



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACION PARA EL MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL  
BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA  
INSTITUCIÓN FINANCIERA**

**Erick René Samayoa Contreras**

Asesorado por Mtro. Ing. Wellington Emilio Vásquez Santos

Guatemala, mayo de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACION PARA EL MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL  
BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA  
INSTITUCIÓN FINANCIERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERICK RENÉ SAMAYOA CONTRERAS**

ASESORADO POR MTRO. ING. WELLINGTON EMILIO VÁSQUEZ SANTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELÉCTRICO**

GUATEMALA, MAYO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier González López
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACION PARA EL MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL  
BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA  
INSTITUCIÓN FINANCIERA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 5 de febrero de 2021.

**Erick René Samayoa Contreras**

Ref. EEPFI-0157-2021  
Guatemala, 05 de febrero de 2021

Director  
Armando Alonso Rivera Carrillo  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Presente.

Estimado Ing. Rivera:

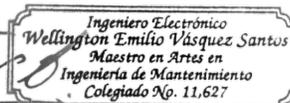
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA**, presentado por el estudiante **Erick René Samayoa Contreras** carné número **200412384**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes Ingeniería de Mantenimiento.

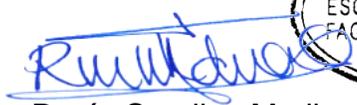
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

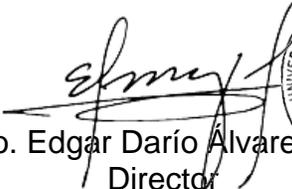
*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Mtro. Wellington Emilio Vásquez Santos  
Asesor



  
Mtra. Rocío Carolina Medina Galindo  
Coordinador de Maestría  
Ingeniería de Mantenimiento



  
Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-003-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA**, presentado por el estudiante universitario **Erick René Samayoa Contreras**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Alonso Rivera Carnillo

Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica



Guatemala, febrero de 2021

DTG. 205.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACION PARA EL MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA**, presentado por el estudiante universitario: **Erick René Samayoa Contreras**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, mayo de 2021.

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por concederme la vida, por haberme dado unos padres maravillosos y darme la oportunidad de culminar una más de mis metas.

### **Mis padres**

Byron René Samayoa Monroy (q. e. p. d.) y Marta Odilia Contreras Aldana, por ser los pilares más importantes de mi vida, por su amor, cariño y apoyo brindado a lo largo de mi vida.

### **Mi esposa**

Irma Noemi Cabrera Castillo, por todo su amor, cariño e incondicional apoyo.

### **Mis hijos**

Emerick Imanol y Erick Vladimir Samayoa Cabrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por todas las bendiciones recibidas y por estar siempre conmigo.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme las herramientas que me han permitido alcanzar mis metas.
<b>Mis hermanos</b>	Giovanny, Alex y Oliver Samayoa Contreras, por su apoyo y compañía durante mi vida.
<b>Mi tío y primo</b>	Walter Giovanny Samayoa Monroy y Walter Joel Samayoa Marroquín, por su apoyo incondicional.
<b>Mis amigos</b>	Por su amistad, cariño y apoyo durante la carrera.
<b>Mi asesor</b>	Mtro. Ing. Wellington Emilio Vásquez Santos, por su apoyo y guía durante el trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
4. JUSTIFICACIÓN .....	11
5. OBJETIVOS.....	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos .....	13
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1 Institución financiera .....	19

7.1.1.	La importancia de la institución financiera en la economía del país .....	20
7.2.	Centro de datos ( <i>Data center</i> ) .....	21
7.2.1.	Clasificación de los centros de datos .....	23
7.2.2.	La importancia del centro de datos .....	24
7.2.3.	Principales fallas de los centros de datos .....	25
7.3.	Equipos de respaldo de energía en los centros de datos .....	28
7.3.1.	Generador eléctrico .....	29
7.3.1.1.	Generador tipo <i>standby</i> .....	30
7.3.1.2.	Generador tipo <i>prime</i> .....	30
7.3.2.	<i>UPS (Uninterruptible power supply)</i> .....	31
7.3.2.1.	Sistema de conversión simple.....	32
7.3.2.2.	Sistema de doble conversión .....	33
7.3.2.3.	Sistema multi modo .....	34
7.3.2.4.	Capacidades de UPS.....	36
7.3.2.5.	Aplicaciones de UPS .....	36
7.3.2.6.	Partes principales de un UPS .....	37
7.4.	Banco de baterías .....	38
7.4.1.	<i>String</i> de baterías, arreglo en serie.....	39
7.4.2.	<i>String</i> de baterías, arreglo en paralelo .....	40
7.4.3.	Tipos de baterías recargables .....	41
7.4.3.1.	Batería ácido de plomo .....	41
7.4.3.2.	Batería de níquel cadmio .....	42
7.4.3.3.	Batería de hidruro de metal de níquel .....	42

	7.4.3.4.	Batería de iones de litio .....	42
	7.4.3.5.	Baterías utilizadas para UPS .....	43
7.5.		Mantenimiento .....	45
	7.5.1.	Mantenimiento preventivo .....	45
	7.5.2.	Mantenimiento predictivo .....	46
7.6.		Monitoreo de condición .....	46
	7.6.1.	Técnica V.O.S.O. ....	47
	7.6.2.	Técnicas no destructivas .....	48
	7.6.3.	Ciclo de vida de la batería .....	48
	7.6.4.	Factores que afectan la vida de la batería.....	49
		7.6.4.1. Temperatura ambiente .....	49
		7.6.4.2. Química de la batería .....	50
		7.6.4.3. Ciclado .....	50
		7.6.4.4. Mantenimiento en baterías .....	50
7.7.		Mantenimiento predictivo en baterías .....	51
	7.7.1.	Ensayo de capacidad .....	51
	7.7.2.	Ensayo de impedancia .....	52
7.8.		Indicadores de desempeño .....	53
	7.8.1.	Disponibilidad.....	53
	7.8.2.	Confiabilidad .....	54
	7.8.3.	Tiempo promedio para fallar (TPPF) .....	54
	7.8.4.	Tiempo promedio de reparación (TPPR).....	54
7.9.		Prevención de riesgos laborales .....	55
	7.9.1.	Riesgos eléctricos .....	55

7.9.2.	Riesgos químicos .....	56
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	57
9.	METODOLOGÍA .....	61
9.1.	Ruta de investigación .....	61
9.2.	Alcance de investigación .....	61
9.3.	Tipo de investigación.....	61
9.4.	Variables .....	62
9.5.	Fases de investigación .....	62
9.6.	Población y muestra .....	63
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS.....	65
11.	CRONOGRAMA .....	67
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	69
13.	REFERENCIAS .....	71
14.	APÉNDICES .....	77

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Esquema de solución .....	16
2.	Cartera de créditos por actividad económica .....	21
3.	Centro de datos .....	22
4.	Clasificación de riesgo de parada de un centro de datos .....	24
5.	Distribución de organizaciones por segmento industrial .....	26
6.	Distribución del costo por segmento industrial .....	27
7.	Causa raíz de fallos no programados .....	28
8.	Generador eléctrico .....	30
9.	UPS ( <i>Uninterruptible power supply</i> ) .....	32
10.	Diseño interno UPS interactivo .....	33
11.	Diseño interno UPS doble conversión .....	34
12.	Diseño interno UPS multi modo .....	35
13.	Diagrama de bloques de un UPS .....	38
14.	Banco de baterías: 8 baterías en serie – 1 <i>string</i> .....	40
15.	Banco de baterías: 2 <i>string</i> en paralelo de 8 baterías en serie en cada <i>string</i> .....	41
16.	Batería de UPS .....	44
17.	Cronograma de actividades .....	67

## TABLAS

I.	Clasificación <i>Tier</i> .....	23
II.	Principales usos del UPS .....	37
III.	Comparación de baterías recargables .....	43
IV.	Principales marcas de baterías .....	44
V.	Operativización de variables .....	62
VI.	Presupuesto .....	70

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperios
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales
<b>V</b>	Voltios



## GLOSARIO

<b>Activo</b>	Es todo equipo o instalación que tiene un valor económico para una organización.
<b>Disponibilidad</b>	Es el porcentaje de tiempo en que un equipo o activo esté listo para operar o producir.
<b>END</b>	Ensayo No Destructivo.
<b>Falla</b>	Evento o causa que incapacita a un equipo o activo para realizar su función.
<b>Gestión</b>	Es el conjunto de acciones que se realizan para llevar a cabo una operación.
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i> (Organización Internacional de Estandarización).
<b>Mantenimiento</b>	Es el conjunto de tareas que se realizan para mantener en buen funcionamiento un equipo o activo.
<b>Monitoreo</b>	Medición de variables físicas que serán utilizadas para comparar el estado de operación actual de un equipo o activo.

<b><i>String</i></b>	Conjunto o arreglo de baterías interconectadas entre sí, ya sea en serie o en paralelo.
<b>TPM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i> (Mantenimiento Productivo Total).
<b>UPS</b>	<i>Uninterruptible Power Supply</i> (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).

## RESUMEN

La gestión del mantenimiento es muy importante para garantizar una correcta operación y prolongar la vida útil de los equipos o activos. Las empresas están conscientes de ello, y por eso son cada vez más las empresas que están implementado un plan de mantenimiento.

Al implementar un plan de mantenimiento, es necesario considerar todos los equipos involucrados en la operación. En el caso de un Centro de Datos, los equipos de respaldo de energía son de vital importancia y de ellos dependerá el correcto funcionamiento del Centro de Datos, por tal razón es importante garantizar su funcionamiento y así evitar caídas o paradas abruptas que puedan poner en riesgo la operación y la información que se está transmitiendo o guardando.

El presente diseño de investigación busca mediante el monitoreo del estado de la condición del banco de baterías para un equipo de respaldo de energía, garantizar el correcto funcionamiento del equipo y prolongar la vida útil de las baterías, al realizar un análisis de los parámetros y condiciones internas y externas que puedan degradar prematuramente la vida útil de las mismas, ayudando con esto a reducir la probabilidad del fallo y pérdida de información debido a un paro o caída no programada del centro de datos.



# 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la necesidad de respaldar los activos de las empresas es cada vez más importante, por tal razón, el incremento en la utilización de estos equipos de respaldo de energía es cada vez más frecuente, no solo por la inversión económica que representa la adquisición de estos activos para la empresa, si no por la importancia de las funciones que cumplen estos activos para su giro de negocio; uno de los equipos de respaldo de energía más utilizado para proteger estos activos es el UPS.

Los UPS protegen a los equipos de problemas eléctricos tales como: bajo o alto voltaje momentáneo, bajo o alto voltaje permanente, cambios instantáneos en el voltaje nominal, distorsión armónica, entre otras. Estas características son muy importantes para garantizar un suministro de energía eléctrica de calidad a los equipos de cómputo, pero la característica más importante y la principal, por lo que las empresas invierten en estos equipos de respaldo de energía es por su capacidad de suministrar energía durante un corte del suministro eléctrico comercial, esto gracias a sus bancos de baterías.

Las empresas en su mayoría, utiliza estos equipos de respaldo para proteger sus centros de datos, los mismos también son indispensables para la protección de equipos médicos dentro de un hospital o clínicas de especialidades, para la protección de la lógica o control de elevadores dentro de un edificio, para proteger todo el control de una línea de producción dentro de una industria, por mencionar algunos de sus usos. Debido a que estos procesos son de vital importancia para las empresas, se debería de poder garantizar su correcto y eficiente funcionamiento.

A pesar de que los UPS son de vital importancia para la operación de muchas empresas por su capacidad de suministrar energía eléctrica durante la interrupción de esta; también representan el 25 % de las fallas más comunes debido a problemas con sus bancos de baterías.

Por tal razón, el presente diseño de investigación consiste en la implementación de un procedimiento del monitoreo de estado de condición del banco de baterías para un equipo de respaldo de energía dentro de una entidad financiera.

Debido a que no se cuenta con un procedimiento para determinar el estado de condición del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía, no se puede garantizar que, durante cualquier fallo, interrupción o fluctuación en el suministro eléctrico, los equipos, las bases de datos o la operación de la empresa, se vean afectados.

Por esta carencia, el objetivo de este procedimiento es poder generar por medio del monitoreo de estado de condición del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía (UPS), una tendencia que ayude a realizar un correcto análisis y detección temprana de fallos en las baterías, para poder coordinar con antelación una actividad correctiva, que ayude a garantizar una eficiente y alta disponibilidad de la operación del equipo.

Al obtener un correcto monitoreo de la condición del estado de salud de las baterías de un equipo de respaldo de energía, se garantizará a la vez una disminución o nula afectación a la operación del negocio, una extensión de la vida útil de los equipos y una reducción en gastos inesperados por averías.

Con este procedimiento se pretende aportar una guía esquemática y práctica que pueda beneficiar a cualquier empresa o gestor de mantenimiento, que desee implementar y establecer un monitoreo de condición del banco de baterías de su equipo de respaldo, para incrementar la disponibilidad de sus equipos y operación; o ya sea a los mismos proveedores de servicio que deseen darles un plus a sus clientes.

