



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la  
confiabilidad en los equipos eléctricos de Inversiones MAV E.I.R.L  
Chimbote 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Industrial

**AUTORAS:**

Ogños Reluz, Cris Keyko (ORCID: [0000-0003-4801-3794](https://orcid.org/0000-0003-4801-3794))

Siccha Peña, Jeraldhin Stefany (ORCID: [0000-0002-6054-9009](https://orcid.org/0000-0002-6054-9009))

**ASESOR:**

Ing. Añazco Escobar, Dixon Groky (ORCID: [0000-0002-2729-1202](https://orcid.org/0000-0002-2729-1202))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Gestión Empresarial y Productiva

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2021**

## Índice de contenidos

Índice de contenidos	ii
índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
Resumen	v
Abstract	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	12
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	13
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	14
3.5 PROCEDIMIENTOS	15
3.6 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS	16
3.7 ASPECTOS ÉTICOS	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	33
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS	37
ANEXOS	39

## **índice de tablas**

Tabla 1. Análisis de Criticidad	18
Tabla 2.Datos de análisis descriptivo previo a la implementación	20
Tabla 3.Datos de análisis descriptivo posterior a la implementación	27

## Índice de figuras

Figura 1. Definición del problema	3
Figura 2. Definición del problema aplicado al proyecto	3
Figura 3. Diagrama de Ishikawa, (elaboración propia)	4
Figura 4. Diagrama de Pareto, (elaboración propia)	5
Figura 5. Evolución de las técnicas de mantenimiento	12
Figura 6. Flujograma del proyecto	15
Figura 7. Indicador de criticidad	17

## Resumen

La presente investigación se evaluó los procedimientos del mantenimiento de la empresa Inversiones Mav E.I.R.L, teniendo como objetivo principal es demostrar que la Implementación del Mantenimiento Preventivo ayudara a mejorar la Confiabilidad de los Equipos Eléctricos de Inversiones Mav E.I.R.L Chimbote 2020. Dado que el tipo de investigación es aplicada y de diseño experimental, se utilizó las fichas técnicas, Formato de historial de fallas de la empresa para el cálculo de indicadores de frecuencia para el estado de criticidad mostrado en los equipos eléctricos, se realizara la técnica que tenga más frecuencia que otros; del mismo modo se realizara la evaluación de disponibilidad operacional y tiempo medio entre fallas , se aplicó el mantenimiento preventivo el cual será efectivo y que responda a la mayoría de problemas que se presentan, así se recomendara continuar con esta gestión actualizando los indicadores de manera mensual.

**Palabras clave:** Mantenimiento, preventivo, confiabilidad.

## **Abstract**

The present investigation evaluated the maintenance procedures of the Inversiones Mav E.I.R.L company, having as its main objective is to demonstrate that the Implementation of Preventive Maintenance will help to improve the Reliability of the Electrical Equipment of Inversiones Mav E.I.R.L Chimbote 2020. Given that the type of research is applied and experimental design, the technical sheets were used, the failure history format of the company for the calculation of frequency indicators for the state of criticality shown in the electrical equipment, the technique that have more frequency than others; In the same way, the evaluation of operational availability and mean time between failures will be carried out, preventive maintenance was applied which will be effective and that responds to most of the problems that arise, so it will be recommended to continue with this management updating the indicators on a monthly basis.

**Keywords:** Preventive, maintenance, reliability.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Años atrás el mantenimiento solo tenía acción cuando se presentaba una avería, mayormente se utilizaba la sugerencia de los fabricantes para la programación del mantenimiento sin tener en cuenta varios factores que afectaban la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, esto ocasiono grandes pérdidas en las empresas obligándolas a la reflexión de evolucionar y cambiar ese paradigma muy arraigado que se tenía del mantenimiento. En la actualidad el mantenimiento tiene por objetivo reducir al mínimo las averías y los tiempos de reparación, alargar el tiempo de vida de los equipos y por consecuencia disminuir los costos de mantenimiento de la empresa.

El correcto mantenimiento preventivo permite minimizar o evitar las fallas en los equipos, este mantenimiento se dan acciones tales como sustitución de piezas desgastadas, se desea reducir inversiones necesarias en la sustitución o cambio repuestos, ya es justo en esto a lo que muchas empresas destinan gran parte de su presupuesto.

La empresa Inversiones Mav E.I.R.L de Chimbote, dedicada a brindar Servicios Eléctricos de Reparación naval, cuenta con equipos eléctricos que forman parte su taller, actualmente sufren continuamente fallas de forma intermitente, afectando la confiabilidad en repetitivas veces, existen paradas de los equipos electrónicos que se reportan causando un impacto negativo en el servicio Eléctrico que se realiza en taller. A su vez no cuenta con un técnico especializado en el mantenimiento preventivo, falta asesorías técnicas relacionadas al mantenimiento. Siendo una prioridad emplear una estrategia la cual nos permita obtener un control preventivo para aumentar la confiabilidad de los equipos.

Así mismo el mantenimiento preventivo se aplicará a los equipos electrónicos la empresa, según los problemas suscitados se puede llegar a implementar el mantenimiento preventivo para mejorará la confiabilidad de los equipos eléctricos de la empresa Inversiones Mav E.I.R.L Chimbote – 2020, con la finalidad de aumentar la productividad y alargar su vida útil.

En el área de mantenimiento solo se realizan correcciones en los equipos eléctricos, por la misma razón que ocurren las fallas de forma intermitente, eso nos causa pérdidas en el tiempo de entrega de servicio.

Nuestro objetivo principal es la implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la Confiabilidad de los equipos eléctricos de la empresa Inversiones Mav E.I.R.L Chimbote – 2020.

Cuenta con los siguientes objetivos específicos determinado por la descripción de la situación actual del área de taller de la empresa. Evaluar la confiabilidad de los equipos eléctricos, antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Planificar y ejecutar la implementación del mantenimiento preventivo para los equipos eléctricos. Comparar la confiabilidad de los equipos eléctricos antes y después, luego de haber implementado el mantenimiento preventivo.

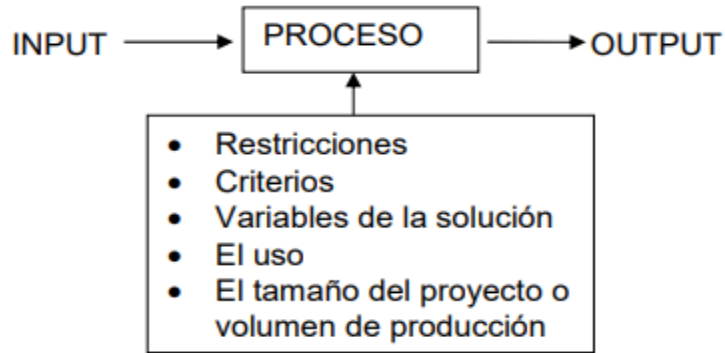
Tenemos como hipótesis que esta implementación será para mejorar el rendimiento productivo de los equipos, reduciendo el tiempo de fallas y con ello una reducción de costos.

Por último, en el aspecto académico servirá como guía para los estudiantes el cual su trabajo de investigación esté relacionado con la confiabilidad de los equipos eléctricos, además de ello se puede utilizar como fuente de información para seguir trabajando y profundizando más sobre este tema de gran importancia para aquellas empresas que presentan este tipo de problemas con sus equipos eléctricos y desean implementar un mantenimiento preventivo.

En paralelo con lo académico se encuentra el ámbito laboral, que se será beneficiado gracias a las nuevas formas y técnicas que se emplearon y aplicaron dentro de las actividades de mantenimiento preventivo, asimismo podrán generar sus propios reportes acerca de las fallas que se produzcan y las mejoras.

Para llegar a una definición detallada del problema realizaremos el análisis pormenorizado, cuenta con series de aspectos fundamentales, los cuales son: la entrada (o input), viene hacer el estado inicial I, la salida (output), viene hacer el estado final F, las restricciones R, los criterios C, el uso, el tamaño del proyecto. Se realizó un análisis profundo del problema tal como podemos apreciar en la figura 1

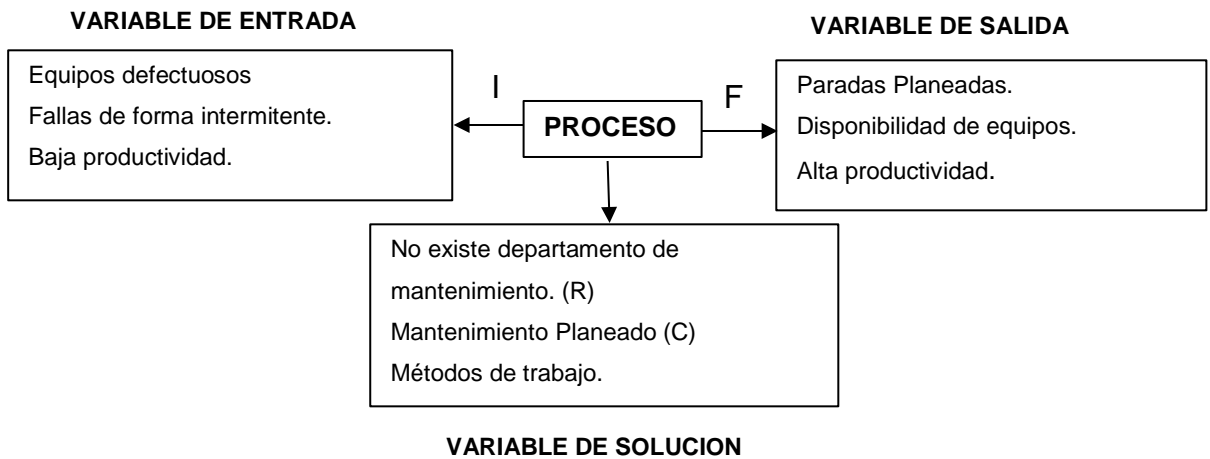




*Figura 1.* Definición del problema

En este proyecto se muestra que el problema es la inexistencia de un sistema de mantenimiento preventivo planificado el cual nos asegure la confiabilidad de los equipos eléctricos.

