b>			50.0%
<b>Des. Stand</b>			6.8%

**Tabla de frecuencia de la mantenibilidad del equipo**

Muestra semanal	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
1	1	1	1	1	1	1	6
2	1	1	1	0	0	1	4
3	1	1	1	0	1	1	5
4	1	1	1	1	1	1	6
5	1	0	1	0	1	0	3
6	0	1	1	1	0	1	4
7	1	0	1	1	1	1	5
8	1	1	1	1	1	1	6
9	1	1	1	1	1	1	6
10	1	0	1	1	1	1	5
11	0	0	1	1	1	1	4
12	0	1	0	1	1	1	4

Anexo 15. Propuesta de plan de mejora de porcentaje de control de limpieza de viruta del torno

<b>Plan de mejora</b>	
<b>Variable</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
Dimensión (1):	Control de limpieza de viruta del torno
Indicador :	Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno
Formula	<b><i><math display="block">\frac{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ REALMENTE\ SE\ LIMPIA\ LA\ VIRUTA}{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ SE\ DEBE\ LIMPIAR\ LA\ VIRUTA} * 100</math></i></b>
Objetivo	Cumplir con la frecuencia de limpieza aumentando el porcentaje de control de lipieza de viruta del torno de 60.1% a 80%, en el torno, en la empresa GALEX S.A.C. Callao-2020
Meta	Cumplir con la frecuencia de limpieza aumentando el porcentaje de control de lipieza de viruta del torno de 60.1% a 80%, en el torno, en la empresa GALEX S.A.C. Callao-2020, en los ultimos 2 meses.
Resultados	Aumnetar la Disponibilidad del torno



Anexo 16. Matriz de solución

**INDICADOR PORCENTAJE DE CONTROL DE LIMPIEZA DE VIRUTA DEL TORNO**

<b>MATRIZ DE SOLUCIÓN</b>			
<b>Etapa</b>	<b>TECNICA DE INGENIERIA</b>	<b>SISTEMA ACTUAL</b>	<b>SISTEMA MEJORADO</b>
	<b>5'S</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	<b>CLASIFICAR</b>	SE ENCUENTRA PIEZAS, HERRAMINETAS Y MATERIALES QUE NO PERTENECEN A LA ACTIVIDAD DEL TORNO	SE RETIRAN PIEZAS, HERRAMINETAS Y MATERIALES QUE NO PERTENECEN A LA ACTIVIDAD DEL TORNO
2	<b>ORDENAR</b>	NO CUENTA CON UNA DEMARCACIÓN DEL LUGAR DEL TORNO Y ESTABLECIMIENTO DONDE SE PUEDA COLOCAR HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA ACTIVIDAD	SE ESTABLECER DEMARCACIÓNES DEL LUGAR DEL TORNO Y ESTABLECIMIENTO DONDE SE PUEDA COLOCAR HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA LA ACTIVIDAD
3	<b>LIMPIAR</b>	INADECUADA LIMPIEZA DEL EQUIPO POR PARTE DEL OPERARIO	SE REALIZA LIMPIEZA ADECUADA AL EQUIPO POR PARTE DEL OPERARIO
4	<b>ESTANDARIZACIÓN</b>	NO SE CUENTA CON UNA ESTANDARIZACIÓN EN LAS 3 PRIMERAS S	SE REALIZA ESTANDARIZACIÓN DEL CONTROL DE LAS 3 PRIMERAS S
5	<b>DISCIPLINA</b>	IRREGULAR CONTROL DEL PROCESO POR PARTE DEL OPERARIO	SE REALIZA UN CONTROL FORMAL DEL PROCESO POR PARTE DEL OPERARIO

Anexo 17. Propuesta de plan de mejora de porcentaje de revisión de la calibración del torno

<b>Plan de mejora</b>	
<b>Variable</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
Dimensión (1):	Revisión de la calibración del torno
Indicador :	Porcentaje de revisión de la calibración del torno
Formula	<b><i><math display="block">\frac{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ REALMENTE\ SE\ CALIBRA\ EL\ TORNO}{NRO\ DE\ VECES\ QUE\ SE\ DEBE\ CALIBRAR\ EL\ TORNO} * 100</math></i></b>
Objetivo	Cumplir con la frecuencia de revisión de la calibración del torno aumentando el porcentaje de control de revisión de la calibración del torno de 68.8% a 80%, en el torno, en la empresa GALEX S.A.C. Callao-2020
Meta	Cumplir con la frecuencia de revisión de la calibración del torno aumentando el porcentaje de control de revisión de la calibración del torno de 68.8% a 80%, en el torno, en la empresa GALEX S.A.C. Callao-2021 en los próximos 2 meses
Resultados	Aumentar la Disponibilidad del torno



Anexo 18. Matriz de solución del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno.