Para la realización del presente diseño se tienen varias fases o capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo I, se desarrolla el marco teórico de la investigación; en la cual se determinarán las principales causas que degradan el estado de salud de las baterías, lo cual será de trascendental importancia para el desarrollo de los siguientes capítulos. En el II, se llevará acabo la realización de la investigación. En el III, se presentarán los resultados. En el IV, se realizará la discusión de los resultados.



## 2. ANTECEDENTES

Acevedo (2019) realizó una investigación para la implementación de la gestión de un programa de mantenimiento preventivo bajo la Norma ISO 9001 (Gestión de la Calidad) para una empresa dedicada a la renta de maquinaria y servicio de la construcción. Durante su investigación detectó que la falta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo ocasionaba retrasos en la operación de los equipos y aumentaba los tiempos de reparación de fallas, afectando la disponibilidad de los equipos que se encontraban destinados para la renta y/o los equipos utilizados para los servicios de la construcción. Utilizando: análisis de fallas, tiempo entre fallas, inspecciones rutinarias, estableciendo procedimientos y el manejo de registros para el cumplimiento de la Norma ISO 9001 construyó las bases para el programa de mantenimiento propuesto y el *stock* de repuestos necesarios. Al implementar el programa de mantenimiento preventivo consiguió una reducción de las acciones correctivas emergentes.

El aporte metodológico de la investigación se basa en poder utilizar las directrices de la Norma ISO 9001 para obtener un mejor control de las acciones a implementar, ya que ayuda a poder determinar los aspectos necesario que debe seguir, medir, analizar y evaluar para una correcta aplicación de la Gestión de la Calidad.

González (2019) realizó una investigación para implementar el monitoreo de condición, por medio de termografía infrarroja para equipos críticos en una planta industrial avícola. Durante su investigación se determinó que la empresa no contaba con un esquema de equipos críticos, ni un plan de mantenimiento predictivo definido, para poder implementar un monitoreo de condición de

equipos críticos es necesario aplicar un plan de mantenimiento predictivo, el cual se realizó por medio del estudio de termografía infrarroja, el resultado del estudio sirvió como punto de referencia para los próximos estudios. Se concluyó por medio de un análisis costo – beneficio que la implementación del mantenimiento predictivo no solo ayuda a reducir la incidencia de fallas, si no que aporta un ahorro significativo para la empresa.

El aporte metodológico de la investigación se basa en poder utilizar el mantenimiento predictivo como técnica para crear un monitoreo de condición, para tal efecto es necesario realizar un análisis de criticidad para poder determinar los equipos a los cuales es de vital importancia aplicar esta técnica.

Castillo (2019) realizó una investigación para el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en la gestión de calidad TPM para equipos críticos dentro de una edificación. Al realizar el estudio se detectó que no se contaba con un plan de mantenimiento definido, no había un formato de mantenimiento con rutinas, no se contaba con frecuencias de ejecución, solo se tenía información de los pagos de reparaciones que se realizaban. Adicional, no existía un procedimiento para calificar y elegir proveedores de servicios, se desconocía la percepción del usuario ante la ejecución de las labores del Departamento de Mantenimiento. Siendo está la razón primordial, se inició con un levantado del inventario de todos los equipos definidos como críticos, posterior se realizó un estudio por medio de encuestas para determinar la satisfacción de los usuarios con el servicio prestado por el Departamento de Mantenimiento, en conjunto con los proveedores de servicios se realizó un formato adecuado con rutinas de mantenimiento, se generó un cronograma de actividades y frecuencias de ejecución.

Se realizó un presupuesto para el funcionamiento del Departamento de Mantenimiento, el cual sería estudiado y aprobado por la alta gerencia para su posterior implementación. El aporte metodológico de la investigación se centra en tener una correcta gestión del mantenimiento y así poder llevar un mejor control de la operatividad de los equipos, una reducción en los costos por reparación, generar confianza y satisfacción de los usuarios.

Girón (2019) realizó una investigación para el desarrollo de un modelo de gestión de mantenimiento predictivo, utilizando herramientas de gestión ISO 50001 para reducir las fallas por mala calidad de energía eléctrica. Basándose en las directrices para la gestión de activos ISO 50001 y gestión de la calidad ISO 9001, desarrollo un modelo de mantenimiento predictivo basado en el monitoreo de condición, incluyendo técnica no destructiva como es el análisis termográfico y el estudio de calidad de energía (anализador de redes), considerando variables como el voltaje, corriente, factor de potencia, potencia, índice de regulación de tensión, desbalance de voltaje, índice de distorsión armónica de voltaje, entre otros.

El resultado del análisis de la información sirvió para desarrollar un tablero de control de indicadores como herramienta para la gestión del mantenimiento y así cumplir con las necesidades del modelo de gestión para la reducción de las fallas por mala calidad de energía. El aporte metodológico de la investigación se basa en la correcta aplicación de la Norma ISO 50001 como estándar para mantener y mejorar los sistemas de gestión de energía con el propósito de permitir la mejora continua de la eficiencia energética.

Chocoy (2019) realizó una investigación para la gestión de mantenimiento para un cañón y husillo de empuje de una máquina extrusora de polímeros utilizando la técnica de ultrasonido según Norma ISO 17359. Al realizar la

investigación se consultaron los reportes históricos de mantenimientos y se detectó que no existe una técnica que aporte información del desgaste del cañón y husillo de empuje de una máquina extrusora de polímeros, se consultó el manual de operación y mantenimiento del fabricante, pero no se considera ni recomienda una técnica para detectar de manera temprana el desgaste en el cañón y husillo de empuje de una máquina extrusora de polímeros, las recomendaciones que se tienen son muy escuetas y generales, el cambio de estas piezas se realizan cuando el gestor del mantenimiento observa una disminución considerable en la producción, por tal razón, se inclinó a la técnica END (Ensayo No Destructivo) del tipo ultrasonido para obtener la medición del diámetro y los espesores del cañón y tornillo de empuje, estas mediciones se llevaron a cabo aprovechando las frecuencias de mantenimiento, las cuales son trimestrales y así evitar paros adicionales de la máquina, los datos se tabularon durante un año para poder tener un mejor análisis, los resultado se presentan en forma de gráficas para una mejor interpretación, al final de la investigación se concluye que es necesario agregar a las rutinas de mantenimiento preventivo que, ya tiene implementada la planta, el estudio de ultrasonido como técnica END para implementar un monitoreo de condición específicamente para el cañón y husillo de empuje de una máquina extrusora de polímeros según Norma ISO 17359.

Se concluyó que estos dispositivos están ligados directamente al rendimiento de producción del equipo de extrusión. El aporte metodológico de la investigación se basa en que, para implementar un correcto monitoreo de condición, se debe enfocar en las directrices de la norma ISO 17359 y adicional en la aplicación de una técnica END como parte primordial del mantenimiento predictivo.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una mala gestión del mantenimiento genera grandes inconvenientes y pérdidas no solo del tipo monetario, dependiendo del giro de negocio de la empresa, podría generar hasta pérdidas de valiosa información.

- Descripción y delimitación del problema

La gestión del mantenimiento de los equipos de respaldo de energía del centro de datos en una institución financiera es muy importante; debido a que el tráfico de información es de vital importancia para la entidad financiera como tal, al igual que a sus clientes y reguladores, entre otros. Una correcta gestión del mantenimiento ayudará a asegurar que las interrupciones del sistema sean mínimas o nulas. Al tener frecuencias y rutinas de mantenimiento erróneas, implicarán en intervenciones y gastos extras que no solo generarán un gasto sino también podrían convertirse en un punto de falla, que al final podría evitarse. Desde el 2017 se ha notado que, dentro de las rutinas y frecuencias de mantenimiento de los equipos de respaldo, no están consideradas las baterías las cuales forman parte del equipo. Entre las mejoras que se pueden realizar al plan de mantenimiento, esta incluir un monitoreo de la condición de las baterías, el cual ayudará a tener una mejor visibilidad de su comportamiento y vida útil.

El tener un correcto plan de mantenimiento ayudará a conseguir mejorar las rutinas y frecuencias de intervención de los equipos, garantizado así una disminución en la probabilidad de fallas de ciertos elementos puntuales y con eso tener una mínima o nula cantidad de interrupciones en la operación de los equipos de respaldo de energía en una institución financiera.

- Pregunta central

¿Cuál es un procedimiento para el monitoreo del estado de condición de un banco de baterías para un equipo de respaldo de energía en una institución financiera?

- Preguntas auxiliares de investigación

- ¿Cuáles son los parámetros y condiciones externas de operación del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía a la fecha de investigación?
- ¿Cuáles son los rangos aceptables de operación de los parámetros y condiciones externas de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía?
- ¿Qué método es adecuado para el monitoreo del estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía?

## 4. JUSTIFICACIÓN

Toda gestión de mantenimiento tiene como fin prolongar de la mejor manera la vida útil de los activos de las empresas sin importar el giro de negocio de estas. En la actualidad la transferencia y almacenamiento de datos es de vital importancia para todas las empresas, por tal razón los equipos de respaldo de energía encargados de soportar o proteger dichos dispositivos juegan un rol muy importante.

Para todas las empresas, el correcto funcionamiento de estos equipos de respaldo de energía es vital y crítico, debido a lo sensible que puede llegar a ser dicha información para sus clientes; incluso esta información o transferencia de datos para una entidad financiera puede representarse en transacciones económicas que pueden ser en miles de millones de quetzales.

Las transferencias de datos pueden interrumpirse, incluso pueden corromper la base de datos por paradas inoportunas de los equipos de IT, adicional al daño que implicaría estas paradas a los equipos físicos que son los encargados de almacenar dicha información y que son protegidos por estos equipos de respaldo.

La mayoría de estos equipos de respaldo tienen componentes vitales a los que no se les brinda la importancia necesaria como lo son las baterías. Las baterías son el corazón de los equipos de respaldo como: los UPS, generadores eléctricos, rectificadores e inversores. La importancia de la investigación se debe a la carencia de un procedimiento para llevar a cabo un monitoreo de la condición de la vida útil de la batería o baterías que conforman el banco de baterías del

equipo de respaldo. Con este procedimiento se pretende dar a conocer el paso a paso de cómo obtener los datos que servirán para generar un monitoreo de la condición del estado del banco de baterías del equipo de respaldo y determinar con anticipación un fallo que ponga en riesgo la operación del equipo.

Al implementar este monitoreo de condición, se pretende: prologar la vida útil de las baterías y de los mismos equipos de respaldo, evitar daños físicos considerables en los dispositivos electrónicos que componen el cargador de baterías de dichos equipos de respaldo, evitar la deformación física de la batería provocada por el exceso de corriente durante el proceso de carga, evitar fugas y/o derrames de ácido de plomo de las baterías dañando físicamente los equipos, evitar realizar manipulaciones innecesarias que pudieran poner en riesgo la integridad física del personal técnico y la operación misma del negocio.

El aporte del presente diseño de investigación es aplicable a todas las entidades financieras y no financieras, incluso a toda empresa que tenga equipos de respaldo en sus instalaciones, por ejemplo: *call center* o centro de atención telefónica, empresas de telecomunicaciones, hospitales y otros.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Establecer un procedimiento para el monitoreo del estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía en una institución financiera.