En la figura 2 se visualiza el desarrollo del esquema de la definición del problema.



*Figura 2.* Definición del problema aplicado al proyecto

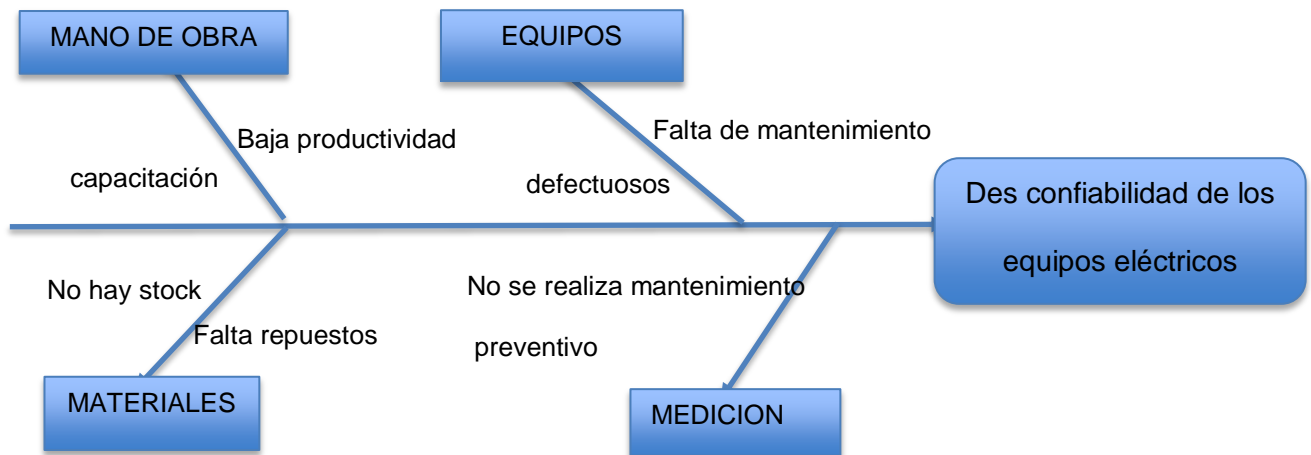


Figura 3. Diagrama de Ishikawa, (elaboración propia)

EQUIPO	FRECUENCIA	PORCENTAJE	ACUMULADO	% ACUMULADO
ALINEADOR LASER	32	0.128	32	0.02075227
CAMARA TERMOGRAFICA FLUKE TS 29-16061212	20	0.08	52	0.033722438
HORNO ELECTRICO	12	0.048	64	0.04150454
MEGOMETRO 33790040	18	0.072	82	0.053177691
MULTIMETRO FLUKE 41000106	42	0.168	124	0.080415045
MULTITESTER DIGITAL FLUKE 35890050	32	0.128	156	0.101167315
PINZA AMPERIMETRICA FLUKE 35600112WS	28	0.112	184	0.119325551
PRENSA HIDRAULICA MARCA MEGANDINA	10	0.04	194	0.125810636
TACOMETRO DIGITAL	2	0.008	196	0.127107652
TALADRO PEDESTAL MARCA DELFOS	12	0.048	208	0.134889754
TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	42	0.168	250	0.162127108
TOTAL	250	1	1542	1

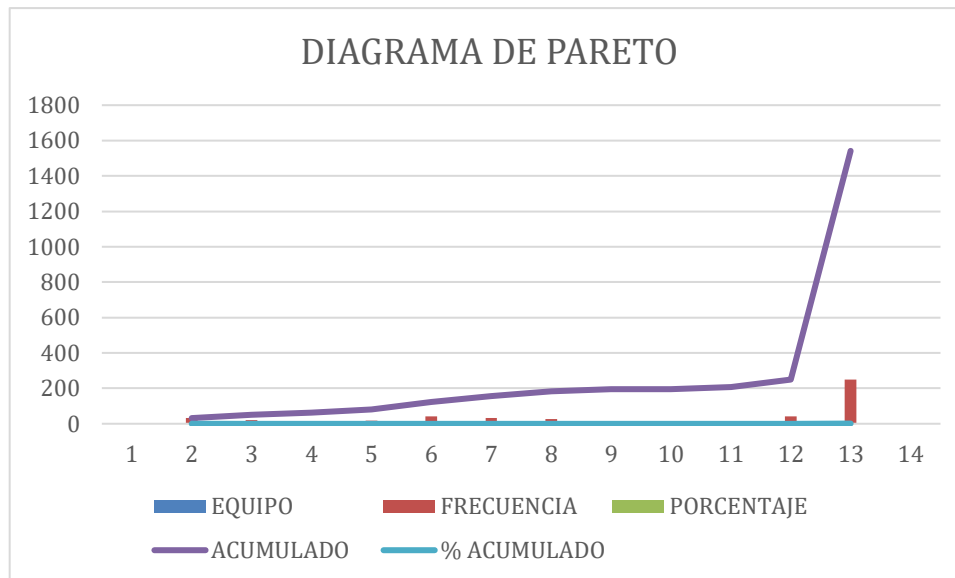


Figura 4. Diagrama de Pareto, (elaboración propia)

## II. MARCO TEÓRICO

Toda corporación necesita conservar sus equipos en buen estado para mantener una línea productiva activa, evitando los tiempos de parada, lo que menos se quiere es una alteración en la producción. Esta necesidad de cumplir con los tiempos establecidos además de una productividad ideal es lo que conlleva a diseñar un sistema de mantenimiento preventivo, se entiende por este tipo de mantenimiento que es aquel que se desarrolla de manera planificada, para evitar una falla inesperada de los equipos. Es de suma relevancia para las empresas y resulta primordial para su buena operatividad y su confiabilidad, el mantener una buena planificación de mantenimiento preventivo trae muchos beneficios como la reducción del mantenimiento correctivo, el cual suele ser mucho más costoso, asegura el cumplimiento con los proyectados de producción, también con el cumplimiento de los tiempos de entrega prometidos a los clientes además de reducir los costos por paradas inesperadas como desechos de productos y mano de obra.

Zúñiga & Bautista (2015), manifiesta que se obtuvo una mejora en la confiabilidad de la maquinaria de 0.5 a 0.83. Además de una reducción en el tiempo de cambio de aceite en 54.98% y disminución de las fugas de lubricante en un 25%. También que nuestro proyecto en la implementación del plan es viable en tiempo con un Valor Actual de S/. 861,019.36 Valor

Neto Actual (VAN) S/. 748,784.18, una Tasa Interno de Retorno (TIR) 185% y un Índice de Rentabilidad (IR) 7.67.

Zavala (2015), concluye indicando que después de haber implantado un plan de mantenimiento preventivo se generan 5 toneladas/mes de producción además que se ve una mejora del 30% en el tiempo productivo de las maquinas gracias a la reducción de fallas imprevistas.

Daquinta (2018), indica que el análisis de criticidad es una herramienta que permitirá ordenar los equipos y componentes según su grado de urgencia de riesgo en el proceso de cosecha mecanizada, además del impacto que una falla generaría en la producción, seguridad y medio ambiente.

Mokaddis, G.S., Alhajero, H. (2020), su estudio que tuvo como objetivo analizar, comparar e identificar los comportamientos de diferentes organizaciones que manejan su organización con un plan de mantenimiento preventivo y un plan por reparación. Cada organización es analizada empleando la técnica del proceso semi-Markov, se utilizó la transformación de Laplace para resolver las ecuaciones integrales. Arrojando como resultado, los tiempos de funcionalidad en el sistema I es mejor dado que este si tiene implementado un sistema de mantenimiento preventivo a diferencia de los sistemas II y II. Se concluye, que es mucho más recomendable manejar un plan de mantenimiento.

Escudero (2016), Enfatiza en que un programa de mantenimiento preventivo disminuye los costos operativos. Mediante la creación de formatos de control realizados a los trabajos que realiza la empresa, además de un análisis de costos que justifique dicha implementación, Concluyendo que las implementaciones de este plan de mantenimiento preventivo generarían un VAN de S/. 70808 y una TIR de 84% anual.

