



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

**Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los
tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos
de un centro comercial en Trujillo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

AUTORES:

Aguirre Mendoza, José Victor (ORCID: 0000-0003-0103-5822)

Rodríguez Paredes, Jairo Jowell (ORCID: 0000-0001-6999-7919)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este proyecto y etapa importante de mi vida está dedicada a mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba, es por ese apoyo incondicional que soy lo que soy ahora. Su perseverancia y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general. A ellos esta tesis.

Jairo

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

José

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por la vida y el regalo de vivirla. A mis padres, por la educación, por su apoyo moral, por el amor y enseñanzas que me brindan día a día desde el momento que nací, a mis hermanos que siempre me apoyan en las buenas y en las malas. A la Universidad Cesar Vallejo, y a la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica del cual llevo el tesoro más preciado que es el conocimiento. y a todos mis profesores, quienes fueron los pilares fundamentales para el desarrollo de mi formación y conocimientos académicos.

Jairo

Primeramente, le doy gracias a Dios por concederme tener la oportunidad de obtener mi sueño profesional, por haber guiado cada una de mis experiencias dentro de la universidad, asimismo quiero agradecer a mis amados padres por su apoyo incondicional para alcanzar mi tan ansiada meta.

José

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ECUACIONES	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos recolectados para hallar el TMPR.....	19
Tabla 2. Datos recolectados para hallar el TMEF.	20
Tabla 3. <i>Modos de falla</i>	24
Tabla 4. <i>Ponderación Estándar de Severidad de Fallas</i>	25
Tabla 5. <i>Análisis de severidad de modos de falla</i>	26
Tabla 6. <i>Ponderación Estándar de Probabilidad de Fallas</i>	27
Tabla 7. <i>Análisis de Probabilidad de modos de falla</i>	28
Tabla 8. <i>Ponderación Estándar de Detección de Fallas</i>	29
Tabla 9. <i>Análisis de Detección de Modos de Falla – Parte N° 1</i>	30
Tabla 10. <i>Análisis de Número de Prioridad de Riesgo de Modos de Falla</i>	31
Tabla 11. <i>Resultados del Análisis de Modos y Efectos de Falla</i>	31
Tabla 12. <i>Programa de Mantenimiento Preventivo</i>	33
Tabla 13. <i>Nuevo valor de la confiabilidad operacional</i>	34
Tabla 14. <i>Beneficio debido a la reducción de horas perdidas</i>	35
Tabla 15. <i>Costos de mantenimiento predictivo en tableros y grupos electrógenos</i>	36
Tabla 16. <i>Costos de mantenimiento preventivo en tableros y grupos electrógenos</i>	36
Tabla 17. <i>Resumen de los costos de mantenimiento</i>	37
Tabla 18. <i>Inversión en activos</i>	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tablero de transferencia.....	6
Figura 2. <i>Grupo electrógeno</i>	7
Figura 3. <i>Procedimiento de desarrollo del proyecto</i>	14
Figura 4. <i>Organización del área Gestión de Mantenimiento</i>	15
Figura 5. <i>Distribución de funciones por área en Gestión de Mantenimiento</i>	16
Figura 6. <i>Proceso General de Mantenimiento</i>	17
Figura 7. <i>Resultados de la encuesta sobre satisfacción del área Gestión de Mantenimiento</i>	18

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Confiabilidad en el tiempo.....	9
Ecuación 2. Tiempo promedio entre fallas.....	10
Ecuación 3. Disponibilidad.....	10
Ecuación 4. Tiempo promedio entre fallas.....	11
Ecuación 5. Tiempos de reparación.....	11

RESUMEN

En la presente investigación tiene como objetivo principal, mejorar el plan de mantenimiento preventivo de los tableros emergentes de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial ubicado en Trujillo. La metodología planteada, fue de tipo aplicada, bajo el diseño cuasi experimental, donde se evaluó el estado actual de fallas y performance de indicadores de mantenimiento del sistema de respaldo eléctrico comercial, para luego identificar mediante el estudio de criticidad, las fallas más determinantes en paralizaciones y realizar los correspondientes estudios de A.M.E.F. y N.P.R, con el que se pueda elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los tableros de transferencia de grupos electrógenos, mediante criterios de Ingeniería; para así calcular los nuevos indicadores de mantenimiento, en condición de mejora para contrastarlos con los iniciales; y finalmente realizar un estudio de costos de beneficio económico, de la implementación del plan y retorno operacional de la inversión.

Con todo ello, se pretende demostrar que, con la mejora en el plan de mantenimiento preventivo de los tableros emergentes de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial ubicado en Trujillo.

Palabras clave: Plan de mantenimiento preventivo, tableros de transferencia automática y grupos electrógenos.

ABSTRACT

The main objective of this research is to improve the preventive maintenance plan of the automatic transfer pop-up boards of the generator sets of a shopping center located in Trujillo. The proposed methodology was of an applied type, under the quasi-experimental design, where the current state of failures and performance of the maintenance indicators of the commercial electrical backup system were evaluated, to then identify, through the criticality study, the most determining failures in stoppages and carry out the corresponding FMEA studies and N.P.R, with which a preventive maintenance program can be drawn up for generator set transfer boards, using Engineering criteria; In order to calculate the new maintenance indicators, in condition of improvement to contrast them with the initial ones; and finally carry out a study of economic benefit costs, of the implementation of the plan and operational return of the investment.

With all this, it is intended to demonstrate that, with the improvement in the preventive maintenance plan of the pop-up automatic transfer boards of the generator sets of a shopping center located in Trujillo.

Keywords: Preventive maintenance plan, automatic transfer boards and generator sets.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se ha notado que el interés por las temáticas relacionadas con el autoabastecimiento, con los sistemas de confiabilidad y emergencia en los sistemas de alimentación de energía eléctrica de las plantas industriales, centros comerciales, entre otros, han incrementado significativamente. (Quintuña Caiza & Villacís Galarza, 2014).

La existencia de problemáticas asociadas a un déficit en los planes de mantenimiento y a la falta de una gestión preventiva fueron preponderantes. La escasez de un mantenimiento preventivo siempre ha afectado el rendimiento y la vida útil de una máquina y con esto, los aspectos técnicos de una organización, sus factores económicos, medio ambiente y de seguridad (Garavito González, 2018).

Los equipos de respaldo de energía eléctrica han constituido relevancia para el funcionamiento básico de una empresa dedicada a cualquier rubro, por lo tanto, es necesario que los equipos de respaldo se adapten a las características de la demanda, pero, sobre todo, cumplir con la exigencia de los consumidores. Entonces, ha sido necesario que el equipo de emergencia que reemplace las tensiones de la red eléctrica se adecue de manera eficiente a los distintos niveles, tolerancias, purezas, etc. (Rivera Ortiz & Espinoza Martínez, 2017).

Dentro del ambiente industrial y comercial, la sincronización y transferencia de generadores emergentes o grupos electrógenos han tenido siempre gran importancia, debido a que el suministro de electricidad es vital para los diversos equipos, herramientas y todo lugar que necesite de luz (Quintuña Caiza & Villacís Galarza, 2014).

El centro comercial ubicado en la Urb. El Ingenio en Trujillo, ha sido afectado por cortes abruptos de energía eléctrica en una de sus zonas. La empresa encargada del mantenimiento y funcionamiento de los equipos y/o máquinas de dicho centro comercial ha venido trabajando de acuerdo a procedimientos propios en las siete sub estaciones eléctricas distribuidas estratégicamente y cuya función es suministrar energía eléctrica a los locales arrendatarios, 3 de estas sub

estaciones poseen grupos electrógenos que actúan frente a emergencias de corte de energía eléctrica imprevisto o programado.

El grupo electrógeno de una de estas sub estaciones ha presentado una anomalía con respecto a su tablero de transferencia o reacción de cambio de red. Esto ha generado que un técnico haga maniobras para realizar la transferencia de forma manual (cambio de la red de Hidrandina al grupo electrógeno). Esta labor manual se ha realizado en un tiempo aproximado de 30 minutos, lo cual significa que durante este lapso de tiempo una parte del centro comercial estuvo sin energía eléctrica.

Los sistemas afectados por la falta de electricidad identificados fueron: sistemas de iluminación, sistemas de señal de cámara de vigilancia, locales de comida, tiendas, servicios higiénicos, los cuales se quedan sin abastecimiento de agua debido a que las bombas centrífugas funcionan con energía electricidad, sistemas de red contra incendios (inoperativa de las bombas diésel), puertas enrollables eléctricas de servicios higiénicos y cuartos técnicos eléctricos.

Al momento que retorna la energía eléctrica de la red pública, se tiene que realizar nuevamente el procedimiento de forma manual para desconectar el grupo electrógeno y conectar el suministro a la red de la concesionaria. Este procedimiento demora 30 minutos, periodo en la cual todos los equipos y lugares mencionados quedan por segunda vez, desabastecidos energéticamente.

El tiempo de inoperatividad por la falta de energía eléctrica acumuló un total de 60 minutos por cada corte de electricidad, la cual podría evitarse si el grupo electrógeno ingresará de manera automática una vez que la tensión de la red pública se ve interrumpida.

El propósito de la investigación ha sido proponer un plan de MP (mantenimiento preventivo) que mejore el funcionamiento de los tableros de transferencia del grupo electrógeno, esto con el fin de evitar retrasos en la operatividad del centro comercial y, además, disminuir costos y riesgos frente a una transferencia de red manual.

En base a lo detallado se ha planteado la siguiente formulación del problema:
¿De qué manera se mejorará el plan de mantenimiento preventivo de los tableros

de transferencia automática del grupo electrógeno de un centro comercial ubicado en Trujillo?

La justificación de este proyecto se ha fundamentado de acuerdo: Al impacto social, económico y técnico del centro comercial frente a sus clientes y consumidores. La eliminación de estos tiempos sin energía eléctrica brindará una mejor relación entre las empresas que alquilan los locales de este mall. Reducción de gastos por inoperatividad a causa de la falta de energía eléctrica. Contar con un sistema automático y sincronizado disponible para actuar frente a emergencia, además de evitar posibles accidentes por las maniobras que se hacen de manera manual para el cambio de la red pública hacia el grupo electrógeno y viceversa.

Dicho esto, se ha determinado que el *objetivo general* de la investigación es: Mejorar el plan de mantenimiento preventivo de los tableros emergentes de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial ubicado en Trujillo. Para llegar a esta determinación, se tuvo en cuenta los siguientes *objetivos específicos*: i) Evaluar el estado actual de fallas y performance de indicadores de mantenimiento del sistema de respaldo eléctrico comercial; ii) Identificar mediante el estudio de criticidad, las fallas más determinantes en paralizaciones y realizar los correspondientes estudios de A.M.E.F. y N.P.R.; iii) Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los tableros de transferencia de grupos electrógenos, mediante criterios de Ingeniería; iv) Calcular los nuevos indicadores de mantenimiento, en condición de mejora para contrastarlos con los iniciales; v) Realizar un estudio de costos de beneficio económico, implementación del Plan y retorno operacional de la inversión.

II. MARCO TEÓRICO

Con la intención de tener un mejor alcance y entendimiento del tema, se ha buscado investigaciones previas obteniendo entre muchas, los siguientes antecedentes que sirven como bases para este proyecto:

En una investigación realizada en Santiago de Chile (García Boñar, 2019), se actualizó y mejoró el sistema de control de un tablero de transferencia automática de dos grupos electrógenos de 1100 kW conectados en paralelo con la red. Mediante un análisis de falla logró identificar la problemática asociada al mal funcionamiento del sistema de respaldo frente a cortes de energía eléctrica. El controlador de la transferencia no actuaba de forma automática ni de forma manual y para solucionar esto, reemplazó el sistema de control con un controlador ATS con sistema integrado de la empresa Cummins. Realizando pruebas del sistema en vacío y con carga, obtuvo una buena compatibilidad del controlador con el sistema de los grupos electrógenos, además demostró que cuando una carga supere los 440 kW, los 2 generadores entrarán en operación.

En otro estudio realizado en Ecuador (Revelo Clerque, 2019), se realizó el diseño e instalación de una placa de transferencia automática (TTA) con monitoreo SCADA en una red de capacitación aislada en el CIELE. Con el fin de contribuir a la innovación para la sustentabilidad de la electricidad mediante un tablero de transferencia automática (TTA), diseñó un tablero compuesto principalmente por dos partes: la parte de control (compuesta por PLC) y la parte de control (monitoreo de voltaje) y utilizando el sistema SCADA, pudo obtener datos en tiempo real de frecuencia, voltaje, potencia, factor de potencia y corriente, así como controlar la tabla de transferencia automática de forma remota y local. Los resultados mostraron un tiempo de encendido para el generador conectado de 0 a 5 segundos y un tiempo de apagado de 5 a 10 segundos (cuando vuelve la red).

En una investigación que se dio en Nicaragua, los autores (Rivera Ortiz & Espinoza Martínez, 2017) analizaron y propusieron mejoras en el diseño de una transferencia automática de energía eléctrica utilizando logo PLC ante fallas de la red (como cortes del suministro eléctrico). Llevaron a cabo una metodología de recolección de datos a través del seguimiento a la operatividad del sistema eléctrico

principal. A través de la información obtenida notaron que el sistema carecía de un equipo o subsistema de transferencia automática que, al detectar automáticamente el fallo de energía, realice la transición sin problemas. Para cubrir la problemática diseñaron un sistema de transferencia de energía eléctrica compuesto principalmente por un PLC Siemens, Interbloqueo eléctrico IVE, relés control y breaker de control. La simulación fue ejecutada en el software CADE SIMU, en el cual demostraron el tiempo rápido de reacción cuando el UPS 1 (Sistema de alimentación interrumpida 1) falla y automáticamente entra a tallar el respaldo de carga, UPS 2 (Sistema de alimentación interrumpida 2).

Como parte de la investigación, el autor (Cachago Yanacallo, 2017) diseñó e implementó un sistema de control para tableros de sincronización eléctrica y tableros de transmisión automática de baja tensión de un hospital estándar con 200 camas esmeralda. Con el fin de contar con un suministro eléctrico normal y suplementario para brindar energía ininterrumpida y segura, evaluó la ingeniería básica del hospital y desarrolló planos de detalles eléctricos y mecánicos de tableros de sincronización y tableros de transmisión automática. Con la información necesaria, desarrollo lógico de control y configuración de parámetros eléctricos de acuerdo a los requerimientos del hospital. Finalmente, realizó las pruebas y, luego de verificar su correcto funcionamiento, procedió a la puesta en marcha final y calibración de los controladores. El nuevo sistema de control entregó menos de 60 segundos de tiempo de respuesta tanto para la sincronización como para la transmisión de potencia, demostrando su excelente funcionalidad operativa y su implementación requiriendo una inversión de \$ 243,695.

En otro estudio en Perú (Ángulo Hernández & Yarleque Chunga, 2018), los parámetros eléctricos del grupo electrógeno del Hospital Regional Lambayeque fueron monitoreados por un sistema de transmisión automática de energía. Luego de las visitas al hospital se identificó el problema, lo que significa que los dos generadores de 400 kW son manuales y demoran alrededor de 4 minutos y 36 segundos. Con la intención de no colocar en riesgo la integridad y la vida de los pacientes debido a la falta de energía eléctrica en los dispositivos médicos, diseñaron un sistema microcontrolado (TAD) utilizando software como Lab ViewW, Proteus, Virtual Serial Port, Multisim y Pic Basic. Pro. Las simulaciones otorgaron

al nuevo sistema de transmisión automatizada un periodo máximo de reacción de 15 segundos, además de que el estudio económico arrojó una inversión de 30.000 puntos básicos.

La técnica de análisis de documentos nos permite presentar teorías individuales y grupales acerca del presente tema de investigación, estos textos explican lo que significa y representa un tablero de transferencia, su funcionamiento, mantenimiento, etc. A continuación, se indican los conceptos señalados:

Tablero de Transferencia (ver Imagen 1): Es un equipo formado por un interruptor de transferencia que realiza la conmutación de la fuente primaria de energía a una fuente de energía secundaria que puede ser de respaldo o de emergencia. La transferencia puede llevarse a cabo de dos formas, de manera automática o manual. En la actualidad hay 3 tipos de interruptores que son lo más comerciales, el interruptor de transferencia automática ATS, el interruptor de transferencia estático STS y el interruptor de transferencia manual MTS (García Boñar, 2019).

