



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO:**

**“ANÁLISIS DE CARGA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
DEL EDIFICIO "LIGIA ELENA" EN EL CANTÓN CHONE”**

**AUTORES:**

**ZAMBRANO ZAMBRANO JAVIER ANTONIO  
ZAMBRANO ZAMBRANO JUAN CARLOS**

**TUTOR:**

**ING. JORGE GARCÍA HOLGUÍN**

**CHONE-MANABÍ-ECUADOR**

**2017**

Ing. José García Holguín, Docente de la Universidad de Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión Chone, en calidad de tutor del trabajo de titulación.

## **CERTIFICO:**

Que el presente trabajo de titulación: “ANÁLISIS DE CARGA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO "LIGIA ELENA" EN EL CANTÓN CHONE”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo y se encuentra listo para presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos plasmados en este trabajo de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: ZAMBRANO ZAMBRANO JAVIER ANTONIO, ZAMBRANO ZAMBRANO JUAN CARLOS, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Junio del 2017

**Ing. José García Holguín.  
TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Zambrano Zambrano Javier Antonio, Zambrano Zambrano Juan Carlos, de “ANÁLISIS DE CARGA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIOS "LIGIA ELENA" EN EL CANTÓN CHONE”, siendo el Ing. José Loor Marcillo tutor (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representante legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente cedo los derechos de este trabajo a la universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación, ya que ha sido realizado con apoyo financiero, académico o institucional de la universidad.

Chone, Junio del 2016

---

Zambrano Zambrano Javier Antonio

**AUTOR**

---

Zambrano Zambrano Juan Carlos

**AUTOR**



***UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE***

***FACULTAD DE INGENIERA ELÉCTRICA***

***INGENIEROS ELÉCTRICOS***

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación siguiendo la modalidad de Proyecto de Investigación, titulado: "ANÁLISIS DE CARGA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO "LIGIA ELENA" EN EL CANTÓN CHONE", elaborada por los egresados: Zambrano Zambrano Javier Antonio, Zambrano Zambrano Juan Carlos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Chone, Junio del 2017

---

Ing. Odilón Schnabel Delgado, Mgs.

**DECANO**

---

Ing. José García Holguín.

**TUTOR**

---

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

---

**SECRETARIA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación, ésta dedicada a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mis padres por ser las personas que han acompañado durante mi trayecto estudiantil y de mi vida.

A mi esposa e hijos quienes me han apoyado incondicionalmente, por sus consejos por su amor y cariño hasta el final del camino. A mis compañeros, con quienes he compartido grandes lotes de felicidad y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A todos a quienes no nombre, pero que han aportado buenas cosas a mi vida, sino por los grandes lotes de felicidad y diversas emociones que siempre me han causado y con todo mi amor gracias a todos por estar conmigo incondicionalmente durante todos estos años.

**Javier Antonio Zambrano Zambrano**

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación, en primer lugar se la dedico a Dios por ser mi guía espiritual, para poder culminarla mi formación profesional, con toda mi gratitud y cariño a mis padres, por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera y por creer en mi capacidad de ser un profesional, por su apoyo incondicional tanto en los buenos y difíciles momentos.

A mis compañeros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías, tristezas y a todas aquellas personas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad y todos quienes de una u otra manera me brindaron su apoyo.

**Juan Carlos Zambrano Zambrano**

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de titulación en modalidad proyecto de investigación es el resultado del esfuerzo en conjunto realizado por los autores.

Por esto agradecemos a nuestro tutor de tesis, el Ing. José García Holguín, por todo el apoyo, paciencia y aconsejarnos en este largo caminar que no ha sido tan fácil pero a la vez satisfactorio.

A nuestros compañeros de clases, quienes a lo largo de todo este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos para llegar hasta aquí con éxito, y cumpliendo nuestras expectativas.

A nuestros padres, esposas, hijos (as) y hermanos quienes a lo largo de toda nuestras vidas han apoyado y motivado nuestra formación académica, creyeron en nosotros en todos los momentos y no dudaron de nuestras habilidades.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Gracias.

**Javier Zambrano y Juan Zambrano**

## SÍNTESIS

El análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificios "Ligia Elena" en el Cantón Chone, surge de la necesidad de la problemática de la institución de estudio; para esto se realizó el estado del arte y una investigación de campo sobre análisis de carga en las instalaciones eléctricas, considerando interpretaciones de diferentes autores en relación al tema, para conocer los antecedentes que nos conlleva esta investigación, posteriormente se realizó un diagnóstico de la situación actual de la Edificación, "Ligia Elena" en el Cantón Chone"; se aplicaron técnicas de compilación de información que se utilizaron en esta investigación, Entrevista al Propietario de la Edificación y Empleados de la institución a investigar, las cuales cumplieron con las condiciones necesarias para obtener la información evidente y real del caso de estudio; se logró observar la necesidad de esta investigación por su relevancia se muestra la elaboración de la propuesta, denominada análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificios "Ligia Elena" en el Cantón Chone.

**Palabras Clave:** Instalaciones Eléctricas, Edificación, "Ligia Elena" en el Cantón Chone".

## ABSTRACT

The analysis of load in the electrical installations of the "Ligia Elena" buildings in Canton Chone arises from the need of the problem of the study institution; For this the state of the art and a field investigation on load analysis in the electrical installations were performed, considering interpretations of different authors in relation to the subject, to know the antecedents that this research brings us, later a diagnosis of the situation was realized Current building, "Ligia Elena" in Canton Chone ".; We applied information compilation techniques that were used in this research, Interview with the Building Owners and Employees of the institution to be investigated, which fulfilled the necessary conditions to obtain the evident and real information of the case study; It was possible to observe the need for this research because its relevance shows the elaboration of the proposal, called load analysis in the electrical installations of the "Ligia Elena" buildings in Canton Chone.

**Key Words:** Electrical Installations, Building, "Ligia Elena" in Canton Chone ".

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINAS
PORTADA.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	III
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
SÍNTESIS.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	7
1. ESTADO DEL ARTE.....	7
1.1. Cargas en las Instalaciones Eléctricas.....	7
1.1.1. Importancia de la Electricidad.....	7
1.1.2. Aplicaciones de la Electricidad .....	8
1.1.3. Potencia y Energía Eléctrica.....	10
1.1.4. Parámetros de Buena Calidad de la Energía.....	11
1.1.5. Importancia de la Calidad de Energía eléctrica.....	11
1.1.6. Sistema de Suministro Eléctrico.....	13
1.2. Generación de la Energía Eléctrico.....	14
1.2.1. Red de Transporte o Transmisión de Energía .....	14
1.2.2. Subestaciones .....	14
1.2.3. Distribución de Energía.....	15
1.2.4. Tipos de Cargas en los Sistemas Eléctricos.....	15
1.2.5. El Factor de la Potencia.....	16

1.2.8. Armónicos de Corriente .....	18
1.2.9. Armónicos de Tensión .....	19
1.2.10. Fuentes de Armónicos.....	19
1.2.11. Efectos del Contenido Armónico .....	20
1.2.12. Sistemas Eléctricos.....	21
1.2.13. Un alto nivel de seguridad.....	21
1.2.14. Disturbios en el Servicio Eléctrico.....	23
1.2.15. Corriente Eléctrica .....	24
1.2.16. Principios de Operación de Motores Eléctricos .....	27
1.2.17. Índices de Confiabilidad .....	31
1.2.18. Clasificación de Estados .....	32
CAPITULO II .....	34
2. Diagnóstico de la Situación Actual .....	34
2.2. Análisis de la entrevista al Propietario del Edificio “Ligia Elena” de la Ciudad de Chone. ....	46
2.3. Comprobación de la Hipótesis .....	48
2.4. Conclusión Parcial .....	49
CAPÍTULO III.....	50
3. Propuesta.....	50
3.1. Título de la Propuesta.....	50
3.2. Objetivo de la Propuesta .....	50
3.3. Cobertura de la Propuesta .....	50
3.4. Beneficiarios de la Propuesta.....	50
3.5. Descripción del Modelo.....	50
3.5.1. Antecedentes .....	50
3.7. Red de Media Tensión .....	53
3.7.1 Conductor.....	53
3.7.2 Estructuras.....	54
3.8. Red de Bajo Voltaje .....	54
5. RECOMENDACIONES .....	57

6. BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
2.1: Resultados Encuesta Pregunta 1.....	37
2.2: Resultados Encuesta Pregunta 2.....	38
2.3: Resultados Encuesta Pregunta 3.....	39
2.4: Resultados Encuesta Pregunta 4.....	40
2.5: Resultados Encuesta Pregunta 5.....	41
2.6: Resultados Encuesta Pregunta 6.....	42
2.7: Resultados Encuesta Pregunta 7.....	43
2.8: Resultados Encuesta Pregunta 8.....	44
2.9: Resultados Encuesta Pregunta 9.....	45
2.10: Resultados Encuesta Pregunta 10.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDOS</b>	<b>PÁGINAS</b>
2.1.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 1).....	37
2.2.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 2).....	38
2.3.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 3).....	39
2.4.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 4).....	40
2.5.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 5).....	41
2.6.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 6).....	42
2.7.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 7).....	43
2.8.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 8).....	44
2.9.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 9).....	45
2.10.- Encuesta. Tomado de (Tabla n 10).....	46

## INTRODUCCIÓN

Analizando varios artículos científicos sobre sistemas eléctricos para la instalaciones eléctricas del edificio “LIGIA ELENA” en el Cantón Chone. Según (Todd, 2010), menciona que el sistema eléctrico puede cuantificarse a través de varios parámetros, relacionados con la continuidad de servicio, las fluctuaciones de voltaje el contenido armónico de las formas de onda de voltaje y de corriente y las variaciones de frecuencia, de estos aspectos del servicio eléctrico, son imputables al sistema de distribución, en gran medida, la continuidad de suministro, las variaciones de voltaje y armónicos, puesto que la regulación de frecuencia es responsabilidad de la generación.

La Calidad de Servicio, como puede apreciarse, es bastante amplio de manera que no es posible sintetizarlo en un solo parámetro o índice, por una parte para las fluctuaciones lentas y rápidas de voltaje, existen diversos cuantificadores que dan cuenta de la presencia de tales anomalías e indican la necesidad de tomar medidas correctivas, dado que las fuentes de estos problemas son normalmente conocidas, los cortes de suministro de energía eléctrica, que afectan a todos los usuarios produciendo graves distorsiones tanto en el desarrollo habitual de cualquier actividad como en el confort de las personas, se cuantifican midiendo su frecuencia de aparición y su duración, una manera más general de evaluar la confiabilidad del servicio eléctrico es a través de la disponibilidad.

(Billinton, 2010), señala que la confiabilidad del servicio de energía eléctrica, medida a través de índices de desempeño, tiene dos orientaciones diferentes: el registro de eventos pasados y la predicción de confiabilidad, las empresas de servicio eléctrico normalmente llevan un registro estadístico de los eventos pasados, con los cuales pueden evaluar el desempeño de sus sistemas y algunos indicadores económicos, especialmente la energía no suministrada, la predicción de índices de confiabilidad pretende determinar el comportamiento que tendrá la red, basado en el desempeño pasado, y ayudar en la toma de decisiones sobre modificaciones de elementos componentes de la red o topología.

(Gaver, 2012), manifiesta que para el caso de un sistema eléctrico de distribución, la probabilidad de sobrevivencia se asocia con la posibilidad de disponer de energía eléctrica en cualquier instante, es obvio que el sistema eléctrico no se acaba, pero cada cierto tiempo

experimentará situaciones que derivan en cortes de servicio, dado que los elementos que lo componen sufren desperfectos o fallas entonces, la confiabilidad para este tipo de sistemas se establece en base a una serie de cuantificadores, que intentan describir, en promedio, las veces en que se ve afectado el servicio eléctrico y sus probables duraciones es difícil definir una función de confiabilidad única para un sistema como el de distribución, puesto que diferentes consumidores, conectados en distintos puntos de éste, verán comportamientos disímiles, por tal razón, se definen índices globales, para el sistema, e individuales, para un consumidor o grupo de consumidores conectados a un mismo nudo.

(Allan, 2010), indica que aunque no existe unanimidad en los criterios de evaluación, los índices más comunes utilizados en la cuantificación de confiabilidad son los relacionados con la frecuencia y duración de fallas o cortes de suministro de energía eléctrica, en algunas empresas donde se evalúan estos factores, sólo son considerados aquellos cortes de una duración mayor a cinco minutos o solamente los reportados por los clientes, en ciertos casos, la sensibilidad de las cargas a la disponibilidad de electricidad es tan crítica, que los microcortes son también materia de interés.

(Camargo, 2011), manifiesta que la utilización de la información de indicadores de confiabilidad por parte de las empresas de distribución, ayuda a la toma de decisiones sobre propuestas alternativas de topología de la red, elementos de protección políticas de mantenimiento y operación, incorporación de elementos de maniobra automatizados, refuerzo de elementos, el problema de la calidad de servicio y, en particular, de la continuidad de suministro de electricidad, tiene también un trasfondo económico, teóricamente, es posible lograr una calidad de servicio perfecta, es decir, cero interrupciones, nivel de tensión plano, frecuencia constante, pero a costo infinito.

Hasta hace un par de décadas, la mayoría de las publicaciones sobre confiabilidad en Sistemas Eléctricos de Potencia eran dedicadas a los sistemas de generación, en donde el interés principal es conocer la disponibilidad de energía y potencia, en este campo, las evaluaciones son realizadas en base a una teoría y procedimientos bien desarrollados y conocidos. Para (Arriaga, 2013), se marca una diferencia a partir del año 1964, cuando se publican dos trabajos sobre cálculo de confiabilidad en sistemas de transmisión y distribución desde entonces se aprecia un continuo interés por desarrollar métodos y

técnicas de cálculo de parámetros de confiabilidad en redes eléctricas, principalmente en los países desarrollados.

Por otra parte (Chamanga, 2011), menciona que por otra motivación bastante fuerte para orientar esfuerzos en este sentido lo constituyeron apagones que afectaron a extensas áreas del territorio norteamericano, provocando cuantiosos daños y pérdidas, esto indicaba que, aparte de la disponibilidad de energía, también era necesario conocer los posibles puntos débiles de la red, puesto que las fallas en tales casos se originaron en ellos.

En la actualidad, resulta difícil imaginar un mundo sin electricidad, pues ésta influye significativamente en la vida cotidiana de los seres humanos en cientos de maneras, la electricidad se usa en las casas, oficinas, iluminación pública, en la operación de aparatos electrodomésticos, teléfono, computadoras, equipo electrónico, la electricidad es empleada en la fabricación de la mayor parte de las cosas consumibles, que se utilizan ya sea directamente o para operar las máquinas que hacen o procesan los productos, sin la electricidad, la mayor parte de las cosas empleadas hoy en día no serían posibles y se tendría que prescindir de aparatos eléctricos que constituyen parte integral del entorno cotidiano.

(Benjamín, 2011), menciona que existen diversas formas de generar electricidad, el generador es la máquina elemental, que utiliza el método más común para producirla, empleando el principio del electromagnetismo, casi toda la energía eléctrica empleada proviene originalmente de un generador de una planta eléctrica, el generador puede ser accionado mecánicamente por una fuerza hidráulica, una turbina de vapor con calentamiento de carbón, petróleo, gas, energía nuclear o hasta un motor de combustión interna, pero aun así uno de los mayores problemas es encontrar fuentes de energía nuevas y alternas, que son cada vez más limitadas, pero por ahora se depende casi por entero del generador eléctrico.

Un generador es una máquina que convierte la energía mecánica en energía eléctrica, utilizando el principio del electromagnetismo y una fuerza externa de accionamiento. Sin embargo, en la operación de un generador, se acentúa la necesidad de diseñar y construir sistemas de control, que sostengan la calidad de energía eléctrica generada, es decir; mantener los niveles de frecuencia y voltaje en sus valores nominales, ya que estas variables dependen fuertemente de la operación del generador y de los cambios de carga.