Salazar (2013), luego de implementar un programa anual de mantenimiento preventivo, con enfoque en la confiabilidad de las maquinarias que intervienen en el proceso de fabricación. Para lograr cumplir con el plan anual establecido, se impusieron reglas estrictas. Luego de esta implementación entre agosto de 2015 y agosto de 2016, se obtuvo que las confiabilidades de las maquinarias están por debajo del 50%, además que los tiempos de paradas se redujeron un 97.31%, y la constancia en las fallas

tuvo una reducción del 81.43% y con un impacto sobre el coste de mantenimiento del 75.14% menos.

Ramos (2017), tuvo por objetivo garantizar el incremento del tiempo productivo de las maquinarias del taller en la empresa, para ello se recopiló la información histórica de las fallas que tuvieron las 23 máquinas de la empresa. Mediante un análisis de criticidad empleado en las máquinas, observamos que 4 de estas son críticas, esto debido a la cantidad de fallas que muestra cada una de ellas. Al término de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se obtuvo que las máquinas incrementaron su tiempo productivo en un 10% mejorando de esta manera no su productividad.

Gonzales (2016), indica que se realiza mantenimiento preventivo porque cuando ocurre un mantenimiento correctivo, existen las paradas en el área productiva lo que nos ocasiona entregas fuera de tiempo, desperdicios de insumos, pérdidas de ventas. Antes de implantarse el plan de mantenimiento preventivo la producción era de 410,557 millares de ladrillo por semana, luego de implantarse la propuesta la producción se elevó a 459,824 millares de ladrillos lo que representa un incremento del 12% en la producción.

Villegas (2016), concluye que el implementar un plan de mantenimiento preventivo lograría incrementar la disponibilidad de los equipos de un 68.3% a 78.5%, lo cual mejoraría en gran medida el rendimiento de la empresa.

Villanueva Cornejo (2017), en su estudio aplicó un conjunto de métodos basado en la confiabilidad supervisión de deficiencias e indagación de fallas en las máquinas y sus partes del sistema. Para ello se utilizó un conjunto de métodos estadísticos que permitió acceder crear una programación apropiada del mantenimiento preventivo en los puntos críticos de las máquinas y sistemas eléctricos, para ello se realizó varias pruebas de confiabilidad con los datos necesarios y los métodos de recolección de datos, todo esto para llegar a una conclusión sobre las funciones generales de confiabilidad. En base a todos los efectos y consecuencias llegadas luego de realizados los estudios a las fallas. Se tomaron acciones y las sugerencias respectivas para una apropiada realización y planificación del mantenimiento preventivo tanto en las máquinas como en cada uno de sus componentes

eléctricos. Esto para lograr una mejora de la confiabilidad y disponibilidad de estos.

Flores Marcelo (2015), Su estudio que tiene como propósito de investigación poner en marcha el estudio de confiabilidad en el sistema de generación eléctrica de una planta de procesamientos de hidrocarburos. Esta indagación nos facilitara la obtención de un estándar de los procedimientos que se aplican actualmente y también de los que se aplicaran en el futuro de los grupos electrógenos, proponiendo nuevos y mejores estándares que permitan la mejora de la gestión de mantenimiento en el interior de la empresa. Para el logro de los objetivos los datos serán analizados estadísticamente, ya que este análisis será la base del estudio, lo cual nos permitirá conocer los resultados que requerimos saber para establecer la evaluación. La información a examinar son los registros operativos recopilados por los mismos trabajadores de esas áreas, los equipos son monitoreados. Los datos que se tomaron para este estudio corresponden a los registros de los dos últimos años, en grupos de dos horas. Entonces, al término de este trabajo se implementará dentro del área de mantenimiento de la planta de hidrocarburos, parámetros e indicadores como son: disponibilidad, mantenibilidad confiabilidad, tasa de fallas, tasas de rectificación, tiempo atmósfera para percibir y vigencia entorno entre fallas.

Pacheco (2017), en su trabajo indica que la confiabilidad aplicada a las empresas es una herramienta de análisis de fallas en las diferentes áreas de la empresa, incluso nos ayuda a prevenir y corregir inesperados incidentes futuros que podrían cobrar vidas humanas. Por tanto, la ingeniería de la confiabilidad no solo beneficia al entorno interno de la organización, sino que también se traslada también a nuestros clientes, incrementando su satisfacción y fidelización.

Alabdulkarim (2014), como se sabe el RCM tiene dos tareas principales, uno de ellos es examinar y catalogar los tipos de fallas en función del efecto que cada una tiene dentro del sistema, su otra tarea es analizar el programa de mantenimiento y la influencia que tiene la fiabilidad en ella.

Según Zegarra (2015), La Finalidad del mantenimiento preventivo se ha generado principalmente para mejorar la productividad de muchos niveles

de la empresa es así como se expone que para gestionar los equipos de maquinaria pesada y de construcción es una labor complicada, los responsables de dichas maquinas tienen la difícil labor de asumir y tomar decisiones críticas teniendo en cuenta el aspecto técnico y monetario sobre la aplicación de las maquinas. Dichas decisiones abarcan un amplio rango como lo es el mantenimiento, reparaciones, costos, alquileres, disponibilidad, confiabilidad, reemplazos y dar de bajas a equipos obsoletos. Las empresas constructoras están inmersas en el mantenimiento preventivo de clase mundial, en donde las buenas prácticas son comunes, como lo es en los procesos administrativos y técnicos, teniendo como principales indicadores la disponibilidad mecánica y la Confiabilidad.

Mantenimiento es una combinación entre acciones técnicas y administrativas, además también las acciones de supervisión que se destinan a perdurar o subsanar un bien de tal modo que este pueda cumplir con su función establecida, ISO 14224,2016.

Según, García.

(2013) los tipos de mantenimiento son 5 y son: Mantenimiento correctivo, las actividades que son requeridas para enmendar errores presentados en las maquinas. Mantenimiento preventivo, este tipo de mantenimiento busca conservar un nivel de servicio en las maquinarias, para ello este mantenimiento es realizado de manera periódica, aunque el equipo en cuestión no presente ninguna falla. Mantenimiento predictivo, en este tipo de mantenimiento se busca dar a conocer e informar sobre los valores que van tomando las variables más representativas, para ello se necesita de medios técnicos avanzados y muchas veces de conocimientos matemáticos. Mantenimiento cero horas, consiste en dejar los equipos como si fueran nuevos tal como su nombre lo indica como si tuvieran cero horas de trabajo realizado. Mantenimiento en uso, es el más básico de los tipos de mantenimiento, este no requiere de un especialista ya que su ejecución solo consta por ejemplo de inspecciones visuales, limpieza exterior, ajuste de pernos y tornillos.

Evaluación de la confiabilidad de los equipos industrial, para lograr esta evaluación se propone una herramienta, esto para obtener datos e

información que nos ayude con la toma de decisiones y generar mejoras en el mantenimiento. Esta herramienta en primer lugar categoriza por su importancia a los equipos, esta categorización es realizada mediante un análisis de criticidad, también establece los equipos mediante las siguientes características: i) su operación y producción; ii) frecuencia, costo y tiempo de reparación de las fallas; y iii) el impacto en la seguridad y salud del operador. Luego se realiza una lista de las fallas de los equipos, esta lista se realiza usando la metodología de análisis del modo y efecto de la falla. Una vez obtenida la información ya se puede analizar y modelar la confiabilidad de los equipos, usando para ello distribuciones de Weibull, Log Normal y Normal y se determina el tiempo medio entre fallas. Este método nos muestra datos relevantes que ayudan a planificar acciones que ayuden a reducir el tiempo de paradas no planificadas.

Mantenimiento preventivo, este tipo de mantenimiento se realiza en tiempos programados, usado para de reducir las fallas de los equipos y la reducción de funcionalidad de estos, ISO 14224.

Confiabilidad, es la probabilidad de que un equipo, maquinaria con un funcionamiento y entorno normal, funcione de la manera correcta para cual fue creada, durante un determinado tiempo dictaminado, La forma en que se mide la confiabilidad es mediante el tiempo medio entre fallas.

Se define como confiabilidad según ISO 14224-2006, como la competencia que es propia de un bien y que es necesaria para realizar una determinada función, la cual es requerida bajo ciertos estados para ser entregado en un tiempo determinado.

Manuel Zegarra (2016), Tiempo Medio de Fallas son lapsos de tiempos que un determinado equipo permanece operativo hasta que tenga alguna falla.

Disponibilidad, es la probabilidad que un equipo, maquinaria o sistema permanezca operando con normalidad dentro del sistema productivo permanece funcionando dentro del sistema productivo bajo ciertas condiciones determinadas. Este parámetro es uno de los más importantes para tener en cuenta dentro del área productiva, esto debido a que de él depende el planeamiento y organización de todas las actividades. Ya que sin los equipos o maquinarias operando no se puede producir.



Sistema crítico, es la identificación de aquellos sistemas en los cuales se ha incurrido mayores costos por mantenimientos o fallas de una determinada maquinaria.