### **5.2. Específicos**

- Identificar los parámetros y condiciones externas de operación del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía a la fecha de investigación.
- Determinar los rangos aceptables de operación de los parámetros y condiciones externas de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía.
- Establecer un método adecuado para el monitoreo del estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

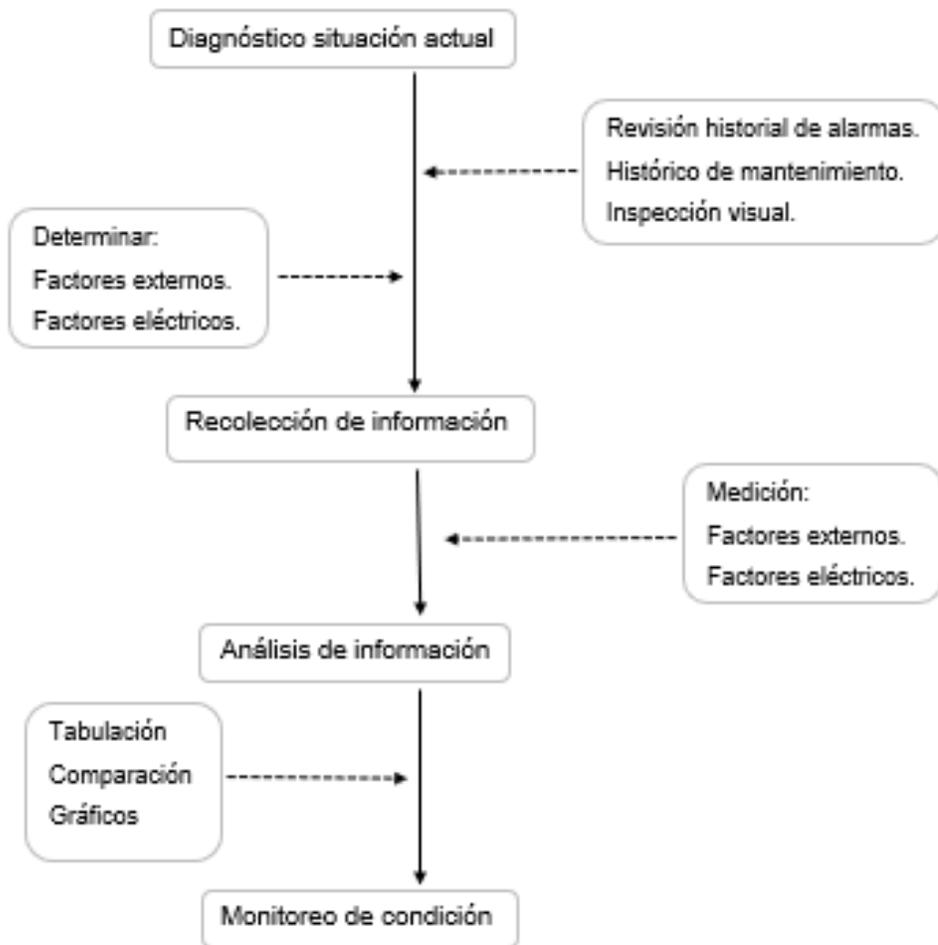
El diseño de investigación tiene como objetivo, mediante la implementación de un monitoreo de condición del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía en una entidad financiera, se puedan reducir las intervenciones no programadas de mantenimiento correctivo derivado del fallo de una o más baterías del equipo de respaldo y reducir la probabilidad de fallo del equipo de respaldo o de los distintos dispositivos electrónicos que forman parte del equipo como lo son: el cargador de baterías, rectificador y el inversor si se hablara de un UPS, cargador de baterías, alternador si se hablara de un generador, entre otros.

Adicional a esto, reducir la posibilidad de ocurrencia de incidentes debido a la deformación física de las baterías, el derrame de ácido de las baterías infladas o estalladas que a su vez podrían dañar las bandejas o rieles donde se instalan dichas baterías. Con la reducción de estas posibilidades se puede garantizar un aumento de la vida útil de las baterías y la vida útil del equipo mismo, obteniendo con ello una mayor productividad de los servicios prestado por el equipo y una mayor eficiencia del tiempo del personal técnico, ya que podrá enfocarse en la realización de otras actividades del Departamento de Mantenimiento.

A la vez como consecuencia de esta mejora del monitoreo del estado de condición del banco de baterías, se reducirán las inversiones no contempladas en el presupuesto; por cambios de baterías antes de su vida útil, reparaciones de los equipos o sustituciones de los rieles o bandejas donde van instaladas las baterías.

La solución que se pretende ensayar para resolver el problema de la carencia de un monitoreo de condición del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía en una entidad financiera es el siguiente:

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

Se iniciará con una evaluación de la situación actual de las baterías del equipo de respaldo de energía mediante la inspección del registro de eventos del mismo equipo de respaldo, histórico de mantenimiento, entre otros., se determinarán los factores externos o eléctricos que afectan la operación del banco de baterías.

Se recolectará información de los parámetros eléctricos más importantes del banco de baterías, que servirán de parámetros guía, para luego ser analizados y comparados con las especificaciones dadas por el fabricante. Estos parámetros servirán para proponer una solución que ayude a implementar un monitoreo de la condición del banco de baterías, del equipo de respaldo de energía y con ello poder determinar con antelación una posible falla.



## **7. MARCO TEÓRICO**

En esta sección se detallará la información recopilada referente a los principales equipos que protegen un centro de datos, fallas comunes, mantenimiento predictivo, tipos de baterías, técnicas y ensayos no destructivos.

### **7.1 Institución financiera**

Son compañías o empresas, que se dedican a prestar diversos servicios financieros; que pueden ser, desde la captación y prestamos de capital, hasta la administración de los pagos de otras compañías.

“Generalmente el sistema financiero de un país está compuesto por el sistema bancario y por las instituciones financieras no bancarias como: las sociedades financieras, compañías de seguros, compañías almacenadoras, casas de cambio, asociaciones de ahorro y préstamo, entre otras” (Banco de Guatemala, s.f., párrafo 3).

Por lo que se podría mencionar que una institución financiera es el conjunto de personas y bienes enfocados en prestar un bien o servicio con la finalidad de obtener de ellos un beneficio económico. De acuerdo con Fernández (2010) “la empresa es una organización que pretende obtener algún beneficio proporcionando un producto o servicio que es demandado por el mercado. El beneficio es la compensación económica que reciben los propietarios por arriesgar su dinero” (pp. 61-62).

### **7.1.1. La importancia de la institución financiera en la economía del país**

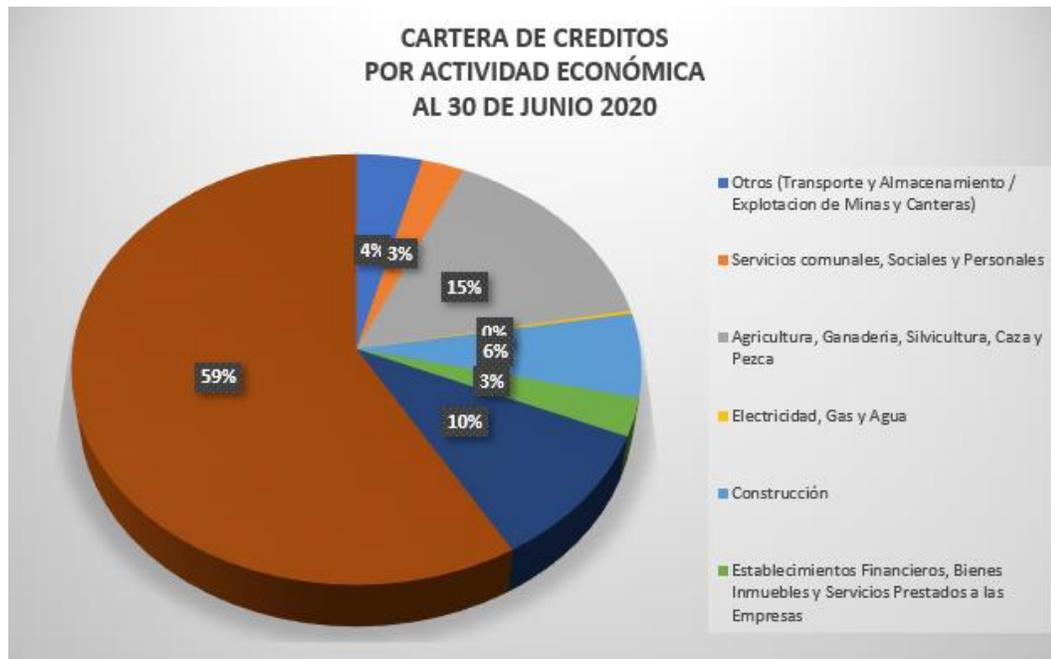
Las instituciones financieras juegan un papel muy importante en el desarrollo de la actividad económica del país, al proveer diversidad de servicios financieros, que pueden ser adquiridos por usuarios individuales y corporativos.

Al otorgar créditos y préstamos ayudan a la población en general a desarrollar emprendimientos para mejorar su estilo de vida; ayuda a las grandes industrias, pequeñas y medianas empresas, a adquirir bienes e inmuebles, capital para invertir y expandir sus negocios, generando con esto más oportunidades de empleo y ayudando al desarrollo social de la región y al país.

Adicional de facilitar prestamos de capital para inversión, por medio de sus financieras proveen diversidad de seguros, ayudando a la población a tener accesos a seguros médicos, seguros para resguardar su inversión en el caso de bienes e inmuebles, seguros de responsabilidad civil, fianzas de cumplimiento, entre otros más servicios.

En la figura 2 se muestra la proporción de créditos proporcionados por el sector bancario por actividad económica, datos obtenidos de la Superintendencia de Bancos de Guatemala (SIB).

Figura 2. **Cartera de créditos por actividad económica**



Fuente: elaboración propia.

## 7.2. Centro de datos (*Data center*)

Un centro de datos (DC) o Centro de Procesamiento de Datos (CPD), es un lugar físico destinado para el alojamiento y operación de equipos de cómputo, equipos de comunicación y almacenamiento de datos.

La norma ANSI/TIA-942 (2005) describe a un centro de datos como una parte de un edificio, donde se aloja la sala principal de cómputo y las áreas de soporte. Los centros de datos son muy utilizados por empresas de telecomunicaciones, bancos, financieras, hospitales, centro de atención telefónica de servicio al cliente, servidores de correo electrónico, para video juegos, entre otros.

Los centros de datos están conformados por diferentes salas de alojamiento, una sala destinada para resguardar los *racks* donde están sus servidores, una sala destinada para alojar los equipos donde entran los enlaces de comunicación (servicios de Internet y otros.), comúnmente llamada sala de terceros y una sala donde se encuentran los equipos de respaldo de energía (UPS), aire de precisión (CRAC) y una parte aislada donde se encuentra instalada la transferencia automática (ATS) y el generador eléctrico o grupo electrógeno.

En la figura 3 se puede observar una fotografía de una sala de servidores.

Figura 3. **Centro de datos**



Fuente: elaboración propia, Torre Kaire, zona 10, ciudad de Guatemala, 18 de octubre de 2020.

Dependiendo de las empresas y su estrategia para garantizar la continuidad de la operación de su negocio, los centros de datos pueden estar ubicados en:

- Dentro de la misma empresa
- En un sitio alternativo
- En la nube (*hosting*).

### 7.2.1. Clasificación de los centros de datos

El *Uptime Institute* (2018) describe en su estándar de infraestructura para centros de datos, cuatro topologías de infraestructura que un sitio necesita para sostener las operaciones de un centro de datos; describe los requisitos principales, pruebas de desempeño y los impactos de operación admisibles.

Estas topologías son clasificadas como *Tier*: *Tier I*, *Tier II*, *Tier III* y *Tier IV*.

Tabla I. Clasificación *Tier*

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Componentes de capacidad mínima para soportar la Carga de TI	N	N+1	N+1	N Después de cualquier falla
Redes de distribución: red troncal de energía eléctrica	1	1	1 activo y 1 suplente	2 activos simultáneamente
Distribución de energía crítica	1	1	2 activos simultáneamente	2 activos simultáneamente
Concurrentemente Mantenible	No	No	Sí	Sí
Fault Tolerance	No	No	No	Sí
Compartimentalización	No	No	No	Sí
Refrigeración continua	No	No	No	Sí

Fuente: Uptime Institute. (2018). *Infraestructura para centros de datos Tier Standard: Topología*.

Consulta: 3 de enero de 2021. Recuperado de <https://uptimeinstitute.com/publications/asset/tier-standard-topology-es>.

### 7.2.2. La importancia del centro de datos

El centro de datos es el corazón de las empresas, sin importar su giro de negocio. Al ser este el lugar donde se resguarda toda la infraestructura IT para su operación, comunicación y almacenamiento de información de las operaciones que realizan o información que utilizan para operar en su día a día, es necesario que los centros de datos posean la capacidad de operar durante largos períodos de tiempo y con la menor cantidad de interrupciones posibles.

Debido a la criticidad que representa un centro de datos para la operación de las empresas, estos deben diseñarse cumpliendo ciertos criterios y normas para garantizar su operación.

Figura 4. Clasificación de riesgo de parada de un centro de datos



Fuente: García. (2007). *El estándar TIA-942*. Consulta: 5 de enero de 2021. Recuperado de <http://www.areadata.com.ar/pdf/El%20standard%20TIA%20942%20-vds-11-4.pdf>.

Durante un fallo inesperado del centro de datos, no solo está en peligro el daño de los equipos de cómputo, lo cual representa una inversión económica que no está prevista, pero el factor más crítico es la pérdida de información.

Para una institución financiera, el fallo de su centro de datos debido a una pérdida abrupta de la energía regulada, por mínima que esta sea, puede representar horas de tiempo muerto, mientras el Departamento de IT logra poner en funcionamiento todos sus servicios, debido a la cantidad de servidores virtuales que están corriendo dentro de los servidores físicos. Aunque la mayoría de las instituciones financieras tienen centros de datos alternos para garantizar la continuidad de su negocio, reparar una base de datos corrompida les puede llevar demasiado tiempo.

Las instituciones financieras al prestar servicios de intermediación como medio para la generación de valor a través del dinero, estas fallas inesperadas ponen en riesgo su reputación, debido a que afectan directamente a sus clientes, provocándoles incluso pérdidas económicas al no poder estos, realizar sus operaciones diarias, inversiones en la bolsa, compra de bienes, pagos de impuestos, entre otros, por mencionar algunas. Esto incluso podría acarrear una disminución en su portafolio de clientes, afectando económicamente a la entidad misma.