(Buban, 2011), manifiesta que en la actualidad, la principal manera de obtener la electricidad es mediante el uso de grandes centrales termoeléctricas, en las que la energía térmica liberada por una fuente de energía primaria madera, carbón, petróleo, gas, combustible nuclear se transforma en electricidad a través de un proceso que exige el uso de turbinas y generadores, los cuales cubren la etapa final de conversión de energía mecánica en eléctrica, las centrales hidroeléctricas también son de gran importancia en la actualidad, conceptualmente trabajan bajo el mismo principio al utilizar la energía cinética de una caída de agua para obtener energía mecánica que posteriormente es transformada en energía eléctrica.

(William, 2010), indica que la palabra generar significa producir, un generador eléctrico es una máquina que produce un voltaje por medio de inducción electromagnética, esto se efectúa por la rotación de bobinas de alambre a través de un campo magnético o por la rotación de un campo magnético en el centro de las bobinas de alambre, el generador moderno es el resultado del trabajo de Michael Faraday y Joseph Henry en 1831, este descubrimiento dio lugar al generador, motor eléctrico, micrófono, bocina, transformador y galvanómetro, en la actualidad más del 95% de la energía eléctrica mundial se suministra mediante generadores

Un voltaje alterno estacionario es producido al girar una bobina de alambre entre los polos de un imán permanente, en el esquema de un generador sencillo la bobina se denomina armadura, sus extremos están conectan a anillos colectores aislados, los cuales están montados en el mismo eje de la armadura, las escobillas estacionarias presionan los anillos colectores y con ello conectan la armadura rotatoria a un circuito externo una fuerza mecánica acciona la armadura, y con ello se convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

(Portilla, 2010), menciona que el descubrimiento de la electricidad empezó desde hace ya más de un siglo, cambiando la forma de vida de las personas. La electricidad también es usada abordo para poner en funcionamiento la maquinaria auxiliar y la de cubierta, para la ventilación, la iluminación, el acondicionamiento de aire, calefacción, las cocinas, incluso el movimiento de la propia embarcación, etc. Por eso es necesario la generación constante de

energía eléctrica abordo, así como de los elementos necesarios para su distribución, control y arranque de los equipos.

(Romero, 2010), manifiesta que el sistema eléctrico en general está diseñado para dar confiabilidad en el suministro de energía a los diferentes circuitos de carga motriz, circuitos simples, y especiales, para lo cual el sistema dispone de dos generadores auxiliares, y el generador de emergencia, Se denomina sistema eléctrico al conjunto de elementos cuya finalidad es la producción, el transporte y la distribución de energía eléctrica el sistema eléctrico de un buque se basa su distribución a partir de una planta generadora encargada de producir la energía que precisen los equipos de a bordo.

Según (Fernández, 2011), se expresa de manera cuantitativa a la tensión inducida por un campo magnético variable en magnitud, o de variación en magnitud y polaridad, que atraviesa perpendicularmente al plano de una bobina, en cuyas terminales se puede medir la magnitud de la referida tensión inducida, este proceso se explica mediante un sistema de conversión de energía, que consiste en una máquina mecánica cuyo eje está acoplado con el eje del rotor del generador o alternador eléctrico.

La potencia a gran escala se genera por generadores síncronos trifásicos, conocidos como alternadores, impulsados ya sea por turbinas a vapor, turbinas hidráulicas o turbinas a gas, los devanados de la armadura están ubicados en la parte estacionaria llamada estator y son diseñados para la generación de voltajes trifásicos balanceados y están arreglados para desarrollar el mismo número de polos magnéticos como el devanado de campo que se encuentra en el rotor.

(Roman, 2013), menciona que el campo, el cual requiere una potencia relativamente pequeña, del 0,2 al 3 por ciento de los valores nominales de la máquina para su excitación, se ubica en el rotor, el rotor también está equipado con uno o más devanados cortocircuitados conocidos como devanados de choque, el rotor es impulsado por un motor primario a velocidad constante y su circuito de campo es excitado con corriente continua la excitación puede ser provista a través de anillos deslizantes y escobillas por medio de generadores de corriente continua, montados en el mismo eje del rotor de la máquina síncrona, sin embargo, los sistemas modernos de excitación generalmente usan generadores

de corriente alterna con rectificadores rodantes, y son conocidos como excitación sin escobillas, el sistema de excitación del generador mantiene el voltaje en el generador y controla el flujo de potencia reactiva.

En este trabajo de investigación está constituida por 3 capítulos de los cuales se describen:

En el primer CAPÍTULO I, Se muestra el Estado de Arte en base a la investigación realizada en artículos científicos, libros, revistas, etc. Para dar a conocer más sobre sistemas eléctricos para las instalaciones eléctricas del edificio “LIGIA ELENA” en el Cantón Chone, sus beneficios, la importancia de ella como también su incidencia en la actualidad, en cuando al desarrollo se refiere.

De la misma forma en el CAPÍTULO II, se da a conocer el diagnostico de los resultados obtenidos, en las respectivas técnicas de recopilación de información que se dieron en el proceso, dando así el conocimiento de la situación actual sistemas eléctricos para la instalaciones eléctricas del edificio “LIGIA ELENA” en el Cantón Chone.

En su CAPÍTULO III, se presenta la solución al problema encontrado, con la propuesta establecida sobre el sistemas eléctricos para la instalaciones eléctricas del edificio “LIGIA ELENA” en el Cantón Chone, que es la elaboración de una propuesta para la aplicación de mejora del factor de potencia en las instalaciones eléctricas mediante un análisis de carga que pretende cambiar y así resolver su principal problema y contribuir con el requerimiento para sus educandos, y que el trabajo dentro de la unidad educativa funcione lo mejor posible dando el servicio conveniente, y así evitar los problemas encontrados en por su actual situación.

## CAPITULO I

### 1. ESTADO DEL ARTE

#### 1.1.Cargas en las Instalaciones Eléctricas

(Boylestad, 2009), manifiesta que años antes del descubrimiento de la teoría de los electrones, lograda por J. Thompson, el Dr. Benjamín Franklin sugirió que la electricidad consistía en muchas partículas pequeñas cargadas eléctricamente además adelantó la teoría de que las cargas eléctricas eran producidas por la distribución de partículas eléctricas en la naturaleza la electricidad es una forma de energía con efectos térmicos, luminosos, magnéticos o químicos el ser humano siempre tuvo problemas para entender la naturaleza de la electricidad a pesar de que la energía eléctrica es utilizada de las más diversas formas en máquinas y equipos, todos la utilizamos diariamente de una u otra manera, alguna forma de electricidad o electrónica al encender una lámpara o un radio, al usar una calculadora de bolsillo o un automóvil lo importante es disponer de la electricidad dándonos igual si proviene de una batería, de una pila o de una central eléctrica o de cualquier tipo

##### 1.1.1. Importancia de la Electricidad

(Harper, 2010), indica que la ingeniería eléctrica sirve de base, para muchos campos asombrosamente diversas comunicaciones vía satélite, control de helicópteros, reconocimiento de voz, grabación estéreo digital, generadores de potencia de mega watts, sin embargo la energía eléctrica en sus inicios, se ocupó solamente de aplicaciones de potencia motores, alumbrado, calefacción y transmisión de potencia.

En ese entonces el campo, completo podía ser estudiado tanto en amplitud como en profundidad, en un tiempo razonable con los años ha llegado a ser paulatinamente, menos accesible para un ingeniero eléctrico, y no se diga uno no eléctrico, estudiar por completo la ingeniería eléctrica tanto en amplitud como en profundidad la mayoría de los ingenieros nunca se ven involucrados a nivel dispositivo especialmente, los no eléctricos están interesados en la ingeniería eléctrica, al nivel de sistemas donde esta se relaciona con sus propias disciplinas a través de la instrumentación, el control de las comunicaciones, la computación y los sistemas de potencia. La corriente eléctrica es un movimiento de las cargas negativas a través de un conductor como los protones están fuertemente unidos al

núcleo del átomo, son los electrones los que en realidad tienen la libertad de moverse por ello, en general, se puede decir que la corriente eléctrica se origina por el movimiento o flujo electrónico a través de un conductor, el cual se produce debido a que existe una diferencia de potencial y los electrones circulan de una terminal negativa a una positiva como en el siglo XIX no se conocía la naturaleza de éstos, se supuso, en forma equivocada, que las partículas positivas fluían a través del conductor por tanto, convencionalmente se dice que el sentido de la corriente es del polo positivo al negativo.

Cuando dos cuerpos cargados con diferente potencial se conectan mediante un alambre conductor, las cargas se mueven del punto de potencial eléctrico más alto al más bajo, lo cual genera una corriente eléctrica instantánea que cesará cuando el voltaje sea igual en todos los puntos, en caso de que mediante algún procedimiento se lograra mantener en forma constante la diferencia de potencial entre los cuerpos electrizados, el flujo de electrones sería continuo.

(Roudstrum, 2010), manifiesta que existen dos clases de corriente eléctrica la corriente continua o directa (C. C.) y la alterna (C. A.) la corriente continua se origina cuando el campo eléctrico permanece constante, esto provoca que los electrones se muevan siempre en el mismo sentido, es decir, de negativo a positivo (el sentido convencional de la corriente en forma equivocada señala que es de positivo a negativo) la corriente alterna se origina cuando el campo eléctrico cambia alternativamente de sentido, por lo que los electrones oscilan a uno y otro lado del conductor, así, en un instante el polo positivo cambia a negativo y viceversa cuando el electrón cambia de sentido, efectúa una alternancia dos alternancias consecutivas constituyen un ciclo el número de ciclos por segundo recibe el nombre de frecuencia, ésta es en general de 60 ciclos/ segundo.

### **1.1.2. Aplicaciones de la Electricidad**

(Buban, 2009), menciona que la industria eléctrica y electrónica, ha continuado madurando, al grado de que casi toda persona, hogar o negocio, ha sido influido por sus productos la prueba más obvia es la amplia aceptación que ha tenido la computadora en todos los niveles de nuestra vida en la actualidad los circuitos integrados se encuentran en los sistemas más modernos y permiten la fabricación de productos terminados más pequeños, más rápidos y a

menudo indispensables la energía eléctrica energía de control o de trabajo es puesta, procesada y transmitida mediante determinados elementos estos elementos constructivos son incluidos, a modo de simplificación y en aras de una mayor claridad, como símbolos en los esquemas de distribución de este modo se facilita el montaje y el mantenimiento de los sistemas.

Instalaciones Eléctricas son conjuntos de elementos o dispositivos que permite llevar la energía eléctrica desde un punto denominado fuente hasta la carga para transformar en servicio eléctrico en el presente análisis es de interés las instalaciones residenciales o de baja tensión estas comprenden desde los elementos de distribución de baja tensión hasta la carga, la distribución en baja tensión en Ecuador están a voltajes de monofásico y bifásico de 120V y voltajes de 208V en bifásico y trifásico las instalaciones eléctricas de baja tensión son sencillas y comunes que conectan la carga que abarcan todos los equipos de suministro de energía domésticos; pero debe ser utilizada con mesura, respetando las normas eléctricas para prevenir accidentes que pueden ser letales.

(Sankaran, 2009), menciona que la energía eléctrica es extremadamente útil y fácil de usar, pero también es potencialmente peligrosa y letal por esta razón, debe ser utilizada racionalmente y tratada con precaución y respeto en las instalaciones domesticas se trabaja con energía eléctrica de bajo voltaje no obstante se corre riegos al manipular e implementar los circuitos para el consumo las propiedades que deben cumplir las instalaciones eléctricas son seguridad, economía, previsión a futuro, simplicidad, flexibilidad, confiabilidad y factibilidad de mantenimiento los componentes que intervienen en una instalación eléctrica lo iremos analizando a medida que se desarrolla esta asignación sin embargo cito algunos componentes principales:

- ✓ Acometida.
- ✓ Instrumento de medición principal.
- ✓ Interruptor principal.
- ✓ Tablero principal.

- ✓ Subtableros.
- ✓ Alimentadores.
- ✓ Circuitos ramales.
- ✓ Canalizaciones.

### **1.1.3. Potencia y Energía Eléctrica**

(Balcells & Daura, 2010), indica que la potencia es la capacidad de realizar trabajo, es decir el voltaje y corriente presente en una carga la potencia eléctrica en un circuito eléctrico se calcula mediante la relación  $P= E.I$  de donde E, diferencia de potencial e I, corriente eléctrica la potencia se mide en watts, manejar este concepto en las instalaciones eléctricas es de múltiple ayuda, de acuerdo a esto calculamos el conductor necesario para suministrar de energía a la carga y el resto de elementos necesarios para las aplicaciones dentro de una residencia el cálculo de potencia en este apartado es de modo práctico desde el punto de vista de instalaciones el para estimar una relación ideal de carga para términos de ingeniería la potencia se plantea desde otro punto de vista.

La Calidad de Energía Eléctrica es un tema muy importante en la actualidad, el cual ha tenido gran evolución en este último tiempo, está relacionado con las perturbaciones que pueden afectar a las condiciones eléctricas del suministro y ocasionar el mal funcionamiento o daño de equipos y procesos cuando se habla de calidad, en general se toma como base de referencia el parámetro estándar que se conozca del producto o servicio, lo que nos permite establecer si el producto es de calidad o no en el caso de los sistemas eléctricos, lo deseable es que la tensión de suministro esté dentro las normas establecidas para este caso.

(Rashid, 2010), manifiesta que la IEEE, para calidad de energía (Power Quality) se expresa de la siguiente forma es el concepto de alimentación y puesta a tierra, del equipo electrónico sensible, de manera conveniente para su funcionamiento y para que sea compatible con el sistema de alimentación y otros equipos conectados esta descripción podría ser objeto de desacuerdo, ya que más, conseguiría parecer una limitación de la calidad de energía para el equipo electrónico sensible los equipos electrónicos sensibles están expuestos a un sin límite

de problemas de calidad de energía, y quedan propensos a su mal funcionamiento el dispositivo eléctrico podría ser un motor eléctrico, un transformador, un generador, un computador, una impresora, equipo de comunicaciones o un aparato domestico todos estos dispositivos y otros reaccionan negativamente a los problemas de calidad de energía, dependiendo de la gravedad.

Una simple y quizás más concisa definición sería la calidad de energía es un conjunto de límites eléctricos, que permite que una pieza de un equipo funciones a su manera sin pérdidas significativas de rendimiento y vida útil.

#### **1.1.4. Parámetros de Buena Calidad de la Energía**

- ✓ Debe existir un suministro eléctrico continuo (continuidad sin interrupciones).
- ✓ El voltaje eléctrico debe encontrarse en los rangos permisibles (amplitud del voltaje).
- ✓ La frecuencia de la energía debe ser estable.
- ✓ La energía eléctrica debe tener una forma de onda senoidal.

(Ferraci, 2009), menciona que el primer parámetro que es la continuidad, se refiere al tiempo en que las señales de tensión y corriente están disponibles para el usuario y los últimos tres, se refieren a la calidad de la energía eléctrica, expresada como el producto de la tensión por la corriente las perturbaciones o disturbios, están relacionados con cualquier desviación en el valor nominal de tensión, corriente o frecuencia se refieren básicamente a apagones, subidas y bajas de voltaje, ruidos, picos de voltaje, interrupciones de suministro eléctrico, entre otras con esto se crea la necesidad de contar con productos, equipos y servicios que ofrezcan soluciones de alta calidad y confiabilidad, garantizando la continuidad de las operaciones cotidianas del usuario.

#### **1.1.5. Importancia de la Calidad de Energía eléctrica**

Según (Clvas, 2011), la calidad de energía eléctrica, es fundamental, ya que de ella depende la operación de los sistemas, la vida útil de los equipos, la programación de mantenimientos software de mantenimiento y en definitiva, el cuidado de la inversión realizada existen casos en que un corte o falla en el suministro tiene un impacto grave en las líneas de producción,

ya que se produce pérdida de la materia prima con costos asociados o pérdidas irreparables y en otros casos, puede ser que las consecuencias no sean tan importantes, debido a que la materia prima se puede recuperar, aunque igualmente se producen pérdidas de producción por detención de equipos, reprogramación de procesos y pérdida de tiempo lo importante es que cada vez existe mayor conciencia de la importancia que tiene la calidad de energía, especialmente a nivel de los profesionales y técnicos.