Frecuencia por falla, hace referencia a aquellas fallas que originan una intervención de maquinarias o equipos.

Frecuencia periódica, es definido a aquellas acciones que se realizan durante un periodo determinado para evitar futuras circunstancias que ocasionen elevados costos.

Nivel de producción, es la cantidad de productos terminados que se logra producir en un determinado periodo.

Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es el tiempo promedio en el que un equipo opera de manera normal sin presentar ningún tipo de avería.

Tiempo medio de reparación (MTTR): llamado también como tiempo medio de mantenimiento correctivo, es el tiempo que toma reparar un desperfecto en el equipo hasta dejarlo operativo nuevamente.

El análisis de criticidad nos sirve para poder establecer un orden de importancia e impacto dentro de los equipos, procesos o sistemas, este análisis nos permite tomar decisiones más acertadas y efectivas, donde sean en las áreas de mayor impacto en donde se dirija los mayores recursos. Este análisis es obtenido mediante el producto de la frecuencia por la consecuencia.

Así mismo la consecuencia está compuesta por el Impacto ambiental, impacto personal, costo de reparación y el impacto en el cliente. Además, considera también el impacto que se tiene en la producción por el tiempo medio de mantenimiento correctivo.

Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo, hace referencia a la porción de mantenimiento preventivo que se llegó a realizar en un determinado tiempo planificado.

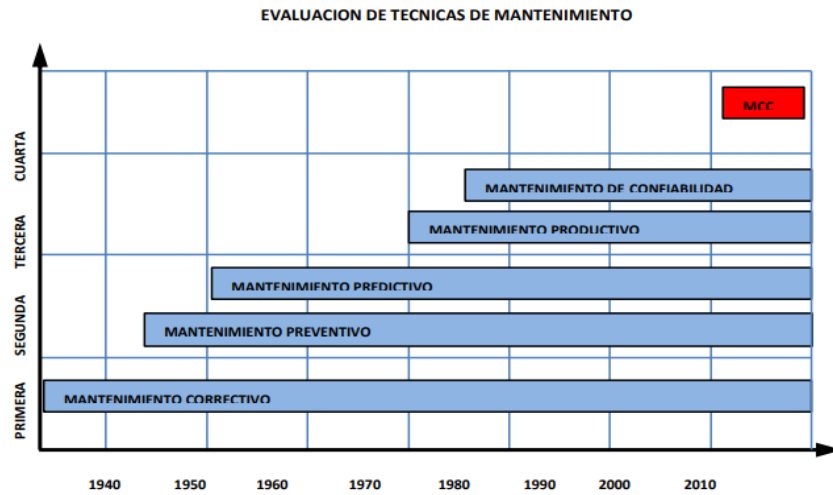


Figura 5. Evolución de las técnicas de mantenimiento

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio es aplicada, expuesta por (Valderrama, 2012, p. 89), como estudios que se basan en fuentes teóricas dadas por distintos autores de libros, revistas, artículos científicos, con la finalidad de respaldar un estudio y realizar un plan de mejorar para solucionar una problemática de una empresa. Así también mencionar que el enfoque del estudio es el cuantitativo, basado en análisis estadísticos a través de tablas y gráficos de barra para proporcionar respuesta a los objetivos.

Dentro del diseño se está considerando de la forma preexperimental, porque se basa en el análisis de una problemática y se realizara un plan de mejora, lo que permitió analizar en dos momentos a la variable dependiente. Por otro lado, se consideró de alcance temporal longitudinal porque se obtuvo información en dos momentos, la primera toma de datos se realizó en la fase de diagnóstico, luego se realizó el diseño y aplicación del plan de mantenimiento y posterior a ello se realizó la segunda toma de datos para ver el efecto que tuvo el plan de mantenimiento en la confiabilidad (Hernández, 2014, p.12).

De los mismos autores se comprende el siguiente diseño:

G:  $C_1 \text{ -----} \rightarrow X \text{ -----} \square C_2$

Dónde:

$C_1$ : Confiabilidad inicial (2019 y 2020)

X: Mantenimiento preventivo

### 3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Según Avalos (2014), se refiere a las variables independientes, son aquellos susceptibles que llegan a ser manipuladas por el investigador y las variables dependientes, el resultado de la variable independiente, es decir, aquellas que siempre reciben los efectos de las variables independientes.

En la presente investigación se considera como variable Independiente: Mantenimiento preventivo, mientras que variable dependiente está representada por: Confiabilidad.

Dentro de la operacionalización de la variable, se menciona la definición conceptual que describen las características y rasgos principales del objeto de estudio.

### 3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población: Está constituida por el total de equipos que hay en la empresa.

Muestra: Para nuestra muestra se consideró los equipos eléctricos:

- Megometro, pinza amperimétrica, multítester, equipo de soldar electrónica trifásica de 250 Amp, equipos corte completo, maquina alineamiento, cámara termográfica, horno eléctrico.

Muestreo: Para nuestro estudio realizaremos un muestreo aleatorio simple, de tal forma que cada equipo tiene la misma probabilidad de ser parte de la muestra.

$$n = \frac{Z^2 \times \sigma^2}{E^2}$$

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Check list de cumplimiento de la programación del mantenimiento de los equipos, de caso no se cumpliera con la fecha indicada, se la reprogramara.

Formato de detección de falla: Nos ayudara a obtener el cálculo de indicadores de frecuencia de las fallas de los equipos.

Registros de Consecuencia de las fallas:

Ficha Técnica de los equipos: Estos registros serán entregados por la empresa para su estudio.

Observación directa y experimental: Se consideró como una técnica que consiste en el análisis de los equipos eléctricos, antes y después de la aplicación del estudio; en donde se realizaran controles visuales de las causas y consecuencias que se presenten.

Formato de análisis de criticidad para detectar los problemas más críticos que merezcan un mayor enfoque al momento de planificar un mantenimiento preventivo. Establecer una relación entre frecuencia y consecuencia.

Para precisar la validez del estudio se realizó mediante la opinión de expertos, para ello se tomó en cuenta la opinión de 4 profesionales con experiencia en el tema mostraron su validación al instrumento arrojando como resultado 64%, utilizándose el coeficiente V de Alike, el cual se muestran en el anexo1.

A la vez para determinar la confiabilidad de los instrumentos se empleó el Alpha de Cronbach, arrojándonos 98%. Anexo 2.

### 3.5 PROCEDIMIENTOS

Se realizó un flujograma representando todo el proceso del estudio en la cual se describe la secuencia pactada por la universidad y la empresa la cual será afectada.

En relación con la empresa Inversiones Mav E.I.R.L: Se tiene que detallar que la base de datos suministrada por la empresa es referencial, modificado proporcionalmente bajo un factor de medida el cual no será mencionado por cuestiones de derechos reservados de la empresa en su política interna.

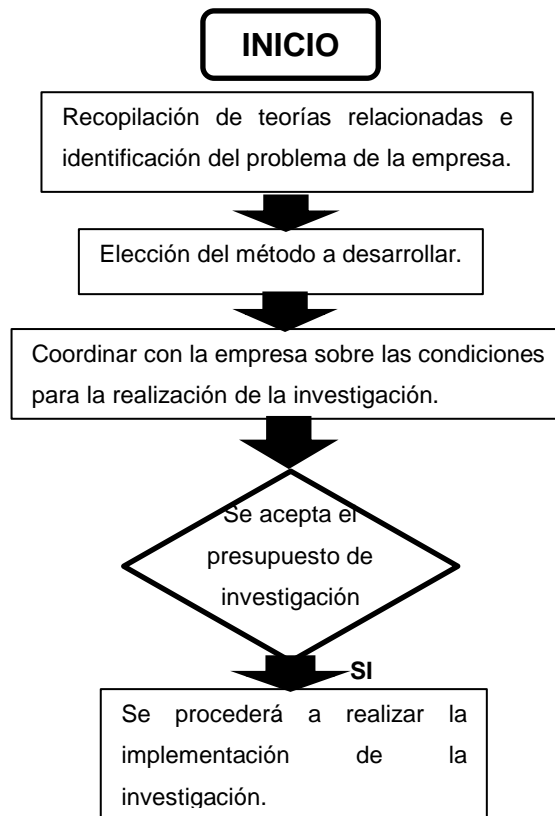


Figura 6. Flujograma del proyecto

### 3.6 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE DATOS

Análisis de Criticidad: Para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

**Criticidad: (Frecuencia de falla x Consecuencia)**

Hallando:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

FRECUENCIA	PONDERACION
MAS DE 100 / AÑO	4
41 a 99 /AÑO	3
21 a 40 / AÑO	2
MENOS DE 20 / AÑO	1

IMPACTO SHA	PONDERACION
Riesgo alto de perdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor(catastrófico) que exceden los límites permitidos.	8
Riesgo medio de perdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de perdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor(controlable)	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1

IMPACTO OPERACIONAL	PONDERACION
MAS DE 75%	10
75% DE PARADA	8
50% DE PARADA	5
10% DE PARADA	2

FRECUENCIA OPERACIONAL	PONDERACION
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir	4
75% DE PARADA	2
50% DE PARADA	1