Figura 1. Tablero de transferencia



Fuente: (García Boñar, 2019).

Sistema automático de transferencia: Es un sistema de transmisión que permite que una carga se entregue desde una o más fuentes diferentes. Este sistema puede tener dos tipos de funcionamiento, manual y automático, y

funcionará en caso de emergencia. En los sistemas de transmisión agregada, el equipo es responsable de monitorear la línea eléctrica normal, y si hay una interrupción, se arranca el motor generador. Tan pronto como el generador alcanza su voltaje y frecuencia nominales, la carga cambia automáticamente. Cuando se restablece el suministro de energía a la red pública, las cargas se transfieren nuevamente del sistema de respaldo al sistema normal, en cuyo caso el generador no funciona (Quintuña Caiza & Villacís Galarza, 2014).

Grupo electrógeno (ver Imagen 2): Se conoce como grupo electrógeno al conjunto de máquinas con sistema interno de rotación que acopladas a un eje son capaces de convertir la energía mecánica provocada por la combustión en energía eléctrica. La energía química que expulsa el combustible en el proceso térmico genera que un sistema de rotación entre en movimiento y este al estar conectado a un generador induce corriente alterna. Un grupo electrógeno es un sistema idóneo para funcionar como un sistema de respaldo o auxiliar en momentos en donde la red pública suministradora de electricidad tiene déficit, aunque en algunos casos se emplea también para consumos específicos que no alimenta la red principal (Aguilar Rodríguez & Pérez Soler, 2016).

Figura 2. *Grupo electrógeno*



Fuente: (Chapman , 2015)

Mantenimiento: Es una combinación de funciones que restaura un sistema, máquina o dispositivo a un estado en el que puede realizar las funciones asignadas. El mantenimiento puede considerarse una estrategia competitiva exitosa, ya que afecta directamente la calidad de un servicio o producto (Vega Acuña, 2017).

Mantenimiento preventivo: Es el conjunto de cuidados necesarios y operaciones para que un sistema pueda funcionar de manera adecuada y no llegue a un punto o situación de falla. La misión del mantenimiento preventivo es que los equipos se mantengan operativos, evitando paradas innecesarias. Una ventaja del mantenimiento preventivo es que puede optimizar costos por repuestos, pero una desventaja del mismo es que si no se le brinda el tiempo adecuado, este puede aumentar los precios de productividad y mantenimiento por paradas innecesarias (Vega Acuña, 2017).

Beneficios de un plan de mantenimiento preventivo: Cuando una organización implementa un sistema de mantenimiento preventivo, recibe beneficios como: Seguridad. La instalación en mantenimiento preventivo opera en óptimas condiciones de seguridad, ya que se mejoran el estado del inmueble y las condiciones de uso y uso. Vida útil. El activo tiene una vida útil más larga en comparación con otros activos debidamente mantenidos. Costos de reparación: si se usa mantenimiento preventivo en lugar del mantenimiento adecuado, se reducirán los costos de reparación. Suministros. El costo de inventario se puede reducir mediante el mantenimiento preventivo, ya que los materiales más consumidos y su uso del tiempo se definen con mayor precisión. Carga de trabajo. La carga de trabajo del tratamiento preventivo es más equitativa que la del tratamiento correctivo, ya que se pueden reducir las emergencias. Aplicabilidad. Cuanto más sofisticados y fiables sean los sistemas, mayor será la necesidad de mantenimiento preventivo (Alban Salazar, 2017).

Mantenimiento de equipos eléctricos: Los equipos eléctricos requieren monitoreo, mediciones, monitoreo de parámetros y mal funcionamiento. Inspección significa inspección visual y general basada en la norma ANSI / NETA ATS 2013, que incluye criterios y procedimientos para inspeccionar piezas, componentes y subsistemas de equipos y sistemas eléctricos. Las inspecciones tienen como

objetivo prevenir fallas debido a un ajuste incorrecto, integridad del cable, corrosión, humedad, suciedad, etc (Verena Mercado, 2016).

Confiabilidad del equipo: la mejor manera de obtener una comprensión real de cómo falla el equipo es identificar los parámetros de falla a través del análisis de vida (**Alban Salazar, 2017**).

Ecuación 1. Confiabilidad en el tiempo

$$R(t) = e^{-(t/n)^\beta} \dots$$

Donde:

- R(t) = Confiabilidad en el tiempo
- t = Tiempo considerado
- n = Vida característica, está definida como el tiempo en el cual el 63.2% de la población habrá fallado
- β = Factor de forma = 1 (distribución exponencial), el cual indica fallas aleatorias

Para este análisis se puede considerar las siguientes problemáticas:

- Pronósticos y predicción de fallas.
- Justificación de cambios de ingeniería.
- Pronóstico de repuestos.
- Definición y planeación de estrategias de mantenimiento y reemplazo costo-efectivas.
- Predicción de costos.
- Evaluación de planes de acción correctivos.

Tiempo promedio entre fallas: A continuación, se indica la ecuación para detectar el periodo promedio entre falla y falla.

Ecuación 2. Tiempo promedio entre fallas

$$TPEF = \frac{1}{e^{(t/V)^K}}$$

Donde:

- TPEF = Tiempo promedio entre fallas
- V = Edad característica de fallas
- K = Parámetro de forma
- t = Tiempo de cálculo

Disponibilidad: Es la capacidad de algún equipo o máquina para ser empleado cuando se necesite. La disponibilidad es la medida del rendimiento de un mantenimiento realizado. A continuación, se detalla la siguiente ecuación para la disponibilidad (Vega Acuña, 2017):

Ecuación 3. Disponibilidad

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Donde:

- D = Disponibilidad
- T_o = Tiempo total de operación
- T_p = Tiempo total de parada

Fiabilidad: es la probabilidad de que el dispositivo en cuestión pueda realizar su función o funcionar sin daños dentro de un período de tiempo determinado. La ecuación de confiabilidad es la siguiente (Vega Acuña, 2017):

Ecuación 4. Tiempo promedio entre fallas

$$TMEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS} \dots$$

Donde:

- TMEF = Tiempo promedio entre fallas
- HROP = Horas de operación
- NTFALLAS = Número de fallas detectadas

Mantenibilidad: Es la probabilidad de que una máquina después de la avería o el fallo, sea puesta en marcha en un tiempo específico. La ecuación de la mantenibilidad es la siguiente (Vega Acuña, 2017):

Ecuación 5. Tiempos de reparación

$$TPMR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

Donde:

- TPMR = Tiempos de reparación
- TTF = Tiempo total de fallas
- NTFALLAS = Número de fallas detectadas

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación: Aplicada

Este estudio fue aplicado, ya que luego del establecimiento e implementación de un plan de mantenimiento preventivo orientado a optimizar el funcionamiento del cuadro de transmisión del grupo electrógeno en el centro comercial.

Diseño de investigación: Diseño cuasi experimental

El diseño de investigación es cuasi experimental porque nos permite manipular por la variable independiente que es el corte de energía eléctrica, observar su efecto y como se relaciona con el tiempo de reacción del tablero de transferencia automática.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente:

- Funcionamiento actual del tablero de transferencia automática

Variable Dependiente:

- Plan de mantenimiento preventivo

La tabla de operacionalización de variables estará en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Tableros eléctricos de transferencia de marca MERLIN GERIN con grupo electrógeno MODASA pertenecientes al centro comercial.

Muestra: Tablero de transferencia con un grupo electrógeno de marca MODASA de 275 - 300 kW del centro comercial ubicado en Trujillo – Perú.

Muestreo: La muestra fue seleccionada por conveniencia de los investigadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para una mejor representación de las técnicas e instrumentos a utilizar en la presente investigación se detalla en la tabla del anexo 2:

3.5. Procedimientos

La ejecución de la investigación se realizará de la siguiente manera:

Etapa 1: Identificación de la problemática, en relación al funcionamiento del tablero de transferencia; se realizará una visita técnica para verificar el estado actual así también el óptimo funcionamiento de GG.EE ya que ambos equipos trabajan de forma secuencial.

Etapa 2: Evaluación técnica, económica y social; se solicitará información técnica del mantenimiento correspondiente que se viene ejecutando, en el tema económico se hará un estudio de las pérdidas que provocan estas paradas imprevistas por corte de energía ya que el tablero de transferencia no responde de manera automática.

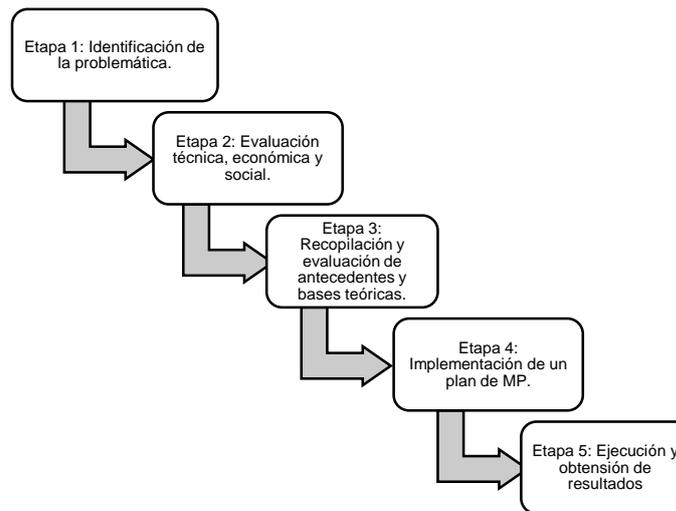
Etapa 3: Recopilación y evaluación de antecedentes y bases teóricas que ayuden a tener un mejor alcance sobre el tema en estudios y de esta manera también poder comparar los resultados obtenidos durante esta investigación.

Etapa 4: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, para mejorar el funcionamiento del tablero de transferencia automática para que de esta forma se evite las paradas imprevistas las cuales provocan pérdidas y disconformidad con los clientes que habitualmente visitan el centro comercial.

Etapa 5: Ejecución y obtención de resultados.

A continuación, se presenta un esquema resumen del procedimiento de desarrollo de este proyecto.

Figura 3. Procedimiento de desarrollo del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Como método de análisis de datos se diseñará un organigrama de información la cual será obtenida mediante respuestas a las entrevistas. La data obtenida se organizará en cuadros de doble entrada que permitirá correlacionar las respuestas a cada criterio con el nombre de la persona entrevistada, además, se emplearán las ecuaciones mencionadas en el marco teórico para obtener resultados cuantitativos.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de esta investigación se tendrá de referencia el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (UCV, 2017)

Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (UCV). - El código de la UCV detalla los principios éticos para el uso de la información que se puede obtener de investigaciones previas, además señala las políticas anti plagio que se deben de considerar al momento de llevar a cabo el desarrollo de una investigación (ver **Anexo 4**); por lo tanto, los autores se comprometen a citar todos los trabajos recopilados durante el proceso de la investigación, evitando el plagio.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluar el estado actual de fallas y performance de indicadores de mantenimiento del sistema de respaldo eléctrico comercial

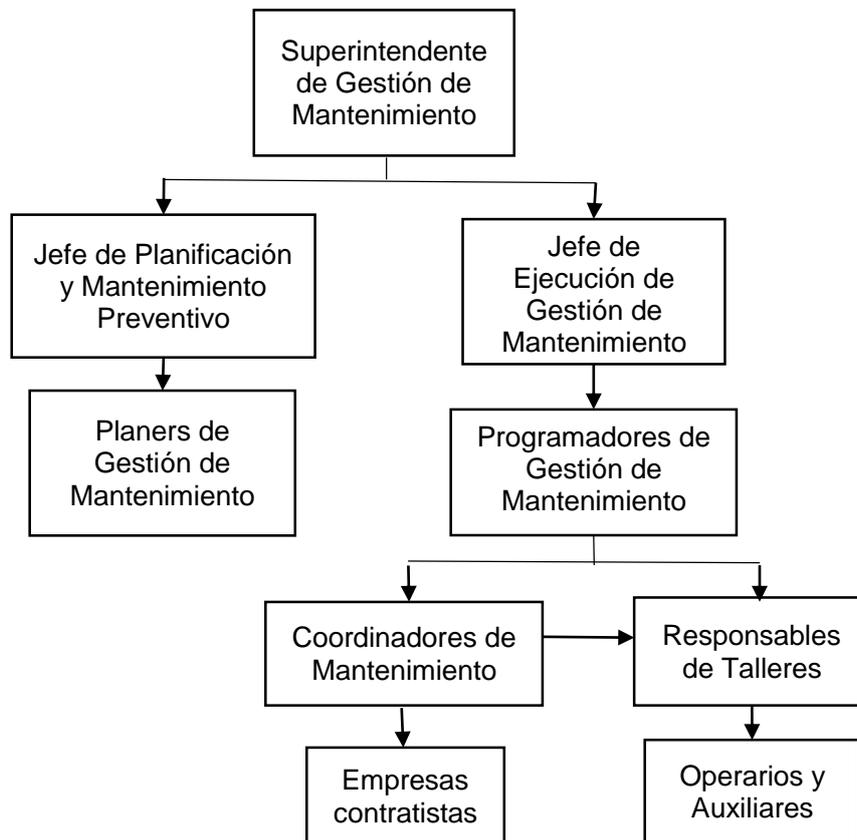
Para la evaluación de performance de indicadores de mantenimiento, debemos calcular la confiabilidad de operación del último año en funcionamiento.

Los factores de la confiabilidad operacional estuvieron descritos y/o calculados de acuerdo a lo siguiente:

- **Confiabilidad humana:**

Como primer punto se analizó la distribución de colaboradores del área.

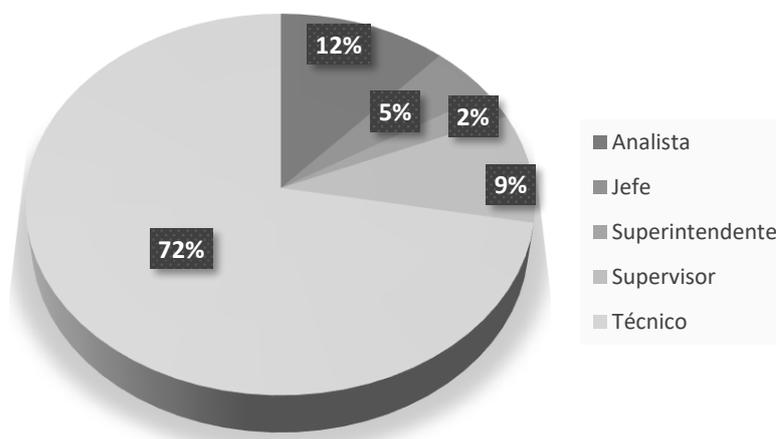
Figura 4. Organización del área Gestión de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

Como segunda evaluación, se determinaron las condiciones de trabajo de los integrantes del área, las mismas que se detallan en el anexo N° 2 y cuyo resultado se plasma en el siguiente gráfico:

Figura 5. *Distribución de funciones por área en Gestión de Mantenimiento*



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico precedente, se pudo establecer que la mayor parte de los colaboradores corresponde a técnicos (72%), mientras que lo restante (28%) eran Ingenieros; ello representó que el balance entre el personal que gestiona y el que ejecuta es aceptable.

Asimismo, se puede observar que más de la tercera parte de los colaboradores contaba con turnos no fiscalizados. De acuerdo a contratos, estos colaboradores aceptaron un salario fijo sin un horario determinado, es una manera fuerte de compromiso con la organización y en su mayor parte establece a Ingenieros. El personal restante del área tenía régimen con horario fiscalizado, trabajadores que laboraban bajo régimen de 48 horas semanales, en su mayoría técnicos.