Como se sabe existen varios parámetros que nos aseguran una buena calidad de energía eléctrica, aunque algunas veces el nivel de calidad considerado aceptable por la empresa suministradora puede ser diferente del requerido y, posiblemente, del deseado por el usuario a esto se suma, que el nivel de calidad energía, puede verse afectado por la interacción de los equipos de los mismos usuarios dentro de sus propias instalaciones.

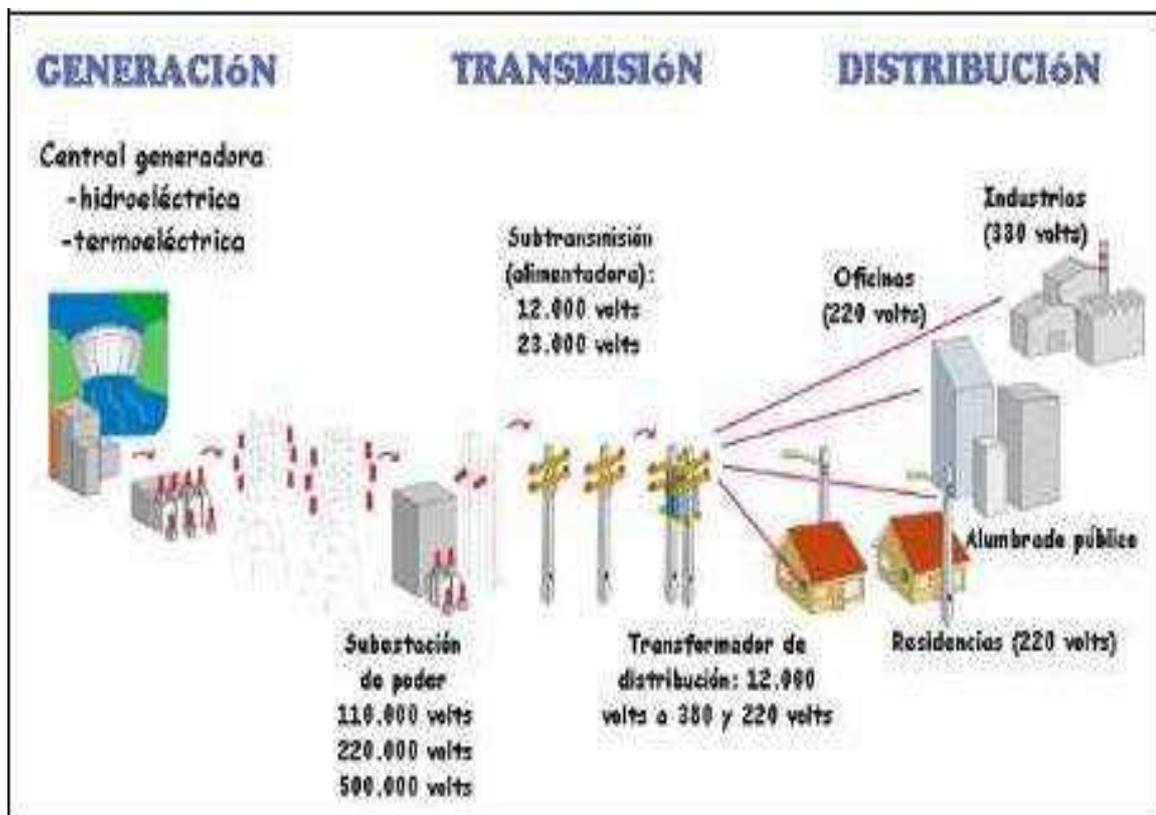
- ✓ Variaciones de frecuencia, que raramente ocurren en sistemas alimentados por las compañías suministradoras, siendo más común que se encuentren en sistemas aislados de motor-generador en los que las variaciones de carga provocan variaciones de frecuencia.
- ✓ Variaciones de amplitud, que pueden ocurrir en diferentes formas y rangos de duración, desde muy corta duración hasta condiciones de estado estable.
- ✓ Variaciones en la forma de onda de voltaje o corriente, son producidas por cargas no lineales, y se denomina distorsión armónica, siendo una condición de estado estable.
- ✓ La revolución de la electrónica, que ha creado equipos muy sensibles a los disturbios y a las interrupciones, especialmente aquellos que usan funciones de memoria.
- ✓ Y estos nuevos equipos exhiben una característica altamente no lineal que ha incrementado considerablemente el deterioro de las señales de tensión en la red.

(Acevedo, 2010), indica que las causas de las perturbaciones son muy diversas y entre las más comunes están diseños inadecuados de las redes eléctricas, sistemas de tierra deficientes, conexión de cargas que inducen perturbaciones en la red eléctrica, descargas

eléctricas, operaciones de conmutación, cortocircuitos y creciente cantidad de energía generada a partir de fuentes renovables todas estas causas, tiene efectos negativos generalmente en las redes de Media y Baja Tensión.

### 1.1.6. Sistema de Suministro Eléctrico

(Salazar, 2008), manifiesta que el sistema de suministro eléctrico comprende un conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección este es un sistema integrado que además de disponer de sistemas de control distribuido (sistema que realiza las acciones de control en forma automática), está regulado por un sistema de control centralizado que garantiza una explotación racional de los recursos de generación y una calidad de servicio acorde con la demanda de los usuarios, compensando las posibles incidencias y fallas producidas.



**Figura 1.1.-** Esquema de las distintas partes que componen el suministro eléctrico. Tomado de (Salazar, 2008)

## **1.2. Generación de la Energía Eléctrico**

(Varela, 2009), menciona que la generación, constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico, en general, consiste en transformar alguna clase de energía primaria química, mecánica, térmica, luminosa, en energía eléctrica para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, donde se realiza esta transformación, se hace girar una turbina que, a su vez, hace girar un alternador, generando así la electricidad el hecho de que la electricidad, a nivel industrial, no pueda ser almacenada obliga a disponer de capacidades de producción con potencias elevadas para hacer frente a la elevada demanda.

### **1.2.1. Red de Transporte o Transmisión de Energía**

(Lamich, 2012), menciona que la red de transporte de energía eléctrica, está constituida por los elementos necesarios, para llevar la energía generada en las centrales eléctricas, hasta los puntos de consumo y través de grandes distancias para ello, la cantidad de energía eléctrica producida debe ser transformada, elevándose su nivel de tensión, para esto se considera que para un determinado nivel de potencia a transmitir, al elevar el voltaje se reduce la corriente que circulará, reduciéndose las pérdidas por efecto Joule con este fin se instalan subestaciones elevadoras en las cuales dicha transformaciones se realizan usando transformadores, o bien autotransformadores parte fundamental de la red de transporte son las líneas de transporte o líneas de alta tensión, están constituidas tanto por el elemento conductor (cables), como por elementos de soporte que son las torres de tensión.

### **1.2.2. Subestaciones**

(Tokman, 2009), menciona que las subestaciones son plantas transformadoras que se encuentran junto a las centrales generadoras y en la periferia de las diversas zonas de consumo entre subestaciones eléctricas están las subestaciones elevadoras que se ubican en las cercanías de las centrales generadoras para aumentar la tensión de salida de sus generadores, y cerca de las poblaciones y de los consumidores, se encuentran las subestaciones reductoras que reducen el nivel de tensión que es de transporte a la tensión de distribución, quedando apta para ser utilizada por los consumidores.

### **1.2.3. Distribución de Energía**

La etapa de distribución tiene la función de suministrar la energía eléctrica desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales medidor del cliente desde las subestaciones ubicadas cerca de las áreas de consumo, el servicio eléctrico es responsabilidad de la compañía suministradora distribuidora que ha de construir y mantener las líneas de tensión necesarias para llegar a los clientes las líneas de la Red de Distribución pueden ser aéreas o subterráneas.

### **1.2.4. Tipos de Cargas en los Sistemas Eléctricos**

#### **Carga Sensible**

La carga sensible es aquella que requiere de un suministro de alta calidad, esto es, libre de disturbios el equipo electrónico es más susceptible a los disturbios que el equipo electromecánico tradicional.

#### **Carga Lineal**

(Gonzalez, 2012), menciona que una carga es lineal cuando la corriente que ella absorbe tiene la misma forma de onda que la tensión que la alimenta además, esta corriente, no posee contenido armónico los resistores, inductores y los condensadores son dispositivos lineales cuando se conecta una carga resistiva en el sistema de potencia, se obtiene una corriente senoidal cuando se conecta una carga inductiva, se observan corrientes senoidales aunque con fase diferente a la carga resistiva como cargas lineales, resistencias, motores, transformadores.

#### **Carga no Lineal**

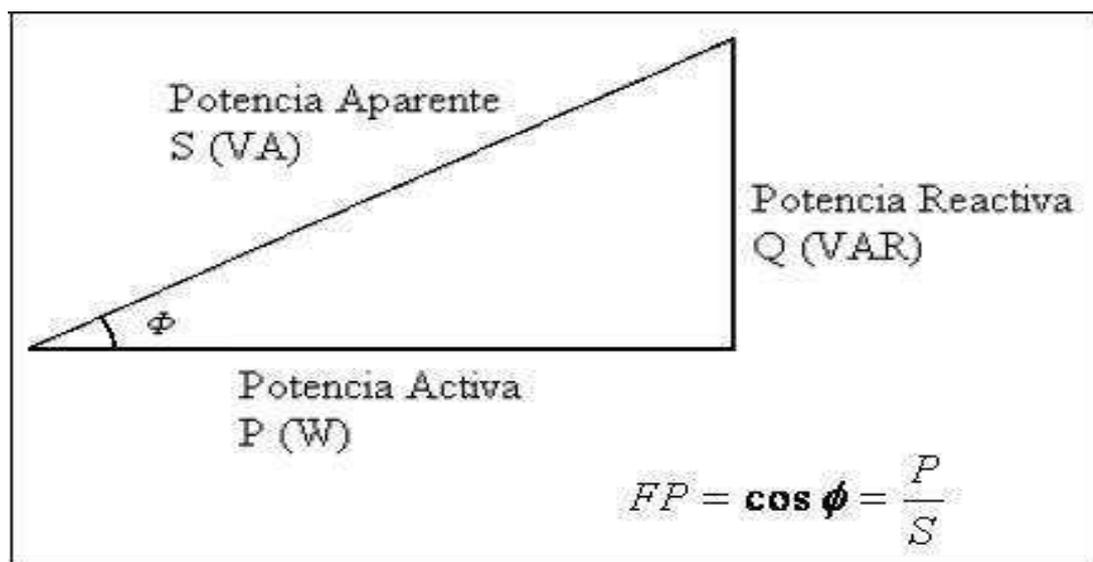
(Timmer, 2010), indica que una carga es no lineal cuando la corriente que ella absorbe no tiene la misma forma de onda que la tensión que la alimenta, además que su impedancia cambia al aplicarle esta tensión esta corriente no senoidal contiene componentes armónicas que interactúan con la impedancia del sistema creando distorsión de voltaje que puede afectar a los equipos del sistema de distribución y cargas conectadas, por lo que su espectro será función de las características de carga que alimenta el término de carga no lineal se usa

generalmente para describir las fuentes de alimentación tipo switch que se usan usualmente en muchas aplicaciones.

La mayoría de los sistemas de potencia tolera ciertos niveles de armónicas, pero tiene problemas cuando son parte significativa de la carga total asimismo, la distorsión de voltaje, no de corriente, afectará los equipamientos conectados al sistema hay muchos tipos de cargas no lineales que producen armónicos, como las de alta potencia y uso industrial por ejemplo, alimentaciones conmutadas, motores en el momento del arranque, variadores de velocidad en motores y las cargas de baja potencia y uso residencial.

### 1.2.5. El Factor de la Potencia

El factor de potencia también puede verse afectado por la mala calidad de energía eléctrica, originando un bajo factor de potencia este bajo factor de potencia significa pérdidas de energía, lo que afecta la eficiencia en la operación del sistema eléctrico el factor de potencia es la relación entre la potencia activa (en watts W), la potencia aparente (en Volt-Amper VA) y la potencia reactiva (en Volt-Amper Reactivo VAR), estas potencias forman un triángulo y describen la relación entre la potencia de trabajo o real, la potencia total consumida y la potencia que es usada por el artefacto eléctrico para su funcionamiento, respectivamente.



**Figura 1.2.-** Triángulo de Potencias Eléctricas. Tomado de(Timmer, 2010)

(Montenegro, 2011), menciona que el factor de potencia expresa en términos generales, el desfase o no de la corriente, con relación al voltaje y es utilizado como Indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica el cual puede tomar valores entre 0 y 1 siendo la unidad el valor máximo de FP y por tanto el mejor aprovechamiento de energía si el FP es de 0,95 indica que, del total de energía abastecida por la empresa distribuidora, solo el 95% de la energía es utilizada por el cliente mientras que el 5% restante es energía que se desaprovecha las cargas no lineales, generalmente inductivas son el origen de un bajo FP, debido al desfase de la corriente con relación al voltaje las instalaciones eléctricas que operan con un bajo FP es menor a 1 afectan a la red, tanto en alta tensión como en baja tensión, además a medida que el factor de potencia disminuye se pueden observar las siguientes consecuencias:

- ✓ Incremento en las pérdidas por efecto joule
- ✓ Deterioro en el aislamiento de los conductores
- ✓ Provocan cortocircuitos
- ✓ Sobrecarga de los generadores, transformadores y líneas de distribución
- ✓ Aumento en las caídas de tensión
- ✓ Incremento en la facturación eléctrica.

### **Transientes de Impulso**

Un transitorio impulsivo es un cambio brusco en el comportamiento normal de la señal de tensión o de la corriente, y posee polaridad unidireccional. Los transitorios impulsivos son determinados por sus tiempos de subida y caída, generalmente tiene una rápida elevación y caen más suavemente. Las causas más comunes de los transitorios impulsivos son los relámpagos se pueden clasificar en categoría, según su duración típica:

- **Nanosegundos:** Menor a 50 nseg.
- **Microsegundos:** Entre 50 nseg – 1 mseg.
- **Milisegundos:** Mayor a 1 mseg.
- **Transientes Oscilatorios**

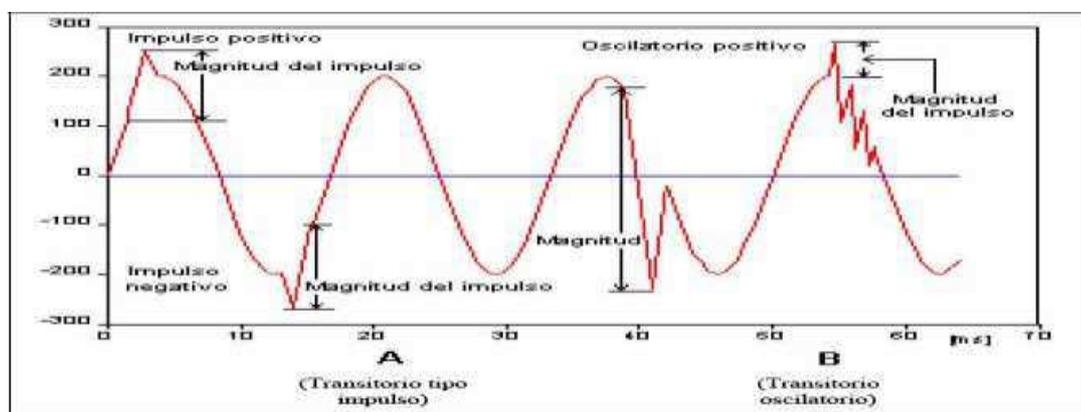
(Correa, 2009), manifiesta que un Transiente oscilatorio es un cambio repentino en la condición de estado estable de la tensión, corriente o ambos, posee polaridades positivas o

negativas y frecuencia diferente a la frecuencia fundamental del sistema. Se presenta como una elevación rápida en el tiempo, las oscilaciones decaen exponencialmente y contienen más baja energía que un transitorio de impulso. Este tipo de transitorio se describe por su contenido espectral, duración y magnitud, pero principalmente por su frecuencia, se clasifican en: transiente de baja, media y alta frecuencia.

**Transiente de baja frecuencia:** Su rango de frecuencia es inferior a 5 KHz, y una duración de 0,3 m/seg a 50 m/seg (menos de 30 ciclos). Se producen generalmente cuando se energizan bancos de capacitores. Los equipos de control electrónico son muy sensibles ante este tipo de disturbio. Los capacitores que utilizan las industrias pueden amplificar este disturbio produciendo fallas en sus equipos.