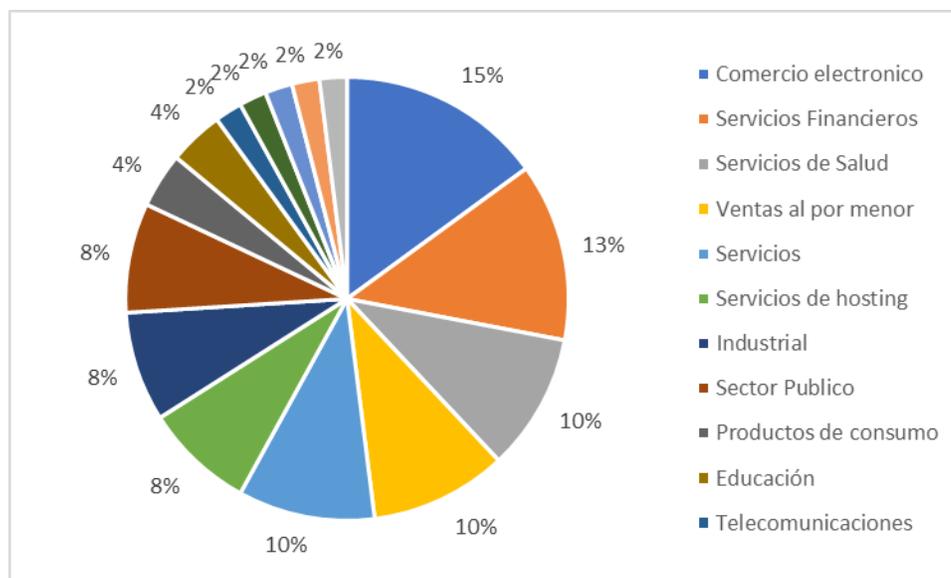
### **7.2.3. Principales fallas de los centros de datos**

*Ponemon Institute* (2016), realizó un tercer estudio comparativo de los impactos económicos y principales causas que han provocado fallos no programados en centros de datos.

Para el estudio participaron 63 centros de datos, de 15 industrias de distintos giros de negocios, para hacer un total de 49 empresas, entre las que se encuentran empresas como: instituciones financieras, telecomunicaciones, hospitales, comercios electrónicos, entre otros.

Como se evidencia en la figura 6, el comercio electrónico y los servicios financieros son los segmentos industriales más grandes, los cuales representan el 15 % y el 13 % de la muestra, respectivamente.

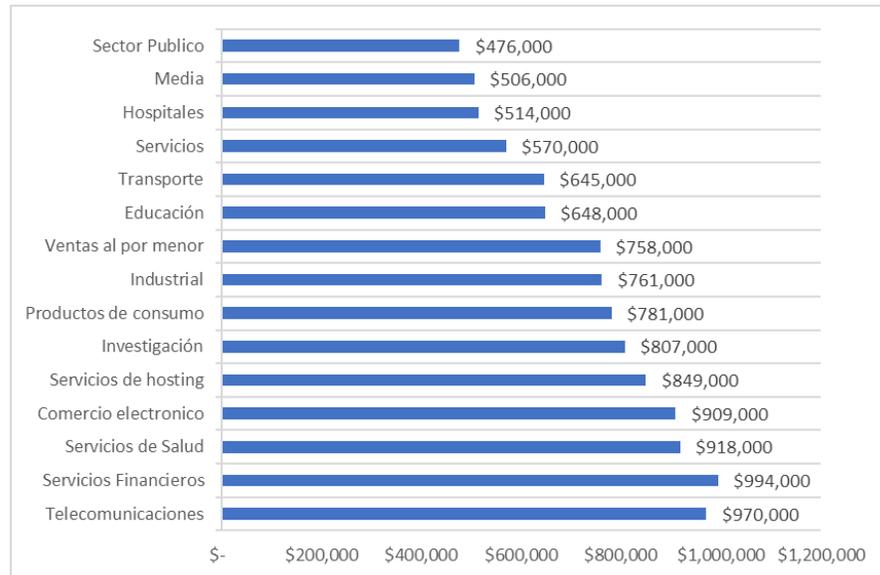
Figura 5. **Distribución de organizaciones por segmento industrial**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se observa el costo total por fallos no planificados para los 15 segmentos industriales incluidos en el estudio. Donde se puede apreciar una amplia variación entre los segmentos que van desde un máximo de \$ 994,000, que corresponde al sector financiero a un mínimo de \$ 476,000 que corresponde al sector público.

Figura 6. **Distribución del costo por segmento industrial**



Fuente: elaboración propia.

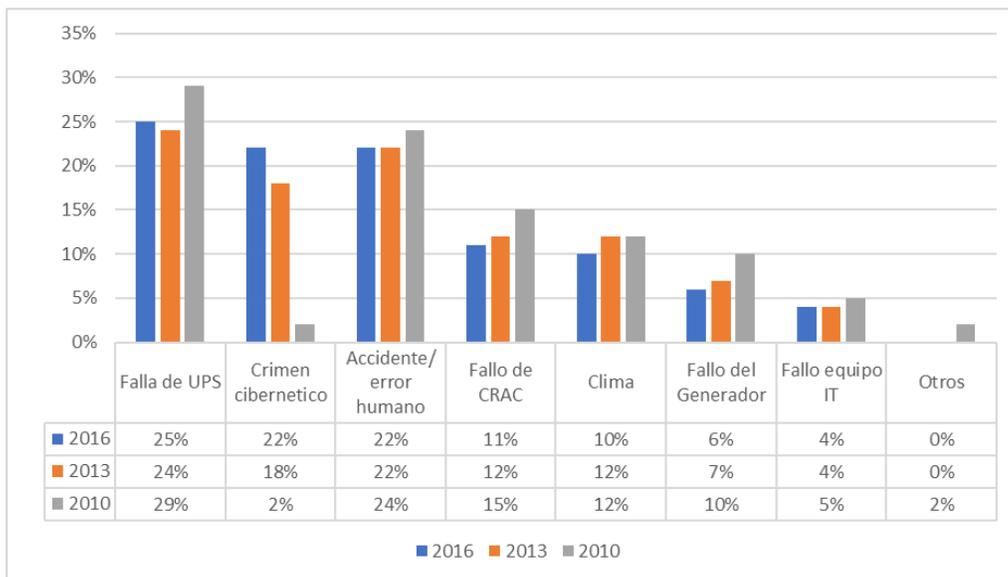
Los fallos no programados más comunes en los centros de datos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- Fallos provocados por los equipos de respaldo de energía (UPS, Generador eléctrico, CRAC).
- Fallos externos (errores humanos, crimen cibernético y otros).

En la figura 8 se puede observar un desglose de los fallos según su causa raíz, los cuales corresponden a un 25 % asociados a los equipos de UPS (incluyendo sus baterías), un 22 % asociados a fallos externos provocados por crimen cibernético, los cuales corresponden a vulnerabilidades detectadas en la red interna del negocio, un 22 % asociados a accidentes o errores humanos y por

último un 11 % asociados a fallos del sistema de climatización o aire acondicionado de precisión (CRAC).

Figura 7. **Causa raíz de fallos no programados**



Fuente: elaboración propia.

### 7.3. Equipos de respaldo de energía en los centros de datos

Un equipo de respaldo de energía es un equipo cuya función principal es proveer electricidad durante la ausencia de la energía eléctrica comercial. Debido a que el suministro eléctrico es vital para el funcionamiento de los equipos del centro de datos, es necesario que sea continuo y seguro.

Esta generación de electricidad puede ser mediante un proceso químico como es el caso de las baterías o derivados del petróleo como diésel, gasolina, *bunker*, entre otros.

Los equipos utilizados para proveer energía a los centros de cómputos son:

- Generador eléctrico
- UPS

El gestor de mantenimiento de los centros de datos debe de garantizar el correcto funcionamiento de estos equipos de respaldo, teniendo en consideración que los fallos inesperados ponen en riesgo la operación del centro de datos.

### **7.3.1. Generador eléctrico**

Según Bal (2016) El generador eléctrico está compuesto por la unión de un motor de combustión interna y un generador eléctrico, es conocido también como moto generador o grupo electrógeno. Es ampliamente utilizado para proveer energía eléctrica durante la ausencia de la red comercial por grandes períodos de tiempo.

Los generadores eléctricos dependiendo de la aplicación o uso puede dividirse en dos tipos.

- Generador tipo *standby* (en espera)
- Generador tipo *prime*

Figura 8. **Generador eléctrico**



Fuente: elaboración propia, edificio Torre Kaire, zona 10, ciudad de Guatemala, 18 de octubre de 2020.

#### **7.3.1.1. Generador tipo *standby***

El generador eléctrico tipo *standby* o en espera es el más utilizado, su función es proveer energía eléctrica de emergencia durante un corte de energía por un tiempo limitado, este tipo de generador es utilizado en lugares donde si está disponible el suministro eléctrico de la red comercial.

#### **7.3.1.2. Generador tipo *prime***

El generador eléctrico tipo *prime* es utilizado como fuente de energía principal en lugares donde no está disponible el suministro eléctrico de la red comercial o donde es suspendido por extensos períodos de tiempo, este tipo de generador eléctrico esta subdividido en dos categorías.

- Tiempo de ejecución indefinido
- Tiempo de ejecución limitado

### **7.3.2. UPS (*Uninterruptible power supply*)**

UPS (*uninterruptible power supply*) o fuente de energía ininterrumpida es un dispositivo electrónico utilizado como fuente de energía regulada. El UPS es el encargado de proteger al centro de datos de problemas eléctricos derivados de fluctuaciones en la tensión nominal de la red comercial y cortes momentáneos de la energía eléctrica por medio de su banco de baterías.

El UPS tiene la capacidad de proveer acondicionamiento de energía y energía de respaldo durante un fallo de la energía eléctrica comercial, proporcionando el tiempo necesario para realizar un apagado correcto del centro de datos y evitar pérdidas en la información u otorgando el tiempo suficiente para mantener la operación del centro de datos hasta que arranque una fuente de AC secundaria, como un generador eléctrico (Loeffler, 2016).

Figura 9. **UPS (*Uninterruptible Power Supply*)**



Fuente: elaboración propia, edificio Torre Kaire, zona 10, ciudad de Guatemala, 18 de octubre de 2020.

Los principales tipos de UPS son:

- Sistema de conversión simple
- Sistema de doble conversión
- Sistema multi modo

#### **7.3.2.1. Sistema de conversión simple**

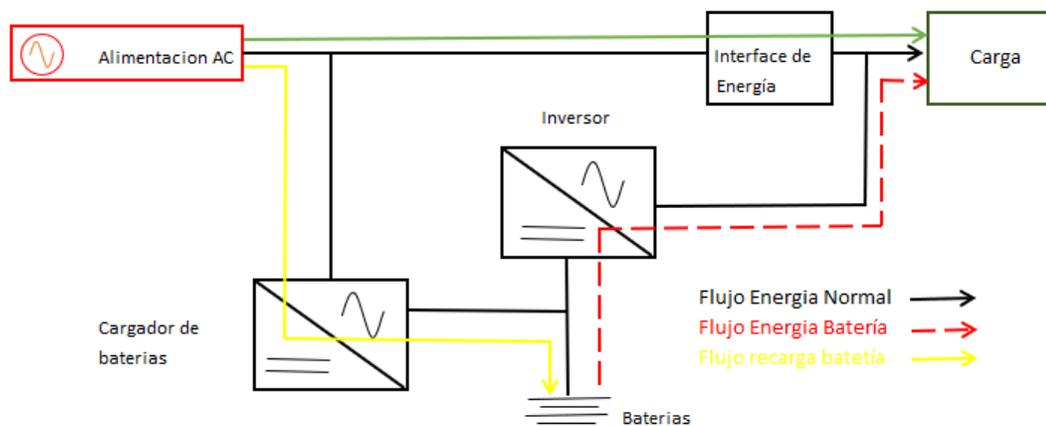
Loeffler (2016) El funcionamiento de este tipo de UPS se basa en suministrar energía a los equipos durante un corte de energía de la red comercial, tomando energía de su banco de baterías para alimentar al inversor.

Este tipo de UPS es el más sencillo y de funcionamiento básico, entre los que se pueden mencionar:

- UPS *Standby* o en espera
- UPS línea interactiva

Ambos tipos de UPS dejan fluir la energía eléctrica de la red comercial hacia los equipos, sin realizar algún tipo de filtrado, por lo cual no son muy utilizados para la protección de centros de datos.

Figura 10. **Diseño interno UPS interactivo**



Fuente: elaboración propia.