También se ha podido tomar conocimiento que el 63% de los colaboradores tenía régimen con contrato indeterminado, lo cual significa que gran parte del grupo de trabajadores contaba con estabilidad laboral-económica; mientras que es política de la empresa, también contar con personal eventual, que ingresa por

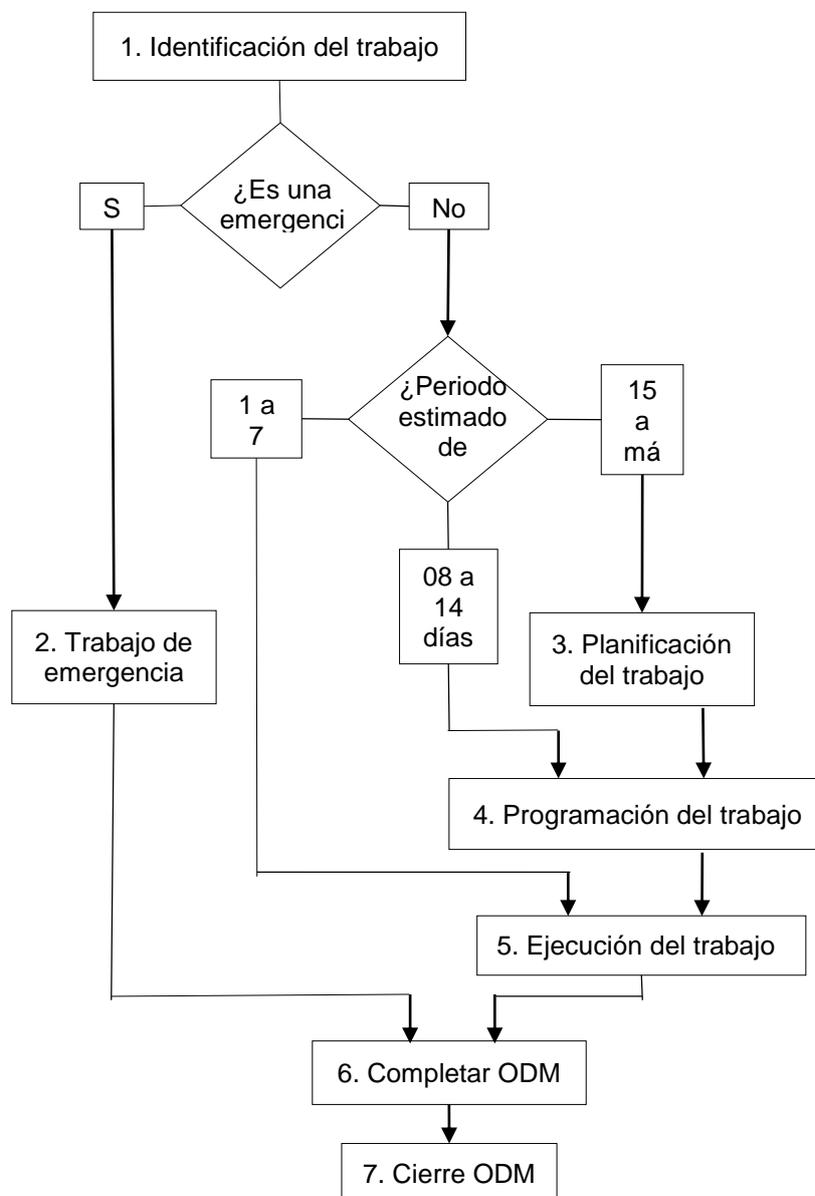
temporadas a desempeñar puestos que anteriormente ocupaban y/o no son muy relevantes.

Todo lo anteriormente evaluado, nos ha otorgado un conocimiento que la empresa sí disponía de una confiabilidad humana aceptable.

- **Confiabilidad de procesos:**

Primero, se evaluaron las etapas del Proceso General de Mantenimiento.

Figura 6. *Proceso General de Mantenimiento*



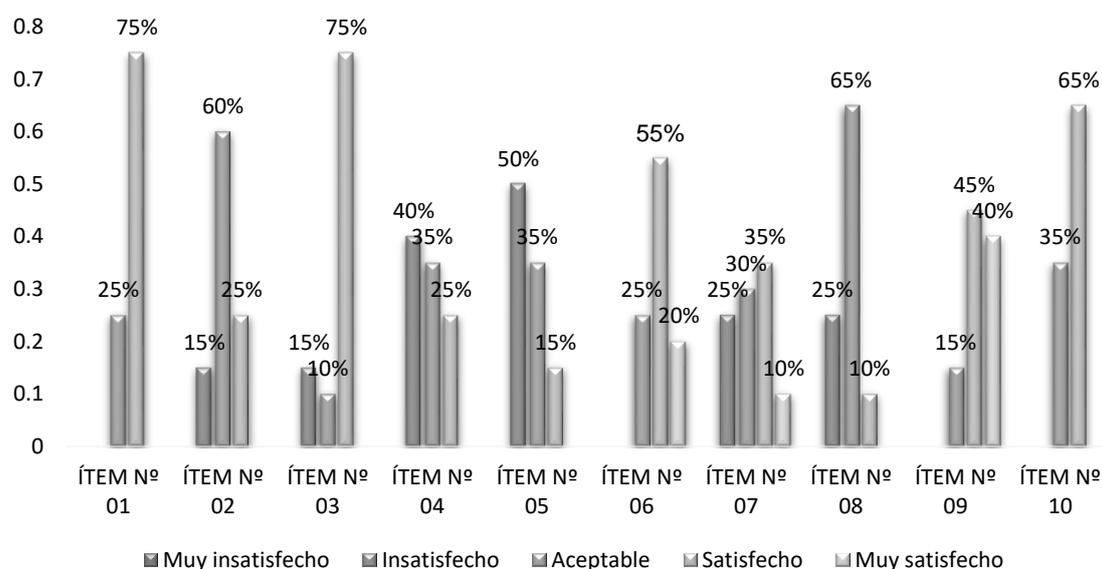
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que fueron 07 etapas las que conforman el proceso general de mantenimiento, cuyo recorrido correspondía a las actividades clásicas de llevar a cabo del proceso.

Como segunda evaluación, se analizaron las funciones y los procedimientos de los integrantes en las fases del área que se detallan en el Anexo N° 3.

A continuación, como tercera evaluación, se llevó a cabo una encuesta acerca de la satisfacción del área Gestión de Mantenimiento. Se tomó una base de 20 colaboradores, integrantes del área y los restantes fueron jefes de secciones. A continuación, se muestran los resultados.

Figura 7. Resultados de la encuesta sobre satisfacción del área Gestión de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Respecto al ítem N°1, la mayor parte de los encuestados se encontraron conformes con el proceso general establecido. Asimismo, respecto a los resultados del Ítem N° 03, dijeron estar satisfechos con la información existente. Sin embargo, casi la misma cantidad opinó no estar totalmente de acuerdo con la forma en la que fueron capacitados sobre el Proceso general, ya que pudo haber sido mejor, pues no se clarificó las mejoras y retribuciones respecto al desempeño individual y colectivo de los integrantes. Además, los encuestados afirmaron que

el apoyo tercerizado en ocasiones es bueno; pero no están de acuerdo con improvisaciones que ocurren en oportunidades no programadas. El formato de la encuesta se ubica en el Anexo N° 4.

- **Mantenibilidad de equipos:**

En esta sección, se evaluó el indicador MMPR (Tiempo Medio Para Reparar), utilizando la ecuación (2). A continuación, se presenta el cuadro con los tiempos de reparación, cantidad de paradas, el indicador bruto de cada temporada, la cantidad de días de estudio y el producto de estos dos últimos.

Tabla 1. Datos tomados para hallar el TMPR.

Código	Temporada 2018-II					Temporada 2019-I				
	h_p	p	TMPR _{2018-II} '	nº días	TMPR _{2018-II} ' nº días	h_p	p	TMPR _{2019-I} '	nº días	TMPR _{2019-I} ' nº días
E01	150.67	14	10.76	46	495.06	384.26	19	20.22	69	1395.47
E02	72.22	12	6.02	33	198.61	433.15	23	18.83	75	1412.45
E03	231.13	18	12.84	47	603.51	194.23	17	11.43	59	674.09
E04	95.67	20	4.78	39	186.56	342.13	22	15.55	76	1181.90
E06	187.26	13	14.40	46	662.61	291.11	11	26.46	56	1482.01
E09	52.38	15	3.49	26	90.79	381.44	11	34.68	74	2566.05
E10	176.73	14	12.62	40	504.94	287.86	16	17.99	76	1367.34
E12	104.94	17	6.17	39	240.74	407.28	19	21.44	78	1671.99
E13	45.45	14	3.25	25	81.16	481.18	14	34.37	73	2509.01
E15	260.17	15	17.34	42	728.48	519.64	20	25.98	78	2026.60
E16	18.53	4	4.63	30	138.98	299.40	14	21.39	61	1304.53
E18	121.98	14	8.71	30	261.39	283.82	20	14.19	72	1021.75
			Total	443	4192.82		Total		847	18613.19

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos apreciar, la cantidad de días representa un factor de corrección. Con respecto a ello, el TMPR se multiplicó con el número de días de cada uno de los eventos para que luego se determine un promedio geométrico. Consecuentemente, en la temporada 2018-II se dividieron las siguientes cantidades.

$$TMPR_{2018-II} = \frac{4192.82 \frac{\text{hora}}{\text{parada}} \cdot \text{día}}{443 \text{ día}}$$

$$TMPR_{2018-II} = 9.46 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}$$

Luego, para la temporada 2019-I se dividió las cantidades correspondientes.

$$TMPTR_{2019-I} = \frac{18613.19 \frac{\text{hora}}{\text{parada}} \cdot \text{día}}{847 \text{ día}}$$

$$TMPR_{2019-I} = 21.98 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}$$

Con estos resultados, se determinó el promedio aritmético de los indicadores rectificadas.

$$TMPR = \frac{(9.46 + 21.98) \text{ hora}}{2 \text{ parada}}$$

$$TMPR = 15.72 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}$$

- **Confiabilidad de equipos:**

En este apartado, se determinó el indicador TMEF (Tiempo Medio Entre Fallas) utilizando la ecuación (3).

Tabla 2. Datos recolectados para hallar el TMEF.

Código	Temporada 2018-II					Temporada 2019-I				
	h_t	p	TMEF _{2018-II} '	nº días	TMEF _{2018-II} ' nº días	h_t	p	TMEF _{2019-I} '	nº días	TMEF _{2019-I} ' nº días
EP01	953.33	14	68.1	46	3132.37	1271.7	19	66.93	69	4618.42
EP02	719.78	12	59.98	33	1979.40	1366.9	23	59.43	75	4457.12
EP03	896.87	18	49.83	47	2341.83	1221.8	17	71.87	59	4240.26
EP04	840.33	20	42.02	39	1638.64	1481.9	22	67.36	76	5119.19
EP06	916.74	13	70.52	46	3243.85	1052.9	11	95.72	56	5360.17
EP09	606.54	5	121.3	26	3154.01	1394.6	11	126.78	74	9381.59
EP10	783.27	14	55.95	40	2237.91	1536.1	16	96.01	76	7296.67
EP12	831.06	17	48.89	39	1906.55	1464.7	19	77.09	78	6013.06
EP13	554.55	14	39.61	25	990.27	1270.8	14	90.77	73	6626.42
EP15	747.83	15	49.86	42	2093.92	1352.4	20	67.62	78	5274.20
EP16	701.47	4	175.4	30	5261.03	1164.6	14	83.19	61	5074.33
EP18	598.02	14	42.72	30	1281.47	1444.2	20	72.21	72	5199.05
			Total	443	29261.24		Total		847	68660.47

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, al igual que en la tabla anterior la cantidad de días también representó un factor de corrección. El TMEF bruto se multiplicó con la cantidad de días de cada evento para que de esta forma se determine un promedio geométrico. Consecuentemente, para la temporada 2018-II se dividieron las siguientes cantidades.

$$TMEF_{2018-II} = \frac{29261.24 \frac{\text{hora}}{\text{parada}} \cdot \text{día}}{443 \text{ día}}$$

$$TMEF_{2018-II} = 66.05 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}$$

Luego, para la temporada 2019-I se dividió las cantidades correspondientes.

$$TMEF_{2019-I} = \frac{68660.47 \frac{\text{hora}}{\text{parada}} \cdot \text{día}}{847 \text{ día}}$$

$$TMEF_{2019-I} = 81.06 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}$$

Con estos resultados, se determinó el promedio aritmético de los indicadores rectificadas.

$$TMEF = \frac{(66.05 + 81.06) \text{ hora}}{2 \text{ parada}}$$

$$TMEF = 73.56 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}$$

- **Confiabilidad operacional:**

Finalmente, se determinó la confiabilidad operacional utilizando la ecuación característica de confiabilidad (4).

$$CO = \frac{73.56 \frac{\text{hora}}{\text{parada}}}{(73.56 + 15.72) \frac{\text{hora}}{\text{parada}}} \cdot 100\%$$

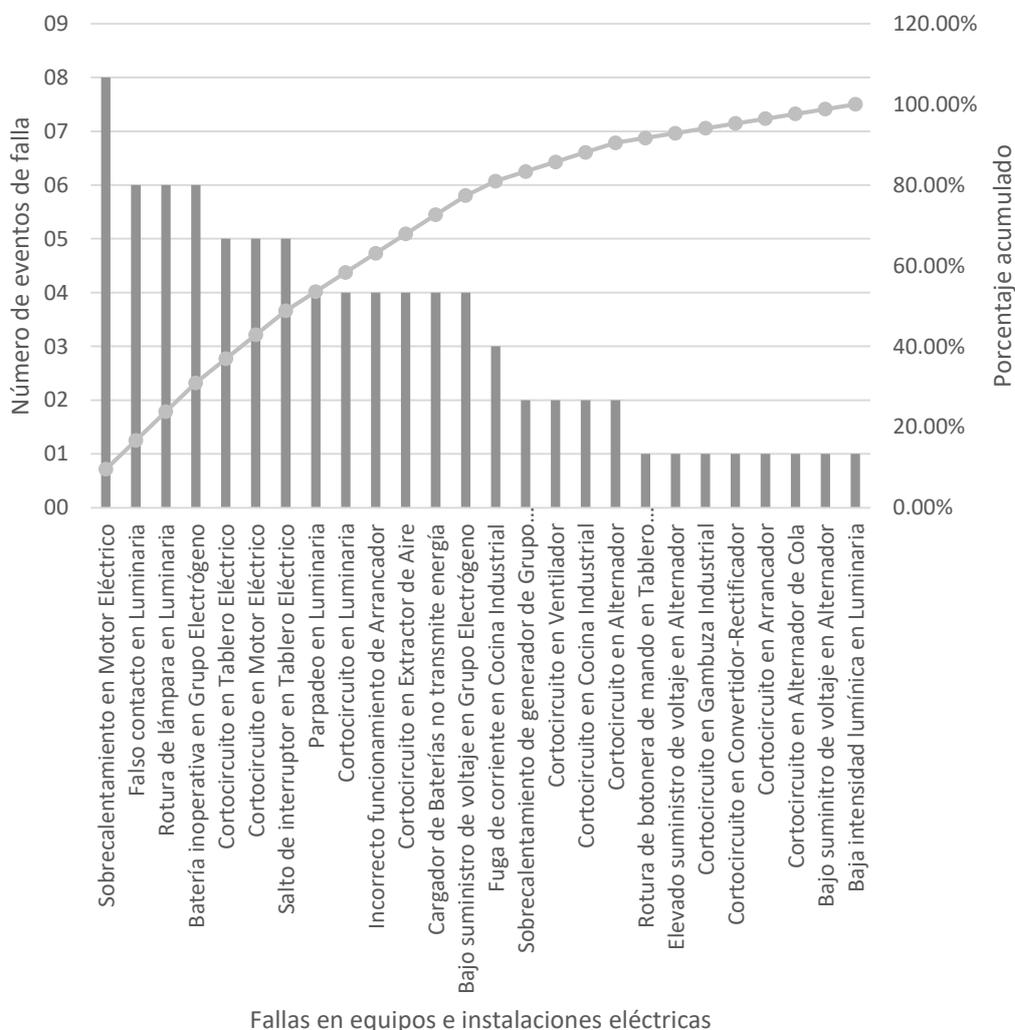
$$CO = 82.39\%$$

4.2. Identificar mediante el estudio de criticidad, las fallas más determinantes en paralizaciones y realizar los correspondientes estudios de A.M.E.F. y N.P.R.