**INDICADOR PORCENTAJE DE REVISIÓN DE LA CALIBRACIÓN DEL TORNO**

<b>Matriz de solución</b>			
<b>Etapa</b>	<b>TECNICA DE INGENIERIA</b>	<b>SISTEMA ACTUAL</b>	<b>SISTEMA MEJORADO</b>
	<b>TPM MANTENIMIENTO AUTONOMO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>	LIMPIEZA INADECUADA POR FALTA DE PROCEDIMIENTO	LIMPIEZA ADECUADA IMPLEMENTADA CON 5S Y CUENTA CON PROCEDIMIENTO
2	<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>	NO HAY ACCIONES CORRECTIVA POR PARTE DEL OPERARIO	SER REALIZAN ACCIONES CORRECTIVA POR PARTE DEL OPERARIO
3	<b>PREPARACIÓN DE ESTANDARES VISUALES</b>	NO EXISTE ESTANDARES DE INSPECCIÓN LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	SE DISEÑAN ESTANDARES PROVISIONALES PARA APLICAR LA INSPECCIÓN DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN
4	<b>INSPECCIÓN GENERAL</b>	NO SE CUENTA CON CAPACITACIONES DE CONOCIMIENTO SOBRE EL MANTENIMIENTO AUTONOMO	SE REALIZAN CAPACITACIONES DE CONOCIMIENTO SOBRE EL MANTENIMIENTO AUTONOMO
5	<b>INSPECCIÓN AUTONOMA</b>	IRREGULAR INSPECCIÓN DE CONTROL POR EL OPERARIO	INSPECCIÓN OPTIMA DE CONTROL POR EL OPERARIO
6	<b>ESTANDARIZACIÓN</b>	NO EXISTE ESTANDARIZACIÓN	SE REALIZAN ESTANDARIZACIONES ESTANDARIZACIÓN
7	<b>CONTROL AUTONOMO PLENO</b>	NO HAY EMPODERAMIENTO POR PARTE DEL OPERARIO PARA LAS MEJORAS CONTINUAS	HAY EMPODERAMIENTO POR PARTE DEL OPERARIO PARA LAS MEJORAS CONTINUAS

Anexo 19. Resultados estimados del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta el torno

**Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno sistema mejorado**

<b>Muestra semanal</b>	<b>Número de veces que realmente se limpia la viruta</b>	<b>Numeró de veces que se debe limpiar la viruta</b>	<b>Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno formula indicador 1</b>
1	18	24	75.0%
2	20	24	83.3%
3	20	24	83.3%
4	21	24	87.5%
5	21	24	87.5%
6	20	24	83.3%
7	21	24	87.5%
8	20	24	83.3%
9	20	24	83.3%
10	19	24	79.2%
11	20	24	83.3%
12	20	24	83.3%
		<b>Media</b>	83.3%
		<b>Mediana</b>	83.3%
		<b>Max.</b>	87.5%
		<b>Min</b>	75.0%
		<b>Des. Stand</b>	3.6%

Anexo 20. Resultados estimados del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno

**Porcentaje de revisión de la calibración del torno sistema mejorado**

<b>Muestra semanal</b>	<b>Número de veces que realmente se calibra el torno</b>	<b>Número de veces que se debe calibrar el torno</b>	<b>Porcentaje de revisión de la calibración del torno formula indicador 2</b>
1	20.0	24.0	83.3%
2	22.0	24.0	91.7%
3	21.0	24.0	87.5%
4	20.0	24.0	83.3%
5	21.0	24.0	87.5%
6	22.0	24.0	91.7%
7	21.0	24.0	87.5%
8	21.0	24.0	87.5%
9	20.0	24.0	83.3%
10	21.0	24.0	87.5%
11	22.0	24.0	91.7%
12	21.0	24.0	87.5%
		<b>Media</b>	87.5%
		<b>Mediana</b>	87.5%
		<b>Max.</b>	91.7%
		<b>Min</b>	83.3%
		<b>Des. Stand</b>	3.1%

Anexo 21. Resultados estimados del indicador porcentaje de la confiabilidad del equipo

**Porcentaje de la confiabilidad del equipo sistema mejorado**

<b>Muestra mensual</b>	<b>Horas de operación del turno</b>	<b>Horas programadas del turno</b>	<b>Porcentaje de la confiabilidad del equipo formula indicador 1</b>
1	42.0	48.0	87.5%
2	41.0	48.0	85.4%
3	42.0	48.0	87.5%
4	42.0	48.0	87.5%
5	43.0	48.0	89.6%
6	42.0	48.0	87.5%
7	41.0	48.0	85.4%
8	42.0	48.0	87.5%
9	42.0	48.0	87.5%
10	41.0	48.0	85.4%
11	42.0	48.0	87.5%
12	41.0	48.0	85.4%
<b>Media</b>			87.0%
<b>Mediana</b>			87.5%
<b>Max.</b>			89.6%
<b>Min</b>			85.4%
<b>Des. Stand</b>			1.3%

Anexo 22. Resultados estimados del indicador de la mantenibilidad del torno

**PORCENTAJE DE LA MANTENIBILIDAD DEL EQUIPO SISTEMA MEJORADO**

<b>Muestra semanal</b>	<b>Número de acciones corregidas de defectos o fallas del torno</b>	<b>Número de defectos o fallas del torno</b>	<b>Porcentaje de la mantenibilidad del equipo formula indicador 2</b>
1	6	8	75.0%
2	5	6	83.3%
3	6	7	85.7%
4	7	9	77.8%
5	5	6	83.3%
6	6	7	85.7%
7	7	8	87.5%
8	7	9	77.8%
9	7	9	77.8%
10	6	8	75.0%
11	6	7	85.7%
12	4	6	66.7%
		<b>Media</b>	80.1%
		<b>Mediana</b>	80.6%
		<b>Max.</b>	87.5%
		<b>Min</b>	66.7%
		<b>Des. Stand</b>	6.2%

Anexo 23. Plan de mejora Metodología TPM y 5´S utilizado en el primer indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno. CLASIFICAR