IMPACTO OPERACIONAL	PONDERACION
MAS DE 10,000	10
5,000 - 3,001	8
3,000 - 1,000	5
MENOS DE 1,000	2

<b>FRECUENCIA</b>	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		<b>CONSECUENCIA</b>				

Figura 7. Indicador de criticidad

**Tabla 1. Análisis de Criticidad**

FALLA	FRECUENCIA	FF	I-0	FO	I-SHA	COSTO	TOTAL, CONCECUEN CIAS	CRITICIDAD TOTAL	CONCEUENCI A REDONDEADA	FACTOR DE CRITICIDAD	JERARQUIA
ALINEADOR LASER	32	2	2	2	1	3	8	16	20	2 - 20	NC
CAMARA TERMOGRAFICA FLUKE TS 29-16061212	20	1	2	4	3	3	14	14	10	1 - 10	NC
HORNO ELECTRICO	12	1	2	4	6	6	20	20	20	1 - 20	NC
MEGOMETRO 33790040	18	3	2	1	1	2	5	15	20	3 - 20	MC
MULTIMETRO FLUKE 41000106	42	3	5	1	1	2	8	24	20	3 - 20	MC
MULTITESTER DIGITAL FLUKE 35890050	32	2	2	1	1	2	5	10	10	2 - 10	NC
PINZA AMPERIMETRICA FLUKE 35600112WS	28	2	2	1	1	2	5	10	10	2 - 10	NC
PRENSA HIDRAULICA MARCA MEGANDINA	10	1	2	4	6	6	20	20	20	1 - 20	NC
TACOMETRO DIGITAL	2	1	2	4	1	3	12	12	10	1 - 10	NC
TALADRO PEDESTAL MARCA DELFOS	12	1	2	4	6	6	20	20	20	1 - 20	NC
TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	42	3	5	4	1	3	24	72	70	3 - 70	C



### 3.7 ASPECTOS ÉTICOS

En esta investigación se consideró la originalidad como el principal factor, porque se respeta la autoría de las fuentes tomadas para desarrollo del estudio, como libros, investigaciones, artículos científicos, entre otros, todo esto aplicando las normas ISO, para realizar el citado de la información, a esto se suma la verificación de coincidencias realizada por el TURNITIN. Este proyecto desarrolla bajo las políticas dispuestas de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo. Con la finalidad de lograr mejorar la productividad de toda la variedad de equipos eléctricos, también de poder lograr contribuir a mantener los equipos en el mejor estado a través del tiempo mediante el mantenimiento preventivo.

#### IV. RESULTADOS

**Tabla 2.** Datos de análisis descriptivo previo a la implementación

	V.I.					V.D	
	COSTO TOTAL EN HORAS DE MANTENIMIENTO	TIEMPO DE RETRASO (DIAS)	NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO (UND)	ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO (UND)	% DE ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO	TIEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)	HORAS DE MANTENIMIENTO
Media	14.13870968	0.931472081	2.538461538	1.051948052	1.963709677	11.29677419	1.963709677
Error típico	0.881945894	0.048958736	0.052548465	0.057382725	0.093587577	0.875786758	0.093587577
Mediana	13.5	1	2	1	1.75	9	1.75
Moda	18	0	2	1	2	0	2
Desviación estándar	10.98013784	0.971803164	0.656330123	0.712100894	1.042147149	10.90345721	1.042147149
Varianza de la muestra	120.5634269	0.94440139	0.430769231	0.507087684	1.086070679	118.8853791	1.086070679
Curtosis	0.873576944	0.431295801	-0.397173532	1.331511803	1.706898134	3.547708168	1.706898134
Coficiente de asimetría	0.887156371	0.873417858	0.82723756	0.584762228	1.461432171	1.578624648	1.461432171
Rango	45	5	2	4	4	63	4
Mínimo	0	0	2	0	1	0	1
Máximo	45	5	4	4	5	63	5
Suma	2191.5	367	396	162	243.5	1751	243.5
Cuenta	155	394	156	154	124	155	124

Tabla 2. Datos de análisis descriptivo previo a la implementación, datos iniciales de los costos total en horas de mantenimiento, el retraso en días, el número de ordenes por cada trabajo realizado, el porcentaje que se cumplieron a tiempo, el tiempo entre las fallas diarias, la hora de mantenimiento empleadas.

## PRUEBAS DE NORMALIDAD PRE

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cantidad de Ordenes	,342	154	,000	,729	154	,000
Ordenes Cumplidas	,308	154	,000	,809	154	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 154 datos consideraremos el análisis de Shapiro -Wilk, al verificar la significancia observamos que es cero (menor que 0.05), por tanto, para analizar la correlación utilizaremos Rho de Spearman.

### Correlaciones

			cantidad	cumplidas
Rho de Spearman	Cantidad	Coeficiente de correlación	1,000	,336**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	156	154
	Cumplidas	Coeficiente de correlación	,336**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	154	154

a. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- Podemos observar que la correlación entre cantidad de órdenes y ordenes cumplidas tiene un gran grado de correlación, de igual forma en viceversa.

### Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO.RET RASO	,247	394	,000	,823	394	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 394 datos consideraremos el análisis de Shapiro -Wilk, al verificar la significancia observamos que es cero (menor que 0.05).

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FRECUENCIA	,175	3	.	1,000	3	1,000
F. OPERACIONAL	,253	3	.	,964	3	,637
IMPACTO.SHA	,219	3	.	,987	3	,780
IMPACT.OPERA CIONAL	,219	3	.	,987	3	,780

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 3 datos consideraremos el análisis de Kolmogorov-Smirnov.

### Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO ENTRE FALLAS		,143	151	,000	,865	151	,000
HORAS DE MANTENIMIENTO		,202	151	,000	,894	151	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 151 datos consideraremos el análisis de Shapiro -Wilk, al verificar la significancia observamos que es cero (menor que 0.05), por tanto, para analizar la correlación utilizaremos Rho de Spearman.

### Correlaciones

		TIEMPO ENTRE FALLAS	HORAS DE MANTENIMIENTO	
Rho de Spearman	TIEMPO ENTRE FALLAS	Coeficiente de correlación	1,000	,453**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	394	151
	HORAS DE MANTENI MIENTO	Coeficiente de correlación	,453**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	151	151

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- Podemos observar que la correlación entre tiempo entre fallas y horas de mantenimiento tiene un gran grado de correlación, de igual forma en viceversa.



**Tabla 3. Datos de análisis descriptivo posterior a la implementación**

	V.I.					V.D	
	COSTO TOTAL EN HORAS DE MANTENIMIENTO	TIEMPO DE RETRASO (DIAS)	NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO (UND)	ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO (UND)	% DE ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO	TIEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)	HORAS DE MANTENIMIENTO
Media	5,458333333	0,931472081	2,538461538	1,051948052	0,410215054	18,7	1,6375
Error típico	0,710528941	0,048958736	0,052548465	0,057382725	0,021743463	2,90803485	0,0536713
Mediana	0	1	2	1	0,5	15,5	1,5
Moda	0	0	2	1	0,5	0	1,5
Desviación estándar	7,384033356	0,971803164	0,656330123	0,712100894	0,270703929	18,3920273	0,33944714
Varianza de la muestra	54,5239486	0,94440139	0,430769231	0,507087684	0,073280617	338,266667	0,11522436
Curtosis	-1,302219745	0,431295801	-0,397173532	1,331511803	-0,007947219	0,62977891	-0,74733917
Coficiente de asimetría	0,723919226	0,873417858	0,82723756	0,584762228	0,165713686	1,10317863	-0,40207563
Rango	18	5	2	4	1	68	1
Mínimo	0	0	2	0	0	0	1
Máximo	18	5	4	4	1	68	2
Suma	589,5	367	396	162	63,58333333	748	65,5
Cuenta	108	394	156	154	155	40	40

Tabla 4. Datos de análisis descriptivo posterior a la implementación, datos relacionados a lo posterior de la implementación conforme el cuadro indica los costos han reducido, también el tiempo, número de órdenes de cada trabajo, igualmente las órdenes cumplidas a tiempo, porcentaje de las órdenes cumplidas, tiempo entre fallas por día, hora de mantenimiento empleado es menor.

## PRUEBAS DE NORMALIDAD POS

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CANTIDAD	,352	108	,000	,721	108	,000
CUMPLIDAS	,301	108	,000	,777	108	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 108 datos consideraremos el análisis de Shapiro -Wilk, al verificar la significancia observamos que es cero (menor que 0.05), por tanto, para analizar la correlacion utilizaremos Rho de Spearman.

### Correlaciones

		CANTIDAD	CUMPLIDAS
Rho de Spearman	CANTIDAD	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,707**
		N	108
	CUMPLIDAS	Coeficiente de correlación	,707**
		Sig. (bilateral)	1,000
		N	108

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- Podemos observar que la correlación entre cantidad de órdenes y ordenes cumplidas tiene un gran grado de correlación, de igual forma en viceversa.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPODERET RASO	,443	273	,000	,576	273	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 273 datos consideraremos el análisis de Shapiro -Wilk, al verificar la significancia observamos que es cero (menor que 0.05).