4.2.1. Relación de fallas ocurridas en períodos 2018-2019:

Se recopilaron registros de las fallas ocurridas durante las temporadas 2018–II y 2019–I recopiladas de las fechas (del 15 de noviembre de 2018 al 01 de febrero de 2019 y del 28 de abril de 2019 al 31 de julio de 2019, respectivamente), las mismas que se detallan en los anexos N° 04 y 05. En la siguiente figura, se detalla el Diagrama de Pareto correspondiente a los 84 eventos considerados:

Figura 1. Diagrama de Pareto: Fallas en equipos e instalaciones eléctricas.



Fuente: Elaboración propia.

Comentario: Se ha observado que el punto de cruce entre la curva y la línea que sale del 80% del porcentaje acumulado, determina que 13 fallas contienen la mayor cantidad de eventos, los cuales son 65. Esto nos indica que la relación es: 50% de fallas provocan el 77.38% de los eventos. Así entonces, estas representan las fallas tomadas en cuenta en el análisis.

- Sobrecalentamiento en Motor Eléctrico.
- Falso contacto en Luminaria.
- Rotura de lámpara en Luminaria.
- Batería inoperativa en Grupo Electrónico.
- Cortocircuito en Tablero Eléctrico.
- Cortocircuito en Motor Eléctrico.
- Salto de interruptor en Tablero Eléctrico.
- Parpadeo en Luminaria.
- Cortocircuito en Luminaria.
- Incorrecto funcionamiento de Arrancador.
- Cortocircuito en Extractor de Aire.
- Cargador de Baterías no transmite energía.
- Bajo suministro de voltaje en Grupo Electrónico.

4.2.2. Análisis de modo y efecto de fallas.

Se ha tenido en cuenta como primer punto, la determinación de los modos de fallas posibles, las mismas que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 3. *Modos de falla*

Ítem	Equipo y/o Instalación Eléctrica	Función	Falla potencial
01	Motor Eléctrico	Convertir energía eléctrica en energía cinética necesaria para el funcionamiento de otro equipo	Rodamientos defectuosos Cortocircuito Falso contacto entre terminales
02	Luminaria	Iluminar una determinada zona	Rotura de lámpara Cortocircuito
03	Grupo Electrógeno	Generar energía eléctrica	Baterías defectuosas Bajo suministro de voltaje
04	Tablero Eléctrico	Distribuir y/o controlar energía eléctrica	Cortocircuito Salto de interruptores
05	Arrancador	Controlar el par de un motor durante su arranque y parada.	Incorrecto funcionamiento
06	Extractor de Aire	Extraer aire contaminado de una determinada zona.	Cortocircuito
07	Cargador de Baterías	Transmitir la energía que almacenan las baterías	No transmite energía

Fuente: Elaboración propia

Comentario: De las 12 fallas identificadas en el Pareto, se han incluido las correspondientes a parpadeo de lámpara, dentro de falso contacto entre terminales.

A continuación, se ha realizado el Análisis de Criticidad. De acuerdo a las matrices correspondientes, se ha establecido la ponderación de *Severidad* de fallas, como se indica a continuación:

Tabla 4. *Ponderación Estándar de Severidad de Fallas*

Calificación		Criterio	
Cuantitativa	Cualitativa	Efecto en el cliente	Efecto en el proceso
1	Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador
2	Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto denotado por el 50% de los clientes	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
3	Menor	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 75% de los clientes.	Una parte del producto puede tener que ser reprocesado. Sin desechos.
4	Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabados o presenta ruidos. Defecto notado por el 75% de los clientes.	El producto debe ser seleccionado y una parte reprocesada. Sin desechos.
5	Bajo	Producto con especificaciones de calidad o niveles de desempeño bajos. Operable o usable.	El 100% del producto debe ser reprocesado o reparado fuera de línea.
6	Moderado	Producto operable o usable pero el cliente estará muy insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto
7	Alto	Producto operable o usable pero el cliente estará muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y una parte reparada con un tiempo y costo alto
8	Muy alto	El producto es inoperable o inusable	El 100% del producto debe ser desechado o puede ser reparado a un costo inviable
9-10	Peligroso	El modo potencial afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental	Puede exponer al peligro al operador o al equipo

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

Por lo tanto, en función a la tabla precedente y los avisos de mantenimiento de los grupos electrógenos, materia de la investigación, se ha elaborado la siguiente tabla:

Tabla 5. Análisis de severidad de modos de falla

Item	Equipo y/o Instalación Eléctrica	Función	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Severidad
01	Motor Eléctrico	Convertir energía eléctrica en energía cinética necesaria para el funcionamiento de otro equipo	Rodamientos defectuosos	Sobrecalentamiento de motor eléctrico	6
			Cortocircuito	No encendido de motor eléctrico	8
02	Luminaria	Iluminar una determinada zona	Falso contacto entre terminales	Parpadeo o no encendido de lámpara	8
			Rotura de lámpara	Estado de inutilidad de lámpara	8
			Cortocircuito	Estado de inutilidad de la luminaria	8
03	Grupo Electrónico	Generar energía eléctrica	Baterías defectuosas	No encendido de grupo electrógeno	8
			Bajo suministro de voltaje	Aparición de saltos y/o interrupciones del suministro de energía	6
04	Tablero Eléctrico	Distribuir y/o controlar energía eléctrica	Cortocircuito	Estado de inutilidad de tablero eléctrico	8
			Salto de interruptores	Desenergización de equipos y/o instalaciones derivadas	8
05	Arrancador	Controlar el par de un motor durante su arranque y parada.	Incorrecto funcionamiento	No encendido de motor Diésel	8
06	Extractor de Aire	Extraer aire contaminado de una determinada zona.	Cortocircuito	No encendido de extractor de aire.	8
07	Cargador de Baterías	Transmitir la energía que almacenan las baterías	No transmite energía	Imposibilidad de cargar baterías	8

Fuente: Elaboración propia

Comentario: En este caso consideramos una severidad muy alta si la máquina y/o instalación no pueden realizar su función; sin embargo, sus trabajos pueden ser sustituidas por otro equipo. Por otra parte, se colocó una severidad moderada cuando la máquina y/o instalación puede trabajar, pero no de la manera deseada.

A continuación, se presenta la tabla de Ponderación Estándar de Probabilidad de fallas, base del siguiente estudio:

Tabla 6. Ponderación Estándar de Probabilidad de Fallas

Cuantitativa	Calificación		Criterio	
	Probabilidad		Índice de fallas (tanto por piezas)	Cpk
1	Remota: Falla improbable		<0.01 por 1000 piezas	>1.67
2	Baja: Pocas fallas		0.1 por 1000 piezas	>1.30
3			0.5 por piezas	>1.20
4			1 por piezas	>1.10
5	Moderada: Fallas ocasionales		2 por 1000 piezas	>1.00
6			5 por 1000 piezas	>0.94
7	Alta: Fallas frecuentes		10 por 1000 piezas	>0.86
8			20 por 1000 piezas	>0.78
9	Muy alta: Fallas persistentes		50 por 1000 piezas	>0.55
10			>100 por 1000 piezas	<0.55

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

En base a los criterios establecidos en la tabla precedente y los principios relacionados a los equipos e instalaciones seleccionadas, se ha elaborado la siguiente tabla:

Tabla 7. Análisis de Probabilidad de modos de falla

Ítem	Equipo y/o Instalación Eléctrica	Función	Falla potencial	Causa(s) potencial(es)	Ocurrencia
01	Motor Eléctrico	Convertir energía eléctrica en energía cinética necesaria para el funcionamiento de otro equipo	Rodamientos defectuosos	✓ Rodamientos en mal estado.	5
			Cortocircuito	✓ Bobinado de rotor en mal estado.	3
			Falso contacto entre terminales	✓ Deterioro de terminales. ✓ Incorrecta instalación de luminaria.	4
02	Luminaria	Iluminar una determinada zona	Rotura de lámpara	✓ Deterioro de lámpara. ✓ Malas maniobras de equipos hidráulicos.	4
			Cortocircuito	✓ Deterioro de terminales. ✓ Incorrecta instalación de luminaria.	3
03	Grupo Electrónico	Generar energía eléctrica	Baterías defectuosas	✓ Baterías vencidas o en mal estado	4
			Bajo suministro de voltaje	✓ Rotor de generador en mal estado.	3
04	Tablero Eléctrico	Distribuir y/o controlar energía eléctrica	Cortocircuito	✓ Tablero en mal estado. ✓ Sobrecarga del sistema.	3
05	Arrancador	Controlar el par de un motor durante su arranque y parada.	Salto de interruptores	✓ Sobrecarga del sistema.	3
			Incorrecto funcionamiento	✓ Solenoide vencido o en mal estado.	3
06	Extractor de Aire	Extraer aire contaminado de una determinada zona.	Cortocircuito	✓ Cuadro de arranque en mal estado.	3
07	Cargador de Baterías	Transmitir la energía que almacenan las baterías	No transmite energía	✓ Pinzas y cables en mal estado.	3

Comentario: Se pudo observar que la ocurrencia se dio de acuerdo al número de eventos que se consideraron por cada falla.

Ahora bien, de acuerdo a la siguiente matriz estableceremos la Ponderación de detección de fallas en la investigación:

Tabla 8. Ponderación Estándar de Detección de Fallas.

Cuantitativa	Calificación Criterio	Tipos de inspección		
		A	B	C
1	Controles seguros para detectar: El ítem ha pasado a prueba de errores. Es casi improbable el hecho de realizar partes no conformes.	X		
2	Controles casi seguros para detectar: El ítem ha pasado por medición automática. No puede pasar la parte no conforme.	X	X	
3	Controles con buena oportunidad de detectar: Detección inmediata del error en la estación o en La estación siguiente. No pasa la unidad no conforme.	X	X	
4	Controles con buena oportunidad de detectar: Detección del error en la estación siguiente. No pasa la unidad no conforme.	X	X	
5	Controles que pueden detectar: Mediciones "pasa" o "no pasa" realizado en el 100% de las partes después de dejar la estación.		X	
6	Controles que pueden detectar: Control en menos del 100% de las partes; puede estar apoyado en métodos estadísticos.		X	X
7	Controles con poca oportunidad de detectar: Control logrado con doble inspección visual.			X
8	Controles con poca oportunidad de detectar: Control efectuado con una inspección visual.			X
9	Controles que probablemente no detectarán: Control logrado con verificaciones indirectas o al azar.			X
10	Certeza absoluta de no detección: No se controla, no se detecta.			

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

En la tabla, se marca "A" cuando la compañía usa pruebas de error para detectar posibles fallas, se marca "B" cuando se realizan mediciones automatizadas y "C" cuando se hace uso de inspecciones visuales o manuales. Con estas matrices y las formas de control que ejecuta la empresa, se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 9. Análisis de Detección de Modos de Falla – Parte N° 1.

Ítem	Equipo y/o Instalación Eléctrica	Función	Falla potencial	Control actual del proceso	Detección
01	Motor Eléctrico	Convertir energía eléctrica en energía cinética necesaria para el funcionamiento de otro equipo	Rodamientos defectuosos	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	5
			Cortocircuito	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	5
			Falso contacto entre terminales	Inspecciones visuales	8
02	Luminaria	Iluminar una determinada zona	Rotura de lámpara	Inspecciones visuales	8
			Cortocircuito	Inspecciones visuales	8
03	Grupo Electrónico	Generar energía eléctrica	Baterías defectuosas	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	5
			Bajo suministro de voltaje	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	4
04	Tablero Eléctrico	Distribuir y/o controlar energía eléctrica	Cortocircuito	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	4
			Salto de interruptores	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	4
05	Arrancador	Controlar el par de un motor durante su arranque y parada.	Incorrecto funcionamiento	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	5
06	Extractor de Aire	Extraer aire contaminado de una determinada zona.	Cortocircuito	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	5
07	Cargador de Baterías	Transmitir la energía que almacenan las baterías	No transmite energía	Mediciones de parámetros que se anotan en el libro de máquinas de la sala	5

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se establecieron los índices de Número de Prioridad de Riesgos de Modos de Falla, de acuerdo a la matriz reglamentaria:

Tabla 10. Análisis de Número de Prioridad de Riesgo de Modos de Falla.

Ítem	Equipo y/o Instalación Eléctrica	Función	Falla potencial	NPR
01	Motor Eléctrico	Convertir energía eléctrica en energía cinética necesaria para el funcionamiento de otro equipo	Rodamientos defectuosos	150
			Cortocircuito	120
02	Luminaria	Iluminar una determinada zona	Falso contacto entre terminales	256
			Rotura de lámpara	256
			Cortocircuito	192
03	Grupo Electrónico	Generar energía eléctrica	Baterías defectuosas	160
			Bajo suministro de voltaje	72
04	Tablero Eléctrico	Distribuir y/o controlar energía eléctrica	Cortocircuito	96
			Salto de interruptores	96
05	Arrancador	Controlar el par de un motor durante su arranque y parada.	Incorrecto funcionamiento	120
06	Extractor de Aire	Extraer aire contaminado de una determinada zona.	Cortocircuito	120
07	Cargador de Baterías	Transmitir la energía que almacenan las baterías	No transmite energía	120

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la matriz reglamentaria, la falla toma la condición de inaceptable si $NPR > 200$, reducible si $200 \geq NPR \geq 125$ y aceptable si $125 < NPR$.

A continuación, se presenta una tabla que demuestra los resultados de esta sección.

Tabla 11. Resultados del Análisis de Modos y Efectos de Falla.

Ítem	Condición de falla según NPR	Cantidad de eventos de falla (und)	Cantidad de eventos de falla acumulada (und)	Porcentaje de eventos de falla (%)	Porcentaje de eventos de falla acumulado (%)
01	Inaceptable	16	16	24.62	24.62
02	Reducible	20	36	30.77	55.39
03	Aceptable	29	65	44.62	100.00
	Total	65	-	100.00	-

Fuente: Elaboración propia.

Comentario: La distribución de los 65 eventos de falla están relacionados con infraestructura eléctrica según su NPR, resultando que entre reducibles y aceptables representa el 75.39% de todas las fallas, existiendo como inaceptables el 24.62%: por lo tanto, se determinó lo siguiente.

Fallas inaceptables:

- Falso contacto entre terminales en Luminaria.
- Rotura de lámpara en Luminaria.

Fallas reducibles:

- Rodamientos defectuosos en Motor Eléctrico.
- Cortocircuito en Luminaria.
- Baterías defectuosas en Grupo Electrónico.

Fallas aceptables:

- Cortocircuito en Motor Eléctrico.
- Bajo suministro de voltaje en Grupo Electrónico.
- Cortocircuito en Tablero Eléctrico.
- Salto de interruptor en Tablero Eléctrico.
- Incorrecto funcionamiento de Arrancador.
- Cortocircuito en Extractor de Aire.
- Cargador de Baterías no transmite energía.

Esta información servirá como base para la siguiente etapa.

4.3. Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los tableros de transferencia de grupos electrógenos y elementos conexos, mediante criterios de Ingeniería.

La elaboración del programa de mantenimiento preventivo para el sistema de tableros de transferencia de grupos electrógenos y elementos conexos, cuya captura de pantalla se muestra a continuación:

4.4. Calcular los nuevos indicadores de mantenimiento, en condición de mejora para contrastarlos con los iniciales

De acuerdo a lo obtenido, se ha proyectado que, según el NPR, entre reducibles y aceptables representa el 75.39% de todas las fallas, existiendo como inaceptables el 24.62%: por lo tanto, se determinó lo siguiente.