DOCUMENTAR EN LA HOJA DE CONTROL EL DESTINO DE CADA ARTICULO ETIQUETADO						
PLANIFICACIÓN DE ACCIONES 5´S			 			
LUGAR	TALLER MECANICO					
FECHA:						
ELABORADO:	LUIS ARBAIZA					
ITEM	RESPONSABLE	NOMBRE DEL ARTICULO	CATEGORIA	MOTIVO	FORMA DE DESECHO	DESTINO DEL ARTICULO
1						
2						
3						
4						
5						
6						

MATERIAL INNECESARIO		
Responsable:		Fecha:
Nombre del Artículo o Recipiente:		
Categoría:	1-Herramientas. 2-Accesorios. 3-Elementos de Medición. 4-Producto Terminado.	5-Materia Prima. 6-Productos de Limpieza. 7-Planos y Documentos. 8-Maquinaria.
Motivo:	1-No se usa. 2-Defectuoso. 3-Material de desperdicio. 4-Se desconoce su uso.	5-Contaminante o peligroso. 6-Otros: _____
Forma de desecho:	1-Tirar. 2-Vender. 3-Trasladar a otra área. 4-Llevar a almacén.	5-Devolver al proveedor.
Destino:		

ACCIONES 5S REALIZADAS	
Acción:	
Responsable:	Área:
Situación antes de comenzar la acción	Fecha: .../.../.....
Fotografía Antes	
Situación después de realizar la acción	Fecha: .../.../.....
Fotografía Después	

Tabla 6-Acciones 5S Realizadas.

Anexo 24. Plan de mejora Metodología TPM y 5'S utilizado en el primer indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno. ORDENAR



INVENTARIO DE MECANIZADO					
Código	Tipo	Nombre	Cantidad	Destino	Lugar
000001	Placas	MM12-11715-R03A30-M04	3	Almacén herramientas	Armario 1, Cajón 1
000002	Placas	CCMT 09T304 F1 TP1020	1	Almacén herramientas	Armario 1, Cajón 3
000003	Herramienta Simple	Broca Espiral HSS N 1,5 mm	2	Almacén herramientas	Armario 1, Cajón 2
000004	Herramienta Simple	Macho para laminar roscas a máquina G1/2	2	Almacén herramientas	Armario 1, Cajón 2
000005	Elemento Medición	Micrómetro interior	2	Mesa de Herramientas	Armario 3 Cajón 1
000006	Elemento Medición	Pie de rey	3	Mesas de Trabajo	Mesas de Trabajo

ARMARIO N° _____	CAJON N° _____
ITEMS: PLACAS TORNEAR, PLACAS RANURAR	

ACCIONES 5S REALIZADAS	
Acción:	
Responsable:	Área:
Situación antes de comenzar la acción	Fecha: .../.../.....
Fotografía Antes	
Situación después de realizar la acción	Fecha: .../.../.....
Fotografía Después	

Tabla 6-Acciones 5S Realizadas.

Anexo 25. Plan de mejora Metodología TPM y 5´S utilizado en el primer indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno. LIMPIAR

CHECK LIST DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN DEL TORNO				
LUGAR	TALLER MECANICO			
REALIZADP POR	LUIS ARBAIZA			
FECHA				
ACTIVIDAD	SI	NO	OBSERVACIÓN	
LIMPIEZA GENERAL DEL EQUIPO				
LIMPIEZA DE LA MESA DE TRABAJO				
LUBRICACIÓN DE LA BANCADA				
DEPOSITO DE ACITE A NIVEL ADECUADO				
MANIBELAS LIMPIAS Y ESTADO ADECUADO				
HUESILLO LUBRICADO				
LLAVE EN CONDICIONES OPERABLES				
CHUCK				
CABLES SUELTOS O RASGADOS				
PARO DE EMERGENCIA FUNCIONA				
CORTADOR DE CORRIENTE FUNCIONA				
MANGUERA EN OPERACIÓN SOLUBLE				

LIMPIEZA DEL TORNO			
LUGAR	TALLER MECANICO		
REALIZADP POR	LUIS ARBAIZA		
FECHA			
ACTIVIDAD	FRECUENCIA		
DESCONECTAR EL EQUIPO DE LA FUENTE DE ENERGIA	DIARIA		
RETIRAR LA VIRUTAS	DIARIA		
LIMPIAR GUIAS DE LA BANCADA	DIARIA		
LIMPIEZA DE LA TORRETA	DIARIA		
LIMPIEZA DEL TABLERO ELECTRICO	SEMANAL		
LUBRICAR LAS PARTES	DIARIA/SEMANAL		
LIMPIEZAS DE PISOS	DIARIA		



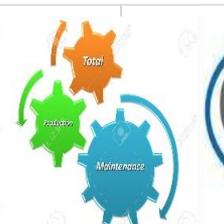
Anexo 27. Plan de mejora Metodología TPM y 5´S utilizado en el primer indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno. DISIPLINA