**Transiente de media frecuencia:** Su rango de frecuencia está entre los 5 y 500KHz, y una duración de 20 $\mu$ seg. (menos de 3 ciclos) estos transientes se deben a ondas viajeras provocadas por rayos, por transitorios debido a energización de capacitores o conmutación de cargas.

**Transiente de alta frecuencia:** Su rango de frecuencia es frecuencia mayor de 500KHz y una duración típica de 5 $\mu$ seg. (0.5 ciclos).



**Figura 1.3.-Tipos de Transientes.** Tomado de(Correa, 2009)

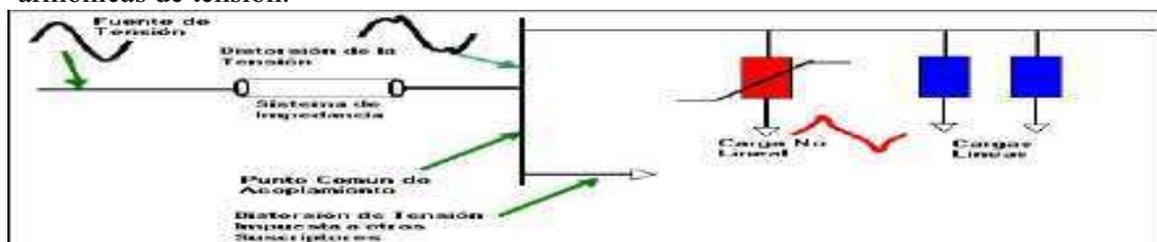
### 1.2.8. Armónicos de Corriente

(Barros, 2013), menciona que los equipos provistos de fuentes de alimentación de entrada (fuentes de poder) con condensadores y diodos, son cargas monofásicas no lineales que producen armónicos de corriente la tensión alterna de entrada, una vez rectificada por los

diodos, se utiliza para cargar un condensador de gran capacidad después de un semiperíodo, el condensador se carga al valor peak (pico) de voltaje de la onda sinusoidal el equipo electrónico absorbe corriente de esta tensión continua, para alimentar al resto del circuito este proceso se repite una y otra vez, básicamente, el condensador sólo absorbe un impulso de corriente durante la cresta de la onda; durante el tiempo restante de la misma, cuando la tensión es inferior al valor residual del condensador, éste no absorbe corriente.

### 1.2.9. Armónicos de Tensión

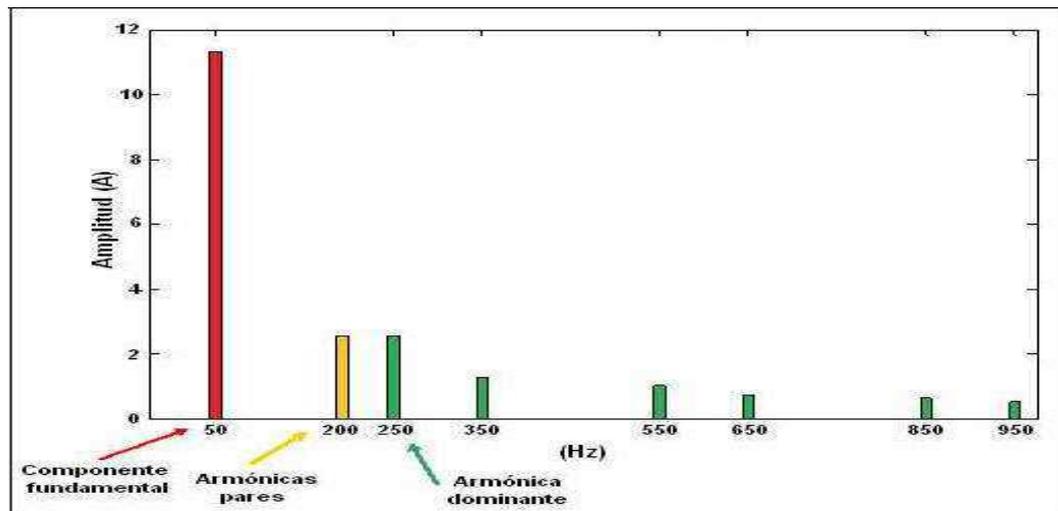
Una red de alimentación puede ser fuente indirecta de armónicas de tensión producidas por los distintos componentes del sistema en algunos casos, se da la irónica circunstancia de que un computador personal es particularmente sensible a las armónicas de tensión, además de ser considerada como carga no lineal las armónicas de tensión pueden provocar un achatamiento de los máximos de amplitud de la onda de tensión, reduciendo de ese modo el peak de tensión en el peor de los casos puede verse afectado el computador a causa de la falla de alimentación en el entorno industrial, los motores de inducción y los condensadores para corrección del factor de potencia también pueden resultar gravemente afectados por las armónicas de tensión.



**Figura 1.4.-** Degradación de la tensión de red producida por una carga no lineal. Tomado de (Barros, 2013).

### 1.2.10. Fuentes de Armónicos

- ✓ Convertidores Electrónicos de Potencia
- ✓ Equipos con Arqueos de Electricidad
- ✓ Equipos Ferromagnéticos.



**Figura 1.5.-** Componentes espectrales de la señal. Tomado de (Barros, 2013)

### 1.2.11. Efectos del Contenido Armónico

(Oliveira, 2009), menciona que los armónicos son un problema solo cuando interfieren con el funcionamiento normal del equipo, ya que pueden incrementar los niveles de corriente a un valor de saturación o sobrecalentamiento del equipo, aumentando también las pérdidas eléctricas y pérdida de vida útil acelerada, los daños que se pueden presentar, pueden no ser reconocidos que fueron originados por armónicos.

- ✓ Pueden causar errores adicionales en las lecturas de los medidores de electricidad, tipo disco de inducción.
- ✓ Son la causa de interferencias en las comunicaciones y en los circuitos de control.
- ✓ Provocan la disminución del factor de potencia.
- ✓ Están asociados con el calentamiento de condensadores.
- ✓ Pueden provocar ferresonancia.
- ✓ Provocan calentamiento adicional debido al incremento de las pérdidas en transformadores y máquinas.

- ✓ Al incrementarse la corriente debido a los armónicos, se aumentan el calentamiento y de las pérdidas en los cables como caso específico, se puede mencionar la presencia de mayor corriente en los neutros de los sistemas de baja tensión.
- ✓ Causan sobrecargas en transformadores, máquinas y cables de los sistemas eléctricos.
- ✓ Los armónicos de tensión pueden provocar disturbios afectando el normal desempeño de los tiristores.

### **1.2.12. Sistemas Eléctricos**

(Box, 2009), manifiesta que un sistema de potencia es proporcionar energía eléctrica confiable y con calidad a los usuarios el suministro de energía con gran confiabilidad es fundamental e importante, ya que cualquier interrupción en el servicio puede causar inconvenientes mayores a los usuarios, puede llevar a situaciones de riesgo, en el consumo industrial, puede ocasionar severos problemas técnicos y de producción invariablemente, en tales circunstancias, la pérdida del suministro repercute en grandes pérdidas económicas una confiabilidad en el suministro de puede ser asegurada mediante.

- ✓ Elementos instalados de calidad.
- ✓ Reservas de generación adecuada.
- ✓ Empleo de grandes sistemas de potencia interconectados con capacidad de suministrar a los consumidores rutas alternativas de consumo.

### **1.2.13. Un alto nivel de seguridad.**

La seguridad es uno de los criterios importantes en el diseño de los sistemas y un objetivo primordial en la operación de los mismos hoy en día, con el crecimiento natural de los sistemas de potencia ha sido necesario implementar estrategias capaces de mejorar su operación con la liberación del mercado se espera que se afecte drásticamente la operación de las redes de potencia, las cuales bajo presión económica y con el incremento de las transacciones, están siendo operadas cerca de sus límites de generación y transmisión estos cambios enfrentan al operador de los sistemas con escenarios diferentes y más problemáticos

que en el pasado uno de estos problemas que ha atraído la atención y el interés en la industria eléctrica es la aparición y la mitigación de oscilaciones de baja frecuencia asociados con los modos electromecánicos, que generalmente.

(Wiley, 2010), indica que las áreas en una red de potencia interconectada estas oscilaciones pueden permanecer y crecer de manera que causen la separación del sistema si no se tiene un amortiguamiento adecuado el amortiguamiento de las oscilaciones ha sido reconocido como un problema importante en la operación desde sus inicios para asegurar la seguridad en los mismos este fenómeno no era del todo imprevisto que surgiera ya que se había conocido en análisis realizados en el equivalente de un sistema masa-resorte en analogía del sistema eléctrico la estabilidad transitoria se refiere a la capacidad de los generadores de permanecer en sincronismo cuando están sujetos a grandes perturbaciones tales como fallas trifásicas y salidas de líneas de transmisión.

El periodo de tiempo para la estabilidad transitoria es de unos cuantos segundos debido a que la pérdida de sincronismo puede suceder rápidamente en ese corto tiempo y origina que la posición angular de los rotores de los generadores comience a incrementarse bajo la influencia de la potencia acelerante positiva y el sistema pierda estabilidad si el rotor experimenta una excursión grande estos y otros factores han sido muy importantes en el diseño y uso de dispositivos basados en electrónica de potencia para ayudar a incrementar la estabilidad de los sistemas de potencia en el periodo de interés.

La calidad de servicio, se encuentra íntimamente ligado al de confiabilidad existente en el sistema eléctrico estos cobran cada vez más importancia, dada la presencia de una mayor cantidad de cargas sensibles tanto a las variaciones de voltaje como a los cortes de suministro, aunque éstos sean de muy corta duración en términos generales la calidad de servicio eléctrico tiene relación con el servicio que se presta, especialmente en lo que se refiere a calidad de onda, continuidad del suministro y frecuencia de las interrupciones, como también, en el caso de las empresas distribuidoras de electricidad, a la atención que recibe el consumidor final dentro de la división de calidad podemos encontrar: calidad técnica del producto y continuidad.

**a) Continuidad:** Número, duración y frecuencia de las interrupciones.

**b) Calidad técnica del producto:** Se refiere a todo lo relacionado con la forma de onda, como por ejemplo niveles de tensión, rangos de frecuencia, flickers, armónicas, etc.

La definición de la calidad de la energía es muy amplia pero se puede definir como la ausencia sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje además le concierne la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico actualmente la calidad de la energía es el resultado de una atención continua en años recientes, esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas eléctricos, las cuales, por sí solas resultan ser una causa de degradación en la calidad de la energía eléctrica.

Las depresiones de voltaje por sólo cinco milisegundos son capaces de hacer que una computadora pierda su información o causar errores, es por esto que el incremento de equipos de procesamiento de datos ha marcado al problema de la calidad de la energía como un problema muy serio las fluctuaciones de voltaje son imputables a algunos tipos de cargas, mientras que los cortes de suministro normalmente son problemas asociados a la red como puede verse, en cada caso, las acciones tendientes a corregir los problemas corresponden a entidades diferentes.

#### **1.2.14. Disturbios en el Servicio Eléctrico**

(Fraile, 2009), menciona que incluso en las mejores áreas de suministro la corriente eléctrica sufre variaciones cuando éstas son pequeñas pueden pasar inadvertidas, aunque a la larga fatigan y acortan la vida útil de los equipos pero si estas variaciones son mayores pueden ocasionar graves daños materiales se puede hablar de los siguientes fenómenos englobados dentro de esta categoría picos de tensión, sobretensiones, dilatación de voltaje depresión de voltaje, bajas de tensión, distorsión armónica, parpadeo y ruido eléctrico los picos de tensión son grandes incrementos de la tensión de duración infinitesimal es posible, que de todos los fenómenos que aquí se discutirán, sea el más peligroso y más difícil de tratar.

La mayoría de las veces son ocasionadas por factores externos como el arranque, en las proximidades, de un gran motor eléctrico o la recuperación después de un corte de

suministro de la central eléctrica los efectos suelen ser devastadores se habla de puntas que pueden rondar los 1.000 voltios que, momentáneamente, llegan a equipos diseñados para trabajar a sólo 220 V a la hora de elegir un protector contra estos fenómenos se debe tener en cuenta fundamentalmente dos parámetros que la velocidad de reacción del elemento ante los picos sea lo más elevada posible y que, ante las puntas más severas, el protector se auto destruya a sí mismo aislando nuestro sistema de la red eléctrica como última medida de salvaguarda.

(Keljik, 2009), menciona que existen en el mercado diferentes soluciones de propósito general para protegerse de este fenómeno transistores de sacrificio, arrays de transformadores, transformadores de tensión constante, el costo de las mismas suele ser directamente proporcional a la verdadera protección que proporcionan. Existen protectores más especializados (pero también más costosos) diseñados específicamente para salvaguardar elementos informáticos y que trabajan creando un camino eléctrico alternativo para derivar esos picos de tensión sin que lleguen a afectar los equipos.

Muchas de las nuevas UPS (Fuente de poder ininterrumpible) también proporcionan protección contra los picos de tensión proporcionando un suministro de tensión constante, no se debe olvidar que, como última opción, el protector debe de autodestruirse como medida de seguridad y es mucho más económico reemplazar o reparar un protector que una Estos últimos son usados en instalaciones telefónicas.

### **1.2.15. Corriente Eléctrica**

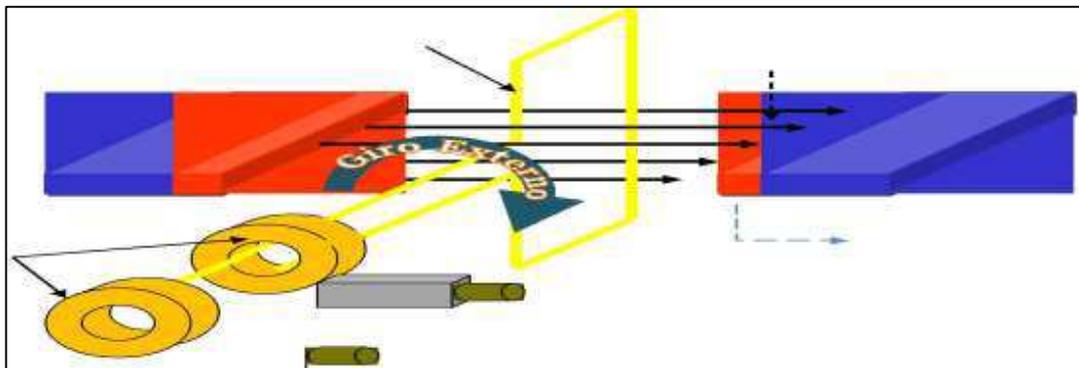
La AC se caracteriza porque su sentido de circulación varía periódicamente, debido a que su polaridad varía continuamente, es por lo tanto un tipo de corriente bidireccional, al contrario de la DC que es unidireccional la comparación de la forma de onda de estos dos tipos de corriente

#### **Corriente Alterna monofásica**

(Miller, 2010), menciona que un generador monofásico es usado para generar AC monofásica, mediante el giro del mismo debido a una fuente externa que haga girar el rotor

del generador turbinas hidráulicas, turbinas de este giro del devanado se presenta dentro de un campo magnético fijo en el estator del generador y debido a que durante el giro del devanado, este corta las líneas de campo magnético, se induce un voltaje en el mismo que varía con el tiempo debido a que existen puntos donde el devanado corta más líneas de flujo, además de que se invierte la dirección del mismo, logrando ser en medio periodo positivo y en el otro medio periodo negativo.

Un generador monofásico es usado para generar AC monofásica, mediante el giro del mismo debido a una fuente externa que haga girar el rotor del generador (turbinas hidráulicas, turbinas de gas, etc.), este giro del devanado se presenta dentro de un campo magnético fijo en el estator del generador y debido a que durante el giro del devanado, este corta las líneas de campo magnético, se induce un voltaje en el mismo que varía con el tiempo debido a que existen puntos donde el devanado corta más líneas de flujo, además de que se invierte la dirección del mismo, logrando ser en medio periodo positivo y en el otro medio periodo negativo.