Tabla 13. Nuevo valor de la confiabilidad operacional

TMPR _{2018-II} '	TMPR _{2019-I} '	2018		2019	
		TMPR PROY.	TMEF PROY.	TMPR PROY.	TMEF PROY.
10.76	20.22	2.649112	76.210888	4.978164	82.171836
6.02	18.83	1.482124	64.517876	4.635946	73.624054
12.84	11.43	3.161208	59.508792	2.814066	80.485934
4.78	15.55	1.176836	45.623164	3.82841	79.08159
14.4	26.46	3.54528	81.37472	6.514452	115.665548
3.49	34.68	0.859238	123.930762	8.538216	152.921784
12.62	17.99	3.107044	65.462956	4.429138	109.570862
6.17	21.44	1.519054	53.540946	5.278528	93.251472
3.25	34.37	0.80015	42.05985	8.461894	116.678106
17.34	25.98	4.269108	62.930892	6.396276	87.203724
4.63	21.39	1.139906	178.890094	5.266218	99.313782
8.71	14.19	2.144402	49.285598	3.493578	82.906422
8.75083333	14.585	1.43630344	50.1853632	3.590827	65.1597286

TMPR
PROM = 2.51356522

TMEF
PROM = 57.6725459

Por lo tanto \longrightarrow **CO = 95.823679**

En consecuencia: Se proyecta como nuevo valor de la confiabilidad operacional el 95.82%

4.5. Realizar un estudio de costos de beneficio económico, implementación del Plan y retorno operacional de la inversión.

4.5.1. Beneficio económico por reducción de horas perdidas:

Tabla 14. *Beneficio debido a la reducción de horas perdidas.*

Equipo	MTTR actual (Hrs/año)	MTTR mejora (Hrs/año)	Ahorro en Hrs. Perdidas (Hrs/año)	Costo de operación (USD/Hr)	Ahorro USD/año
E01	945.265	232.724243	712.540757	15.00	10688.1114
E02	805.53	198.321486	607.208514	15.00	9108.12771
E03	638.8	157.27256	481.52744	15.00	7222.9116
E04	684.23	168.457426	515.772574	15.00	7736.58861
E06	1072.31	264.002722	808.307278	15.00	12124.6092
E09	1328.42	327.057004	1001.362996	15.00	15020.4449
E10	936.14	230.477668	705.662332	15.00	10584.935
E12	956.365	235.457063	720.907937	15.00	10813.6191
E13	1295.085	318.849927	976.235073	15.00	14643.5261
E15	1377.54	339.150348	1038.389652	15.00	15575.8448
E16	721.755	177.696081	544.058919	15.00	8160.88379
E18	641.57	157.954534	483.615466	15.00	7254.23199
Total:	11403.01	2807.421062	8595.588938	15.00	128,933.834

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se estipula que la utilidad económica y el ahorro por reducción de fallas es:

$$B_{\text{ahorro fallas}} = 128,933.83 \frac{\text{USD}}{\text{año}}$$

4.5.2. Costos por la implementación del mantenimiento:

Tabla 15. Costos de mantenimiento predictivo en tableros y grupos electrógenos

Acción	Frecuencia	Costo Unitario (USD)	Costo total (USD/año)
Análisis Termográfico	24 veces/año	35.00	840.00
Análisis de Aceite Dieléctrico de Transformador	11 veces/año	30.00	720.00
Análisis vibracional de motor de grupos electrógenos	24 veces/año	35.50	852.00
Trabajos de alineamiento laser de grupos electrógenos	25 veces/año	36.50	876.00
TOTAL			3288.00

Fuente: Elaboración propia

Costo total en mantenimiento predictivo: 3288.00*12 equipos = 39456.00 USD

4.5.3. Costos para la implementación del Mantenimiento Preventivo.

Tabla 16. Costos de mantenimiento preventivo en tableros y grupos electrógenos

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Cambio de terminales en luminarias -	2	125	250
Revisión/Cambio de lámparas luminarias periféricas -	5	85	425
Análisis vibracional V.T.F. Rodamientos de motor eléctrico	2	55	110
Termografía a cables y contactos de luminarias	2	110	220
Análisis de ácido y niveles de agua de baterías de Grupos Electrógenos.	2	25	50
Mantenimiento de bobinado de estator y rotor de Motor Eléctrico.	1	200	200
Testeo y comprobación de voltaje en Grupo Electrónico	1	80	80
Revisión/Cambio de fusibles y térmicos de Tableros Eléctricos	4	100	400
Revisión y mantenimiento de Arrancador de motor	1	120	120
Revisión/mantenimiento de motor del Extractor de Aire	1	130	130
Mantenimiento de Cargador de Baterías	1	105	105
			2090

Costo total en mantenimiento preventivo: 2090.00*12 = 25080.00 USD

4.5.4. Beneficio útil:

Tabla 17. Resumen de los costos de mantenimiento

Ahorro en horas perdidas	128933.83
Costos Predictivos	-33689.04
Costos Preventivos	-25080.00
Beneficio útil	70164.79 USD/año

Fuente: Elaboración propia

4.5.5. Inversión en activos fijos y tecnología para la implementación del Plan de Mantenimiento

Tabla 18. Inversión en activos

Activo	Cantidad	Precio unitario (US\$)	Precio total (US\$)
Grupo electrógeno de soporte -Stand by	1	20000.00	20000.00
Equipo de análisis de aceite dieléctrico	1	2500.00	2500.00
Vibrómetro para análisis de rodamientos	1	10000.00	10000.00
Cámara termográfica para puntos calientes	1	4500.00	4500.00
Equipo de alineamiento láser	1	3000.00	3000.00
Capacitación de personal	6	150.00	900.00
Multímetros para controles eléctricos	4	250.00	1000.00
Equipo cargador de baterías	1	350.00	350.00
Equipos para megado de conexiones	2	1200.00	2400.00
Costo total:			44650.00

Fuente: Elaboración propia

4.5.6. Evaluación financiera aplicando el VAN (Valor actual neto) y TIR (Tasa Interna de retorno)

Los cálculos se hicieron teniendo como base una tasa de descuento del 15 %, la cual fue seleccionada de acuerdo al análisis de varias tesis, siendo esta la que más usaron los autores para el análisis de proyectos de este tipo.

Ecuación 6. Formula de VAN

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos Adicionales		128933.83	161167.29	201459.12	251823.89	314779.87
Egresos		-58769.04	-58769.04	-58769.04	58769.04	58769.04
Inversión	44650.00					
Flujo de Caja	-44650.00	70164.79	102398.25	142690.08	193054.85	256010.83
Tasa de Descuento (15%)	0.15					
VAN 15%	\$425,274.06					
TIR	196%					

Tabla 19. fuente elaboración propia

Comentario: Como se puede observar los cálculos de la rentabilidad son cifras muy alentadoras obteniendo así un VAN= \$ 425,274.06, dándonos también un TIR = 196%. Estos resultados generan gran confianza para la inversión en esta empresa, lo cual sería recomendable la implementación de este plan de mantenimiento. A continuación, calcularemos el ROI (Retorno operacional de la inversión).

4.5.7. Retorno operacional de la inversión (R.O.I.)

$$R.O.I. = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio útil}}$$

$$R.O.I. = \frac{44650.00}{70164.79}$$

$$R.O.I. = 0.6365 \text{ AÑOS} \approx 8 \text{ meses}$$

V. DISCUSIÓN

En base al desarrollo de la investigación, en el presente capítulo se procede a la discusión de los resultados encontrados, de los objetivos planteados, para mejorar el plan de mantenimiento preventivo de los tableros emergentes de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial ubicado en Trujillo, mediante los cuales se evaluó el estado actual de fallas y performance de indicadores de mantenimiento del sistema de respaldo eléctrico comercial, para luego identificar mediante el estudio de criticidad, las fallas más determinantes en paralizaciones y realizar los correspondientes estudios de A.M.E.F. y N.P.R, con el que se pueda elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los tableros de transferencia de grupos electrógenos, mediante criterios de Ingeniería; para así calcular los nuevos indicadores de mantenimiento, en condición de mejora para contrastarlos con los iniciales; y finalmente realizar un estudio de costos de beneficio económico, de la implementación del plan y retorno operacional de la inversión.

De lo cual, se ha encontrado que, para la evaluación de performance de indicadores de mantenimiento, debemos calcular la confiabilidad operacional del último año de operación, del cual se obtuvo primero que la mayor parte de los colaboradores corresponde a técnicos (72%), mientras que lo restante (28%) eran Ingenieros; esto representó que el balance entre el personal de gestión y el que ejecuta es aceptable. Segundo, se corroboró que son 07 etapas las que conforman el proceso general de mantenimiento, cuyo recorrido correspondía a las actividades clásicas de llevar a cabo del proceso, tercero, en base a la satisfacción del área de coordinación de mantenimiento, la mayoría de los encuestados se encontraron satisfechos con el proceso general establecido. Por otra parte, en la evaluación de los equipos, del cual se obtuvo que TMPR para el 2018 se da 9,46 hora por parada y para el 2019 21, 98 hora por parada, mientras que para TMEF se obtuvo para el 2018 66.05 por hora parada, y para el 2019 de 81.06 por hora parada, finalmente, se determinó la confiabilidad operacional es de 82.39%.

Para la identificación de criticidad de las fallas más determinantes en paralizaciones, primero se ha relacionado las fallas ocurridas en el periodo 2018 al 2019, de lo que se ha observado que el punto de cruce entre la curva y la línea que sale del 80% del porcentaje acumulado, determina que 13 fallas contienen la mayor cantidad de eventos, los cuales son 65. Esto nos indica que la relación es: 50% de fallas provocan el 77.38% de los eventos. Así entonces, estas representan las fallas tomadas en cuenta en el análisis. Seguido se realizó en análisis de modo y efectos de fallas, de las 12 fallas identificadas en el Pareto, se han incluido las correspondientes a parpadeo de lámpara, dentro de falso contacto entre terminales. Para el análisis de la criticidad, se asignó una severidad muy alta cuando el equipo y/o instalación no pueden operar; sin embargo, sus funciones pueden ser reemplazadas por otro equipo. Mientras que, se asignó una severidad moderada cuando el equipo y/o instalación puede operar, pero no de la forma esperada. Y finalmente en el análisis de modos y efectos, la distribución de los 65 eventos de falla está relacionados con infraestructura eléctrica según su NPR, resultando que entre reducibles y aceptables representa el 75.39% de todas las fallas, existiendo como inaceptables el 24.62%.

Para establecer el debate respectivo de los resultados de la investigación, se ha tomado como referencia a los trabajos previos, citados anteriormente, para su correspondiente contrastación:

En una investigación realizada en Santiago de Chile (García Boñar, 2019), se actualizó y mejoró el sistema de control de un tablero de transferencia automática de 2 grupos electrógenos de 1100 kW conectados en paralelo con la red. Mediante un análisis de falla logró identificar la problemática asociada al mal funcionamiento del sistema de respaldo frente a cortes de energía eléctrica, para el inicio automático de ingreso en operación de este sistema de respaldo; comparativamente, en la investigación que se ha realizado se toman en cuenta todas las posibles fallas de equipos y/o instalación eléctrica del centro comercial, en macro, para deslindar en sistemas automáticos de ingreso a operación del tablero general de emergencias y los sistemas de iluminación y básicos de respaldo, utilizando controles y sensores con la correcta ingeniería.

En otro estudio realizado en Ecuador (Revelo Clerque, 2019), se realizó el diseño e instalación de una placa de transferencia automática (TTA) con monitoreo SCADA en una red de capacitación aislada en el CIELE. Con el fin de contribuir a la innovación para la sustentabilidad de la electricidad mediante un tablero de transferencia automática (TTA), diseñó un tablero compuesto principalmente por dos partes: la parte de control (compuesta por PLC) y la parte de control (monitoreo de voltaje) y utilizando el sistema SCADA, pudo obtener datos en tiempo real de frecuencia, voltaje, potencia, factor de potencia y corriente, así como controlar la tabla de transferencia automática de forma remota y local. Los resultados mostraron un tiempo de encendido para el generador conectado de 0 a 5 segundos y un tiempo de apagado de 5 a 10 segundos (cuando vuelve la red). En esta investigación, no se ha tomado en cuenta sistemas de este tipo por cuanto la muestra constituye el tablero de transferencia con un grupo electrógeno de 275 – 300 kW, mucho más pequeño que la referencia del antecedente descrito y no justifica implementar sistemas de monitoreo y control informático por el alto costo y complejidad.

En Nicaragua, los autores (Rivera Ortiz & Espinoza Martínez, 2017) analizaron y propusieron mejoras en el diseño de una transferencia automática de energía eléctrica utilizando logo PLC ante fallas de la red (como cortes del suministro eléctrico). Para cubrir la problemática diseñaron un sistema de transferencia de energía eléctrica compuesto principalmente por un PLC Siemens, Interbloqueo eléctrico IVE, relés control y breaker de control. La simulación fue ejecutada en el software CADE SIMU, en el cual demostraron el tiempo rápido de reacción cuando el UPS 1 (Sistema de alimentación interrumpida 1) falla y automáticamente entra a tallar el respaldo de carga, UPS 2 (Sistema de alimentación interrumpida 2).

En contrastación con la tesis de Rivera Ortiz & Espinoza Martínez, en la cual establecen una propuesta de mejoras en diseño compuesto principalmente por un PLC Siemens, interbloqueo eléctrico IVE, relés de control y breaker de control con simuladores CADE SIMU y sistemas de alimentación interrumpida UPS,

similarmente al anterior son sistemas sofisticados y de alto costo que sin tener en cuenta el análisis de fallas, simplemente optan por aseguramiento mediante softwares de generación última, pero a un costo excesivo que no presentan en la investigación. En esta investigación, se va de lo elemental a lo controlable; pues mediante una propuesta de mejora, se analizan las fallas características, tiempos de pérdida en reparaciones, tiempos de operaciones entre fallas y se evalúan condiciones de indicadores de mantenimiento, condiciones críticas y programa tentativo de tareas para optimizar el desarrollo de actividades de seguridad en el ingreso del servicio de emergencia ante cualquier falla o corte energético en el Centro Comercial, valorizándose todas las actividades y mantenimientos que corresponden al plan a implementar.

Frente a la investigación desarrollada por Cachago Yanacallo, en la cual se ha diseñado e implementado el sistema de control para tableros de sincronismo eléctrico y tableros de transferencia automática del sistema de distribución de baja tensión de hospital, se ha considerado pruebas de calibración y sincronismo dentro del mantenimiento preventivo a someter, con requerimientos de transferencia a 60 segundos de ingreso a servicio automático, lo que representa una inversión de US\$ 243695.00. Por otra parte esta investigación, se ha planteado la realización de mantenimiento preventivo en forma sistemática a todos los equipos inherentes a los tableros eléctricos de transferencia de marca MERLIN GERIN con grupo electrógeno MODASA pertenecientes al centro comercial, presupuestado una inversión inicial de 44650.00 US\$, mucho más económica y relacionándolo con el beneficio útil de 70164.79 US\$, otorga una recuperación de 8 meses; a todas luces más ventajoso y eficiente que lo mostrado en el antecedente.

El antecedente seleccionado de Ruiz Cavel fue de diseño y selección de un sistema de transferencia automático con inversor de redes para suministro de energía continuo, en el cual se seleccionaron componentes y dimensionaron el tablero correspondiente y, de acuerdo a los cálculos realizados se llegó a determinar que para una potencia instalada de 258.92 kW y una demanda de 152.58 kW, el sistema trabajaba a demanda máxima, por lo que se seleccionó como tablero capaz de operar a 250 A, y como elementos principales un inversor de redes, interruptores termomagnéticos y mandos motorizados; costo, 13000 soles. En esta investigación, definitivamente de mayor envergadura respecto al

antecedente que es una instalación semi rural (Moche), se han tenido en cuenta aspectos de seguridad de operaciones normales de abastecimiento y distribución de energía a todo el Centro Comercial y en el caso de falla del SINC o abastecimiento de Hidrandina, entrar en funcionamiento el tablero de transferencia para iluminación y refrigeración de emergencia mediante la operación automática de grupos electrógenos que deben igualmente garantizar el correcto abastecimiento emergente, por lo que el Plan de Mantenimiento para éstos debe cumplir todas las características planteadas en el desarrollo de la tesis.