AUDITORIA 5´S		 				
LUGAR:	TALLER					
FECHA:						
ELABORADO:	LUIS ARBAIZA					
<b>5S</b>	<b>0 = MUY MAL</b>	<b>1 = MAL</b>	<b>2 = PROMEDIO</b>	<b>3 = BUENO</b>	<b>4 = MUY BUENO</b>	
					0 1 2 3 4	
Clasificación	¿Cómo califica usted la distribución de su área de trabajo?					
	¿Cómo califica usted la ubicación de las herramientas de trabajo?					
	¿Cómo califica usted su capacidad para distinguir lo necesario o lo innecesario en su lugar de trabajo?					
	Cuando llega el material de trabajo este es clasificado de forma:					
Orden	¿Cómo es el nivel de estandarización (guía) para la clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	¿Cómo califica usted el orden en general en su lugar de trabajo?					
	Califique la facilidad con la que usted encuentra sus herramientas de trabajo.					
	¿Cuándo usted termina de usar una herramienta, devuelve esta a su lugar designado?					
Limpieza	¿Existe un lugar específico para la ubicación de las pinturas?					
	¿Cómo es el nivel de estandarización (guía) para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	Califique que tan limpio permanece su lugar de trabajo.					
	¿Cómo es la separación de los desechos que se producen en su área de trabajo?					
Estandarización	¿Cómo considera usted que es el mantenimiento que se le da a sus herramientas, maquinaria y equipos de trabajo?					
	¿Cómo califica la forma de identificar las posibles fuentes de suciedad y problemas tales como escapes, averías o fallas en los equipos?					
	¿Cómo es el nivel de estandarización (guía) para la limpieza de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	¿Cómo clasifica usted la señalización de la ruta de evacuación de su lugar de trabajo?					
Disciplina	¿Cómo califica usted la señalización para ubicar el lugar exacto en el que deben estar las herramientas, materiales y equipos?					
	¿Cómo considera usted la ubicación de las sustancias tóxicas, explosivas o en general peligrosas para su salud?					
	¿Están señalizadas y delimitadas las áreas de trabajo, maquinaria y equipo?					
	¿Cómo es el nivel de estandarización (guías o manuales) de los procesos en su lugar de trabajo?					
Disciplina	¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud ocupacional?					
	¿Cómo es el seguimiento que se le hace a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	¿Cómo es el seguimiento que se le hace al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?					
	¿Cómo es el seguimiento que se le hace a la limpieza en su lugar de trabajo?					

Anexo 28. Plan de mejora TPM y 5'S utilizado en el segundo indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno. Preparación de estándares visuales.

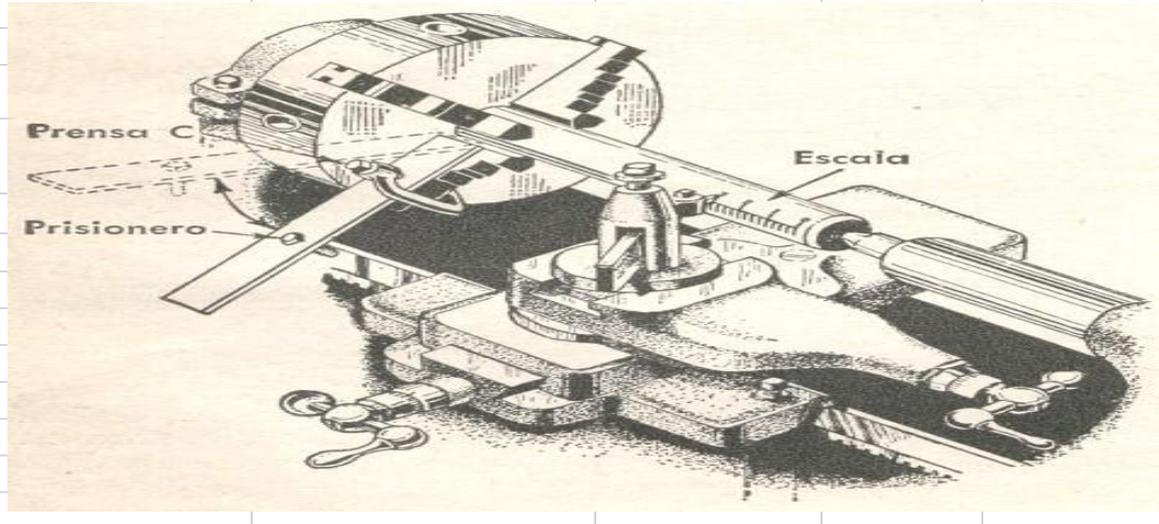


ESTANDARES TIPO Y METODOS DE LUBRICACION DEL TORNO	
LUGAR	TALLER MECANICO
FECHA	
ELABORADO POR	LUIS ARBAIZA




MECANISMO	CANTIDAD	TIPO DE LUBRICANTE	METODO DE LUBRICACIÓN	Frecuencia de inspección
Caja de velocidades.	5.00 lts	Shell Tellus 37.	Salpicadura.	Diario.
Caja norton	2.15 lts	Shell Tellus 37.	Salpicadura.	Semanal.
Guías carro longitudinal.	2.50 lts	Shell Tonna T68.	Salpicadura.	Semanal.
Contrapunto.		Shell Tellus 37.	Aceitera manual.	Semanal.
Bancada.		Aceite de oliva.	Goteo.	Semanal.
Cojinetes del husillo patrón.		Manteca Frida.		diario
Guías de carro transversal.		Shell Tellus 37.	Aceitera manual.	Semanal.
				Semanal.