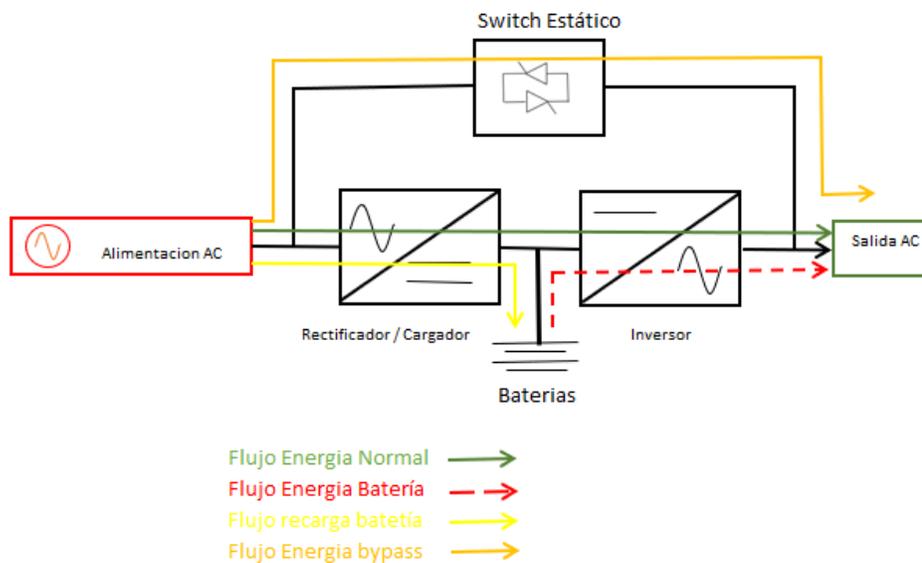
### 7.3.2.2. Sistema de doble conversión

Este tipo de UPS es el más utilizado para la protección de los centros de datos, este tipo de UPS es conocido también como UPS de doble conversión en línea.

El funcionamiento de este tipo de UPS es convertir dos veces la energía eléctrica antes de ser suministrada al equipo de cómputo. La energía es recibida

por el rectificador, el cual convierte la energía eléctrica de AC a DC, esta energía es utilizada para recargar el banco de baterías y como alimentación del inversor, el inversor es el encargado de convertir la energía eléctrica de DC a AC y acondicionarla antes de ser entregada a los equipos de IT (Loeffler, 2016).

Figura 11. **Diseño interno UPS doble conversión**



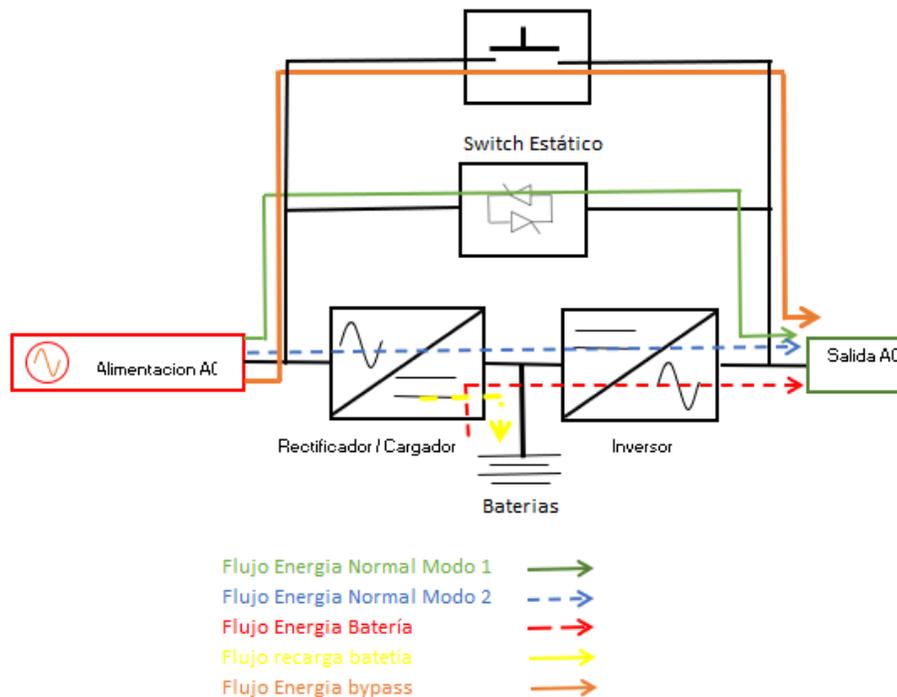
Fuente: elaboración propia.

### 7.3.2.3. Sistema multi modo

Actualmente este tipo de UPS es el más reciente, provee una alta eficiencia energética y protección, posee un mayor costo en comparación al de doble conversión y es necesario contar con un suministro de energía estable y libre de perturbaciones.

De acuerdo con Loeffler (2016) Los UPS multi modo combinan características de los UPS de simple y doble conversión para lograr un equilibrio entre eficiencia y protección. En condiciones normales, proporcionar la máxima eficiencia al funcionar en el modo de ahorro de energía. Sin embargo, cuando detecta cualquier problema en la energía eléctrica comercial, el UPS se transfiere automáticamente a la modalidad de doble conversión, garantizando así niveles máximos de protección al centro de datos, cuando la calidad de la energía vuelve a niveles aceptables, el UPS se transfiere nuevamente a la modalidad de ahorro de energía.

Figura 12. **Diseño interno UPS multi modo**



Fuente: elaboración propia.

#### **7.3.2.4. Capacidades de UPS**

Todo equipo de respaldo de energía es dimensionado según la necesidad del usuario final, acometida eléctrica disponible en sitio, voltaje de operación deseada y otros. Los UPS se pueden encontrar en diferentes capacidades, alimentación eléctrica y tiempos de respaldo de energía.

Los UPS pueden ser modulares o de capacidad fija, entre los más comunes se tiene

- Los UPS monofásicos 120 VAC, se pueden encontrar desde 350 VA hasta 3 kVA.
- Los UPS monofásicos 120 / 240 VAC, se pueden encontrar desde 6 kVA hasta 20 kVA.
- Los UPS trifásico 120 / 208 VAC, se pueden encontrar desde 8kVA hasta 1MVA.

#### **7.3.2.5. Aplicaciones de UPS**

Los equipos de respaldo de energía son cada vez más utilizados en los diferentes sectores industriales, la necesidad de proteger o resguardar el correcto funcionamiento de los aparatos electrónicos, que cada vez son más rápidos, precisos y eficientes, pero son más susceptibles a daños debido a la mala calidad del suministro de energía comercial que se tiene en los diferentes sectores del país.

En la siguiente tabla se enlista algunas de las industrias y equipos o procesos que son protegidos por un UPS.

Tabla II. Principales usos del UPS

<b>Industria</b>	<b>Equipo o proceso</b>
<i>Call Centers</i>	Centro de datos
<i>Call Centers</i>	Operarios
Clínicas de Especialidades	Resonancia Magnética
Clínicas de Especialidades	Equipo de Mamografías
Clínicas de Especialidades	Tomografías
Clínicas de Radioterapias	Acelerador lineal de partículas
Colegio	Centro de datos
Hospitales	Equipo de Rayos X
Hospitales	Equipo de laboratorios
Hospitales	Centro de datos
Imprentas	Plotters, impresoras, etc.
Industria	PLCs, SCADA, Cajas remotas, Instrumentación, etc.
Instituciones Financieras	Centro de datos
Instituciones Financieras	Operarios
Instituciones Financieras	Cajeros automáticos
Seguridad	Circuito cerrado de televisión
Supermercados	Data Center
Supermercados	Cajas de cobro
Universidades	Centro de datos

Fuente: elaboración propia.

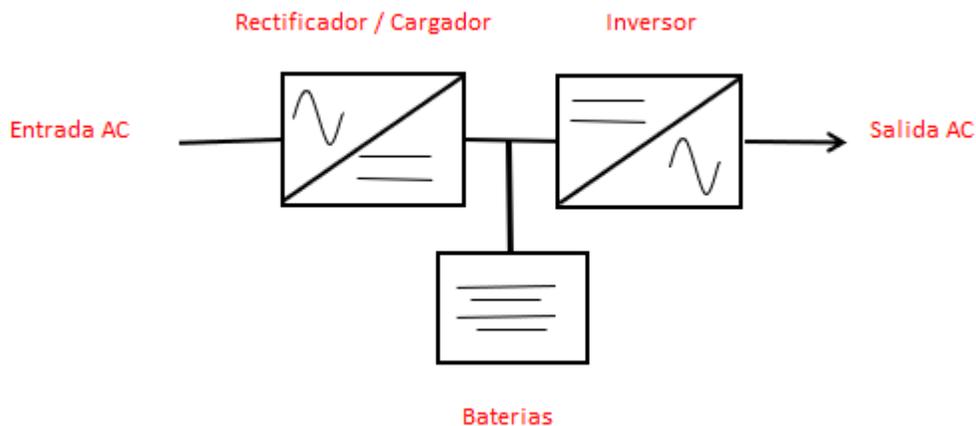
### 7.3.2.6. Partes principales de un UPS

Los UPS son dispositivos electrónicos diseñados para proveer energía de emergencia o energía regulada (voltaje constante), libre de ruido, distorsión armónica, entre otras características.

Las principales partes de un UPS son:

- Rectificador / cargador, es la parte de electrónica de potencia encargada de convertir el voltaje AC a DC, para alimentar al inversor y mantener cargado el banco de baterías.
- Inversor, es la parte de electrónica de potencia encargada de convertir el voltaje de DC a AC, para alimentar la carga crítica.
- Banco de baterías, es el encargado de proveer el voltaje DC para que el Inversor pueda suministrar el voltaje de AC necesario para alimentar la carga crítica.

Figura 13. **Diagrama de bloques de un UPS**



Fuente: elaboración propia.

#### 7.4. Banco de baterías

La batería es un dispositivo compuesto por una o varias celdas electroquímicas capaces de almacenar energía. A través de un proceso químico

dicha energía es convertida en corriente eléctrica, por esta capacidad de almacenar y entregar energía son utilizadas como fuente de alimentación para equipos de respaldo de energía.

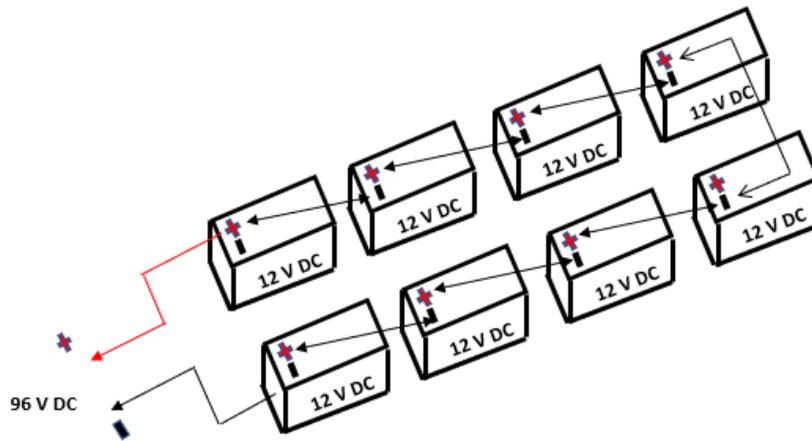
Se denomina banco de baterías, al conjunto o agrupación de baterías que, serán utilizadas como fuente de alimentación para los equipos de respaldo de energía. El banco de baterías está conformado por N baterías interconectadas en serie o en paralelo según sea la necesidad, a este arreglo se le conoce como *string* o cadena de baterías.

Dependiendo del tipo de equipo, la capacidad del equipo y el tiempo de respaldo solicitado por el usuario final al fabricante, el banco de baterías estará conformado por uno o varios *strings*.

#### **7.4.1. *String* de baterías, arreglo en serie**

Los bancos de baterías están conformados por varias baterías interconectadas en serie, este arreglo se realiza para sumar el voltaje de cada batería y obtener el voltaje nominal que necesita el equipo de respaldo para poder trabajar y queda limitado a la capacidad de amperios hora (Ah) con la que cuenta la batería.

Figura 14. **Banco de baterías: 8 baterías en serie - 1 *string***

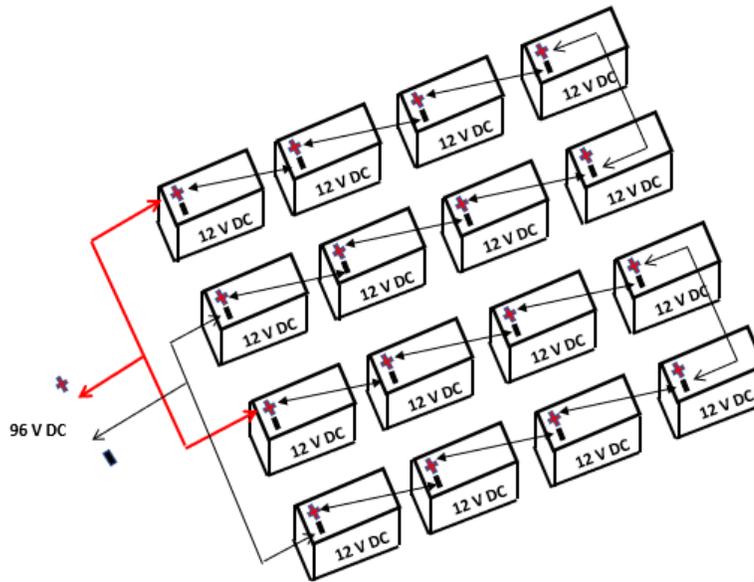


Fuente: elaboración propia.