Y en Perú (Ángulo Hernández & Yarleque Chunga, 2018), los parámetros eléctricos del grupo electrógeno del Hospital Regional Lambayeque fueron monitoreados por un sistema de transmisión automática de energía. Luego de las visitas al hospital se identificó el problema, lo que significa que los dos generadores de 400 kW son manuales y demoran alrededor de 4 minutos y 36 segundos. Con la intención de no poner en peligro la vida de los pacientes debido a la falta de energía eléctrica en los dispositivos médicos, diseñaron un sistema microcontrolado (TAD) utilizando software como Lab ViewW, Proteus, Virtual Serial Port, Multisim y Pic Basic. Pro. Las simulaciones otorgaron al nuevo sistema de transmisión automatizada un tiempo máximo de respuesta de 15 segundos, que dan un acercamiento a los mejores tiempos de accionamiento y reacción en segundos para entrar en automático a desarrollar la energía de transferencia hacia equipos emergentes, eso sí se podría incluir en el presente tema para tenerlo de respaldo de operaciones y simulaciones luego de desarrollar el plan de mantenimiento.

VI. CONCLUSIONES

Se han evaluado el estado actual de fallas y performance de indicadores de mantenimiento del sistema de respaldo eléctrico del Centro Comercial, materia de la presente tesis, en donde se tuvieron en cuenta factores de: Confiabilidad humana, de acuerdo a organización de personal y distribución de funciones por área de Mantenimiento; Confiabilidad de procesos, en base a la evaluación de las etapas de proceso de mantenimiento, procedimientos y funciones de los integrantes del área y su satisfacción; Mantenibilidad de equipos, en base a estudio de tiempos de parada, de reparaciones y número de paradas de los equipos; Confiabilidad de equipos, teniendo como referencia las horas de parada y horas de funcionamiento de equipos entre el número de paradas; y, Confiabilidad operacional o Disponibilidad en función a la relación de TMEF y TMPR.

Se identificaron mediante el estudio de criticidad, las fallas más determinantes en paralizaciones en las temporadas 2018-II y 2019-I, estableciéndose el Diagrama de Pareto correspondiente a las fallas en equipos e instalaciones eléctricas, de donde obtenemos las que entran en el análisis respectivo; a continuación se realizó el AMEF para determinar los modos de fallas posibles y realizar las ponderaciones y análisis de Severidad como también de Probabilidad de Fallas y establecidos los efectos, se ha procedido a ponderar en NPR (Número de prioridad de riesgos de modos de falla) cuyos resultados porcentuales serán de mucha ayuda para la proyección de nuevos indicadores en mejora y costos de la realización del Plan y que arrojaron a 2 fallas inaceptables, 3 fallas reducibles a deseables y 7 fallas aceptables.

Se ha elaborado el Programa de Mantenimiento Preventivo, teniendo en cuenta todas las fallas críticas y su distribución de atención semanal, quincenal y anual, de acuerdo a la calendarización adecuada para atención. En base a los resultados NPR se han proyectado los nuevos indicadores TMPR, TMEF que sirvieron para calcular la confiabilidad y disponibilidad en estado de mejora, estableciéndose como Confiabilidad = 95.824%

Se ha efectuado la evaluación de costos para la implementación de la propuesta de mejora del plan de y proyección del beneficio económico, así como el periodo de recuperación de la inversión, obteniéndose como beneficio económico por disminución de fallas: 128933.834 US\$, Costo por Mantenimiento Predictivo: 3288.00 US%, Costo por Mantenimiento Preventivo: 2090.00 US\$, que generan un Beneficio Útil de 70164.79.00 US\$. La inversión en activos fijos ha representado un valor de 44650.00 US\$ que, relacionándola con el Beneficio arroja un período de recuperación de 0.6365 años = 8 meses.

VII. RECOMENDACIONES

Los colaboradores del Centro Comercial en Trujillo, inmersos dentro de las actividades de mantenimiento de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos deberán recibir una adecuada capacitación y adecuación a la aplicación de la mejora que se ha elaborado, a fin de que la implementación del Plan de Mantenimiento sea la más idónea y de esta manera poder identificar frecuentemente los puntos y fallas críticas de las máquinas en estudio.

Se recomienda efectuar en períodos anuales, actualizaciones de todas las actividades comprendidas en el A.M.E.F. de esta investigación, a fin de mantener actualizado el análisis de todos los equipos denominados críticos, dando cumplimiento estricto a lo establecido en las hojas de toma de decisiones.

Asimismo, se recomienda institucionalizar actividades de seguimiento frecuente e inspecciones inopinadas, en base al programa y ajustes o cuando la Jefatura lo determine, haciendo énfasis en la utilización de herramientas predictivas, las mismas que deberán ser adquiridas para la implementación del Plan. Todo ello determinará la correcta reducción de tiempos perdidos, incremento de la eficiencia de los equipos y mayor productividad.

Finalmente, se recomienda que, en próximas investigaciones afines al tema de esta tesis, se realicen estudios similares; pero aplicando paralelamente softwares de cálculo y simulación apropiados para la exactitud de indicadores, costos y beneficios y poder contrastarlos con los calculados mediante proyección, como en este tema.

REFERENCIAS

- Aguilar Rodríguez, E., & Pérez Soler, E. (2016). *Análisis de causas y soluciones para el disparo intempestivo de las protecciones de grupos electrógenos*. Castelló, España.
- Alban Salazar, N. E. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad*. Chiclayo, Perú.
- Ángulo Hernández, S. H., & Yarleque Chunga, J. A. (2018). *Diseño de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica con monitoreo de parámetros eléctricos para el grupo electrógeno del Hospital Regional de Lambayeque*. Pimentel, Perú.
- Cachago Yanacallo, K. E. (2017). *Diseño e implementación del sistema de control para los tableros de sincronismo eléctrico y tableros de transferencia automática del sistema de distribución de baja tensión del hospital estándar de 200 camas esmeraldas*. Quito, Ecuador.
- Chapman, S. (2015). *Máquinas Eléctricas*. McGraw-Hill.
- Energyst. (2021). *Energyst CAT*. Obtenido de Energyst CAT:
<https://www.energyst.com/es-int/soluciones/corte-electrico/>
- Fernández Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2015). *Automation for the monitoring and control of a generator with electric start*. Cali, Colombia.
- Garavito González, M. S. (2018). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para flota de generadores Empresa Generación y Sistemas S.P.A (GENSYS)*. Santiago, Chile.
- García Boñar, A. A. (2019). *Desarrollo del sistema de control de un tablero de transferencia automática de 2 grupos electrógenos en paralelo con la red*. Santiago de Chile.
- Gonzales Briceño, E. W. (2017). *Propuesta de diseño de un sistema SCADA para mejorar el funcionamiento del grupo electrógeno en el Hospital Regional de Jaén, 2017*. Chiclayo, Perú.

- Martínez Delgado, E., Cabrera Gómez, J., & Arce Castro, B. A. (2019). *Diagnosis of maintenance service for emergency power suppliers*. La Habana, Cuba.
- Quintuña Caiza, E. R., & Villacís Galarza, W. R. (2014). *Diseño y Construcción de un Tablero de Transferencia Automática de Generadores de Emergencia y Monitoreo con Sistema SCADA*. Riobamba, Ecuador.
- Revelo Clerque, A. R. (2019). *Diseño e instalación de un tablero de transferencia automático (TTA) con monitoreo SCADA a una red aislada de entrenamiento en CIELE*. Ibarra, Ecuador.
- Rivera Ortiz, R. C., & Espinoza Martínez, J. J. (2017). *Diseño de un sistema de transferencia de energía eléctrica para el respaldo por fallo de la energía comercial*. Managua, Nicaragua.
- Ruiz Cavel, O. (2021). *Dimensionamiento y selección de un sistema de transferencia automático con inversor de redes para permitir el suministro eléctrico continuo en un centro de innovación tecnológica*. Trujillo, Perú.
- Vega Acuña, A. M. (2017). *Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017*. Lima, Perú.
- Verena Mercado, J. (2016). *Model of management of maintenance focused in the efficiency and optimization of the electric power*. Venezuela .

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente Funcionamiento actual del TTA	Acción y efecto de funcionar. El funcionamiento está vinculado a la capacidad de un dispositivo para cumplir con sus funciones habituales.	El funcionamiento del TTA está en condiciones que afecta la reacción de uno de los grupos electrógenos del centro comercial.	Disponibilidad & Confibilidad	Cuantitativa de razón
Dependiente Plan de mantenimiento preventivo	Conjunto de tareas preventivas que se realizan en una instalación con el fin de cumplir con objetivos como disponibilidad, fiabilidad, etc.	El plan de mantenimiento preventivo es una gestión de actividades que optimizará el funcionamiento del TTA.	AMEF NPR Programa de mantenimiento	Cuantitativa de razón

Anexo 2. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad	Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad
Análisis de documentos Brinda la obtención de información clara y correcta que será una de las bases para el desarrollo del presente proyecto.	Ficha de análisis documental Es una guía que contendrá toda la información valiosa de documentos analizados.
Entrevista Dialogo entre dos o más personas, uno que hace las preguntas y otro que las responde. Generalmente el entrevistado es especialista en algún tema en particular. Sirve para obtener información importante y confiable.	Cuestionario Se desarrollará un cuestionario a base de 10 preguntas que se les aplicará a las personas asociadas directamente con el mantenimiento de los tableros de transferencia del grupo electrógeno del centro comercial (ver Anexo 1).
Observación Técnica que permite conocer, registrar, comparar y describir datos.	Guía de observación Instrumento que se empleará para tener un orden sobre los datos que servirán para el desarrollo de la investigación.

Fuente: Propia, 2021

**Anexo 3. Instrumento de recolección de datos – Condiciones de trabajo del área
Gestión de Activos.**

Ítem	Integrante	Tipo de puesto	Tipo de horario	Tipo de contrato	Cant. (und)
1	Superintendente de Gestión de Activos	Superintendente	No fiscalizado	Temporal	01
2	Jefe de Planificación de Gestión de Activos	Jefe	No fiscalizado	Indeterminado	01
3	Jefe de Ejecución de Gestión de Activos	Jefe	No fiscalizado	Indeterminado	01
4	Planificador de Gestión de Activos	Analista	No fiscalizado	Indeterminado	03
5	Programador de Gestión de Activos	Analista	No fiscalizado	Temporal	02
6	Coordinador de Mantenimiento	Supervisor	No fiscalizado	Temporal	04
7	Responsable de Taller Mecánico	Técnico	No fiscalizado	Indeterminado	01
8	Responsable de Taller Hidráulico	Técnico	No fiscalizado	Indeterminado	01
9	Responsable de Taller Soldadura	Técnico	No fiscalizado	Indeterminado	01
10	Responsable de Taller Maestranza	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	01
11	Responsable de Taller Refrigeración	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	01
12	Responsable de Taller Eléctrico	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	01
13	Responsable de Taller Electrónico	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	01
14	Operario mecánico	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	04
15	Operario hidráulico	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	04
16	Operario soldador	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	04
17	Operario de máquinas-herramientas	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	02
18	Operario de refrigeración	Técnico	Fiscalizado	Indeterminado	01
19	Auxiliar mecánico	Técnico	Fiscalizado	Temporal	02
20	Auxiliar hidráulico	Técnico	Fiscalizado	Temporal	02
21	Auxiliar soldador	Técnico	Fiscalizado	Temporal	02
22	Auxiliar de máquinas-herramientas	Técnico	Fiscalizado	Temporal	02
23	Auxiliar de refrigeración	Técnico	Fiscalizado	Temporal	01
Total					43

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos – Descripción del Proceso General de Mantenimiento.

1. Identificación del trabajo	2. Trabajo de emergencia	3. Planificación del trabajo	4. Programación del trabajo	5. Ejecución del trabajo	6. Completar ODM	7. Cierre ODM
<p>En temporada de operación, el Jefe de Máquinas se comunica con los radio-operadores para reportar novedades. Éstas incluyen las fallas aparecidas durante navegación. En temporada de veda, el mismo elabora una lista de trabajos que eleva al área de Gestión de Activos.</p>	<p>El proceso sigue la ruta de esta etapa durante temporada de operación, donde el Coordinador de Mantenimiento define si el trabajo identificado tiene carácter de emergencia y a la vez realiza todas las gestiones logísticas de aquellos que sí se ejecutan.</p>	<p>El proceso sigue la ruta de esta etapa durante temporada de veda, donde el Planificador de Gestión de Activos recopila los trabajos solicitados y los contrasta con el historial de mantenimiento. Si la actividad se estima en un periodo de 15 días a más, el mismo se encarga de cargar materiales y crear operaciones.</p>	<p>El Programador de Gestión de Activos elabora un cronograma con el cual se pueden seguir y controlar las actividades planificadas. Si la labor se estima en un periodo de 8 a 14 días, el mismo se encarga de cargar materiales y crear operaciones.</p>	<p>El Coordinador de Mantenimiento interactúa directamente con las empresas contratistas y con los Responsables de Talleres para que los trabajos se ejecuten en el periodo programado. Si una labor se estima de 1 a 7 días, el mismo se encarga de cargar materiales y crear operaciones.</p>	<p>El Planificador de Gestión de Activos, el Programador de Gestión de Activos y el Coordinador de Mantenimiento se hacen cargo de completar todas las ODM que aperturaron.</p>	<p>El Planificador de Gestión de Activos verifica que cada ODM ejecutada se encuentre completa y así proceder a darle cierre técnico.</p>

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos – Formato de encuesta sobre Satisfacción del área Gestión de Activos.

CUESTIONARIO SOBRE SATISFACCIÓN DEL ÁREA GESTIÓN DE ACTIVOS					
La presente hoja consta de 10 ítems. Cada uno tendrá 05 posibles respuestas que corresponden a una escala de satisfacción. Marcar con un aspa la opción que mejor le parezca. Muchas gracias por su tiempo.					
ÍTEM Nº 1	¿Está usted conforme con el proceso general?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 2	¿Está usted conforme con la forma en que capacitaron sobre el proceso general?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 3	¿Está usted conforme con la disponibilidad de información existente sobre el proceso general?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 4	¿Está usted conforme con la coordinación entre los integrantes?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 5	¿Está usted conforme con la forma de medir el desempeño de los integrantes?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 6	¿Está usted conforme con los tipos de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 7	¿Está usted conforme con la cantidad de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 8	¿Está usted conforme con la forma en que se comunican cambios imprevistos en los trabajos planificados durante temporada de veda?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 9	¿Está usted conforme con la velocidad de atención de fallas durante temporada de operación?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 10	¿Está usted conforme con los cambios después de haber implementado la Gestión de Activos?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho

Anexo 6.: Instrumento de recolección de datos – Reportes de Operación de Temporada CHI-2018-II de la EP01.