ESTANDARES DE LA CALIBRACIÓN DEL TORNO	
LUGAR	TALLER MECANICO
FECHA	
ELABORADO POR	LUIS ARBAIZA

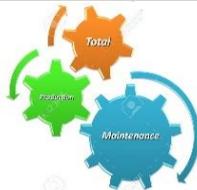


ESTANDARES DE LA CALIBRACIÓN DEL TORNO	
LUGAR	TALLER MECANICO
FECHA	
ELABORADO POR	LUIS ARBAIZA



ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Colocar la pieza a torner y ajustar en el plato	DIARIA
Luego con el granil o mandril verificar espacio entre la pieza	DIARIA
Al encontrar espacio se desajusta del lado contrario y ajustamos del otro lado	DIARIA
Repetir el proceso hasta quedar ajustado	DIARIA
Regular velocidad del plato	DIARIA

ESTANDARES DE LA LIMPIEZA DEL TORNO	
LUGAR	TALLER MECANICO
FECHA	
ELABORADO POR	LUIS ARBAIZA



ACTIVIDAD	FRECUENCIA
RETIRAR LA VIRUTAS	DIARIA
LIMPIAR GUIAS DE LA BANCADA	DIARIA
LIMPIEZA DE LA TORRETA	DIARIA
LIMPIEZA DEL TABLERO ELECTRICO	DIARIA
LIMPIEZAS DE PISOS	DIARIA

Anexo 29. Plan de mejora TPM y 5'S utilizado en el segundo indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno. Inspección general e inspección autónoma

## CAPACITACIONES A LOS OPERARIOS



## ENTRENAMIENTOS



Anexo 30. Plan de mejora TPM y 5'S utilizado en el segundo indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno. Evaluaciones y auditorias

MANTENIMIENTO AUTONOMO AUDITORIA						
LUGAR	TALLER MECANICO					
FECHA						
ELABORADO POR	LUIS ARBAIZA					
AUDITORES						
RESULTADOS						
ITEM		M	R	B	TOTAL	OBSERVACIONES
¿COMO ES EL ESTADO DE LA LIMPIEZA DEL EQUIPO?						
¿CÓMO ES EL ESTADO DE LA LUBRICCIÓN DEL EQUIPO?						
¿SE REALIZA LA INSPECCIÓN CORRESPONDIENTE AL EQUIPO?						
¿CÓMO ES EL ESTADO DE LAS HERRAMIENTAS PARA EL M.A.?						
¿SE PRESENTAN LAS ANOMALIAS EN EL EQUIPO?						
¿SE REPORTAN LAA ANOMALIAS EN LAS TARJETAS TPM?						
¿SE DA SOLUCIÓN A LAS ANOMALIAS REPORTADAS POR MEDIO DEL						
¿EL PERSONAL TIENE CLARO LOS CONCEPTOS BASICOS DE M.A.?						
¿ESTA ACTUALIZADA LA INFORMACIÓN DEL TABLERO TPM?						
¿EL PERSONAL CONOCE LA INFORMACIÓN DEL TABLERO TPM?						
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>B=0</b>	<b>R=3</b>	<b>B=6</b>			

## Anexo 31. Estimación de resultados del sistema mejorado por el experto técnico

Yo, Carlos Ayala Barrios, con 30 años de experiencia como técnico mecánico y especialista en la operación del torno. Habiendo escuchado la explicación del estudiante, Luis Carlos Arbaiza Estacion, sobre los resultados encontrados en el diagnóstico de los indicadores actual de la empresa, mecánica e hidráulica GALEX S.A.C., en el cual me detalló el plan de mejora para dichos indicadores y pidiéndome mi opinión sobre el impacto que daría implementar dicho plan. Posteriormente los valores estimados que daría serían los siguientes:

- Primer indicador un aumento del 20%.
- Segundo indicador un aumento del 20%.
- Confiabilidad un aumento del 14%.
- Mantenibilidad un aumento del 16%.
- Disponibilidad un incremento del 14%.

Dichos valores estimados, quedan para el estudiante para fines que estime conveniente.

Atte. |



Carlos Ayala Barrios

DNI 16424223

Técnico Mecánico

---

Anexo 32. Cuantificación de la variable Independiente Mantenimiento del indicador porcentaje de control de limpieza de la viruta del torno sistema actual vs sistema mejorado

### COSTO DEL SISTEMA ACTUAL

Costo de adquisición del torno	Limpieza inadecuada (vida útil) años	Costo total de depreciación por año	Costo de depreciación por mes
S/47,500.00	5	S/ 9,500.00	S/ 791.67

### DETERMINACION DE COSTOS

**S/. 9,500 .00 ANUALES**

COSTOS	DESCRIPCION	TOTAL
<b>COSTOS DE</b>	(12 sem x 2 hrs/sem x S/. 20.00/hora) =	S/480.00
<b>PAPEL Y SUMINISTROS</b>	(Impresiones de 1/2 millar de hojas x s/. 0.10 soles/hoja + anillado) + (02 lapiceros = S/. 4.00) + (01 corrector = S/. 3.00) + (01 resaltador = S/. 3.00) + (01 lapiz = S/. 2.00) + (01 jgo reglas = S/. 3.00) + (01 archivador = S/. 5.00) + (calculadora = S/. 70) + (1 1/4 millar papel bond = S/. 25.00) =	S/180.00
<b>INTERNET</b>	Servicio de internet por 2 mese = S/. 200	S/200.00
<b>OTROS</b>	(Combustible por traslado al taller = S/. 50)	S/50.00
	<b>TOTAL</b>	<b>S/910.00</b>

### COSTO DEL SISTEMA MEJORADO

Costo de adquisición del torno	Limpieza inadecuada (vida útil) años	Costo total de depreciación por año	Costo de depreciación por mes
S/47,500.00	18	S/ 2,638.89	S/ 219.91

### DETERMINACION DE COSTOS

**S/. 2,638.89 SOLES ANUALES**

Anexo 33. Cuantificación de la variable Independiente Mantenimiento del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno sistema actual vs sistema mejorado