#### 7.4.2. ***String* de baterías, arreglo en paralelo**

Los bancos de baterías pueden interconectarse de manera paralela, con este arreglo se obtiene una mayor capacidad de amperios hora, debido a que la corriente de cada *string* conectado en paralelo se suma, teniendo el cuidado de que el voltaje de cada *string* debe ser el mismo.

Figura 15. **Banco de baterías: 2 *string* en paralelo de 8 baterías en serie en cada *string***



Fuente: elaboración propia.

### 7.4.3. Tipos de baterías recargables

Las baterías se dividen según su composición química interna, las baterías recargables utilizadas como energía de reserva son: Ácido de Plomo (Pb), Níquel Cadmio (NiCd), Hidruro de Metal de Níquel (NiMH) y Ion de Litio (Li-ion) (Battery University, 2019).

#### 7.4.3.1. Batería ácido de plomo

Las baterías de ácido de plomo son las más utilizadas para equipos de respaldo de energía. Tiene la ventaja de ser un material resistente y económico, pero poseen la desventaja de tener una cantidad limitada de ciclos de carga,

descarga y necesitan estar en ambientes climáticos controlados. Al ser un material tóxico, es necesario darle un correcto manejo de reciclado (*Battery University*, 2019).

#### **7.4.3.2. Batería de níquel cadmio**

Las baterías de níquel cadmio, son más resistentes y duraderas comparadas con la de ácido plomo, ya que poseen una mayor cantidad de ciclos de carga y descarga. Adicional, tienen la ventaja de poder trabajar en ambientes más calóricos, pueden ser sometidas a altas corrientes de descargas y cargas ultrarrápidas, por tal razón son muy utilizadas en herramientas eléctricas, equipos médicos, aviación y equipos de respaldo de energía, por preocupaciones ambientales el níquel cadmio está siendo reemplazado por otros químicos (*Battery University*, 2019).

#### **7.4.3.3. Batería de hidruro de metal de níquel**

Las baterías de hidruro de metal de níquel tienen una capacidad menor de ciclos de carga y descarga comparada con las baterías de níquel cadmio, pero posee metales tóxicos más suaves. Son muy utilizadas en equipos médicos, vehículos y en aplicaciones industriales (*Battery University*, 2019).

#### **7.4.3.4. Batería de iones de litio**

Las baterías iones de litio poseen un mayor rendimiento en cuestión de ciclos de carga y descarga comparadas con las baterías de ácido plomo y las de níquel, por tal razón su precio de mercado es mayor, estas baterías están siendo muy utilizadas en herramientas eléctricas, equipo médico, diversidad de

dispositivos electrónicos y en equipos de respaldo de energía (*Battery University*, 2019).

Tabla III. **Comparación de baterías recargables**

Specifications	Lead Acid	NiCd	NiMH	Li-ion <sup>1</sup>		
				Cobalt	Manganese	Phosphate
Specific energy (Wh/kg)	30–50	45–80	60–120	150–250	100–150	90–120
Internal resistance	Very Low	Very low	Low	Moderate	Low	Very low
Cycle life <sup>2</sup> (80% DoD)	200–300	1,000 <sup>3</sup>	300–500 <sup>3</sup>	500–1,000	500–1,000	1,000–2,000

Fuente: Battery University. (2019). *Comparison Table of Secondary Batteries*. Consulta: 23 de octubre de 2020. Recuperado de [https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/secondary\\_batteries](https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/secondary_batteries).

#### 7.4.3.5. **Baterías utilizadas para UPS**

García (2015) Las baterías de plomo ácido reguladas por válvula (VRLA) son las baterías más utilizadas por los equipos de respaldo de energía como en el caso de los UPS, a diferencia del resto de baterías, estas tienen la característica de ser sometidas a altas tasas de descarga, proveen un mayor rendimiento y confiabilidad.

Estas baterías son comúnmente conocidas también como baterías HR (*high rate*), alta tasa de descarga o descarga de ciclo profundo. Estas baterías tienen una vida útil aproximadamente de 5 años o 200 ciclos de descarga bajo ciertas condiciones de operación que se deben cumplir.

Figura 16. **Batería de UPS**



Fuente: elaboración propia, edificio Torre Kaire, zona 10, ciudad de Guatemala, 18 de octubre de 2020.

Entre las marcas de baterías más utilizadas para aplicaciones de respaldo eléctrico o respaldo de energía se pueden mencionar.

Tabla IV. **Principales marcas de baterías**

<b>Marca</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>
Eaton	HR	PWHR1234W2FR
Eaton	HR	PWHR1220W4R
Eaton	HR	PWHR12500W4FR
CSB	HR	HR1221W
CSB	HR	HR1234W
CSB	HR	HR12120W
Enersys	HR	12HX100
Enersys	HR	12HX150
Enersys	HR	12HX205

Fuente: elaboración propia.

## **7.5. Mantenimiento**

Como lo describe García (2009) Es el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

García (2009) El mantenimiento no debe tener como objetivo la reparación urgente de las averías que aparecen durante la operación de los activos. Al contrario, debería de lograr asegurar una correcta operación durante la vida útil del activo, ajustándose al presupuesto del Departamento de Mantenimiento y cumpliendo un valor determinado de disponibilidad y fiabilidad.

Para garantizar un correcto funcionamiento de los distintos equipos dentro de una industria, es necesario realizar una planificación y programación de las actividades de mantenimiento, para evitar el envejecimiento prematuro de los activos y conservar los operativos por más tiempo (Olarte, Botero, y Cañon, 2010).

### **7.5.1. Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento busca lograr una eliminación o reducción de las fallas o paros repentinos de los activos en las instalaciones, esto se logra realizando inspecciones o revisiones, las cuales pueden ser programadas, el objetivo es lograr eliminar la causa de las posibles fallas (Castillo, 2019).

El mantenimiento preventivo realizado a intervalos de tiempo se considera como un avance comparado con el mantenimiento correctivo. Sin embargo, no se considera el método óptimo para obtener la máxima seguridad y confiabilidad de la planta (Manual del Ingeniero de Mantenimiento, 2001).

### **7.5.2. Mantenimiento predictivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en lograr determinar con antelación o anticipación la ocurrencia de una falla. Su principal objetivo es detectar y programar la reparación de la falla antes de que esta pueda afectar la operación de los equipos, esto se logra mediante la implementación de controles periódicos del estado de ciertos parámetros o características físicas y eléctricas que pueda dar indicios de algún fallo. La ventaja de este tipo de mantenimiento es que no es necesario parar o afectar la operación del equipo, ya que se realiza mediante técnicas que ayudan a diagnosticar, mediante Ensayos No Destructivos o no invasivos los parámetros, los cuales no afectan la operación de los equipos (Castillo, 2019).

El mantenimiento predictivo consiste en analizar parámetros de funcionamiento, cuya evolución permite detectar un fallo antes de que esto tenga una consecuencia grave. Al estudiar la evolución de estos parámetros y asociarlo a la determinación de algún tipo de falla, se podrá planificar las intervenciones necesarias que ayudaran a evitar consecuencias graves para los equipos (Manual del Ingeniero de Mantenimiento, 2001).

### **7.6. Monitoreo de condición**

Es una herramienta que se utiliza para llevar un control del desempeño de la operatividad de los activos, al tener un monitoreo continuo de ciertos parámetros físicos y/o eléctricos, se puede anticipar a fallos que pueden provocar interrupciones inesperadas, poniendo en riesgo la operación de los equipos involucrados.

El monitoreo de condición es una herramienta que se puede utilizar para monitorear el desempeño de los equipos, a través de la medida y seguimiento de determinados parámetros físicos, para lograr anticiparse a la falla (Altmann, (s.f.)).

El mantenimiento de condición o mantenimiento predictivo tiene como objetivo minimizar los tiempos de intervención de los equipos y extender la vida útil de sus componentes, a través de inspecciones periódicas (González, 2019).

#### **7.6.1. Técnica V.O.S.O.**

Es una de las técnicas más utilizadas para la inspección dentro del mantenimiento, consiste en utilizar los cuatro sentidos del ser humano, ver, oír, sentir y oler. El principal beneficio de la aplicación de esta técnica es que es de bajo costo y fácil aplicación, el único punto a tener en cuenta es que es necesario que el personal que la utiliza tenga cierto nivel de conocimiento y años de experiencia para obtener un resultado satisfactorio.

- Ver (vista): consiste en la aplicación de la vista del inspector de mantenimiento, para detectar: fugas, decoloración, mal formaciones en las piezas, entre otras características no vistan con anterioridad.
- Oír (oído): consiste en la aplicación del oído del inspector de mantenimiento, para la detección de ciertos ruidos anormales en los equipos, como, por ejemplo: algún tipo de roce, fuga, el ruido de algún golpe interno, entre otros ruidos que no se han percibido durante las inspecciones.
- Sentir (tacto): consiste en la aplicación del tacto en ciertas partes de los equipos donde no involucre algún tipo de riesgo para el inspector, utilizado

para detectar algún cambio físico, cambios de temperatura, algún tipo de vibración, entre otras.

- Oler (olfato): consiste en la aplicación del olfato del inspector para detectar algún olor inusual que, de indicios de algún problema o falla, por ejemplo: recalentamiento de cableado eléctrico, algún tipo de fuga de combustible, fuga de ácido plomo de las baterías, entre otras.

### **7.6.2. Técnicas no destructivas**

Son utilizadas para la detección temprana de fallas y para el monitoreo de variables físicas y/o eléctricas de los equipos a inspeccionar, la ventaja en la aplicación de estas técnicas es que no es necesario alterar o modificar la estructura del equipo para su análisis.

Para la aplicación de este tipo de técnica es necesario determinar qué factores o que variables; ya sean físicas o eléctricas, son las que afectan directa o indirectamente el funcionamiento del equipo o parte del equipo y son las causantes de la degradación de la vida útil del activo.

### **7.6.3. Ciclo de vida de la batería**

García (2015) Se conoce como ciclo de vida o tiempo de vida útil de la batería al tiempo que transcurre desde el momento en que es fabricada hasta el momento que es reemplazada, este ciclo de vida está limitado a cierta cantidad de ciclos de carga y descarga.

García (2015) Para asegurar un correcto funcionamiento de las baterías y poder prolongar su vida útil es necesario tener presente que factores externos afectan y degradan la salud de la batería.

#### **7.6.4. Factores que afectan la vida de la batería**

Los factores externos que afectan de manera directa la vida útil de las baterías y ponen en riesgo la operación del centro de datos, los cuales podrían generar paros inesperados y gasto no contemplados son:

- Temperatura ambiente
- Química de la batería
- Ciclado
- Mantenimiento

##### **7.6.4.1. Temperatura ambiente**

Es uno de los factores externos que afectan en gran medida la vida útil de las baterías, por lo que es necesario controlar la temperatura a la que están expuestas, la temperatura de operación óptima es de 25 °C (77 °F) (Eaton Corp, 2019).

Cualquier variación en la temperatura puede alterar el rendimiento y acortar la vida de la batería. Una variación de 10 ° C (15 ° F) por encima de la temperatura de operación óptima, puede reducir la vida útil de la batería en un 50 %, mientras que 10 ° C (15 ° F) por debajo de la temperatura de operación óptima, no afecta la vida útil de la batería, pero reduce su capacidad de suministrar energía, por lo que su tiempo de respaldo es menor al esperado.

#### **7.6.4.2. Química de la batería**

Debido a que las baterías son dispositivos electroquímicos, la corrosión interna de la rejilla positiva es el factor más común que afecta la vida útil de la batería, este proceso es el resultado del envejecimiento, debido a su química y da como resultado la disminución de la capacidad de la batería de almacenar y suministrar energía (Eaton Corp, 2019).

#### **7.6.4.3. Ciclado**

El ciclado de la batería, corresponde al ciclo completo de carga y descarga, debido a la química de las baterías recargables, estas pueden someterse a un cierto número de ciclos de carga y descarga antes de que su química se agote. Una vez agotada su química las celdas fallan y la batería debe ser reemplazada (Eaton Corp, 2019).

#### **7.6.4.4. Mantenimiento en baterías**

Eaton Corp (2019) Es una actividad fundamental para la correcta operación y fiabilidad de los equipos de respaldo de energía, aunque las baterías selladas son catalogadas como libres de mantenimiento, requieren de inspecciones y mantenimientos programados. El término libre de mantenimiento hace referencia al hecho de que las baterías selladas no requieren la aplicación de electrólito en cualquier de sus presentaciones para la nivelación de las celdas que conforman la batería.