Reportes de Operación – Temporada CHI-2018-II – EP01																
Unidad del Centro Comercial	Fecha de toma de datos	Hora de toma de datos	Fecha de ingreso a zona	Hora de ingreso a zona	Fecha de salida de zona	Hora de salida de zona	Unidad de intervención	Fecha	Hora	Fecha de inicio de descarga	Hora de inicio de descarga	Fecha de fin de descarga	Hora de fin de descarga	Captura de materia prima (ton)	Consumo de combustible en faena (gln)	Consumo de combustible en descarga (gln)
	2018-11-21	23:11:00	2018-11-22	02:00:00	2018-11-22	19:45:00	VEGETA	2018-11-22	22:35:00	2018-11-23	00:49:00	2018-11-23	01:19:00	62.00	1,620.00	30.00
	2018-11-23	01:34:00	2018-11-23	03:30:00	2018-11-23	14:00:00	VEGETA	2018-11-23	15:30:00	2018-11-23	18:59:00	2018-11-23	20:28:00	194.24	900.00	40.00
	2018-11-23	23:54:00	2018-11-24	01:20:00	2018-11-25	18:20:00	TAMBOR A	2018-11-25	19:00:00	2018-11-26	00:37:00	2018-11-26	01:41:00	135.46	3,210.00	100.00
	2018-11-26	02:12:00	2018-11-26	04:30:00	2018-11-26	15:05:00	TAMBOR A	2018-11-26	16:30:00	2018-11-26	23:15:00	2018-11-27	01:22:00	286.07	900.00	90.00
	2018-11-27	01:49:00	2018-11-27	04:00:00	2018-11-27	15:45:00	TAMBOR A	2018-11-27	17:20:00	2018-11-27	21:50:00	2018-11-27	22:30:00	89.75	1,210.00	100.00
	2018-11-28	00:12:00	2018-11-28	05:00:00	2018-11-28	16:05:00	TAMBOR A	2018-11-28	19:40:00	2018-11-28	23:30:00	2018-11-29	00:36:00	111.26	1,300.00	50.00
	2018-11-29	00:49:00	2018-11-29	03:15:00	2018-11-29	13:10:00	TAMBOR A	2018-11-29	15:40:00	2018-11-29	19:03:00	2018-11-29	19:34:00	52.44	1,150.00	50.00

20 18 - 11 - 30	00: 39: 00	201 8- 11- 30	08: 20: 00	20 18 - 11 - 30	15: 00: 00	TAMB O DE MOR A	20 18 - 11 - 30	16: 00: 00	201 8- 11- 30	16:0 6:00	201 8- 11- 30	17:3 2:00	188 .95	1,020 .00	20.00
20 18 - 11 - 30	18: 24: 00	201 8- 12- 01	04: 30: 00	20 18 - 12 - 01	16: 55: 00	TAMB O DE MOR A	20 18 - 12 - 02	02: 13: 00	201 8- 12- 02	05:4 5:00	201 8- 12- 02	07:5 8:00	357 .81	2,280 .00	70.00
20 18 - 12 - 02	08: 31: 00	201 8- 12- 02	10: 30: 00	20 18 - 12 - 03	12: 00: 00	TAMB O DE MOR A	20 18 - 12 - 03	13: 45: 00	201 8- 12- 03	18:3 0:00	201 8- 12- 03	21:5 8:00	265 .18	1,930 .00	70.00
20 18 - 12 - 03	23: 29: 00	201 8- 12- 04	02: 00: 00	20 18 - 12 - 04	16: 35: 00	TAMB O DE MOR A	20 18 - 12 - 04	18: 30: 00	201 8- 12- 04	22:2 7:00	201 8- 12- 04	22:5 6:00	45. 53	1,470 .00	50.00
20 18 - 12 - 04	23: 07: 00	201 8- 12- 05	01: 00: 00	20 18 - 12 - 05	14: 00: 00	TAMB O DE MOR A	20 18 - 12 - 05	16: 20: 00	201 8- 12- 05	19:3 1:00	201 8- 12- 05	21:3 5:00	308 .09	900.0 0	50.00
20 18 - 12 - 06	00: 22: 00	201 8- 12- 06	02: 00: 00	20 18 - 12 - 06	17: 40: 00	TAMB O DE MOR A	20 18 - 12 - 06	20: 28: 00	201 8- 12- 06	21:3 5:00	201 8- 12- 07	00:1 0:00	314 .76	1,340 .00	70.00
20 18 - 12 - 07	00: 18: 00	201 8- 12- 07	07: 00: 00	20 18 - 12 - 08	17: 40: 00	VEG UETA	20 18 - 12 - 08	23: 00: 00	201 8- 12- 09	04:5 1:00	201 8- 12- 09	08:2 6:00	361 .95	3,430 .00	120.0 0
20 18 - 12 - 09	08: 30: 00	201 8- 12- 09	16: 00: 00	20 18 - 12 - 11	09: 30: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 11	17: 00: 00	201 8- 12- 11	17:0 8:00	201 8- 12- 11	20:4 4:00	433 .72	3,580 .00	50.00
20 18 - 12 - 11	22: 44: 00	201 8- 12- 12	09: 00: 00	20 18 - 12 - 12	19: 35: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 13	7:0 0:0 0	201 8- 12- 13	07:4 0:00	201 8- 12- 13	09:5 0:00	333 .08	2,730 .00	50.00
20 18 - 12 - 12	11: 30: 00	201 8- 12- 13	23: 30: 00	20 18 - 12 - 12	18: 25: 00	VEG UETA	20 18 - 12 - 12	19: 40: 00	201 8- 12- 15	01:1 7:00	201 8- 12- 15	02:1 5:00	157 .17	2,240 .00	80.00

	- 13				- 14			- 14								
	20 18 - 12 - 15	02: 26: 00	201 8- 12- 15	22: 00: 00	20 18 - 12 - 16	17: 25: 00	MALA BRIG O	20 18 - 12 - 16	20: 15: 00	201 8- 12- 16	22:2 9:00	201 8- 12- 16	22:5 9:00	84. 46	3,080 .00	50.00
	20 18 - 12 - 17	01: 50: 00	201 8- 12- 17	05: 00: 00	20 18 - 12 - 17	15: 45: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 17	21: 00: 00	201 8- 12- 17	21:3 5:00	201 8- 12- 18	00:3 7:00	401 .09	1,280 .00	50.00
	20 18 - 12 - 18	02: 01: 00	201 8- 12- 18	05: 30: 00	20 18 - 12 - 18	14: 25: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 18	18: 30: 00	201 8- 12- 18	20:5 1:00	201 8- 12- 18	21:3 3:00	113 .91	1,170 .00	40.00
CHIM BOTE	20 18 - 12 - 19	20: 49: 00	201 8- 12- 19	22: 30: 00	20 18 - 12 - 20	11: 55: 00	VEG UETA	20 18 - 12 - 20	21: 00: 00	201 8- 12- 20	21:0 8:00	201 8- 12- 20	21:3 5:00	56. 82	1,500 .00	20.00
VEG UETA	20 18 - 12 - 20	21: 51: 00	201 8- 12- 20	23: 45: 00	20 18 - 12 - 22	13: 30: 00	VEG UETA	20 18 - 12 - 22	14: 00: 00	201 8- 12- 22	16:1 2:00	201 8- 12- 22	16:5 7:00	93. 70	2,580 .00	50.00
VEG UETA	20 18 - 12 - 22	17: 06: 00	201 8- 12- 23	05: 00: 00	20 18 - 12 - 23	09: 00: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 23	09: 40: 00	201 8- 12- 23	11:4 7:00	201 8- 12- 23	12:3 2:00	89. 58	1,250 .00	20.00
CHIM BOTE	20 18 - 12 - 25	21: 28: 00	201 8- 12- 26	00: 30: 00	20 18 - 12 - 26	17: 20: 00	MALA BRIG O	20 18 - 12 - 26	22: 30: 00	201 8- 12- 26	23:5 5:00	201 8- 12- 27	01:1 8:00	201 .85	1,530 .00	40.00
MALA BRIG O	20 18 - 12 - 27	01: 29: 00	201 8- 12- 27	08: 00: 00	20 18 - 12 - 27	14: 50: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 27	15: 45: 00	201 8- 12- 27	21:3 8:00	201 8- 12- 27	22:2 2:00	104 .23	1,060 .00	100.0 0
COIS HCO	20 18 - 12 - 27	23: 03: 00	201 8- 12- 28	07: 00: 00	20 18 - 12 - 28	19: 40: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 28	23: 28: 00	201 8- 12- 28	23:5 0:00	201 8- 12- 29	00:5 3:00	136 .38	1,500 .00	30.00
COIS HCO	20 18 - 12 - 27	01: 02: 00	201 8- 12- 28	08: 10: 00	20 18 - 12 - 28	16: 54: 00	MALA BRIG O	20 18 - 12 - 28	19: 05: 00	201 8- 12- 28	21:3 5:00	201 8- 12- 29	22:5 9:00	237 .74	1,170 .00	50.00

	12 - 29		12- 29		12 - 29			12 - 29		12- 29		12- 29				
MALA BRIG O	20 18 - 12 - 29	23: 07: 00	201 8- 12- 30	01: 20: 00	20 18 - 12 - 30	08: 50: 00	MALA BRIG O	20 18 - 12 - 30	10: 30: 00	201 8- 12- 30	14:5 2:00	201 8- 12- 30	16:5 8:00	279 .27	900.0 0	100.0 0
MALA BRIG O	20 18 - 12 - 30	17: 57: 00	201 8- 12- 30	20: 30: 00	20 18 - 12 - 31	14: 00: 00	COIS HCO	20 18 - 12 - 31	16: 30: 00	201 8- 12- 31	18:3 4:00	201 8- 12- 31	19:5 1:00	145 .26	1,650 .00	50.00
CHIM BOTE	20 19 - 01 - 02	22: 00: 00	201 9- 01- 03	01: 10: 00	20 19 - 01 - 04	17: 25: 00	COIS HCO	20 19 - 01 - 04	19: 00: 00	201 9- 01- 04	19:5 9:00	201 9- 01- 04	20:2 0:00	37. 84	1,960 .00	30.00
COIS HCO	20 19 - 01 - 04	23: 35: 00	201 9- 01- 05	01: 00: 00	20 19 - 01 - 05	08: 40: 00	COIS HCO	20 19 - 01 - 05	09: 40: 50	201 9- 01- 05	12:3 3:00	201 9- 01- 05	12:5 9:00	58. 08	650.0 0	40.00

Anexo 7. Modelo de cuestionario

Dirigida a los técnicos de mantenimiento del sistema eléctrico del centro comercial en Trujillo

Tema: Funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno

CUESTIONARIO

Fecha: ____/____/____

Nombre del entrevistado: _____

OBJETIVO:

Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno del centro comercial ubicado en Trujillo – Perú.

PREGUNTAS:

1. ¿Se le aplica algún mantenimiento preventivo al TTA de grupos electrógenos?

2. ¿Cuándo es la última vez que se ha aplicado algún mantenimiento al TTA?

3. ¿Existe un registro de fallas del TTA?

4. ¿Conocen la disponibilidad de trabajo del TTA?

5. Podría describir la importancia de un TTA en el sistema de respaldo eléctrico del centro comercial.

6. ¿Cuánto demora aproximadamente en encender el GE cuando el TTA está inoperativo?

7. ¿Cuáles considera usted que son los factores que impactan en el mal funcionamiento u inoperatividad del TTA?

8. ¿Cree usted que un buen plan de mantenimiento preventivo mejoraría la operatividad del TTA? ¿De qué forma?

9. ¿Considera usted necesaria la existencia de un control e historial de registros?

Entrevistador: _____

ELABORADO POR: Aguirre Mendoza, José y Rodríguez Paredes, Jairo

Anexo 8. Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)



CÓDIGO DE ETICA DEL CIP

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

Anexo 9. Código de Ética de Investigación de la Universidad Cesar Vallejo (UCV)



RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 0126-2017/UCV

Trujillo, 23 de mayo de 2017

VISTA: la comunicación electrónica que remite el Vicerrector de Investigación de la UCV, Dr. Santiago Benites Castillo, solicitando se emita la resolución que modifique el **CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**; y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 22 de la Ley 30220 establece que la SUNEDU es la autoridad central de la supervisión de la calidad bajo el ámbito de su competencia, incluyendo el licenciamiento y supervisión de las condiciones del servicio educativo de nivel superior universitario, en razón de lo cual dicta normas y establece procedimientos para asegurar el cumplimiento de las políticas públicas del Sector Educación en materia de su competencia;

Que para prestar el servicio educativo, las universidades peruanas deberán obtener la licencia de funcionamiento institucional, la misma que se detalla en la Resolución de Consejo Directivo N° 006-2015/SUNEDU/CD, emitida por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU;

Que en cumplimiento del Cronograma del Grupo 5 de los Grupos de Implementación del Licenciamiento la Universidad César Vallejo presentó a la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU, el informe final para la revisión por la entidad supervisora;

Que con fecha 28 de abril del presente año; mediante Of. 233-2017/SUNEDU 02-12, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU, solicita información y precisiones en el marco de la solicitud del Licenciamiento Institucional del Indicador 34: Código de Ética para la Investigación, MV1: "Incluir en el Código de ética para la investigación las sanciones e infracciones, además indicar las gradualidades de la falta, factores agravantes o atenuantes, particularidades par los casos de personas nuevas o reincidentes, etc.;

Que el Dr. Santiago Benites Castillo, Vicerrector de Investigación, ha ejecutado, ha tomado las acciones necesarias para el levantamiento de las observaciones presentadas por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria, y ha solicitado la inclusión de las sanciones e infracciones, además indicar las gradualidades de la falta, factores agravantes o atenuantes, particularidades par los casos de personas nuevas o reincidentes en el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, aprobado mediante Resolución de Consejo Universitario N°0083-2016-UCV, de fecha 29 de noviembre del 2016;

Que el Rector, Dr. Humberto Lempén Coronel, en tanto se aprueba la modificación Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo ha autorizado que se emita una resolución de Consejo Universitario aprobándola, con cargo a dar cuenta al Consejo Universitario para su aprobación en su próxima sesión institucional;

Estando a lo expuesto y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

Campus La Libertad
Av. Larco 1770
Telf.: (044) 485000 - (044) 485020
Fax: (044) 485019
Trujillo - Perú.
www.ucv.edu.pe

Anexo 10. Matriz de consistencia

Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo				
Problema	Objetivo	Variable	Indicado	Metodología
¿De qué manera se mejorará el plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática del grupo electrógeno de un centro comercial ubicado en Trujillo?	<p>General</p> <p>Mejorar el plan de mantenimiento preventivo de los tableros emergentes de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial ubicado en Trujillo.</p> <p>Específicos</p> <p>i) Evaluar el estado actual de fallas y performance de indicadores de mantenimiento del sistema de respaldo eléctrico comercial; ii) Identificar mediante el estudio de criticidad, las fallas más determinantes en paralizaciones y realizar los correspondientes estudios de A.M.E.F. y N.P.R.; iii) Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los tableros de transferencia de grupos electrógenos, mediante criterios de Ingeniería; iv) Calcular los nuevos indicadores de mantenimiento, en condición de mejora para contrastarlos con los iniciales; v) Realizar un estudio de costos de beneficio económico, implementación del Plan y retorno operacional de la inversión.</p>	<p>Funcionamiento actual del TTA</p> <p>Plan de mantenimiento preventivo</p>	<p>Disponibilidad</p> <p>Confiabilidad</p> <p>AMEF</p> <p>NPR</p> <p>Programa de mantenimiento</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Diseño cuasi experimental</p> <p>Población:</p> <p>Tableros eléctricos de transferencia de marca MERLIN GERIN con grupo electrógeno MODASA pertenecientes al centro comercial.</p> <p>Muestra:</p> <p>Tablero de transferencia con un grupo electrógeno de marca MODASA de 275 - 300 kW del centro comercial ubicado en Trujillo – Perú.</p>

Anexo 11. Criterios para evaluación del NPR (Améndola, 2012)

Gravedad	
Descripción	Puntaje
Imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo pero no para el sistema	6-7
Elevada, falla crítica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

Ocurrencia	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Detección	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Las características de análisis del NPR (Número de Prioridad de Riesgo):

$NPR > 200$ Fallas Inaceptables (I).

$125 < NPR \leq 200$ Fallas reducibles deseables (R).

$NPR \leq 125$ Fallas Aceptables (A).

Anexo 12. *Criterios* de evaluación del análisis de criticidad (Améndola, 2012)

Frecuencia de fallas	
Elevado mayor a 40 fallas/año	4
Promedio 20-40 fallas/año	3
Buena 10-20 fallas/año	2
Excelente menos de 10 fallas/año	1

Impacto Operacional	
Parada total del equipo	10
Parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistema	7-9
Impacta a niveles de producción o calidad	5-6
Repercute en costos operacionales asociado a disponibilidad	2-4
No genera ningún efecto significativo	1

Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene	
Accidente catastrófico	8
Accidente mayor serio	6-7
Accidente menor e incidente menor	4-5
Cuasiaccidente o incidente menor	2-3
Desvío	1
No provoca ningún tipo de riesgo	0

Costo de mantenimiento	
Mayor o igual a US\$ 400 (incluye repuestos)	2
Inferior a US\$ 400 (incluye repuestos)	1

Flexibilidad Operacional	
No existe opción igual o equipo similar de repuesto	4
El equipo puede seguir funcionando	2-3
Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)	1

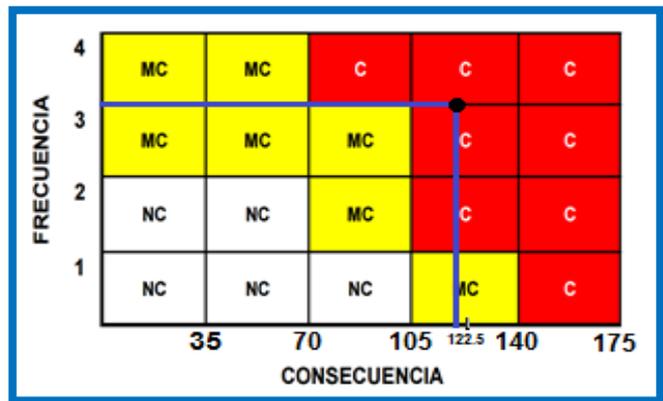


Figura - Intersección de la falla según la frecuencia y la consecuencia

En la siguiente Gráfica, “Matriz de Criticidad” se muestra la intersección de la consecuencia y la frecuencia de falla ponderada dando como resultado una falla media crítica para el elemento.