**COSTO DEL SISTEMA ACTUAL**

Piezas defectuosas por no revisar la calibración	Costo unitario por pieza	Costo total real de piezas defectuosas al mes
30	S/ 340.90	S/ 10,227.00

**DETERMINACION DE COSTOS ANUALES**

**S/. 10,227.00 SOLES x 12 MESES  
 .= S/. 122,724 SOLES ANUALES**

COSTOS	DESCRIPCION	TOTAL
<b>COSTOS DE</b>	<b>(12 sem x 2 hrs/sem x S/. 20.00/hora) =</b>	S/480.00
<b>PAPEL Y</b>	<b>(Impresiones de 1/2 millar de hojas x s/. 0.10</b>	S/180.00
<b>INTERNET</b>	<b>Servicio de internet por 2 mese = S/. 200</b>	S/200.00
<b>OTROS</b>	<b>(Combustible por traslado al taller = S/. 50)</b>	S/50.00
	<b>TOTAL</b>	S/910.00

**COSTO DEL SISTEMA MEJORADO**

Piezas defectuosas por no revisar la calibración	Costo unitario por pieza	Costo total real de piezas defectuosas al mes
12	S/ 340.90	S/ 4,090.80

**DETERMINACION DE COSTOS ANUALES**

**S/. 4,090.80 SOLES x 12 MESES  
 .= S/. 49,089.6 SOLES ANUALES**

Anexo 34. Cuantificación de la variable dependiente Disponibilidad del indicador porcentaje de la confiabilidad del equipo sistema actual vs sistema mejorado

**COSTO DEL SISTEMA ACTUAL**

Horas programadas al mes	Horas de paradas al mes	Costo por paradas al mes	Costo total de paradas al mes
192	51	S/ 315.00	S/ 16,065.00

**DETERMINACION DE COSTOS ANUALES**

**S/. 16,065.00 SOLES x 12 MESES  
 = S/. 192,780.00 SOLES ANUALES**

COSTOS	DESCRIPCION	TOTAL
<b>COSTOS DE</b>	(12 sem x 2 hrs/sem x S/. 20.00/hora) =	S/480.00
<b>PAPEL Y</b>	(Impresiones de 1/2 millar de hojas x s/. 0.10	S/180.00
<b>INTERNET</b>	Servicio de internet por 2 mese = S/. 200	S/200.00
<b>OTROS</b>	(Combustible por traslado al taller = S/. 50)	S/50.00
	<b>TOTAL</b>	S/910.00

**COSTO DEL SISTEMA MEJORADO**

Horas programadas al mes	Horas de paradas al mes	Costo por paradas al mes	Costo total de paradas al mes
192	25	S/ 315.00	S/ 7,875.00

**DETERMINACION DE COSTOS ANUALES**

**S/. 7,875.00SOLES x 12 MESES  
 = S/. 94,500.00 SOLES ANUALES**

Anexo 35. Cuantificación de la variable dependiente Disponibilidad del indicador porcentaje de la mantenibilidad del equipo sistema actual vs sistema mejorado

**COSTO DEL SISTEMA ACTUAL**

Numeros de acciones corregidas de defectos o fallas del torno por semana	Numero de piezas defectuosas generados por cada vez que no se hace una acción correctiva	Total de piezas corregidas por semana	Ganancia por cada cada pieza corregida por semana	Ganancia por cada pieza corregida por mes
3.9	8	4	S/ 340.90	S/ 5,454.40

**DETERMINACION DE COSTOS ANUALES**  
**S/ 5,454.40 SOLES x 12 MESES**  
**.= S/ 65,452.80 SOLES ANUALES**

COSTOS	DESCRIPCION	TOTAL
COSTOS DE INVESTIGACION	(12 sem x 2 hrs/sem x S/. 20.00/hora) =	S/480.00
PAPEL Y SUMINISTROS	(Impresiones de 1/2 millar de hojas x s/. 0.10 soles/hoja + anillado) + (02 lapiceros = S/. 4.00) + (01	S/180.00
INTERNET	Servicio de internet por 2 mese = S/. 200	S/200.00
OTROS	(Combustible por traslado al taller = S/. 50)	S/50.00
	<b>TOTAL</b>	<b>S/910.00</b>

**COSTO DEL SISTEMA MEJORADO**

Numeros de acciones corregidas de defectos o fallas del torno por semana	Numero de piezas defectuosas generados por cada vez que no se hace una acción correctiva	Total de piezas corregidas por semana	Ganancia por cada cada pieza corregida por semana	Ganancia por cada pieza corregida por mes
6.7	8	7	S/ 340.90	S/ 9,545.20

**DETERMINACION DE COSTOS ANUALES**  
**S/ 9,545.20 SOLES x 12 MESES**  
**.= S/ 114,542.40 SOLES ANUALES**

Anexo 36. Evaluación económica Variable independiente Mantenimiento “Flujo de efectivo del indicador porcentaje de control de limpieza de viruta del torno

### FLUJO DE EFECTIVO MENSUAL

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
SISTEMA ACTUAL		S/. 791.67											
SISTEMA MEJORADO		S/. 291.19											
INVERSION	-S/910.00												
AHORRO MENSUAL		S/500.48											

### AHORROS DE S/. 500.48 SOLES MENSUALES

#### INDICADOR BENEFICIO/COSTO

El Beneficio anual se determina de la siguiente manera:

S/.500.48 soles de ahorro al mes x 12 meses = S/. 6,005.76

$$\frac{\text{Beneficio Anual}}{\text{Costo}} = \frac{6,005.76 \text{ soles}}{910 \text{ soles}} = 6.60$$