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO ENTRE FALLAS	,257	40	,000	,782	40	,000
HORAS DE MANTENIMIENTO	,155	40	,017	,873	40	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

- Ya que contamos con 40 datos consideraremos el análisis de Kolmogorov-Smirnov,

### Correlaciones

			VAR00001	VAR00002
Rho de Spearman	TIEMPO ENTRE FALLAS	Coeficiente de correlación	1,000	-,028
		Sig. (bilateral)	.	,862
		N	108	40
	HORAS DE MANTENIMIENTO	Coeficiente de correlación	-,028	1,000
		Sig. (bilateral)	,862	.
		N	40	40

- Podemos observar que la correlación tiempo entre fallas y horas de mantenimiento tiene un gran grado de correlación, de igual forma en viceversa.

## V. DISCUSIÓN

Al culminar nuestros cálculos de nuestros indicadores de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos de la empresa Inversiones Mav mostraron una disponibilidad operacional inicial de 87.5% y luego de la aplicación una disponibilidad operacional de 91.9 %.

Esto nos muestra un crecimiento de operacional de 4.4%, con lo que se demuestra una mayor confiabilidad en los equipos, estos resultados fueron obtenidos después implementar el mantenimiento la cual disminuyeron en grandes medidas innecesarias.

Estos resultados se asemejan al trabajo realizado por (Silva,2020), en el cual desarrollo un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del proceso productivo de una curtiembre.

Se realizó un análisis de criticidad para identificar los equipos que requieren un mayor enfoque al considerar la planificación del mantenimiento preventivo el rendimiento productivo de los equipos, determinando que el equipo más crítico es el termómetro infrarrojo 32910297.

Se obtuvo que, al establecer tareas preventivas en los equipos eléctricos pertenecientes al taller, se logra incrementar sus indicadores de mantenimiento (disponibilidad y confiabilidad), con ello se asegura la operatividad de los equipos.

Los resultados se asemejan al estudio de Ramos (2017), tuvo por objetivo garantizar el incremento del tiempo productivo de las maquinarias del taller en la empresa, para ello se recopiló la información histórica de las fallas que tuvieron las 23 máquinas de la empresa. Mediante un análisis de criticidad empleado en las máquinas, observamos que 4 de estas son críticas.

Se realizó un mantenimiento porque al iniciar el estudio los equipos estaban estaba en mantenimiento correctivo que se estuvo aplicando generaba perdida a la empresa. Generando un gasto aproximadamente de 21,1191.50 nuevos soles. Estos gastos fueron calculados con costo total de horas, al realizar el mantenimiento ayudo a la empresa disminuyo el gasto a 9,780.00 nuevos soles.

Los resultados obtenidos son similares al estudio desarrollado por (Delgado 2019), que utilizó el método FMEA para identificar los componentes de la computadora y los defectos presentados. Las pérdidas económicas debido al mantenimiento correctivo se han reducido de acuerdo con S / 217,997.50.

Los costos se pueden minimizar al implementar el mantenimiento preventivo y nos garantiza que el trabajo preventivo se realice a tiempo de acuerdo con el programa de mantenimiento.

Los resultados del plan de mantenimiento preventivo están en línea con lo esperado al inicio del estudio, y se prevé incrementar gradualmente la disponibilidad de equipos para cumplir con las metas de producción de la empresa.

## **VI. CONCLUSIONES**

- 6.1. Se calculó la disponibilidad y confiabilidad actual de los equipos involucrados en el proceso productivo encontrando 1 equipo con más baja disponibilidad.
- 6.2. Estos equipos presentaron una disponibilidad de 87.5% y 91.9% respectivamente, un incremento de disponibilidad operacional de 4.4%. Se mejoro el rendimiento productivo de los equipos, reduciendo el tiempo de fallas y con ello una reducción de costos (gastos estimados).



- 6.3. Se ha estimado el costo de implementación del plan de mantenimiento propuesto y el análisis ha determinado que se requiere una inversión económica de S/. S /11,339.50 nuevos soles. Con estos resultados aumentara la rentabilidad del mantenimiento preventivo y confiabilidad de los equipos eléctricos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda crear un formato para hacer el trabajo. Precaución, esto lo hace el técnico responsable de hacerlo toda la información se puede registrar desde el trabajo de mantenimiento. Sobre las operaciones a realizar y las fechas de inspección de las piezas usadas.
- Se debe implementar dentro del límite del potencial económico, almacenar la información de los equipos eléctricos y el software de gestión de control de manera más eficiente.
- Recomendamos recopilar información de documentos la información permite al técnico realizar consultas individuales sobre fallas más complejas que pueden ocurrir con los equipos eléctricos.
- Adelantarse a realizar trabajos de mantenimiento preventivo cuando se este próximo a temporadas de baja de temperatura en el clima, ya que las instalaciones eléctricas pueden verse afectadas durante las temporadas de bajas temperaturas.



## REFERENCIAS

AMABLE, Jhonatan. Influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966-c de la municipalidad de Huancayo. Tesis. Huancayo: universidad nacional del centro del Perú. 2017.

ZEGARRA, Manuel. Modern Heavy Equipment Maintenance Management. [en línea] Artículo en línea, 2015. [fecha de consulta: 6 de agosto de 2020.]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2015.v18i1.05>.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta 4ta ed. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2012. ISBN: 978-612-302-878-7.

ZUÑIGA, D. C. F. y, & Bautista, O. C., Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de las maquinarias en la planta Merrill Crowe de minería Coimolache S.A. Universidad Privada del Norte, 2015.

ZAVALA, S. M. F., Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richards S.A.C. Mogrovejo: Universidad Católica Santo Toribio (2015).

GARCIA, Garrido, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento [en línea]. Madrid: Diez Santos, 2013 [fecha de consulta: 18 de agosto de 2020]. Capítulo 2. Tipos de mantenimiento. Disponible <https://www.casadellibro.com/ebook-organizacion-y-gestion-integral-de-mantenimiento-ebook/9788479785772/1949693> ISBN: 9788479785772

VILLANUEVA Cornejo, Marcos. Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad de las redes del subsistema de distribución eléctrico 22.9/13.2 Kv de San Gabán. Tesis (Magister scientiae en Ingeniería mecánica eléctrica mención en gestión de operación y mantenimiento de sistemas eléctricos) Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.

HERNANDEZ, A. Gestión de mantenimiento de transmisión del sector Eléctrico del estado Zulia. Maracaibo: Serbiluz, 2013.

ALABDULKARIM, Abdullah A; Ball, Peter D; Tiwari, Ashutosh. (2014). Influence of resources on maintenance operations with different asset monitoring levels: A simulation approach. India.

CUATRECASAS ARBÓS, LLUÍS Y TORRELL MARTÍNEZ, FRANCESCA. Eficiencia de los equipos y de su mantenimiento. Barcelona, España: Profit editorial, 2010. ISBN: 9788492956128.

VIVEROS, Pablo y otros (2013) Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 21 N° 1, 2013, pp. 125-138 (<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=12&sid=4def8432-2eb1-49fbadcc17afc64819a%40sessionmgr198&hid=128&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#db=fua&AN=96320421>)

Criticidad de equipos. Instructivo N° IPM-P006-00, 2015.

DAQUINTA, Antonio y otros. Metodología de Análisis de criticidad integral de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH. Revista Ingeniería Agrícola vol.8,2018

ARRASCUE Delgado, Jesús. Gestión de calidad y su influencia en la satisfacción del cliente en la Clínica de Fertilidad del Norte "Clinifer". Tesis (Licenciado en Administración). Chiclayo: Universidad Señor de Sipan, 2015.

MEDINA Salas, Lorena. Diseño de un sistema de gestión de la calidad para una microempresa. Tesis (Magister en Gestión de la Calidad). Veracruz: Universidad Veracruzana, 2008

ARIAS Peña, John. Implementación del sistema de calidad en la empresa Quality & Consulting Group S.A.S. conforme a la norma ISO 9001:2018. Tesis (Grado de Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad libre de Colombia, 2012.

ESCUDERO Chavez, André. Propuesta de un programa maestro de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en la empresa Productos Industriales del cuero S.A.C. Tesis (Grado de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2016.

## ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de Operacionalización

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
I N D E P E N D I E N T E	Mantenimiento preventivo	Es el conjunto de tareas realizadas para asegurar el bienestar de un equipo el cual se aplica antes de que ocurra alguna falla que afecte su funcionamiento, este se realiza con una planificación asegurando su control y la eliminación de cualquier error. (Amable, 2017)	Este tipo de mantenimiento está basado en un análisis exhaustivo de cada equipo o sistema detectando sus criticidades mediante las fallas; en donde se establece una planificación de mantenimientos a través de cronogramas y donde su efectividad radica en la reducción de fallas.	D1 ANALIZAR	NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO (POR MES)	CANTIDAD DE ORDENES	ORDINAL
				D2 PLANIFICAR	INDICE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$PMC = \frac{MANT\ PREVENTIVO\ REALIZADO}{MANT\ PREVENTIVO\ PLANIFICADO}$	RAZON
					INDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	$IMP = \frac{HORAS\ DEDICADAS\ A\ MANT.}{PROGRAMADO\ HORAS\ TOTALES\ A\ MANT.}$	RAZON
					COSTOS	$CMC = \frac{COSTOS\ DE\ MANT\ CORRECTIVO}{COSTO\ TOTAL}$ $CMP = \frac{COSTOS\ DE\ MANT\ PREVENTIVO}{COSTO\ TOTAL}$	RAZON
				D3 EJECUCION	ANALISIS DE CRITICIDAD	FRECUENCIA X CONSECUENCIA	RAZON
					ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO	$\frac{N^{\circ}\ ORDENES\ ACABADAS\ EN\ FECHA\ PLANIF.}{N^{\circ}\ ORDENES\ TOTALES}$	RAZON

D E P E N D I E N T E	Confiabilidad	La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo bajo condiciones fijas y por un tiempo determinado mantenga su funcionalidad. Briones (2017)	La confiabilidad es la probabilidad de que un activo funcione satisfactoriamente en un periodo determinado para lo cual se utilizan los tiempos medios y mantenibilidad. (Solis 2016)	D4 EVALUACION DE EQUIPOS	DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	$DI = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \times 100$ DI: Disponibilidad Operacional MTBF: Tiempo entre fallas MTTR: Tiempo medio de reparación	RAZON
					TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS	$\frac{TIEMPO\ TOTAL\ DE\ MANTENIMIENTO}{NUMERO\ DE\ FALLAS}$	RAZON

## ANEXO 02: Encuesta a Especialistas

		constructo			contenido			Instrumento			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ESPECIALISTA S	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	
	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	
	3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	
	4	1	1	1	1	0	1	0	1	1	
	SUMA	3	2	3	2	2	3	2	3	3	
	V	0,75	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,75	
	V total	0,639									

1	¿Considera usted que un mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de parada de los equipos eléctricos en la empresa Inversiones MAV?
2	¿Considera usted que al contar con la implementación de mantenimiento preventivo mejorara la confiabilidad?
3	¿Considera usted que las variables, mantenimiento preventivo y confiabilidad, están definidas claramente?
4	¿Considera usted que la implementación ayudara con la ejecución del mantenimiento preventivo?
5	¿Considera usted que la evaluación de equipos arrojará datos que confirmen el mejoramiento de la confiabilidad?
6	¿Cree usted que las definiciones (analizar, planificar y ejecutar) son claras y se relacionan con el tema?
7	¿Cree usted que al realizar un mantenimiento preventivo la empresa tendría un ahorro en gastos de mantenimiento?
8	¿Cree usted que la ficha de evaluación del grado de ocurrencia de una falla nos arrojará datos relevantes para la realización de mantenimiento preventivo?
9	¿Cree usted que la ficha técnica de los equipos nos arrojará datos relevantes para este trabajo?

$$V = \frac{S}{(n(c-1))}$$

Donde:

S = la suma de si

si = valor asignado por el juez i.

n = Número de jueces

c = Número de valores de la escala de valoración  
(en nuestro caso es 2).

ANEXO 03:

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SUMATORI		
MEGOMETRO	1	0	2	0	0	2	1	0	1	0	2	1	0	2	0	2	1	1	0	1	2	1	0	2	1	0	23	
MULTITESTER DIGITAL	1	0	1	2	1	0	2	0	0	1	2	1	0	2	1	2	0	1	0	2	2	0	0	1	1	0	23	
ALINEADOR LASER	0	2	1	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	14	
MULTIMETRO 1	2	0	0	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	3	2	1	1	0	0	2	0	0	20	
MULTIMETRO 2	1	1	0	0	0	2	0	1	1	0	2	0	2	0	1	0	0	2	1	0	0	1	1	0	2	0	18	
TERMOMETRO	2	0	0	1	1	1	2	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	2	0	18
PINZA	1	1	0	2	0	2	0	1	1	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1	18	
TACOMETRO	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	1	0	0	13	
ANALIZADOR	1	2	0	1	0	0	1	1	2	0	0	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	0	0	0	16	
CAMARA	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	8	
HORNO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
PRENSA	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	8	
TALADRO	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8	
VARIANZA	0,485207	0,544379	0,366864	0,639053	0,52071	0,828402	0,698225	0,236686	0,52071	0,236686	0,698225	0,745562	0,556213	0,686391	0,213018	0,556213	0,402367	0,828402	0,745562	0,390533	0,674556	0,248521	0,177515	0,544379	0,556213	0,130178		

$\alpha$  (Alfa) = **0,6449**  
 K (número de ítems) = 26  
 Vi (varianza de cada ítem) = 13,23077  
 Vt (varianza total) = 34,8284

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$



ANEXO 04:

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SUMATORI
MEGOMETRO	1	0	2	0	0	2	1	0	1	0	2	1	0	2	0	2	1	1	0	1	2	1	0	2	1	0	2	1	0	23	
MULTITESTER DIGITAL	1	0	1	2	1	0	2	0	0	1	2	1	0	2	1	2	0	1	0	2	2	0	0	1	1	0	2	1	0	23	
ALINEADOR LASER	0	2	1	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	14		
MULTIMETRO 1	2	0	0	1	1	0	2	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	3	2	1	1	0	0	2	0	0	2	0	20		
MULTIMETRO 2	1	1	0	0	0	2	0	1	1	0	2	0	2	0	1	0	0	2	1	0	0	1	1	0	2	0	2	0	18		
TERMOMETRO	2	0	0	1	1	1	2	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	18		
PINZA	1	1	0	2	0	2	0	1	1	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1	0	1	18		
TACOMETRO	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	13		
ANALIZADOR	1	2	0	1	0	0	1	1	2	0	0	2	1	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	16		
CAMARA	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	8			
HORNO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
PRENSA	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	8		
TALADRO	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8		
VARIANZA	0,485207	0,544379	0,366864	0,639053	0,52071	0,828402	0,698225	0,236686	0,52071	0,236686	0,698225	0,745562	0,556213	0,686391	0,213018	0,556213	0,402367	0,828402	0,745562	0,390533	0,674556	0,248521	0,177515	0,544379	0,556213	0,130178					

$\alpha$  (Alfa) = **0,6449**  
 K (número de ítems) = 26  
 Vi (varianza de cada ítem) = 13,23077  
 Vt (varianza total) = 34,8284

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

ANEXO 05:

TIEMPO	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11	semana 12	semana 13	semana 14	semana 15	semana 16	semana 17	semana 18	semana 19	semana 20	semana 21	semana 22	semana 23	semana 24	semana 25	semana 26	
NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO	16	17	17	15	18	8	8	8	11	8	7	5	8	7	14	13	11	12	14	20	18	18	22	19	17	15	346
ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO	14	15	16	13	16	5	8	7	9	6	5	4	7	6	10	12	11	11	13	18	17	16	19	15	15	12	300
	1	1	0,25	1	1	2,25	0	0,25	1	1	1	0,25	0,25	0,25	4	0,25	0	0,25	0,25	1	0,25	1	2,25	4	1	2,25	

$\alpha$ (Alfa) =	<b>0,9869</b>
K (número de ítems) =	26
$V_i$ (varianza de cada ítem) =	27
$V_t$ (varianza total) =	529

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

ANEXO 06: DATOS INGRESADOS AL SPSS

SEMANA	FECHA	NUMERO DE ORDENES DE TRABAJO (UND)	ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO (UND)	EMBARCACION	DESCRIPCION	MONTO	ORDEN SERVICIO	FECHA DE ENTREGA PROMETIDA	FECHA ENTREGA REAL	TIEMPO DE RETRASO (DIAS)	% DE ORDENES CUMPLIDAS A TIEMPO
SEMANA 1	3/08/2020	3	1	SIMY 4	Sistema eléctrico	2480.00	4500256313	6/08/2020	6/08/2020	0	33.33%
				ANDES 52	Siste. Electrico carena	44670.00	4500243967	5/08/2020	6/08/2020	1	
				CHIMBOTE 1	Siste. Electrico carena paita	28,234.00	4500243966	5/08/2020	7/08/2020	2	
	4/08/2021	2	1	CHIMBOTE 1	Desmont mont panel solar	320.00	4500255610	10/08/2020	11/08/2020	1	50.00%
				RIBAR 13	Siste. Electrico carena paita	17,641.50	4500243968	7/08/2020	7/08/2020	0	
	5/08/2020	3	2	ANDES 52	Electrobomba dulce enfriamiento	1310.00	4500255611	6/08/2020	6/08/2020	0	66.67%
				ANDES 52	GENERADOR	8200.00	4500255608	7/08/2020	8/08/2020	1	
				INCAMAR 1	Sistema electrico	3900.00	4500248972	11/08/2020	12/08/2020	1	
	6/08/2020	3	2	SIMY 4	Alternador grupo estribor	1240.00	4500248036	12/08/2020	12/08/2020	0	66.67%
				SIMY 4	TABLEROS	2440.00	4500255729	10/08/2020	12/08/2020	2	
				RIBAR 13	Generador 220 vac 56kw	3060.00	4500255609	11/08/2020	11/08/2020	0	
	7/08/2020	4	1	ANDES 52	tablero 220vac	1350.00	4500250978	8/08/2020	10/08/2020	2	25.00%
INCAMAR 2				Compresor de aire	340.00	4500263233	11/08/2020	11/08/2020	0		
INCAMAR 1				Desmont. y mont. motor, compresor de aire	620.00	4500265171	12/08/2020	13/08/2020	1		