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de análisis documental) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Crterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Ítem	Integrante	Tipo de puesto	Tipo de horario	Tipo de contrato	Cant. (und)
Total					

1. Identificación del trabajo	2. Trabajo de emergencia	3. Planificación del trabajo	4. Programación del trabajo	5. Ejecución del trabajo	6. Completar ODM	7. Cierre ODM

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de análisis documental.
Objetivo del instrumento	Revisar las condiciones de trabajo del área Gestión de Activos.
Nombres y apellidos del experto	Corcuera Orbegoso Juan Jose
Documento de identidad	41639315
Años de experiencia en el área	8 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Jefe de Operaciones Mall Plaza Trujillo
Número telefónico	924881442
Firma	 ----- Juan J. Corcuera Orbegoso ING. INDUSTRIAL R. CIP. 158269
Fecha	11/12/2021

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE CUESTIONARIO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Cuestionario) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

CUESTIONARIO

CUESTIONARIO SOBRE SATISFACCIÓN DEL ÁREA GESTIÓN DE ACTIVOS

La presente hoja consta de 10 ítems. Cada uno tendrá 05 posibles respuestas que corresponden a una escala de satisfacción. Marcar con un aspa la opción que mejor le parezca. Muchas gracias por su tiempo.

ÍTEM Nº 1	¿Está usted conforme con el proceso general?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 2	¿Está usted conforme con la forma en que capacitaron sobre el proceso general?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 3	¿Está usted conforme con la disponibilidad de información existente sobre el proceso general?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 4	¿Está usted conforme con la coordinación entre los integrantes?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 5	¿Está usted conforme con la forma de medir el desempeño de los integrantes?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 6	¿Está usted conforme con los tipos de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 7	¿Está usted conforme con la cantidad de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 8	¿Está usted conforme con la forma en que se comunican cambios imprevistos en los trabajos planificados durante temporada de veda?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 9	¿Está usted conforme con la velocidad de atención de fallas durante temporada de operación?					
	<input type="checkbox"/> Muy insatisfecho	<input type="checkbox"/> Insatisfecho	<input type="checkbox"/> Aceptable	<input type="checkbox"/> Satisfecho	<input type="checkbox"/> Muy satisfecho	

ÍTEM N° 10	¿Está usted conforme con los cambios después de haber implementado la Gestión de Activos?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario.
Objetivo del instrumento	Medir la satisfacción del área Gestión de Mantenimiento
Nombres y apellidos del experto	Corcuera Orbegoso Juan Jose
Documento de identidad	41639315
Años de experiencia en el área	8 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Jefe de Operaciones Mall Plaza Trujillo
Número telefónico	924881442
Firma	 ----- Juan J. Corcuera Orbegoso ING. INDUSTRIAL R. CIP. 158269
Fecha	11/12/2021

Dirigida a los técnicos de mantenimiento del sistema eléctrico del centro comercial en Trujillo

Tema: Funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno

CUESTIONARIO

Fecha: ____/____/____

Nombre del entrevistado: _____

OBJETIVO:

Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno del centro comercial ubicado en Trujillo – Perú.

PREGUNTAS:

1. ¿Se le aplica algún mantenimiento preventivo al TTA de grupos electrógenos?

2. ¿Cuándo es la última vez que se ha aplicado algún mantenimiento al TTA?

3. ¿Existe un registro de fallas del TTA?

4. ¿Conocen la disponibilidad de trabajo del TTA?

5. Podría describir la importancia de un TTA en el sistema de respaldo eléctrico del centro comercial.

6. ¿Cuánto demora aproximadamente en encender el GE cuando el TTA está inoperativo?

7. ¿Cuáles considera usted que son los factores que impactan en el mal funcionamiento u inoperatividad del TTA?

8. ¿Cree usted que un buen plan de mantenimiento preventivo mejoraría la operatividad del TTA? ¿De qué forma?

9. ¿Considera usted necesaria la existencia de un control e historial de registros?

Entrevistador: _____

ELABORADO POR: **Aguirre Mendoza, José y Rodríguez Paredes, Jairo**

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario.
Objetivo del instrumento	Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia.
Nombres y apellidos del experto	Corcuera Orbegoso Juan José
Documento de identidad	41639315
Años de experiencia en el área	8 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Jefe de Operaciones Mall Plaza Trujillo
Número telefónico	924881442
Firma	 ----- Juan J. Corcuera Orbegoso ING. INDUSTRIAL R. CIP. 158269
Fecha	11/12/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	guía de observación
Objetivo del instrumento	recolección de reportes de operación por temporada.
Nombres y apellidos del experto	Corcuera Orbegoso Juan Jose
Documento de identidad	41639315
Años de experiencia en el área	8 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Jefe de Operaciones Mall Plaza Trujillo
Número telefónico	924881442
Firma	 ----- Juan J. Corcuera Orbegoso ING. INDUSTRIAL R. CIP. 158269
Fecha	11/12/2021

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de análisis documental) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Ítem	Integrante	Tipo de puesto	Tipo de horario	Tipo de contrato	Cant. (und)
Total					

1. Identificación del trabajo	2. Trabajo de emergencia	3. Planificación del trabajo	4. Programación del trabajo	5. Ejecución del trabajo	6. Completar ODM	7. Cierre ODM

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de análisis documental.
Objetivo del instrumento	Revisar las condiciones de trabajo del área Gestión de Activos.
Nombres y apellidos del experto	Cristian Oliver Durand Bazán
Documento de identidad	42502447
Años de experiencia en el área	11 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza
Cargo	Docente de Electricidad y Electrónica Industrial
Número telefónico	954674700
Firma	 Cristian Oliver Durand Bazán ING. MECANICO ELECTRICISTA R. CIP. N° 189641
Fecha	11 /12 / 2021

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE CUESTIONARIO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Cuestionario) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Crterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

CUESTIONARIO

CUESTIONARIO SOBRE SATISFACCIÓN DEL ÁREA GESTIÓN DE ACTIVOS						
La presente hoja consta de 10 ítems. Cada uno tendrá 05 posibles respuestas que corresponden a una escala de satisfacción. Marcar con un aspa la opción que mejor le parezca. Muchas gracias por su tiempo.						
ÍTEM Nº 1	¿Está usted conforme con el proceso general?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 2	¿Está usted conforme con la forma en que capacitaron sobre el proceso general?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 3	¿Está usted conforme con la disponibilidad de información existente sobre el proceso general?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 4	¿Está usted conforme con la coordinación entre los integrantes?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 5	¿Está usted conforme con la forma de medir el desempeño de los integrantes?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 6	¿Está usted conforme con los tipos de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	

ÍTEM Nº 7	¿Está usted conforme con la cantidad de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 8	¿Está usted conforme con la forma en que se comunican cambios imprevistos en los trabajos planificados durante temporada de veda?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 9	¿Está usted conforme con la velocidad de atención de fallas durante temporada de operación?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	
ÍTEM Nº 10	¿Está usted conforme con los cambios después de haber implementado la Gestión de Activos?					
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho	

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario.
Objetivo del instrumento	Medir la satisfacción del área Gestión de Mantenimiento
Nombres y apellidos del experto	Cristian Oliver Durand Bazán
Documento de identidad	42502447
Años de experiencia en el área	11 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza
Cargo	Docente de Electricidad y Electrónica Industrial
Número telefónico	954674700
Firma	 Cristian Oliver Durand Bazán ING. MECANICO ELECTRICISTA R. CIP. N° 189641
Fecha	11 /12 / 2021

Dirigida a los técnicos de mantenimiento del sistema eléctrico del centro comercial en Trujillo

Tema: Funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno

CUESTIONARIO

Fecha: ____ / ____ / ____

Nombre del entrevistado: _____

OBJETIVO:

Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno del centro comercial ubicado en Trujillo – Perú.

PREGUNTAS:

1. ¿Se le aplica algún mantenimiento preventivo al TTA de grupos electrógenos?

2. ¿Cuándo es la última vez que se ha aplicado algún mantenimiento al TTA?

3. ¿Existe un registro de fallas del TTA?

4. ¿Conocen la disponibilidad de trabajo del TTA?

5. Podría describir la importancia de un TTA en el sistema de respaldo eléctrico del centro comercial.

6. ¿Cuánto demora aproximadamente en encender el GE cuando el TTA está inoperativo?

7. ¿Cuáles considera usted que son los factores que impactan en el mal funcionamiento u inoperatividad del TTA?

8. ¿Cree usted que un buen plan de mantenimiento preventivo mejoraría la operatividad del TTA?
¿De qué forma?

9. ¿Considera usted necesaria la existencia de un control e historial de registros?

Entrevistador: _____

ELABORADO POR: **Aguirre Mendoza, José y Rodríguez Paredes, Jairo**

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario.
Objetivo del instrumento	Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia.
Nombres y apellidos del experto	Cristian Oliver Durand Bazán
Documento de identidad	42502447
Años de experiencia en el área	11 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza
Cargo	Docente de Electricidad y Electrónica Industrial
Número telefónico	954674700
Firma	 Cristian Oliver Durand Bazán ING. MECANICO ELECTRICISTA R. CIP. N° 189641
Fecha	11 /12 / 2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	guía de observación
Objetivo del instrumento	recolección de reportes de operación por temporada.
Nombres y apellidos del experto	Cristian Oliver Durand Bazán
Documento de identidad	42502447
Años de experiencia en el área	11 años
Máximo Grado Académico	Ingeniero
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza
Cargo	Docente de Electricidad y Electrónica Industrial
Número telefónico	954674700
Firma	 Cristian Oliver Durand Bazán ING. MECANICO ELECTRICISTA R. CIP. N° 189641
Fecha	11 /12 / 2021

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de análisis documental) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

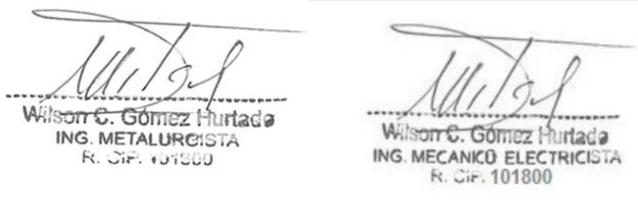
Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Ítem	Integrante	Tipo de puesto	Tipo de horario	Tipo de contrato	Cant. (und)
Total					

1. Identificación del trabajo	2. Trabajo de emergencia	3. Planificación del trabajo	4. Programación del trabajo	5. Ejecución del trabajo	6. Completar ODM	7. Cierre ODM

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de análisis documental.
Objetivo del instrumento	Revisar las condiciones de trabajo del área Gestión de Activos.
Nombres y apellidos del experto	Wilson Carlos Gomez Hurtado
Documento de identidad	18900541
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza, UPN
Cargo	Docente de Mecánica de Producción Industrial, Asesor de Tesis
Número telefónico	952567806
Firma	 <p>Wilson C. Gómez Hurtado ING. METALURGISTA R. CIP. 101800</p> <p>Wilson C. Gómez Hurtado ING. MECÁNICO ELECTRICISTA R. CIP. 101800</p>
Fecha	11 /12 / 2021

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE CUESTIONARIO

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Cuestionario) que permitirá recoger la información en la presente investigación: Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo de los tableros de transferencia automática de los grupos electrógenos de un centro comercial en Trujillo. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

CUESTIONARIO

CUESTIONARIO SOBRE SATISFACCIÓN DEL ÁREA GESTIÓN DE ACTIVOS					
La presente hoja consta de 10 ítems. Cada uno tendrá 05 posibles respuestas que corresponden a una escala de satisfacción. Marcar con un aspa la opción que mejor le parezca. Muchas gracias por su tiempo.					
ÍTEM Nº 1	¿Está usted conforme con el proceso general?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 2	¿Está usted conforme con la forma en que capacitaron sobre el proceso general?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 3	¿Está usted conforme con la disponibilidad de información existente sobre el proceso general?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 4	¿Está usted conforme con la coordinación entre los integrantes?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 5	¿Está usted conforme con la forma de medir el desempeño de los integrantes?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM Nº 6	¿Está usted conforme con los tipos de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho

ÍTEM N° 7	¿Está usted conforme con la cantidad de trabajos que se ejecutan durante temporada de veda?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM N° 8	¿Está usted conforme con la forma en que se comunican cambios imprevistos en los trabajos planificados durante temporada de veda?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM N° 9	¿Está usted conforme con la velocidad de atención de fallas durante temporada de operación?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho
ÍTEM N° 10	¿Está usted conforme con los cambios después de haber implementado la Gestión de Activos?				
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Muy satisfecho

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario.
Objetivo del instrumento	Medir la satisfacción del área Gestión de Mantenimiento
Nombres y apellidos del experto	Wilson Carlos Gomez Hurtado
Documento de identidad	18900541
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza, UPN
Cargo	Docente de Mecánica de Producción Industrial, Asesor de Tesis
Número telefónico	952567806
Firma	  Wilson C. Gómez Hurtado ING. METALURGISTA R. CIP. 101800
Fecha	11 /12 / 2021

Dirigida a los técnicos de mantenimiento del sistema eléctrico del centro comercial en Trujillo

Tema: Funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno

CUESTIONARIO

Fecha: ____/____/____

Nombre del entrevistado: _____

OBJETIVO:

Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia del grupo electrógeno del centro comercial ubicado en Trujillo – Perú.

PREGUNTAS:

1. ¿Se le aplica algún mantenimiento preventivo al TTA de grupos electrógenos?

2. ¿Cuándo es la última vez que se ha aplicado algún mantenimiento al TTA?

3. ¿Existe un registro de fallas del TTA?

4. ¿Conocen la disponibilidad de trabajo del TTA?

5. Podría describir la importancia de un TTA en el sistema de respaldo eléctrico del centro comercial.

6. ¿Cuánto demora aproximadamente en encender el GE cuando el TTA está inoperativo?

7. ¿Cuáles considera usted que son los factores que impactan en el mal funcionamiento u inoperatividad del TTA?

8. ¿Cree usted que un buen plan de mantenimiento preventivo mejoraría la operatividad del TTA? ¿De qué forma?

9. ¿Considera usted necesaria la existencia de un control e historial de registros?

Entrevistador: _____

ELABORADO POR: **Aguirre Mendoza, José y Rodríguez Paredes, Jairo**

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Cuestionario.
Objetivo del instrumento	Conocer las características sobre el funcionamiento del tablero de transferencia.
Nombres y apellidos del experto	Wilson Carlos Gomez Hurtado
Documento de identidad	18900541
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza, UPN
Cargo	Docente de Mecánica de Producción Industrial, Asesor de Tesis
Número telefónico	952567806
Firma	 Wilson C. Gómez Hurtado ING. METALURGISTA R. CIP. 101800 Wilson C. Gómez Hurtado ING. MECANICO ELECTRICISTA R. CIP. 101800
Fecha	11 /12 / 2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	guía de observación
Objetivo del instrumento	recolección de reportes de operación por temporada.
Nombres y apellidos del experto	Wilson Carlos Gomez Hurtado
Documento de identidad	18900541
Años de experiencia en el área	13 años
Máximo Grado Académico	Magister
Nacionalidad	Peruana
Institución	IDEX Nueva Esperanza, UPN
Cargo	Docente de Mecánica de Producción Industrial, Asesor de Tesis
Número telefónico	952567806
Firma	
Fecha	11 /12 / 2021