#### INTERPRETACION

Significa que por cada sol invertido en la investigación , se recupera 6.60 soles de ahorro

#### INDICADOR TIEMPO DE RETORNO

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio Anual}}$$

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{910 \text{ soles}}{6,005.76 \text{ soles}} = 0,01092 \text{ de año}$$

$$\text{Tiempo Retorno meses} = 0,01092 \text{ año} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 0.0015 \text{ meses}$$

#### INTERPRETACION

Se recupera los S/. 910 soles invertidos en aproximadamente en menos de 1 mes

Anexo 37. Evaluación económica Variable independiente Mantenimiento “Flujo de efectivo del indicador porcentaje de revisión de la calibración del torno

### FLUJO DE EFECTIVO MENSUAL

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
SISTEMA ACTUAL		S/. 10,227.00											
SISTEMA MEJORADO		S/4,090.80											
INVERSION	-S/910.00												
AHORRO MENSUAL		S/6,136.20											

**AHORROS DE S/. 6,136.2 SOLES MENSUALES**

#### INDICADOR BENEFICIO/COSTO

El Beneficio anual se determina de la siguiente manera:

$$S/.6,136.2 \text{ soles de ahorro al mes} \times 12 \text{ meses} = S/. 73,634.4$$

$$\frac{\text{Beneficio Anual}}{\text{Costo}} = \frac{73,634.4 \text{ soles}}{910 \text{ soles}} = \mathbf{80.91}$$

#### INTERPRETACION

Significa que por cada sol invertido en la investigación , se recupera 80.91 soles de ahorro

#### INDICADOR TIEMPO DE RETORNO

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio Anual}}$$

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{910 \text{ soles}}{73,634.4 \text{ soles}} = 0.01235 \text{ de año}$$

$$\text{Tiempo Retorno} \text{ meses} = 0.01235 \text{ año} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = \mathbf{0.148 \text{ meses}}$$

#### INTERPRETACION

Se recupera los S/. 910 soles invertidos en aproximadamente en menos de 1 meses

Anexo 38. Evaluación económica Variable independiente Disponibilidad “Flujo de efectivo del indicador porcentaje de la confiabilidad del equipo.

### FLUJO DE EFECTIVO MENSUAL

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
<b>SISTEMA ACTUAL</b>		S/16,065.00											
<b>SISTEMA MEJORADO</b>		S/. 7,875.00											
<b>INVERSION</b>	-S/910.00												
<b>AHORRO MENSUAL</b>		S/8,190.00											

**AHORROS DE S/. 8,190.00 SOLES MENSUALES**

#### INDICADOR BENEFICIO/COSTO

El Beneficio anual se determina de la siguiente manera:

S/.8,190.00 soles de ahorro al mes x 12 meses = S/. 98,280.00

$$\frac{\text{Beneficio Anual}}{\text{Costo}} = \frac{98,280.00 \text{ soles}}{910 \text{ soles}} = 108$$

#### INTERPRETACION

Significa que por cada sol invertido en la investigación , se recupera 108 soles de ahorro

#### INDICADOR TIEMPO DE RETORNO

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio Anual}}$$

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{910 \text{ soles}}{98,280.00 \text{ soles}} = 0.0093 \text{ de año}$$

$$\text{Tiempo Retorno meses} = 0.0093 \text{ año} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 0.1116 \text{ meses}$$

#### INTERPRETACION

Se recupera los S/. 910 soles invertidos en menos de un mes

Anexo 39. Evaluación económica Variable independiente Disponibilidad “Flujo de efectivo del indicador porcentaje de la confiabilidad del equipo.

### FLUJO DE EFECTIVO MENSUAL

	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
SISTEMA ACTUAL		S/. 5,454.40	S/. 5,454.41	S/. 5,454.42	S/. 5,454.43	S/. 5,454.44	S/. 5,454.45	S/. 5,454.46	S/. 5,454.47	S/. 5,454.48	S/. 5,454.49	S/. 5,454.50	S/. 5,454.51
SISTEMA MEJORADO		S/. 9,545.20											
INVERSION	-S/910.00												
AHORRO MENSUAL		S/4,090.80											

### AHORROS DE S/. 4,090.80 SOLES MENSUALES

#### INDICADOR BENEFICIO/COSTO

El Beneficio anual se determina de la siguiente manera:

S/.4,090.80 soles de ahorro al mes x 12 meses = S/. 49,089.60

$$\frac{\text{Beneficio Anual}}{\text{Costo}} = \frac{49,089.60 \text{ soles}}{910 \text{ soles}} = 53.94$$

#### INTERPRETACION

Significa que por cada sol invertido en la investigacion , se recupera 53.94 soles de ahorro

#### INDICADOR TIEMPO DE RETORNO

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio Anual}}$$

$$\text{TIEMPO DE RETORNO} = \frac{910 \text{ soles}}{49,089.60 \text{ soles}} = 0,019 \text{ de año}$$

$$\text{Tiempo Retorno meses} = 0.019 \text{ año} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 0.228 \text{ meses}$$

#### INTERPRETACION

Se recupera los S/. 910 soles invertidos en aproximadamente en menos de 1 meses

Anexo 40. Flujo de efectivo total de la mejora

		MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	
VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO	Porcentaje de control de limpieza de viruta del torno		S/500.48												
	Porcentaje de revisión de la calibración del torno (Ind.		S/6,136.20												
VARIABLE DEPENDIENTE DISPONIBILIDAD	Porcentaje de la confiabilidad del tornon		S/8,190.00												
	Porcentaje de la mantenibilidad del torno		S/4,090.80												
INVERSIÓN TOTAL EN MEJORAS		-S/ 910.00													
BENEFICIO		S/ 910.00	S/18,917.48	S/ 226,099.76											
															<b>TOTAL ANUAL</b>

"Año de la universalización de la salud"

Callao, 26 de junio del 2020.