			RODGA 1	reparación motora eléctrico achi que popa 25hp	800.00	4500265169	9/08/2020	9/08/2020	0	
8/08/2020	2		SIMY 4	alternador grupo estribor	610.00	450025361	11/08/2020	11/08/2020	0	
		2	RIBAR 14	reparación de ventilador	450.00	4500251817	13/08/2020	13/08/2020	0	100.00%

ANEXO 07: DATOS INGRESADOS AL SPSS

SEMANA	DIA	EQUIPO	FALLA	HORAS DE MANTENIMIENTO	COST POR HORA DE MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL EN HORAS DE MANTENIMIENTO	TIEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)
1	03/08/2020	MEGOMETRO 33790040	RESITENCIA	1,5	9	13,5	0
	04/08/2020	MULTITESTER DIGITAL FLUKE 35890050	DIODOS	1	9	9	1
	05/08/2020					0	0
	06/08/2020	TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	des calibración	1	9	9	2
	07/08/2020	MULTIMETRO FLUKE 41000106	des calibración	2	9	18	3
	08/08/2020					0	0
2	10/08/2020	ALINEADOR LASER	des calibración	3	9	27	7
	11/08/2020	MULTIMETRO FLUKE 41000106	RESITENCIA	1,5	9	13,5	3
	12/08/2020	PINZA AMPERIMETRICA FLUKE 35600112WS	des calibración	1,5	9	13,5	4
	13/08/2020					0	0
	14/08/2020	TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	FUERA DE RANGO PERMITIDO		9	0	8
	15/08/2020	ALINEADOR LASER	des calibración	5	9	45	5
3	17/08/2020					0	0

	18/08/2020	TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	des calibración	1	9	9	4
	19/08/2020	TACOMETRO DIGITAL	des calibración	1	9	9	16
	20/08/2020	MULTIMETRO FLUKE 41000106	des calibración	2	9	18	9
	21/08/2020	CAMARA TERMOGRAFICA FLUKE TS 29-16061212	des calibración	1	9	9	18
	22/08/2020	MULTITESTER DIGITAL FLUKE 35890050	des calibración	2	9	18	18
4	24/08/2020	TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	FUERA DE RANGO PERMITIDO	1,5	9	13,5	6
	25/08/2020	PRENSA HIDRAULICA MARCA MEGANDINA	DESGASTE DE LOS RETENES	1	9	9	22
	26/08/2020	ALINEADOR LASER	des calibración	2	9	18	16
	27/08/2020	MULTITESTER DIGITAL FLUKE 35890050	RESITENCIA	1	9	9	5
	28/08/2020	HORNO ELECTRICO	SENSOR DE TEMPERATURA	3	9	27	25
5	31/08/2020	TALADRO PEDESTAL MARCA DELFOS	CHUCK	2	9	18	28
	01/09/2020					0	0
	02/09/2020	CAMARA TERMOGRAFICA FLUKE TS 29-16061212	des calibración	2	9	18	12
	03/09/2020	TERMOMETRO INFRAROJO 32910297	FUERA DE RANGO PERMITIDO	1,5	9	13,5	10
	04/09/2020	MULTIMETRO FLUKE 41000106	des calibración	2	9	18	15

05/09/2020					0	0
------------	--	--	--	--	---	---

## ANEXO 08: Formatos de Validación

### FORMATO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

**Título del proyecto:** "Implementación del Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Confiabilidad en los Equipos Eléctricos de Inversiones Mav E.I.R.L Chimboçe 2021"

**Nombre del Estudiante:** Ogños Reluz Cris Keyko y Siccha Peña Jeraldhin Stefany

**Instrucciones:** Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si aplica o no aplica, colocando un aspa (x) en el casillero. Correspondiente.

N°	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Considera usted que un mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de parada de los equipos eléctricos en la empresa Inversiones MAV?	×	
2	¿Considera usted que al contar con un mantenimiento preventivo mejorara la confiabilidad?		×
3	¿Considera usted que las variables, mantenimiento preventivo y confiabilidad, están definidas claramente?	×	
4	¿Considera usted que la planificación ayudara con la ejecución del mantenimiento preventivo?		×
5	¿Considera usted que que la evaluación de equipos arrojará datos que confirmen el mejoramiento de la confiabilidad?	×	
6	¿Cree usted que las definiciones( analizar, planificar y ejecutar) son claras y se relacionan con el tema?	×	
7	¿Cree usted que al realizar un mantenimiento preventivo la empresa tendría un ahorro en gastos de mantenimiento?		×
8	¿Cree usted que la ficha de evaluación del grado de ocurrencia de una falla nos arrojará datos relevantes para la realización de mantenimiento preventivo ?	×	
9	¿Cree usted que la ficha técnica de los equipos nos arrojará datos relevantes para este trabajo ?	×	

Observaciones: .....

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado.

  
~~CORPORACION INVERSIONES S.A.S.~~  
~~EXPERIENCIA S.A.C~~  
~~YURI CASSIA OLIVARES~~  
Firma de experto  
NOMBRE: YURI CASSIA OLIVARES  
DNI: 08801356  
CIP: 64226



**FORMATO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION**

**Título del proyecto:** "Implementación del Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Confiabilidad en los Equipos Eléctricos de Inversiones Mav E.I.R.L Chimbote 2021"

**Nombre del Estudiante:** Ogños Reluz Cris Keyko y Siccha Peña Jeraldin Stefany

**Instrucciones:** Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si aplica o no aplica, colocando un aspa (x) en el casillero. Correspondiente.

N°	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Considera usted que un mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de parada de los equipos eléctricos en la empresa Inversiones MAV?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Considera usted que al contar con un mantenimiento preventivo mejorara la confiabilidad?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	¿Considera usted que las variables, mantenimiento preventivo y confiabilidad, están definidas claramente?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Considera usted que la planificación ayudara con la ejecución del mantenimiento preventivo?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	¿Considera usted que que la evaluación de equipos arrojará datos que confirmen el mejoramiento de la confiabilidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	¿Cree usted que las definiciones( analizar, planificar y ejecutar) son claras y se relacionan con el tema?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	¿Cree usted que al realizar un mantenimiento preventivo la empresa tendría un ahorro en gastos de mantenimiento?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	¿Cree usted que la ficha de evaluación del grado de ocurrencia de una falla nos arrojará datos relevantes para la realización de mantenimiento preventivo ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	¿Cree usted que la ficha técnica de los equipos nos arrojará datos relevantes para este trabajo ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Observaciones:** .....

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado.

  
**MARVAEZ ORTIZ ARTEMIO MILTON**  
FIRMA  
Dir. Colegio de Ingenieros del Perú  
NOMBRE: ARTEMIO NARVAEZ  
DNI: 32980245  
CIP: 207576

**FORMATO DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION**

**Título del proyecto:** "Implementación del Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Confiabilidad en los Equipos Eléctricos de Inversiones Mav E.I.R.L.Chimbote 2021"

**Nombre del Estudiante:** Ogños Reluz Cris Keyko y Siccha Peña Jeraldhin Stefany

**Instrucciones:** Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si aplica o no aplica, colocando un aspa (x) en el casillero. Correspondiente.

N°	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Considera usted que un mantenimiento preventivo reducirá el tiempo de parada de los equipos eléctricos en la empresa. Inversiones MAV?	X	
2	¿Considera usted que al contar con un mantenimiento preventivo mejorara la confiabilidad?	X	
3	¿Considera usted que las variables, mantenimiento preventivo y confiabilidad, están definidas claramente?	X	
4	¿Considera usted que la planificación ayudara con la ejecución del mantenimiento preventivo?	X	
5	¿Considera usted que que la evaluación de equipos arrojará datos que confirmen el mejoramiento de la confiabilidad?	X	
6	¿Cree usted que las definiciones( analizar, planificar y ejecutar) son claras y se relacionan con el tema?	X	
7	¿Cree usted que al realizar un mantenimiento preventivo la empresa tendría un ahorro en gastos de mantenimiento?	X	
8	¿Cree usted que la ficha de evaluación del grado de ocurrencia de una falla nos arrojará datos relevantes para la realización de mantenimiento preventivo ?	X	
9	¿Cree usted que la ficha técnica de los equipos nos arrojará datos relevantes para este trabajo ?	X	

**Observaciones:** *El mantenimiento preventivo ayuda a evitar mantenimientos correctivos en los equipos.*  
 En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado.



Firma de Experto  
 NOMBRE: *Elena Benavides Gallo*  
 DNI: *45997523*  
 CIP: *235060*