**Figura 1.6.-** Generador alterno monofásico. Tomado de (Pallás, 2008)

### **Corriente Directa**

(Pallás, 2008), indica que la generación de corriente se hace de manera que se obtiene una onda senoidal, lo que no es conveniente para máquinas eléctricas que trabajen con si una armadura gira entre dos polos magnéticos fijos, la corriente en la armadura circula en un sentido durante la mitad de cada revolución, y en el otro sentido durante la otra mitad constante de corriente en un sentido, o corriente continua, en un aparato determinado, es

necesario disponer de un medio para invertir el flujo de corriente fuera del generador una vez durante cada revolución en los generadores antiguos esta inversión se llevaba a cabo mediante un conmutador, un anillo de metal partido montado sobre el eje de una armadura las dos mitades del anillo se aislaban entre sí y servían como bornes de la bobina, las escobillas fijas de metal o de carbón se mantenían en contacto con el conmutador, que al girar conectaba eléctricamente la bobina a los cables externos. Cuando la armadura giraba, cada escobilla estaba en contacto de forma alternativa con las mitades del conmutador, cambiando la posición en el momento en el que la corriente invertía su sentido dentro de la bobina de la armadura así se producía un flujo de corriente de un sentido en el circuito exterior al que el generador estaba conectado en algunas máquinas más modernas esta inversión se realiza usando rectificadores de diodos semiconductores o tiristores.

### Corriente Alterna Trifásica

Un generador alterno trifásico es usado para generar AC, los devanados que producen cada fase están desfasados  $120^{\circ}$  entre ellos dentro de la armadura, su configuración básica (Seipal, 2012), menciona en este tipo de alternadores, cada devanado proporciona una fase cuya forma de onda se muestra en corriente o el voltaje que se produce por este tipo de generadores tiene forma senoidal y las ondas presentan un desfase de  $120^{\circ}$  entre ellas a partir de este tipo de alternadores se tiene la posibilidad de usar la llamada corriente alterna trifásica.

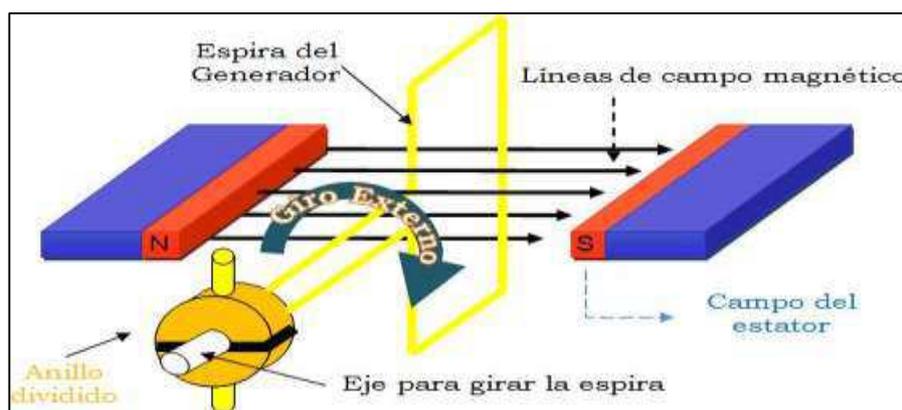


Figura 1.7.- Generador de corriente directa. Tomado de (Seipal, 2012)

### **1.2.16. Principios de Operación de Motores Eléctricos**

(Todd, 2009), menciona que la operación de los motores eléctricos depende de la interacción de campos magnéticos para definir cómo opera un motor, se deben definir las reglas del magnetismo, así como la relación que existe entre el flujo de corriente y el campo magnético.

Hasta hace un par de décadas, la mayoría de las publicaciones sobre confiabilidad en Sistemas Eléctricos de Potencia eran dedicadas a los sistemas de generación, en donde el interés principal es conocer la disponibilidad de energía y potencia en este campo, las evaluaciones son realizadas en base a una teoría y procedimientos bien desarrollados y conocidos marca una diferencia a partir del año 1964, cuando se publican dos trabajos sobre cálculo de confiabilidad en sistemas de transmisión y distribución desde entonces se aprecia un continuo interés por desarrollar métodos y técnicas de cálculo de parámetros de confiabilidad en redes eléctricas, principalmente en los países desarrollados.

(Gaver, 2010), menciona que otra motivación bastante fuerte para orientar esfuerzos en este sentido lo constituyeron apagones que afectaron a extensas áreas del territorio norteamericano, provocando cuantiosos daños y pérdidas esto indicaba que, aparte de la disponibilidad de energía, también era necesario conocer los posibles puntos débiles de la red, puesto que las fallas, en tales casos, se originaron en ellos se presentó la lógica básica de deducción de las ecuaciones necesarias para calcular índices de confiabilidad en los puntos definidos como carga.

En 1968, Billinton y Bollinger demostraron que las ecuaciones dadas en entregaban resultados incoherentes con los obtenidos utilizando la técnica markoviana, técnica aceptada como la que entrega los resultados más exactos, puesto que puede describir todos los estados posibles para el sistema desgraciadamente, esta técnica resulta impracticable cuando se trata de analizar sistemas eléctricos de tamaño real, puesto que implica la solución de un sistema de ecuaciones de orden, donde  $n$  es el número de elementos con los cuales se ha modelado la red eléctrica.

En (Billinton, 2009), indica que dos trabajos presentaron versiones modificadas de las ecuaciones dadas en, con las que se obtenían resultados similares a los entregados por la

técnica markoviana otra publicación mostraba que era posible utilizar la técnica de cortes mínimos para identificar las fallas de los puntos de carga y la manera cómo podían calcularse los índices de confiabilidad empleando las ecuaciones modificadas dadas en estas técnicas tuvieron gran aceptación, debido a la simplicidad de su manejo y grandes facilidades de programación computacional algunas empresas de distribución norteamericanas comenzaron a utilizar estas evaluaciones para mejorar el desempeño de sus redes.

(Allan, 2012), manifiesta que nuevos esfuerzos fueron generando metodologías que intentaban representar mejor el complejo comportamiento de una red eléctrica, es así como en se presenta una técnica para evaluar índices de confiabilidad al considerar las maniobras que siguen a la ocurrencia de una falla, mientras que posteriores trabajos van eliminando algunos supuestos que habían simplificado la simulación del comportamiento de las redes eléctricas, tanto de transmisión como de distribución.

Como criterio de éxito, inicialmente se consideró solo la continuidad de suministro, posteriores trabajos incluyeron además la consideración de niveles de voltaje e índices totales para la red eléctrica el aumento en capacidad de procesamiento y almacenamiento de los computadores permitió el desarrollo de técnicas más elaboradas, que requerían mayor cantidad de procesamiento y que entregan un conocimiento mayor sobre algunos parámetros de confiabilidad algunos trabajos fueron orientados a establecer técnicas para encontrar las funciones de densidad de probabilidad de índices de confiabilidad.

Como una manera de independizarse de los promedios mientras que otra área de interés ha sido considerar el efecto de medios de generación local sobre tales índices, metodología que se ajusta muy bien a los sistemas de distribución industriales en general, fue primando en todo este desarrollo la idea de representar lo más fielmente posible el verdadero comportamiento de una red eléctrica ante diversas contingencias, fallas, estilos de protección.

La evaluación de confiabilidad, a través de índices de desempeño, lentamente se ha ido incorporando dentro de la rutina de operación y planificación de algunas grandes compañías en países desarrollados en se muestra la aplicación de un sistema DBMS (DataBase

Management System) para la evaluación de confiabilidad de sistemas de distribución, utilizando las capacidades de un simple microcomputador actual una muestra del tipo de análisis que es posible realizar con una herramienta de cálculo de confiabilidad se presenta en, donde se estudia el efecto sobre los índices de confiabilidad, de reducir los micro cortes o salidas momentáneas de servicio, incorporando al léxico de confiabilidad el concepto de calidad de servicio.

(Oliveira M. , 2012), menciona que la dificultad principal existente para la aplicación de técnicas de confiabilidad es la disponibilidad de datos esto se debe a que todos los métodos conocidos se basan en la combinación de parámetros de confiabilidad de los elementos componentes, lo que obligaría a llevar un registro de fallas de cada componente del sistema eléctrico (transformadores, interruptores, líneas, alimentadores, barras, normalmente las empresas eléctricas llevan registro de fallas pero sin la identificación.

No obstante, esta dificultad podría ser corregida momentáneamente utilizando parámetros típicos e información de los fabricantes, junto a la experiencia de los operadores de los sistemas eléctricos la motivación para que las empresas de distribución de energía eléctrica chilenas adopten estas metodologías se ha dado de diferentes formas en este sentido, un gran aporte ha sido el eficiencia en la producción, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica, puesto que la realización de cursos tutoriales, ha permitido que profesionales de diversas empresas accedan al conocimiento teórico y práctico de lo que se realiza en otros países.

(Camargo, 2009), manifiesta que la idea intuitiva sobre la confiabilidad de un equipo o sistema, de cualquier naturaleza, se relaciona con su habilidad o capacidad de realizar una tarea específica por esta razón, normalmente es considerada una propiedad cualitativa más que cuantitativa, sin embargo se debe convenir en que, para la práctica ingenieril, resulta mucho más atractivo disponer de un índice cuantitativo que uno cualitativo, especialmente cuando se desea tomar una decisión sobre alternativas de diseño que cumplen finalmente las mismas funciones esta cuantificación de la habilidad de un sistema, se denomina confiabilidad, o bien fiabilidad y puede expresarse por una gran variedad de índices, dependiendo de los objetivos que se persigan con la evaluación.

(Arriaga, 2011), menciona que por diversos motivos, los componentes de un sistema eléctrico se ven sometidos a fallas, o salidas de servicio, lo que en algunos casos puede significar la desconexión de uno o más consumidores del sistema eléctrico la evaluación de confiabilidad de una red eléctrica, es decir, sistemas de distribución o transmisión es determinar índices que reflejen la calidad de servicio que presenta un sistema para el consumidor o usuario final algunas técnicas de modelación y evaluación de confiabilidad, orientadas a predecir índices de comportamiento futuro existen dos clases de métodos para evaluar la confiabilidad los métodos de simulación estocástica y los métodos de análisis de los métodos de simulación estocástica, el más conocido es el de Monte Carlo y, entre los métodos de análisis, se tienen los procesos continuos de Markov, los de redes y sus aproximaciones.

(Dyalinas, 2009), indica que la simulación de una gran cantidad de situaciones, generadas en forma aleatoria, donde los valores de los índices de confiabilidad corresponden a los momentos de las distribuciones de probabilidad hay preferencia por los métodos de análisis, dado que es mucho más fácil su manejo una técnica también empleada consiste en la determinación de los modos comunes de falla y análisis de efectos, en donde se pretende reflejar con mayor realismo el comportamiento de un sistema eléctrico su implementación va acompañada de la determinación de conjuntos de corte mínimos esta técnica es particularmente adecuada para modelar fallas que involucran la acción de los dispositivos de protección.

Como ya se ha establecido, el modelo del sistema para evaluación de confiabilidad considera los conjuntos de corte mínimos conectados en cascada y sólo se consideran contingencias simples y dobles, dado que es altamente improbable que ocurran en forma simultánea fallas en tres o más elementos a la vez, no obstante un determinado tipo de falla puede inducir a la desconexión de otros elementos, produciendo la caída de servicio de un punto de carga este es el tipo de situaciones que se pretende reflejar al estudiar los efectos de las distintas formas de falla de los componentes de una red eléctrica.

(Chacana & Gutierrez, 2010), manifiesta que también es posible considerar sobrecargas y violación de límites de voltaje, al simular contingencias que no forman conjuntos de corte, es decir, la salida de una línea o alimentador parcialmente redundante, que no

necesariamente produce la desconexión de alguna porción del sistema, pero que podría sobrecargar algún otro elemento de esta manera, aparte de los estados determinados por los conjuntos de corte, se agregan como falla aquellos que producen sobrecargas, si dicha condición permanece algún tiempo superior a los ajustes de los dispositivos de protección.

### **1.2.17. Índices de Confiabilidad**

(Allan R. , 2012), manifiesta que los índices o parámetros de confiabilidad utilizados para redes eléctricas pretenden cuantificar la calidad del servicio que presenta la red en cualquier punto de consumo en algunos casos también se definen índices globales para el sistema como un todo entre los cuantificadores más populares se cuentan:

**Tasa de falla (I):** representa la cantidad de veces que un consumidor se ve privado del suministro de electricidad, por unidad de tiempo generalmente se considera como unidad de tiempo el periodo de 1 año, ya que la disponibilidad de electricidad normalmente es alta el inverso de la tasa de falla se conoce como tiempo promedio entre fallas, menciona (Pinto, 2009)

**Tiempo de reparación (r):** en este trabajo se utiliza como un nombre genérico, que representa la acción de cambio o reparación del elemento causante del problema es el tiempo promedio que dura una falla de suministro, expresado en horas el inverso del tiempo de reparación se conoce como tasa de reparación.

**Energía no suministrada (ENS):** representa la cantidad de energía que la empresa de distribución pierde de vender. Este índice tiene gran relevancia para estas empresas, dado que puede utilizarse como parámetro de decisión al evaluar alternativas de mejoramiento de la calidad de servicio.

**Carga promedio desconectada (L):** es una cuantificación de la cantidad de consumidores afectados por los cortes de suministro.

**Tiempo anual de desconexión esperado (U):** es la indisponibilidad total de servicio durante un año, medido en horas. Se obtiene como la multiplicación de la tasa de falla por su duración promedio.

(Buzacott, 2012), manifiesta que para realizar la evaluación de los parámetros de confiabilidad para el sistema y también para los consumidores, se modelará la red a través de una descripción topológica de tramos de alimentadores, separados por elementos de protección y/o maniobra esto, dado que los consumidores conectados a un mismo tramo sufrirán idénticas consecuencias ante las diversas contingencias que tendrán lugar en la red esto significa que hay una correlación perfecta entre tramo y consumidor. (Alvarez, 2009), menciona que los tramos de alimentador se definen como conductores separados por algún tipo de elemento de protección y maniobra se incluirán en este modelo interruptores, fusibles y desconectores la decisión de presentar distintos elementos de protección se justifica dada la forma de operación diferente de cada uno de estos elementos, los fusibles operarán solamente ante una falla activa, mientras que los interruptores además pueden ser comandados a voluntad, e incluso ser telecomandados, al igual que los desconectores, excepto que éstos no operan ante la presencia de fallas la existencia de algún grado de automatismo en la red se debe reflejar en los tiempos de maniobra de los dispositivos considerados.

#### **1.2.18. Clasificación de Estados**

En función de la protección asociada, así como de sus alternativas de alimentación, cada tramo del sistema tendrá un comportamiento que puede definirse de la siguiente manera, ante la existencia de una falla en otro tramo de alimentador:

- **Normal:** el estado del tramo de alimentador **i** se define como normal, cuando su operación no se ve afectada por falla en el elemento **j**.
- **Restablecible:** el estado del tramo de alimentador **i** se define como restablecible, cuando su servicio puede volver a la normalidad, antes de reparar el elemento **j** fallado, aislando **j** mediante algún elemento de maniobra.
- **Transferible:** el tramo de alimentador **i** será transferible, cuando exista alguna maniobra para re-energizarlo, antes de reparar el bloque **j** en falla.

- **Irrestablecible:** son tramos irrestablecibles aquellos que sufren la falla y todos los que no pueden ser transferidos a otra fuente de alimentación mediante maniobras.
- **Irrestablecible con espera:** el tramo **j**, en falla, se define como irrestablecible con espera, cuando previo a su reparación debe realizarse alguna maniobra.

## CAPITULO II

### 2. Diagnóstico de la Situación Actual

Diagnostico.- Este capítulo muestra la situación actual que se mantiene del edificio “LIGIA ELENA” del cantón Chone, en el cual se determina si es posible realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio detallando mediante la tabla de evaluación de resultados

#### 2.1 Diseño Metodológico

##### 2.1.1 Tipo de Investigación

Este trabajo de titulación utilizara métodos, técnicas e instrumentos que nos llevara alcanzar el objetivo propuesto.

**Métodos teóricos.** Los métodos teóricos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

**Análisis – Síntesis:** Nos permitió adquirir información relacionada con el problema que se investigó lo cual permitió disminuir los peligros y danos causados por un sistema eléctrico deficiente, contribuyendo de esta manera a que las actividades de los trabajadores mejoren.