**CARTA N° 066-2020/UCV-DG-ING-IND-FC**

Señor:

*Dan Americo Torres Villanueva*

*Gerente General*

**EMPRESA GALEX S.A.C.**

**Presente. -**

*De mi mayor consideración:*

*Es grato dirigirme a Ud. en mi calidad de Director General de la Universidad César Vallejo Filial Callao, para saludarla muy cordialmente y a su vez solicitar su autorización para que nuestro estudiante del X ciclo de la E.P. de Ingeniería Industrial, pueda implementar su Desarrollo de Proyecto de Investigación en su digna institución.*

*El estudiante en solicitud es el siguiente:*

- **ARBAIZA ESTACION, LUIS CARLOS**

*Cabe mencionar que la visita a su Institución tiene por finalidad cumplir con una actividad de carácter académico, asignada en la Experiencia Curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación y tiene como título "Propuesta de mantenimiento al torno para incrementar la disponibilidad del equipo en la Empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020." Este estudio a la vez tiene como fin mejorar la competencia profesional de nuestro futuro Ingeniero.*

*Esperando contar con su apoyo hago propicia la ocasión para expresar mi consideración y estima personal.*

*Atentamente,*



**Dr. Raúl Valencia Medina**  
**Director General**  
**UCV Filial Callao**

“Año de la universalización de la salud”

Callao, 06 de Julio del 2020.

Señor:

*Dr. Raúl Valencia Medina  
Director General UCV Filial Callao*

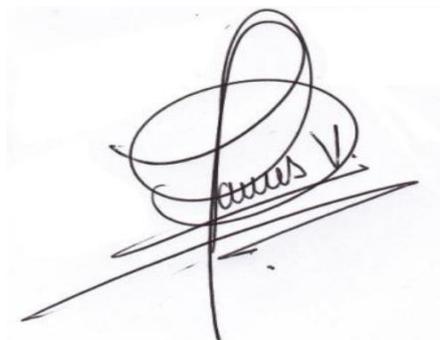
**Presente. -**

*De mi mayor consideración:*

*Yo, Dan Americo Torres Villanueva, con DNI 42673355, Gerente general de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Con RUC N° 20545065381, con respecto a la carta N° 066-2020/UCV-DG-ING-IND-FC, dirigida hacia mi persona, por este medio doy mi autorización al estudiante de la universidad Cesar Vallejo filial Callao, de la escuela de ingeniería industrial, Luis Carlos Arbaiza Estacion, con DNI 25792188, con código 7001032933, realizar su proyecto de investigación teniendo como título, “Propuesta de mantenimiento al torno para incrementar la disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020”, dentro de las instalaciones de la empresa, en el taller de mantenimiento, en los periodos de febrero, marzo, abril y mayo, correspondiente al presente año.*

*Sin otro en particular, me despido y dejo constancia del compromiso de mi persona para el desarrollo profesional del estudiante.*

*Atentamente,*



**Dan Torres Villanueva  
GERENTE GENERAL  
MECANICA E HIDRAULICA GALEX**

**Av. Dos de mayo # 975 - Callao / Email: [dtorres@mhgalex.com](mailto:dtorres@mhgalex.com)  
[mhgalex@yahoo.es](mailto:mhgalex@yahoo.es) / Telf.: 559-9053 / Móvil 946450072**

“Año de la universalización de la salud”

Callao, 06 de Julio del 2020.

Señor:

*Dr. Raúl Valencia Medina*

*Director General UCV Filial Callao*

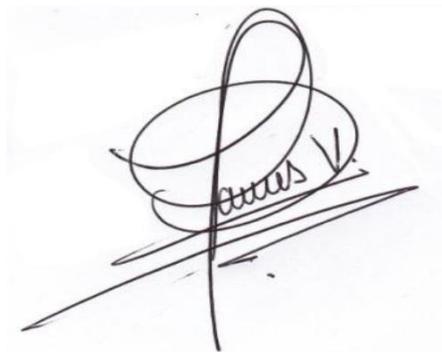
**Presente. -**

*De mi mayor consideración:*

*Yo, Dan Americo Torres Villanueva, con DNI 42673355, Gerente general de la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Con RUC N° 20545065381, con respecto a lo solicitado por el estudiante, Luis Carlos Arbaiza Estacion, de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo filial Callao, quien desarrollo su proyecto de investigación dentro de las instalaciones de mi empresa, doy por consentimiento la publicación de su proyecto de investigación titulada, “Propuesta de mantenimiento al torno para incrementar la disponibilidad del equipo en la empresa mecánica e hidráulica GALEX S.A.C. Callao-2020.*

*Sin otro en particular, me despido y hago propicia la ocasión para expresar mi consideración y estima personal.*

*Atentamente,*



**Dan Torres Villanueva**  
GERENTE GENERAL  
MECANICA E HIDRAULICA GALEX

**Av. Dos de mayo # 975 - Callao / Email: [dtorres@mhgalex.com](mailto:dtorres@mhgalex.com)  
[mhgalex@yahoo.es](mailto:mhgalex@yahoo.es) / Telf.: 559-9053 / Móvil 946450072**