Eaton Corp (2019) Una disminución gradual de la vida útil de la batería puede ser supervisada mediante revisiones de voltaje, pruebas de descarga o monitoreo. El mantenimiento preventivo programado ayuda a ampliar la vida de

los bancos de baterías, previniendo conexiones sueltas, acumulación de sarro en sus terminales, cortocircuitos internos, sulfatación, secado, fallos en el sellado e identificar baterías dañadas antes que afecten la operación de los *strings* y dañen el banco completo de baterías.

## **7.7. Mantenimiento predictivo en baterías**

Las baterías son un factor clave en el respaldo de la producción eléctrica, industrial, transporte y de comunicaciones. La finalidad del mantenimiento predictivo de las baterías es anticiparse a los modos de fallos, ofreciendo garantía y eficacia (Tabernero, 2013).

Para asegurar la confiabilidad y eficiencia de las baterías, es necesario llevar un monitoreo de las condiciones de operación de la batería, los ensayos más utilizados son el de capacidad e impedancia.

### **7.7.1. Ensayo de capacidad**

El ensayo de capacidad proporciona una idea precisa de la capacidad de la batería, el ensayo consiste en realizar una descarga de la batería, por lo que es necesario que las baterías se encuentren debidamente cargadas antes de la prueba.

Puntos por considerar antes del ensayo:

- Temperatura ambiente, como se mencionó la temperatura es un factor externo que acelera la degradación de la vida útil de las baterías.
- Porcentaje de carga del UPS, este dato es muy importante debido a que la corriente de descarga está relacionada a ese valor y es necesario que sea

constante para tener consistencia en todas las lecturas y poder realizar las comparaciones necesarias.

Puntos por considerar durante el ensayo:

- Tomar lecturas de voltaje y corriente de descarga, debido a que estos datos serán los que ayudarán a poder graficar y llevar un control del estado del banco de baterías.
- Tiempo de descarga, este dato es muy importante para poder realizar las comparaciones pertinentes.

El ensayo consiste en realizar una descarga del banco de batería a una intensidad constante, por lo que es necesario tener en cuenta el porcentaje de carga del UPS, el registro del voltaje y corriente de descarga, al igual que el tiempo de descarga, debido a que estos datos serán utilizados para tabular y llevar el registro del estado del banco de batería (Taberner, 2013).

Estos valores de voltaje y corriente serán tabulados y comparados conforme se van realizando las mediciones para generar una tendencia y un control de la salud de las baterías del equipo de respaldo.

### **7.7.2. Ensayo de impedancia**

Es el que ayuda a conocer la impedancia interna de la batería, dato que servirá para determinar el estado de salud de las baterías. Esta impedancia, conforme el tiempo, empieza a elevarse provocando una disminución en la capacidad de almacenamiento de energía de la batería.

Puntos por considerar antes del ensayo:

- Temperatura ambiente, como se mencionó la temperatura es un factor externo que acelera la degradación de la vida útil de las baterías.

Tabernerero (2013) El ensayo se realizará utilizando un equipo especial para medir la impedancia interna de la batería. El ensayo de impedancia consiste en inyectar una corriente alterna a la batería, por medio del equipo especial, este equipo medirá y registrará la impedancia de la batería, arrojando una lista de las impedancias, donde se puede detectar con anticipación las baterías con problemas o que están próxima a fallar.

Estos valores de impedancia interna serán tabulados y comparados, conforme se van realizando las mediciones para generar una tendencia y un control de la salud de las baterías del equipo de respaldo.

## **7.8. Indicadores de desempeño**

Los indicadores proporcionan una medida del desempeño en la gestión del mantenimiento, permiten conocer la condición y la disponibilidad de los equipos involucrados en la operación del día a día, facilitando la implementación de rutinas o acciones que permitan incrementar la confiabilidad, disponibilidad y la vida útil de los activos (Amendola, (s.f.)).

### **7.8.1. Disponibilidad**

Es una función que permite estimar en forma general el porcentaje del tiempo en que un activo esté disponible para realizar su función, en este

intervienen las horas de operación y las horas que el equipo se encuentra fuera de operación.

$$Disponibilidad = \frac{\text{Horas operación} - \text{Horas por paradas}}{\text{Horas operación}}$$

### **7.8.2. Confiabilidad**

Altmann (s.f.) El objetivo del mantenimiento es disminuir la cantidad de fallas que generan interrupciones no programadas, por lo que se podría decir que la confiabilidad es la probabilidad de que un equipo opere bajo ciertas condiciones sin sufrir una avería.

### **7.8.3. Tiempo Promedio Para Fallar (TPPF)**

Este indicador proporciona el tiempo promedio que es capaz, un equipo de realizar su función sin interrupciones dentro del período considerado, en este intervienen las horas de operación y el número total de fallas ocurridas.

$$TPPF = \frac{\text{Horas de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

### **7.8.4. Tiempo Promedio de Reparación (TPPR)**

Este indicador proporciona el tiempo promedio incurrido en poner operativo un equipo después de producirse una falla, para su cálculo es necesario contabilizar las horas que el equipo se encuentra sin operar.

$$TPPR = \frac{\text{Horas totales de inactividad}}{\text{Número de fallas}}$$

## **7.9. Prevención de riesgos laborales**

Dependiendo del tipo de UPS, los bancos de baterías pueden estar conformados por 4, 6 u 8 baterías instaladas en una misma bandeja de metal, por lo que el peso, volumen y posición presenta riesgos para el personal.

Riesgos que van desde lesiones en la cintura por la aplicación de una mala fuerza, cortes en los dedos o manos, golpe en manos o pies al momento de caerle encima la bandeja de baterías, por lo que es necesario una formación específica y el uso del equipo de protección personal por parte de los operarios encargados de trabajar con ellas.

### **7.9.1. Riesgos eléctricos**

La manipulación de baterías involucra un riesgo eléctrico, debido a las tensiones o voltaje que se suelen manejar, los bancos de baterías de los UPS suelen estar conformados por arreglos en serie y paralelo, lo que genera altos voltajes y corrientes DC.

Por otro lado, Tabernero (2013), las corrientes de cortocircuito pueden ser impresionantes, por lo que es muy importante el uso de herramienta aislada y el uso de elementos de protección, como gafas protectoras, guantes dieléctricos, calzado industrial, entre otros., debido a los altos voltajes DC que se manejan, no es recomendado el uso de artículos como: cadenas, pulseras, relojes, argollas y otros., ya que en un instante la elevada corriente podría fundirlos.

### **7.9.2. Riesgos químicos**

Debido a que la batería es un dispositivo electroquímico, incorpora elementos muy ácidos que pueden causar daños en el cuerpo y ojos. Adicional, se debe tener en cuenta la posibilidad de la generación de gases, algunos de ellos explosivos en combinación con el aire como el hidrógeno, por lo que se debe considerar la ventilación del lugar (Taberner, 2013).

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Institución financiera

- 1.1.1. La importancia de la institución financiera en la economía del país

#### 1.2. Centro de datos (*Data Center*)

- 1.2.1. Clasificación de los centros de datos
- 1.2.2. La importancia del centro de datos
- 1.2.3. Principales fallas de los centros de datos

#### 1.3. Equipos de respaldo de energía en los centros de datos

##### 1.3.1. Generador eléctrico

- 1.3.1.1. Generador tipo *standby*
- 1.3.1.2. Generador tipo *prime*

##### 1.3.2. *UPS (Uninterruptible power supply)*

- 1.3.2.1. Sistema de conversión simple
- 1.3.2.2. Sistema de doble conversión
- 1.3.2.3. Sistema multi modo

- 1.3.2.4. Capacidades de UPS
  - 1.3.2.5. Aplicaciones de UPS
  - 1.3.2.6. Partes principales de un UPS
- 1.4. Banco de baterías
  - 1.4.1. *String* de baterías, arreglo en serie
  - 1.4.2. *String* de baterías, arreglo en paralelo
  - 1.4.3. Tipos de baterías recargables
    - 1.4.3.1. Batería ácido de plomo
    - 1.4.3.2. Batería de níquel cadmio
    - 1.4.3.3. Batería de hidruro de metal de níquel
    - 1.4.3.4. Batería de iones de litio
    - 1.4.3.5. Baterías utilizadas para UPS
- 1.5. Mantenimiento
  - 1.5.1. Mantenimiento preventivo
  - 1.5.2. Mantenimiento predictivo
- 1.6. Monitoreo de condición
  - 1.6.1. Técnica V.O.S.O.
  - 1.6.2. Técnicas no destructivas
  - 1.6.3. Ciclo de vida de la batería
  - 1.6.4. Factores que afectan la vida de la batería
    - 1.6.4.1. Temperatura ambiente
    - 1.6.4.2. Química de la batería
    - 1.6.4.3. Ciclado
    - 1.6.4.4. Mantenimiento en baterías
- 1.7. Mantenimiento predictivo en baterías
  - 1.7.1. Ensayo de capacidad
  - 1.7.2. Ensayo de impedancia
- 1.8. Indicadores de desempeño
  - 1.8.1. Disponibilidad

- 1.8.2. Confiabilidad
- 1.8.3. Tiempo Promedio Para Fallar (TPPF)
- 1.8.4. Tiempo Promedio de Reparación (TPPR)
- 1.9. Prevención de riesgos laborales
  - 1.9.1. Riesgos eléctricos
  - 1.9.2. Riesgos químicos

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

## 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES



## **9. METODOLOGÍA**

En esta sección se presentará un conjunto de métodos que ayudarán a describir la forma en la que se pretende desarrollar el diseño de investigación.

### **9.1. Ruta de investigación**

La ruta de investigación que se plantea es mixta. Se recabará información cuantitativa a partir de la medición de voltaje, amperaje, temperatura, torque y mediante la revisión documental en base a datos del fabricante. Se recabará información cualitativa con la inspección del medio circundante y el estado visual superficial de la condición de cada batería que conforman el banco de baterías.

### **9.2. Alcance de investigación**

El alcance de investigación es descriptivo. Tras la revisión documental se determinará el rango de los parámetros de operación para realizar un monitoreo e inspección de estado de condición de cada batería que conforman el banco de baterías.

### **9.3. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es no experimental. Se recabará información de los parámetros de operación y condición de cada batería que conforma el banco de baterías.

#### 9.4. Variables

Se realiza desglose de variables y su tabulación:

Tabla V. **Operativización de variables**

<b>No.</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>PLAN DE TABULACIÓN</b>
1	Identificar los parámetros y condiciones externas de operación del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía a la fecha de investigación.	*Voltaje *Amperaje *Temperatura *Torque	* Tabla reconocimiento - Apéndice 2 * Tabla de medición – Apéndice 3
2	Determinar los rangos de operación de los parámetros y condiciones externas de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía.	*Voltaje *Amperaje *Temperatura *Torque	* Cuadro comparativo – Apéndice 4
3	Establecer un sistema adecuado para el monitoreo de estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía.	*Medición Voltaje *Medición Amperaje *Medición de Resistencia Interna	*Tabla de cotejo - Apéndice 5

Fuente: elaboración propia.

#### 9.5. Fases de investigación

La investigación se realizará en cuatro fases, donde se hará una revisión documental, una visita de reconocimiento del sitio, se realizará medición de parámetros y un trabajo de gabinete.

- Fase 1: revisión documental. Se realizará la revisión de bibliografía base para la elaboración del trabajo.
- Fase 2: reconocimiento de sitio. Se realizará una visita de reconocimiento al lugar, donde se encuentra instalado el banco de baterías, donde se recabará información de los parámetros externos y sus particularidades.
- Fase 3: medición de parámetros. Se realizará una visita al lugar donde se encuentra instalado el banco de baterías. Durante esta visita se realizará la medición de los parámetros externos y la medición de la resistencia interna del banco de batería en estudio.
- Fase 4: trabajo de gabinete. Con la información recabada en la fase 3, se realizará la tendencia de datos y se establecerá si se encuentra dentro de parámetros.

## **9.6. Población y muestra**

La población de estudio son las baterías que conforman el banco de baterías del equipo de respaldo de energía (UPS).

La evaluación se realizará sobre la población total: 48 baterías Marca: Enersys Data Safe Modelo: HX205-FR.



## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Para desarrollar el diseño de investigación se realizará un diagnóstico de la situación actual del banco de baterías, por medio de la inspección del registro de eventos del mismo equipo de respaldo de energía, revisión de los históricos del mantenimiento preventivo y se realizará una inspección visual para detectar algún tipo de problema físico que pueda estar afectando directamente la operación del banco de baterías del equipo de respaldo de energía.