**Inducción – Deducción:** Permitió realizar una evaluación respecto al funcionamiento del servicio eléctrico, información que permitió concluir y recomendar acciones para mejorar la calidad del servicio eléctrico, lo cual trajo beneficios en las actividades que los dueños y trabajadores realizan del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone.

**Bibliográfico:** Mediante este tipo de metodología se obtuvo material que permitió disponer de información con relación a las variables del tema. La obtención de la información se realizó a través de textos de ingeniería eléctrica y electrónica, tesis de grado, bancos de información especializada, revistas y artículos científicos.

**Métodos Empíricos:** Los métodos empíricos que se aplicaron en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

**Encuesta:** Se realizó encuesta a los dueños, administradores y trabajadores del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone, la misma que estuvo estructurada con 10 preguntas acerca del servicio eléctrico.

**Tabulación de datos:** Con la finalidad de comprobar la hipótesis planteada en el proyecto se hizo necesario la tabulación de datos de la información recolectada sobre el servicio eléctrico del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone.

### **2.1.2 Población y Muestra**

La población se constituyó por: 50 trabajadores del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone.

#### **Muestra**

La muestra está constituida por toda la población que son los 50 trabajadores del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone.

### **2.2 Descripción del proceso de recopilación de la información.**

Se ofició a los dueños, administradores y trabajadores del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone, para la autorización en la recopilación de información.

Obtenida la aprobación, se procedió a recopilar la información, la misma que consistió en entrevistar a los involucrados en la investigación y aplicarla en el sistema eléctrico del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone.

Posteriormente se procedió a la tabulación de los datos.

### **2.3 Procesamiento de la información.**

Para el procesamiento de la información se utilizó parte del paquete office y se procedió de la siguiente manera: Tabulación y elaboración de cuadros y gráficos estadísticos a través del software Excel, para el proceso de texto se utilizó Word

### **2.4 Resultado de la investigación de campo con sus respectivas interpretaciones**

Preguntas dirigidas a los trabajadores del edificio “**LIGIA ELENA**” en el cantón Chone.

## 2.1. Análisis de la Tabulación de los resultados de la Encuestas a los Empleados del Edificio de la “Ligia Elena”

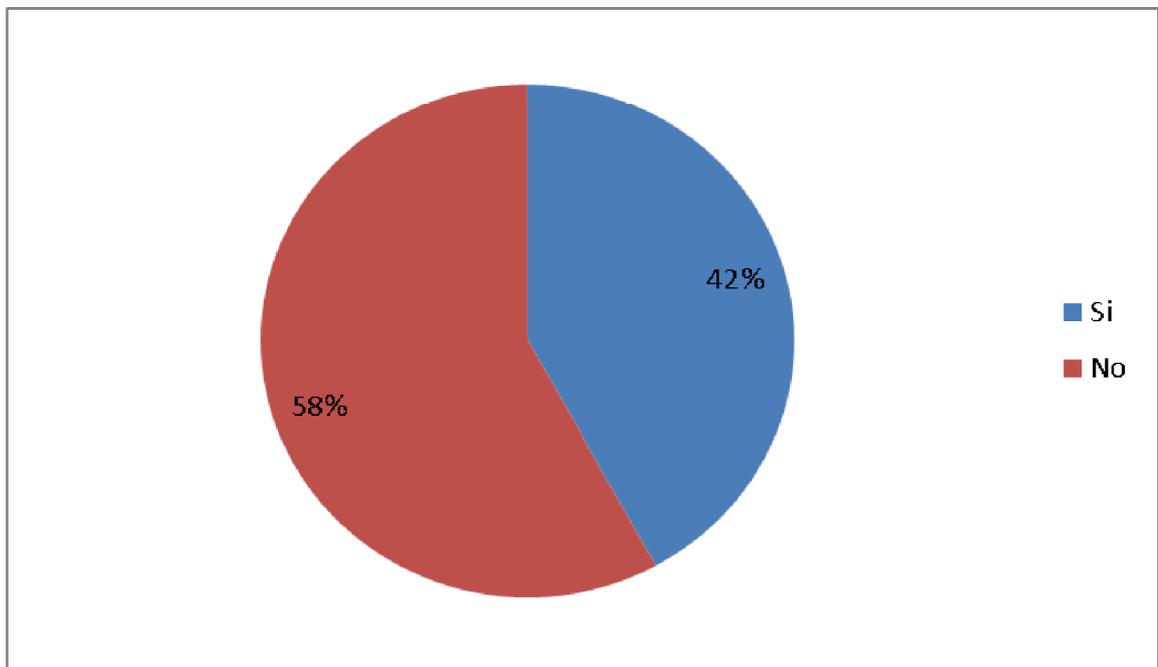
Pregunta N°1 ¿Cuenta usted con un buen servicio eléctrico en el edificio?

**Tabla 1.** Evaluación de los Resultados

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	28	58%
No	22	42%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 1.-** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

### **Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 2.1. en cuanto a si se ¿Cuenta usted con un buen servicio eléctrico en el edificio?, las personas encuestadas con un (58%), a favor mencionaron que si lo tienen un buen servicio, por otra parte el (42%), dio a conocer que no lo tiene un buen servicio, por tal razón se busca cumplir con el objetivo general de la investigación y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

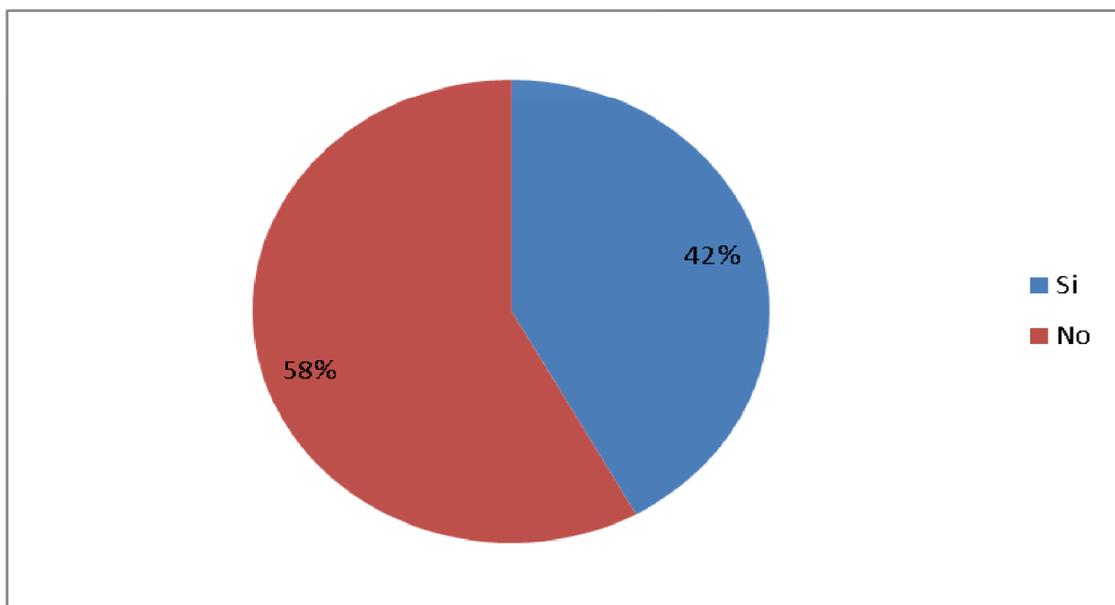
**Pregunta N°2 ¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?**

**Tabla 2.** Evaluación de los Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	21	42%
No	29	58%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 2.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 2.2, en cuanto a si ¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?, las personas encuestadas con un (42%), que corresponde a 21 personas a favor mencionaron que si satisfechos con la calidad de servicio brindado por la empresa eléctrica, por otra parte el (58%), que corresponde a 29 personas encuestados indico que no le satisface la calidad de servicio proporcionada por la empresa eléctrica, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

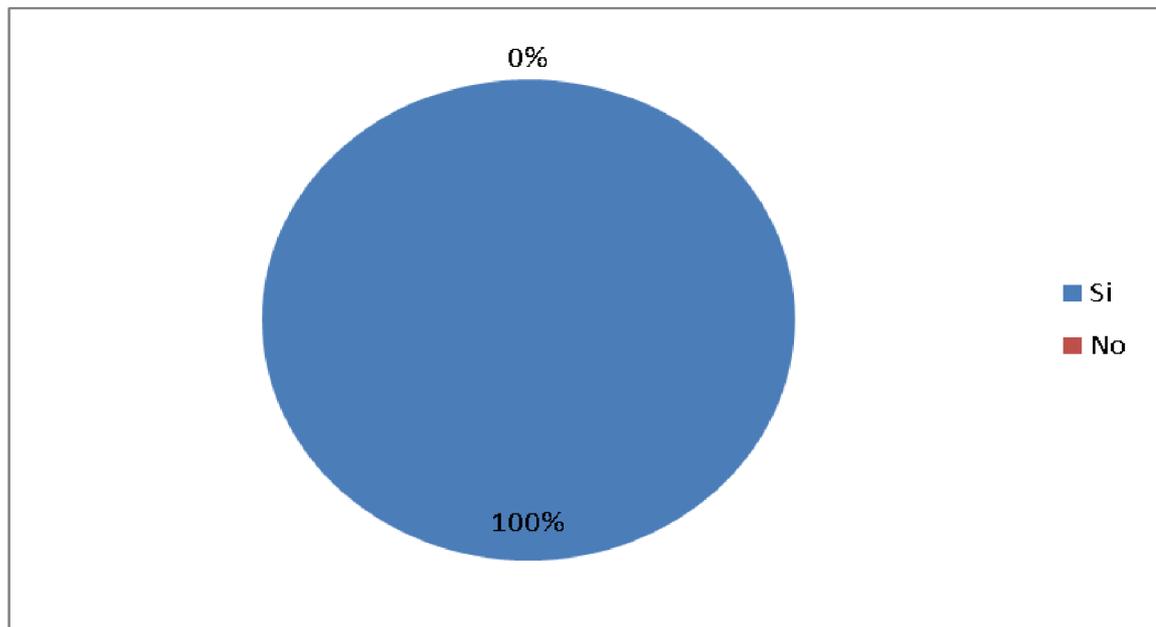
**Pregunta N° 3 ¿Se han presentado en el edificio interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

**Tabla 3.** Evaluación de los Resultados

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	100%
No	0	0%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 3.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 3.2, en cuanto a si ¿Se han presentado en el edificio interrupciones no programadas del servicio eléctrico?, las personas encuestadas con un **(100%)**, que corresponde a las **50** personas involucradas en esta investigación comentaron que si se han presentado interrupciones no programadas según indicaron los encuestadas, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio **"LIGIA ELENA"** en el Cantón Chone.

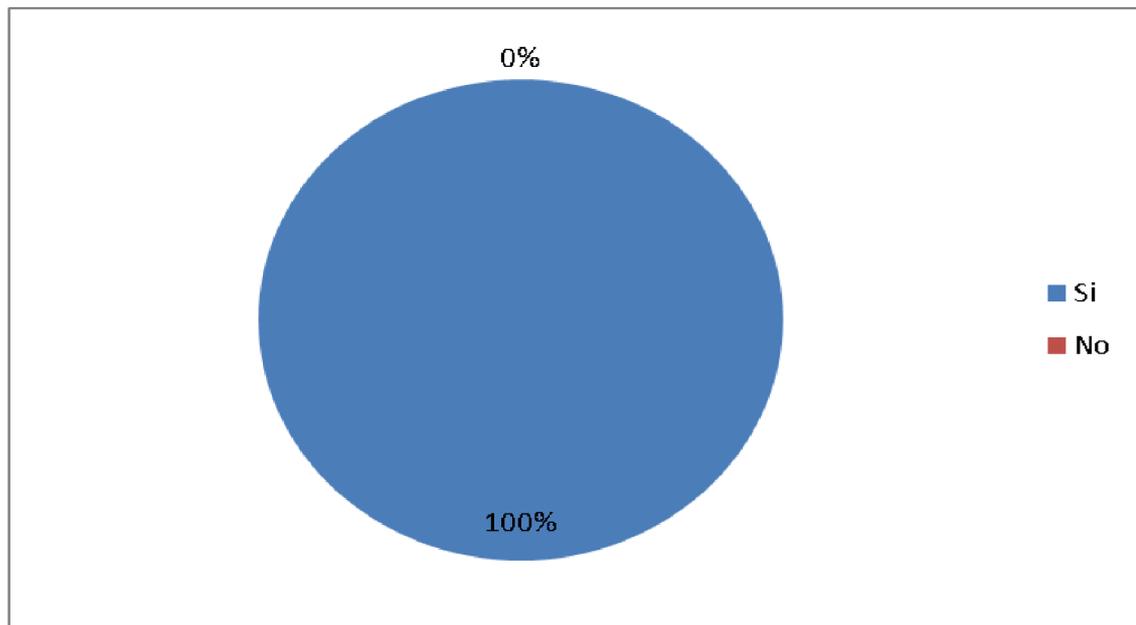
**Pregunta N° 4 ¿Se han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

**Tabla 4.** Evaluación de los Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	100%
No	0	0%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 4.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 2.4, en cuanto a si ¿Se han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones no programadas del servicio eléctrico?, las personas encuestadas con un (100%), que corresponde a las 50 personas involucradas en esta investigación comentaron que si se han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones según indicaron los encuestadas, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

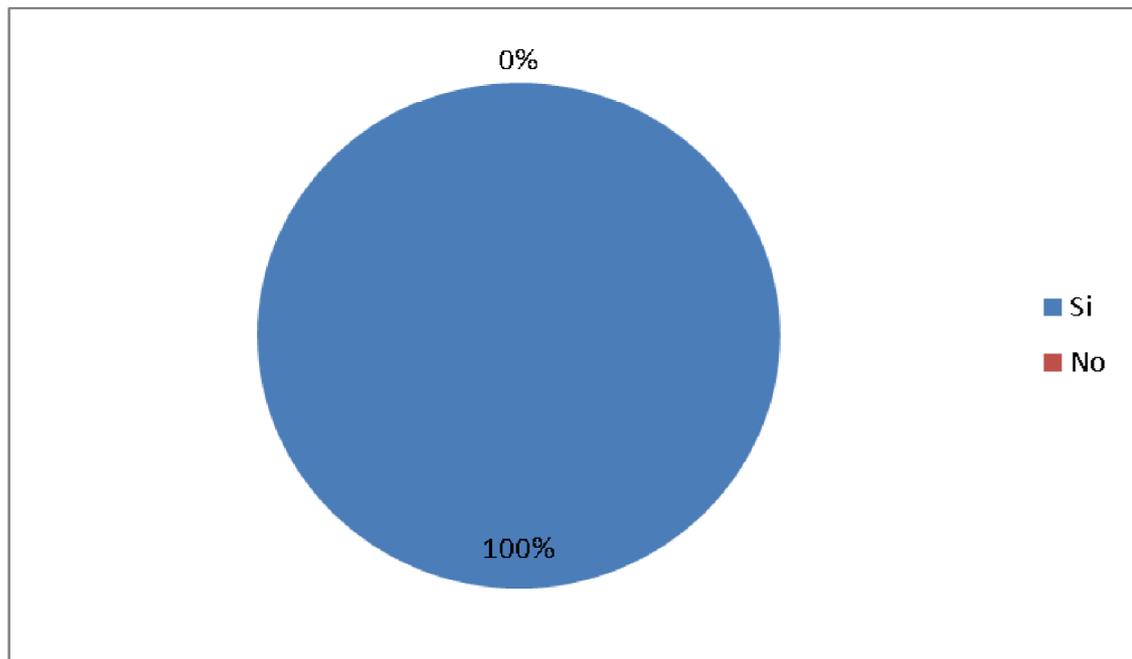
**Pregunta N° 5 ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado?**

**Tabla 5.** Evaluación de los Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	100%
No	0	0%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio "Ligia Elena".

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 5.** Encuesta de los empleados del "Ligia Elena". Tomado de (Edificio "Ligia Elena")

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 5.2, en cuanto a si ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado?, las personas encuestadas con un **(100%)**, que corresponde a las **50** personas involucradas en esta investigación comentaron que si han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones según indicaron los encuestadas, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio **"LIGIA ELENA"** en el Cantón Chone.