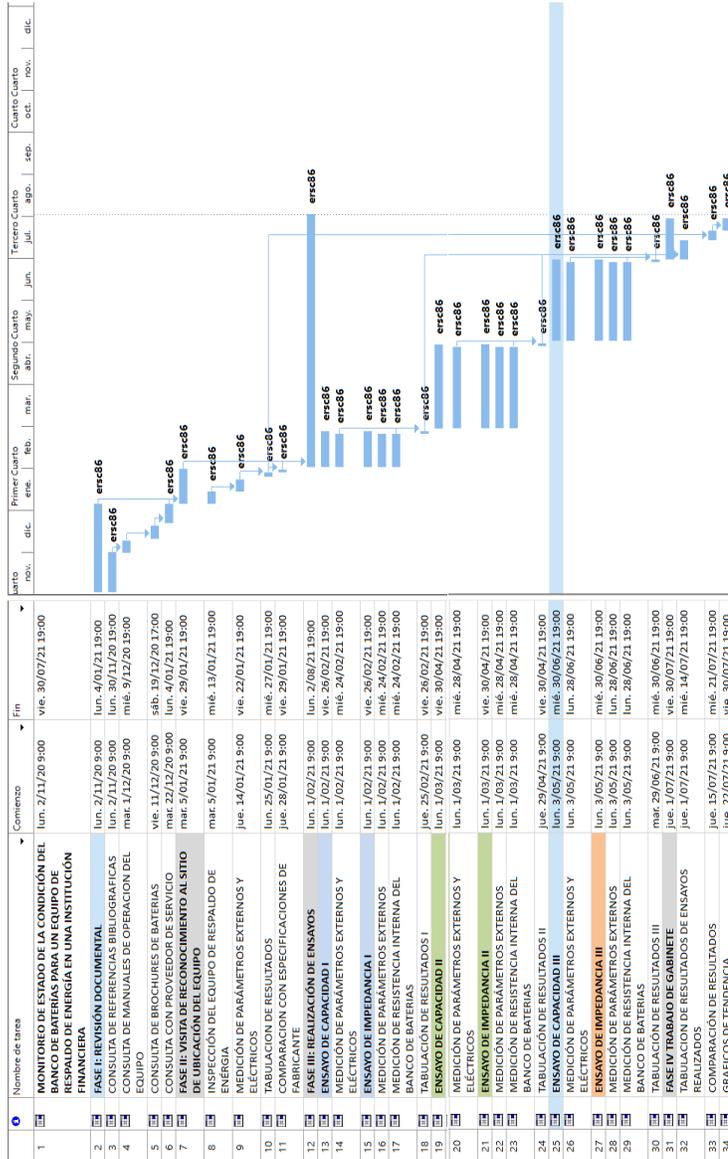
Posteriormente se realizará una visita de campo para la medición de parámetros externos como el torque aplicado a las terminales de interconexión de los bornes de la batería, medición de la temperatura de operación, se realizará la medición de parámetros eléctricos como el voltaje y corriente de flotación. Al tener completa la información se procederá a tabularla y compararla con los parámetros externos y eléctricos recomendados por el fabricante, esto con la finalidad de poder generar una tendencia de los parámetros que serán utilizados para realizar el monitoreo de condición.

Al tener tabulado los parámetros iniciales, se procederá a realizar los ensayos de capacidad y los ensayos de impedancia al banco de baterías, según las frecuencias asignadas. El resultado de estos ensayos serán los parámetros que se utilizan para generar el monitoreo de condición, mediante el análisis cuantitativo se generara los gráficos de tendencia que servirán para determinar las acciones correctivas del mantenimiento predictivo.



# 11. CRONOGRAMA

Figura 17. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para realizar el diseño de investigación, se cuenta con el apoyo del personal de mantenimiento interno, quienes realizarán inspecciones que brindarán información muy importante para la investigación, se cuenta con la participación de los proveedores externos, quienes realizan las rutinas de mantenimiento de los equipos de respaldo de energía.

Los recursos financieros que se utilizarán para llevar a cabo la investigación serán cubiertos una parte por el investigador y otra parte por la institución, para realizar la investigación se utilizarán algunos recursos como: laptop, multímetro, pinza amperimétrica, torquímetro, higrómetro, juego de desarmadores, juegos de dados de raíz de  $\frac{1}{4}$ , entre otros.

Actualmente el investigador cuenta con el acceso a los equipos en estudio y a la información necesaria para realizar la investigación, pero con la limitación de no mencionar el nombre de la institución y modelos de los equipos en estudio por temas de confidencialidad.

A continuación, se enlista un detalle del presupuesto estimado para realizar la investigación.

Tabla VI. **Presupuesto**

<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
Laptop Lenovo	Q 4,900
Multímetro y Pinza amperimétrica	Q 2760.00
Torquímetro de aguja raíz de ½	Q 277.00
Torquímetro tipo matraca raíz de ¼	Q 1,400.00
Juego de dados de raíz ¼	Q 207.00
Juego de desarmadores aislados	Q 215.00
Higrómetro	Q 270.00
Anemómetro	Q 460.00
Cámara termográfica	Q 4,247.00
Medición resistencia Interna	Q 8,000.00
Asesor	Q 2,500.00
Parqueo	Q 640.00
Combustible	Q 1,100.00
Alimentación	Q 700.00
<b>Total</b>	<b>Q 27,676.00</b>

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS

1. Acevedo, J. (2019). *Gestión de un programa de mantenimiento preventivo para retroexcavadora case 580 de 98hp, en empresa dedicada a la renta de maquinaria y servicio de la construcción bajo la normativa ISO 9001* (Tesis de maestría). Univesidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12637>.
2. Altmann, C. (s.f.). *El Mantenimiento y la Eficiencia Energética*. [Mensaje de blog]. Recuperado de: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-mantenimiento-y-la-eficiencia-energetica#:~:text=La%20funci%C3%B3n%20del%20Mantenimiento%3A%20es,contin%C3%BAe%20desempe%C3%B1ando%20las%20funciones%20deseadas.&text=Confiabilidad%3A%20proba> bi.
3. Amendola, L. (s.f.). *Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento*. [Mensaje de blog]. Recuperado de: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestion-del-mantenimiento>.
4. ANSI/TIA-942. (2005). *Telecommunications Infrastructure*. Washington D.C.: Telecommunications Industry Association. Recuperado de: <https://manuais.iessanclemente.net/images/9/9f/Tia942.pdf>.

5. Bal, J. (2016). *Propuesta de plan de mantenimiento para motogenerador y equipo de acondicionamiento de aire en un data center (centro de procesamiento de datos)* (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0904\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0904_M.pdf).
6. Banco de Guatemala. (s.f). *El sistema financiero y el desarrollo económico*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.banguat.gob.gt/inveco/notas/articulos/envolver.asp?archivo=1002>.
7. Battery University (6 de agosto de 2019). *Comparison Table of Secondary*. [Mensaje de blog]. Recuperado de: [https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/secondary\\_batteries](https://batteryuniversity.com/index.php/learn/article/secondary_batteries).
8. Castillo, J. (2019). *Desarrollo de un plan de mantenimiento, basado en el modelo de gestión de calidad tpm, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12463>.
9. Chocoy, J. (2019). *Gestión de mantenimiento preventivo empleando ultrasonido para cañón y husillo de empuje de máquina extrusora de polímeros, según ISO 17359* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12207>.

10. Eaton Corp. (24 de julio de 2019). *¿Que factores afectan la vida de la batería?* [Mensaje de blog]. Recuperado de: <https://eaton-lanpq.com/que-factores-afectan-la-vida-de-la-bateria/>.
11. Fernández, E. (2010). *Administración de empresas. Un enfoque interdisciplinar*. Madrid, España: Paraninfo. Recuperado de [https://books.google.com.gt/books?hl=es&lr=&id=HgnZlxbpJY0C&oi=fnd&pg=PA5&dq=empresas&ots=2TkZpQzdWZ&sig=e4sO\\_DJ-4lymAHAmYkfG-evSfRw&redir\\_esc=y#v=onepage&q=empresas&f=false](https://books.google.com.gt/books?hl=es&lr=&id=HgnZlxbpJY0C&oi=fnd&pg=PA5&dq=empresas&ots=2TkZpQzdWZ&sig=e4sO_DJ-4lymAHAmYkfG-evSfRw&redir_esc=y#v=onepage&q=empresas&f=false).
12. García, G. (1 de julio de 2007). Una visión genera: El estándar TIA-942. *Ventas de seguridad*, 112-118. Recuperado de: <http://www.areadata.com.ar/pdf/El%20standard%20TIA%20942%20-vds-11-4.pdf>.
13. García, S. (2009). *Ingeniería de Mantenimiento: Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento*. España: Renovetec. Recuperado de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>.
14. Girón, R. (2019). *Desarrollo de un modelo de gestión de mantenimiento predictivo utilizando herramientas de gestión ISO 50001 para reducir las fallas por mala calidad de energía eléctrica* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperada de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12577>.

15. González, N. (2019). *Monitoreo de condición por termografía infrarroja para equipos críticos eléctricos y de transmisión de vapor de la industria avícola en una planta ubicada en Villa Nueva, Guatemala (Tesis de maestría)*. Univesidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperada de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/12638>.
16. Loeffler, C. (1 de enero de 2016). *White Paper UPS basics*. [Mensaje de blog]. Recuperado de: <http://powerquality.eaton.com/Products-services/Backup-Power-UPS/9390IT.aspx?cx=119>.
17. Manual del Ingeniero de Mantenimiento (2001). *Gestión Moderna del Mantenimiento*. España: PCManagement. Recuperado de: [http://www.pcmangement.es/editorial/management\\_sp/Manual%20ingeniero%20mantenimiento.pdf](http://www.pcmangement.es/editorial/management_sp/Manual%20ingeniero%20mantenimiento.pdf).
18. Olarte C., Botero A., y Cañon A. (1 de abril de 2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de produccion. *Scientia Et Technica*, 16(44), 354-356. Recuperado: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>.
19. Ponemon Intitute (19 de enero de 2016). *Cost of Data Center Outages*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://www.ponemon.org/research/ponemon-library/security/2016-cost-of-data-center-outages.html>.

20. Rodríguez, J. (2010). *Administración de pequeñas y medianas empresas*. Estados Unidos: Cengage Learning.
21. Superintendencia de Bancos Guatemala, C.A. (2020). Boletín mensual de estadísticas del sistema financiero junio 2020. *Boletín*, (28)330. Recuperado de [https://www.sib.gob.gt/web/sib/Boletn-Mensual-de-Estadisticas?p\\_p\\_id=110\\_INSTANCE\\_cmXU&p\\_p\\_action=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_110\\_INSTANCE\\_cmXU\\_st\\_ruts\\_action=%2Fdocument\\_library\\_disp](https://www.sib.gob.gt/web/sib/Boletn-Mensual-de-Estadisticas?p_p_id=110_INSTANCE_cmXU&p_p_action=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_110_INSTANCE_cmXU_st_ruts_action=%2Fdocument_library_disp).
22. Tabareno, A. (1 de noviembre de 2013). Mantenimiento predictivo en baterías estacionarias. *Unitronics electric*, (269), 42-45. Recuperado de: <http://www.unitronics-electric.com/pdf/articulos/Mtto296UnitronicsMttoBaterias.pdf>.
23. Uptime Institute. (2018). *Infraestructura para Centros de datos Tier Standar: Topología*. España: The 451 Group. Recuperado de [https://uptimeinstitute.com/uptime\\_assets/daedeb4db6a46a8e5b488986731aee6a70606c186e94645579137f2f62cbcd44-00055E.pdf](https://uptimeinstitute.com/uptime_assets/daedeb4db6a46a8e5b488986731aee6a70606c186e94645579137f2f62cbcd44-00055E.pdf).



## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. **Matriz de coherencia**

#### **MATRIZ DE COHERENCIA**

<b>TÍTULO</b>	MONITOREO DE ESTADO DE LA CONDICIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS PARA UN EQUIPO DE RESPALDO DE ENERGÍA EN UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA
<b>OBJETVO GENERAL</b>	Establecer un procedimiento para el monitoreo del estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía en una institución financiera
<b>PREGUNTA CENTRAL</b>	¿Cuál es un procedimiento para el monitoreo del estado de condición de un banco de baterías para un equipo de respaldo de energía en una institución financiera?

<b>No.</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>METODOLOGIA</b>
1	Identificar los parámetros y condiciones externas de operación del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía a la fecha de investigación.	¿Cuáles son los parámetros y condiciones externas de operación del banco de baterías de un equipo de respaldo de energía a la fecha de investigación?	Realizar visita de campo al sitio donde se encuentra el equipo de respaldo en estudio. Medir por medio de un multímetro - amperímetro: voltaje y amperaje. Medir por medio de un termómetro la temperatura del sitio. Medir por medio de un torquímetro análogo el torque de apriete de las terminales de las baterías en estudio.

Continuación apéndice 1.

2	Determinar los rangos de operación de los parámetros y condiciones externas de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía.	¿Cuáles son los rangos de operación de los parámetros y condiciones externas de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía?	Tomando como referencia la hoja técnica del fabricante. Tabla de cotejo (comparación de parámetros). Diagrama comparativo de parámetros (grafica variación de los rangos de los parámetros).
3	Establecer un sistema adecuado para el monitoreo de estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía.	¿Qué sistema es adecuado para el monitoreo de estado de condición de un banco de baterías de un equipo de respaldo de energía?	Procedimiento de inspección del estado de la condición del banco de baterías del equipo en estudio.

Fuente: elaboración propia.