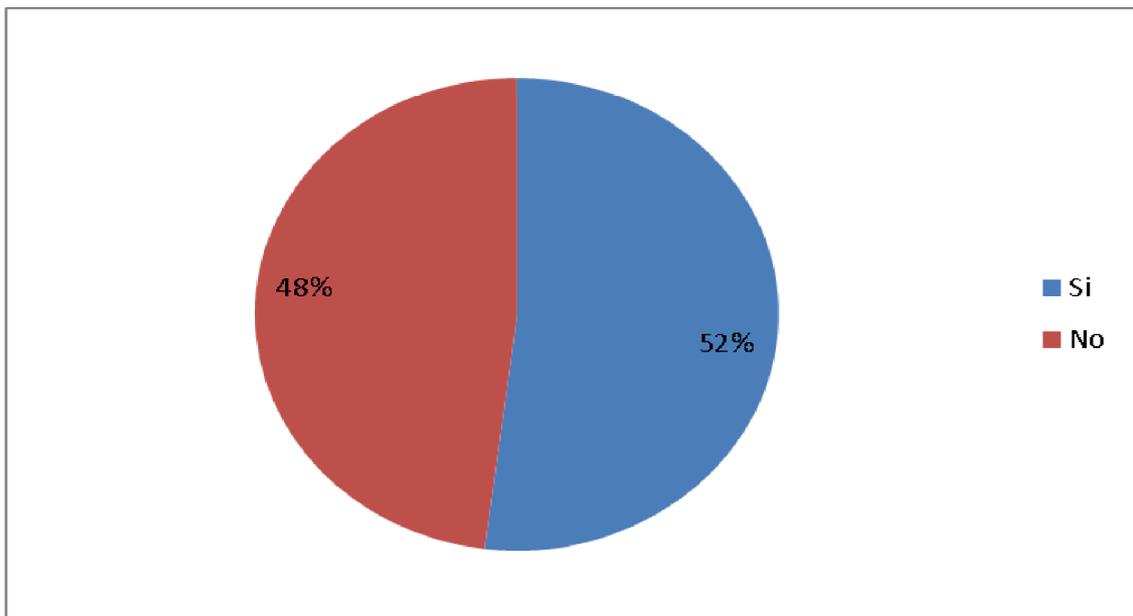
**Pregunta N° 6 ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su edificio?**

**Tabla 6.** Evaluación de los Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	26	52%
No	24	48%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 6.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 6.2, en cuanto a si ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su edificio?, las personas encuestadas con un **(52%)**, que corresponde a **26** personas involucradas en esta investigación comentaron que si se sienten seguro con el sistema eléctrico de su edificio según indicaron los encuestadas, por su parte el restante con un **(48%)** correspondiente a **25** personas indicaron que no se sienten seguros en el edificio por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio **"LIGIA ELENA"** en el Cantón Chone.

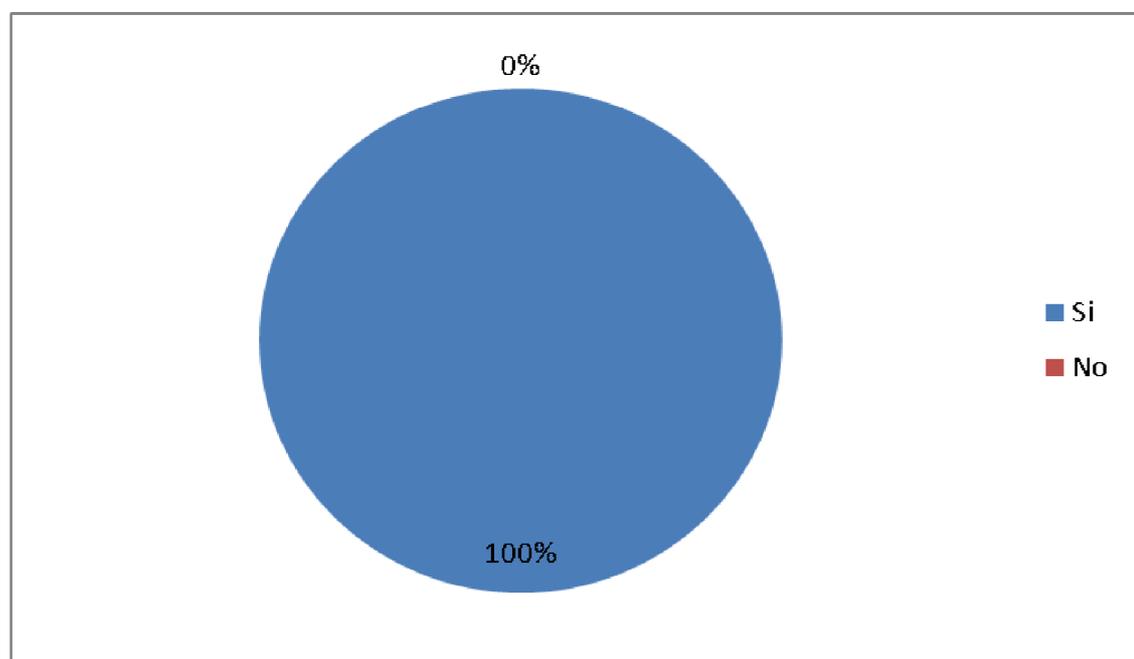
**Pregunta N° 7 ¿El tendido de cables eléctricos de su edificio que se encuentra en buen estado?**

**Tabla 7.** Evaluación de los Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	100%
No	0	0%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 7.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación N° 7.2, en cuanto a si ¿El tendido de cables eléctricos de su edificio que se encuentra en buen estado? , las personas encuestadas con un (100%), que corresponde a las 50 personas involucradas en esta investigación comentaron que si se han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones según indicaron los encuestadas, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

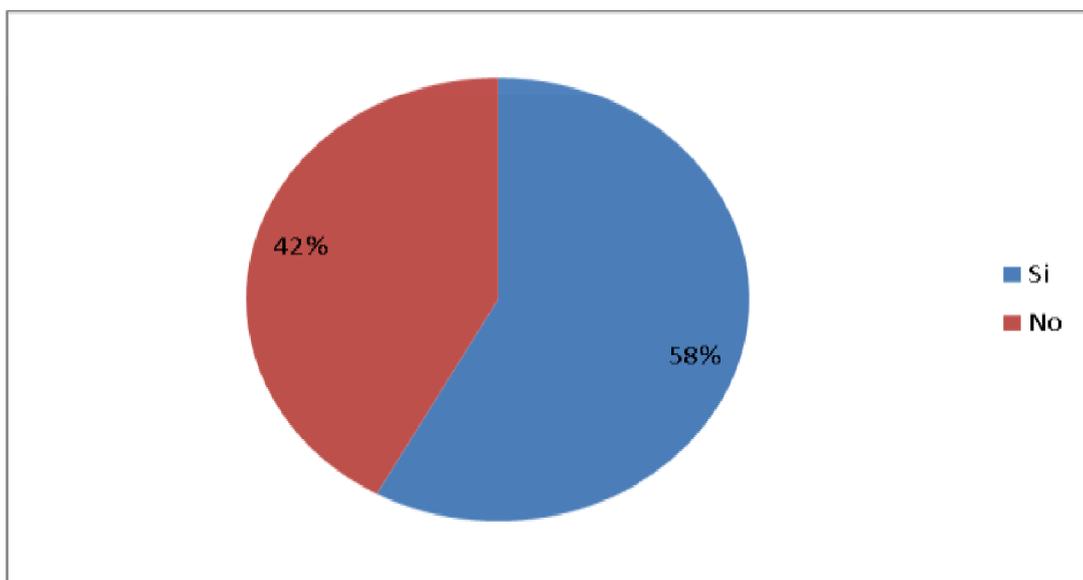
**Pregunta N° 8 ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su edificio necesita revisión técnica?**

**Tabla 8.** Evaluación de los Resultados

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	29	58%
No	21	42%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio "Ligia Elena".

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 8.** Encuesta de los empleados del "Ligia Elena". Tomado de (Edificio "Ligia Elena")

**Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación de los Resultados N° 8.2 en cuanto a si ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su edificio necesita revisión técnica?, las personas encuestadas con un (58%), que corresponde a 29 personas involucradas en esta investigación comentaron que si su edificio necesita revisión técnica según indicaron los encuestadas, por otro lado con un (42%), que representan a 21 encuestados menciona que no necesita la revisión técnica, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

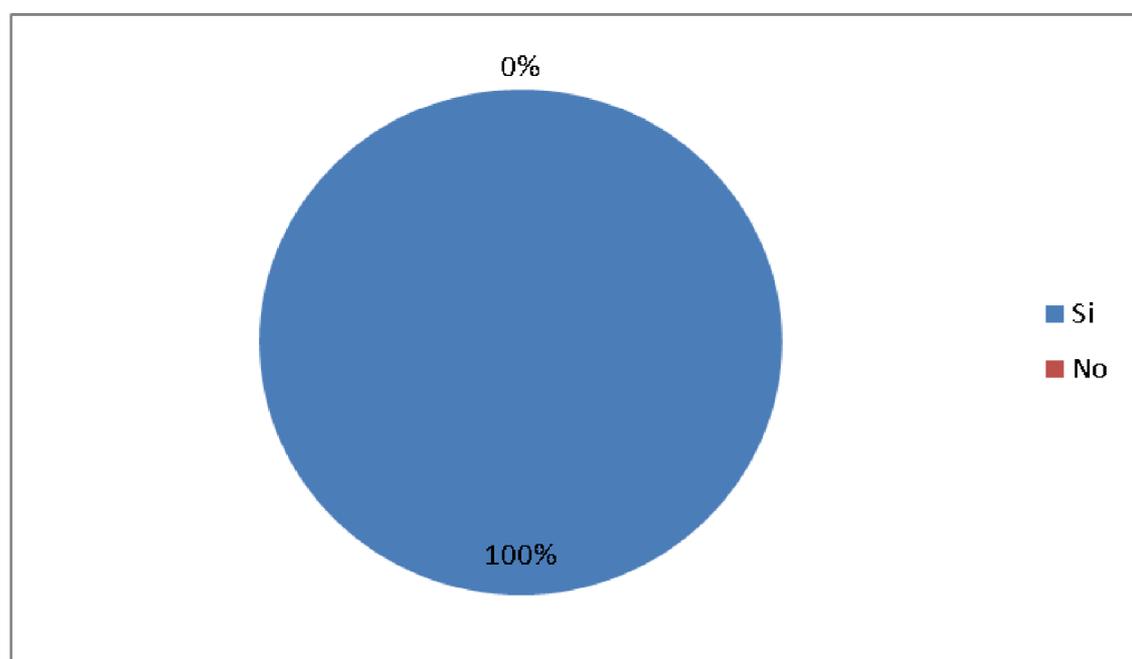
**Pregunta N° 9 ¿Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?**

**Tabla 9.** Evaluación de los Resultados

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	100%
No	0	0%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 9.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

#### **Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación de los Resultados N° 9.2, en cuanto a si ¿ Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?, las personas encuestadas con un **(100%)**, que corresponde a **50** personas involucradas en esta investigación comentaron que si su edificio necesita revisión técnica según indicaron los encuestadas, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio **"LIGIA ELENA"** en el Cantón Chone.

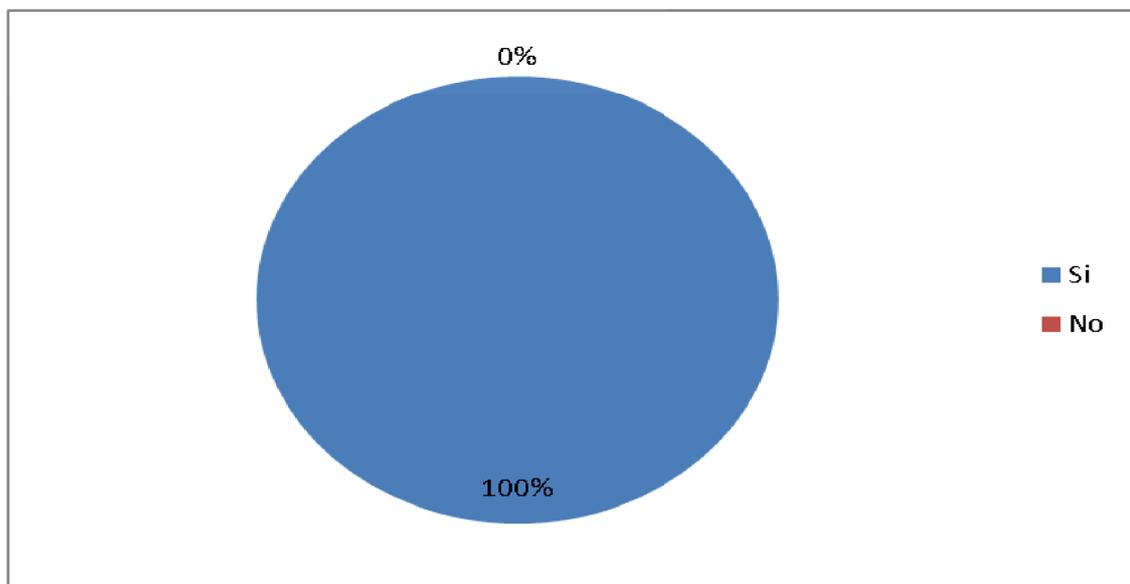
**Pregunta N° 10 ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su edificio, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?**

**Tabla 10.** Evaluación de los Resultados

<b>Alternativa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	50	100%
No	0	0%
<b>Total de Encuestados</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados del edificio “Ligia Elena”.

**Elaboración:** Autores del Trabajo de Titulación.



**Figura 10.** Encuesta de los empleados del “Ligia Elena”. Tomado de (Edificio “Ligia Elena”)

### **Análisis e Interpretación.-**

Como se muestra en la Tabla de Evaluación de los Resultados N° 10.2, en cuanto a si ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su edificio, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?, las personas encuestadas en su totalidad mencionaron con un **(100%)**, que corresponde a las **50** personas involucradas en esta investigación comentaron que si su edificio necesita revisión técnica según indicaron los encuestadas, que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su edificio, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "**LIGIA ELENA**" en el Cantón Chone.

## **2.2. Análisis de la entrevista al Propietario del Edificio “Ligia Elena” de la Ciudad de Chone.**

Una vez efectuada la entrevista al propietario del edificio “Ligia Elena”, para dar a conocer en qué situación actual de la edificación, obteniendo las versiones a los dirigidos manifestaron su conocer en la entrevista sobre el tema principal en la investigación lo cual representa información contundente y veraz para resolver el problema sobre las instalaciones eléctricas, entonces a continuación se manifiesta su análisis de ello.

Cuando se consulto acerca de cuál es su criterio, sobre la calidad del servicio eléctrico suministrad por la empresa eléctrica, ellos mencionaron que la calidad es buena pero los riesgos existen en todas partes más aún si no se tienen el conocimiento de las mismas, añadido a estos de qué opina usted sobre las interrupciones eléctricas no programadas, cuál es su criterio de acuerdo al daño de equipos, por causa de las interrupciones eléctricas, no programadas.

También en qué estado se encuentra el sistema eléctrico de su edificio, ellos manifestaron que aparentemente están bien pero que son se ha realizado una análisis en donde se verifique y se determine en su totalidad la verdad de las instalaciones eléctricas del edificio si el, por otro lado en cuanto a cuál es su criterio sobre la seguridad que ofrece el sistema eléctrico en la edificio, ellos lo creen que sí es seguro coincidiendo en ello.

Además cuando se les pregunto si al realizar un diagnóstico de carga eléctrica en el actual sistema eléctrico del edificio, ayudara a que el personal o empleados realicen de manera más segura y cómoda sus actividades, mencionan que los lugares de trabajo deben tener la garantías suficiente para cuidar el bienestar de las personas dentro de su área de trabajo, en cuanto a si con un diagnóstico de carga eléctrica aportará para la detección de fallas en el sistema eléctrico, ellos indicaron que si aportan por que indican la que tienen y los daños que esto pueden ocasionar.

En cuanto a la realización de un diagnóstico de carga eléctrica si disminuye los riesgos de accidentes de tipo eléctrico, creen que si porque a través de ello se puede evitar un perjuicio mayor el cual afectaría a todos pero también indican que creen

que la realización de un diagnóstico de carga ayuda a disminuir las interrupciones del servicio eléctrico, si ayudara y de forma significativa para sus laboradores y el edificio los entrevistados según su punto de vista en cuestión a esta investigación manifiestan que si aportara al desarrollo de su edificio donde se labora a diario, para conocer las dificultades que estos puede representar, para tener en cuenta esta parte importante dentro de lugar en el que se habita, en conjunto a sus empleados.

### **2.3. Comprobación de la Hipótesis**

Una vez realizada la evaluación en base a los resultados y así dar a conocer la situación actual en la que se encuentra, en esta parte se realiza la comprobación de la hipótesis y así efectuar el respectivo análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone, aquí se detalla con valores reales y se comprueba si es factible la realización de esta investigación, tomando en cuenta los valores más representativos dentro de la encuesta se realiza su comprobación en relación a las instalaciones eléctricas del edificio antes mencionado, esto demuestra la importancia de la investigación.

Cuando se consulta en la Pregunta N° 1 acerca de si ¿Cuenta usted con un buen servicio eléctrico en el edificio?, las personas encuestadas con un (56%), a favor mencionaron que si lo tienen un buen servicio, por otra parte el (44%), dio a conocer que no lo tiene un buen servicio, por tal razón se busca cumplir con el objetivo general de la investigación y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

Por otra parte en la Pregunta N°5 en cuanto a que si ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado? las personas encuestadas con un (100%), de personas involucradas en esta investigación comentaron que si he han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones según indicaron los encuestadas, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio.

Además se menciona en la Pregunta N° 8 en donde si ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su edificio necesita revisión técnica?, las personas encuestadas con un (58%), en la investigación comentaron que si su edificio necesita revisión técnica según indicaron los encuestadas, por otro lado con un (42%), menciono que no necesita la revisión técnica, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

Por ultimo en la Pregunta N° 10 ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su edificio, considerando que el servicio

eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos? las personas involucradas en esta investigación comentaron que si su edificio necesita revisión técnica según indicaron, por ello se cree conveniente la realización un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su edificio, por tal razón se busca cumplir con el objetivo de general y realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

#### **2.4. Conclusión Parcial**

Como se muestra en la descripción al realizar la comprobación de hipótesis, se exponen los resultados obtenidos, los más relevantes de la encuesta realizada en base al tema principal de carga en las instalaciones eléctricas, esta información aporta de manera directa a las decisiones haciéndolo significativo lo cual aporta al desarrollo del edificio, por esa razón se busca cumplir con el objetivo de la investigación y realización de un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone, es pertinente la ejecución del análisis, porque de esta manera se conocerá y podrá dar un diagnostico técnico el cuál demostrara el estado en el que se encuentra el edificio.

Para ello es pertinente, el análisis esto ayudara en el desarrollo del edificio "LIGIA ELENA" lo cual es beneficioso y así no tengan que pagar las consecuencias en caso de que el edificio no se encuentre con las instalaciones eléctricas óptimas y así logren desempeñar un trabajo eficiente en cuanto a cargas eléctricas porque de no ser así, esto representaría una amenaza que pueda causar malestar a sus empleados y dueños del edificio que trabajan dentro del edificio.

Basándonos en los resultados que se dieron, se confirma la aceptación de la propuesta por parte de los involucrados, ya que esto permitirá un trabajo en correctas condiciones para estar seguros en el área en la que se encuentran a diario, por el “ANÁLISIS DE CARGA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIOS “LIGIA ELENA" EN EL CANTÓN CHONE”, cumple con los requerimientos en base a su objetivo principal en la investigación que se abordó para tener las cosas claras sobre el tema.

## **CAPÍTULO III**

### **3. Propuesta**

#### **3.1. Título de la Propuesta**

“Análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "Ligia Elena" en el Cantón Chone”.

#### **3.2. Objetivo de la Propuesta**

Diseñar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "Ligia Elena" en el Cantón Chone.

#### **3.3. Cobertura de la Propuesta**

La propuesta que fue aplicada del edificio "Ligia Elena" en el Cantón Chone; en su totalidad al departamento de Electrónica de dicha institución; mantuvo una revisión exhaustiva en cuanto a las necesidades de la institución de estudio.

#### **3.4. Beneficiarios de la Propuesta**

Se benefician con esta propuesta a los colectivos del edificio "Ligia Elena" en el Cantón Chone; y exclusivo al departamento de electrónica puestos que son los responsables del manejo de dicha institución porque que son los encargados de solucionar los diferentes problemas suscitados.

#### **3.5. Descripción del Modelo.**

##### **3.5.1. Antecedentes**

El análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio “Ligia Elena” en el cantón Chone consiste en una descripción detallada y el cálculo de la demanda máxima necesaria para la habitabilidad y funcionalidad de los usuarios del eficio.

Se pretende hacer un diagnóstico lo más veraz y próximo a la realidad que nos permita aplicar los conocimientos técnicos de la rama de la Ingeniería Eléctrica aprendidos en el transcurso de la carrera.

Para ello y adecuándonos a la norma o ley competente se hará el estudio de la instalación eléctrica, donde se habrá que cumplir los siguientes puntos:

- Que la intensidad admisible por el Cable. Sea superior a la demandada.
- Que la caída de tensión desde el cuadro general sea inferior al 3%.
- Que la sección de cable sea normalizada.
- Que la instalación tenga línea de tierra (Puesta a tierra).
- Que la sección de conductor de línea a tierra este acorde a los conductores de la fase y el neutro.
- Que las secciones de fase y neutro sean acorde.
- Que el diámetro de ducto sea adecuado para el número de cables.
- Que la intensidad de corriente de la línea, sea igual o menor que la de protección, e igual o menor que la permitida del conductor utilizado.
- Que la intensidades de cortocircuito máxima y mínima, sean acorde a las del conductor para que la protección actúe, antes de derretirse el mismo.

De manera que las instalaciones eléctricas se apoyan en su propia normativa, Reglamento de Bajo Voltaje y medio Voltaje aprobado por la empresa eléctrica CNL-EP.

El alumbrado y los circuitos de fuerza del edificio se alimentan mediante un transformador de 50 KVA repartido en los cinco pisos del edificio, se realizara los cálculos respectivos para determinar la demanda máxima proyectada.

### **3.6 Estudio de Demanda**

#### **3.6.1 Determinación de la Demanda Máxima Unitaria (DMU)**

La determinación de la demanda máxima unitaria DMU, está determinada por la carga o por un usuario que requiere facilidades de toda índole para su desarrollo y por ser un edificio; la demanda máxima a determinar está destinada para un usuario o consumidor **TIPO "C"**, cuya DMU oscila entre 1.2 – 2 KVA según lo indica la

norma vigente en CNEL-EP, bajo esta modalidad esta realizado este análisis de carga eléctrica.

La demanda máxima unitaria de los cinco pisos del edificio “Ligia Elena” en el Cantón Chone, nos presenta una demanda 38,0 KVA teniendo en consideración los diferentes aparatos y artefactos eléctricos a utilizar.

### **3.6.2 Determinación de la demanda Máxima Unitaria Proyectada (DMUP)**

Con el fin de garantizar un diseño eléctrico para años futuros, se debe incrementar la demanda máxima unitaria (DMU) en un 5.9% anual para los próximos 10 años.

El incremento progresivo de la demanda máxima unitaria proyectada (DMUp) está dado por:

$$DMUp = DMU ( 1 + T_i/100 )^n$$

Donde:

DMUp = Demanda Máxima Unitaria Proyectada en KVA

DMU = Demanda Máxima Unitaria en KVA

Ti = Tasa de incremento acumulativo media anual de la demanda

N = 10 Años.

$$DMUp = 38,0(1 + 3/100)^{10}$$

$$DMUp = 38,0 * 1,3436$$

$$DMUp = 51.06KVA$$

La demanda máxima proyectada mediante el cálculo con la ecuación indicada da un valor de 51,1 KVA lo cual está dentro de un usuario tipo “C” considerado en las normas de la CNEL-EP.

### 3.6.3 Determinación de la demanda Unitaria

PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
No.	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT.	Pn(W)	Pt(W)				
1	Iluminación	42	52	2184	100%	2184,0	70	1528,8
2	Tomacorrientes	70	350	24500	100%	24500,0	70	17150,0
3	Televisión	1	600	600	80%	480,0	100	480,0
4	Refrigeradora	3	800	2400	40%	960,0	90	864,0
5	Plancha	3	800	2400	90%	2160,0	10	216,0
6	Equipo estéreo	3	1000	3000	100%	3000,0	100	3000,0
7	Focos Led	88	27	2376	100%	2376,0	50	1188,0
8	Lavadora	3	700	2100	70%	1470,0	20	294,0
9	Aire acondicionado 9000BTU	14	900	12600	70%	8820,0	50	4410,0
10	Bomba de agua	1	746	746	90%	671,4	30	201,4
11	Motor de Ascensor 5 hp	1	3730	3730	90%	3357,0	50	1678,5
12	Computador	13	350	4550	90%	4095,0	50	2047,5
13	Congelador 800 W	3	800	2400	90%	2160,0	90	1944,0
<b>Total</b>				<b>63586,0</b>		<b>56233,4</b>		<b>35002,2</b>
Factor de potencia (FP) :		<b>0,92</b>		Factor de demanda (FDM):		<b>0,6</b>		
DMU:		<b>38,0 KVA</b>		Factor de diversidad (FD):		<b>1,00</b>		
Ti:		<b>3,0 %</b>						
Proyección :		<b>10,0 años</b>						
DMUp :		<b>51,1 KVA</b>						
Alumbrado público:		<b>0,0 KVA</b>						
Cargas especiales SSGG:		<b>0,0 KVA</b>						
DEMANDA REQUERIDA:				<b>39,3 KVA</b>				
CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR INSTALADO:				<b>50 KVA</b>				
Observaciones: SE DEBE CONSIDERAR UN TRANSFORMADOR DE 50 KVA EN BASE AL CALCULO DETALLADO								

### 3.7. Red de Media Tensión

#### 3.7.1 Conductor.

Los conductores utilizados en la red pública de media tensión son:

Conductor de aluminio: Al ACSR #2 AWG. Para la Fase.

Conductor de aluminio: Al ACSR #4 AWG. Para el Neutro.

### 3.7.2 Estructuras

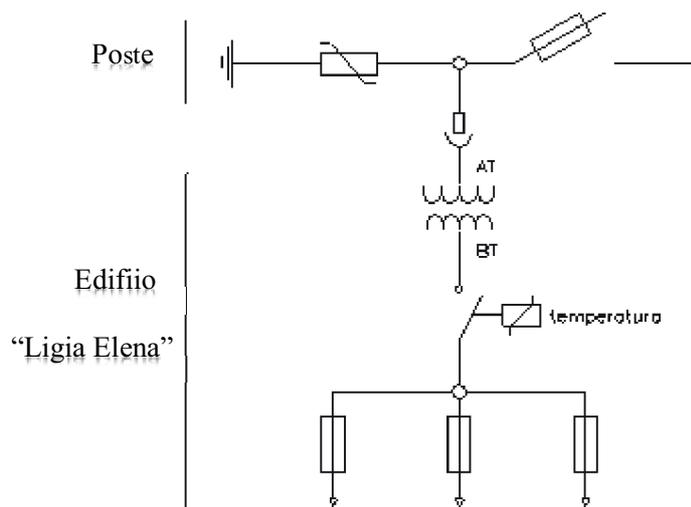
Las estructuras a ser utilizadas en la construcción de la línea de media tensión y red de bajo voltaje del edificio “Ligia Elena” en el cantón Chone son las exigidas por CNEL-EP según las normas de aprobación de proyectos eléctricos.

Estas estructuras están montadas en Poste de Hormigón Armado de 11 metros de longitud y 350 Kg de Esfuerzo a la Rotura.

Los aisladores de suspensión de caucho siliconado utilizado son los de clase ANSI DS-52-1 normalizados para una tensión de 13,8 KV.

### 3.8. Red de Bajo Voltaje

#### 3.8.1. Circuito de Bajo Voltaje



El circuito secundario tiene una longitud total de 20 metros lineales del edificio “Ligia Elena” en el cantón Chone, y está conformado mediante conductor concéntrico para el transformador con neutro corrido que se energiza desde los bushing de Bajo Voltaje de los transformadores. De esta red secundaria se procede a

derivar las correspondientes acometidas antifraudes concéntricas hacia los usuarios, las mismas que son aéreas y llegan hasta cada uno de los medidores de energía del edificio “Ligia Elena” en el cantón Chone.

### **3.8.2. Conductor de Cobre Aislado**

Este conductor se lo utiliza en la acometida principal hasta el medidor ubicado en planta baja para distribuir energía para cada piso. Sus dimensiones son: 2 x #1/0 AWG + 1 x #2 AWG, con aislamiento tipo TW.

### **3.9. Baja Tensión**

La protección secundaria principal se realizara por medio breaker incorporado a el transformador y la protección de cada uno de los usuarios está realizada con un bipolar de donde salen los circuitos independientes que energizaran la cargas representativas de cada uno de los abonados.

### **3.10. Poste**

El poste utilizado es de hormigón de 11 metros de longitud y de Esfuerzo de rotura de 350Kg.

### **3.11. Puesta a Tierra**

Para el transformador está instalado una puesta a tierra compuesta por un conductor de cobre desnudo #2 y varilla cooperweld de 1,8 m x 16 mm en el punto neutro y tierra, enterrada a un metro de profundidad de la base.

### **3.12. Medición**

La medición está siendo realizada en planta baja, acotando que cada planta lleva su caja de breaker y está ubicada de tal forma que permita la lectura por parte del personal de CNEL – EP.

### **3.13. Herrajes**

Todos los herrajes empleados son completamente galvanizados por procesos de inmersión en caliente.

#### **4.- CONCLUSIONES**

- Se elaboró el estudio técnico sobre mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones, para el buen funcionamiento de la institución.
- Se determinaron los requisitos del departamento de mecánica para promover una solución orientada a solventar las necesidades del mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores.
- Se definieron modelo de mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores y su importante que estos modelos facilitan el funcionamiento de la institución.
- Se logró determinar mediante la técnica de la entrevista y encuesta se conocieron las falencias que existen sobre factores de potencia en la institución.
- Se concluyó con éxito el objetivo general propuesto, como fue el diseño Mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones del Edificio “Ligia Elena” Cantón Chone.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda al Propietario del Edificio “Ligia Elena”; emplear el mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones para el buen funcionamiento institucional.
- Se recomienda al Propietario del Edificio “Ligia Elena”; Cantón Chone; que formalice el mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones para el buen funcionamiento institucional.
- Se confía al personal que labora al Propietario del Edificio “Ligia Elena”; del Cantón Chone; emplear y utilizar las nuevas herramientas tecnológicas, lo que permita mantenerse con los avances de la modelo de mejoramiento de factores de potencia.
- Al personal que labora del Edificio “Ligia Elena” del Cantón Chone; deben recibir capacitación de forma permanente y con personas especializadas para aplicar el modelo mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores.
- Es recomienda al Propietario del Edificio “Ligia Elena”; Cantón Chone que se aplique mejoramiento del factor de potencia mediante banco de capacitores determinado en el análisis de carga de las instalaciones para el buen funcionamiento institucional.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, F. (2010). Componentes Armónicas en Redes de Distribución Eléctricas. Santiago.

Allan, R. (2010). Evaluación de la fiabilidad de sistemas eléctricos con acciones de conmutación. Canadá.

Allan, R. (2012). Evaluación de Confiabilidad en sistemas Eléctricos de Potencia . Chile.

Allan, R. (2012). Evaluación de la fiabilidad de los sistemas eléctricos con acciones de conmutación. México.

Alvarez, C. (2009). Eficiencia, Seguridad y calidad en los sistemas de distribución . Chile.

Arriaga, A. (2011). Cálculo de la confiabilidad en subestaciones y sistemas de distribución de energía eléctrica. Madrid.

Arriaga, A. (2013). Cálculo de la Confiabilidad en Subestaciones y sistemas. México.

Balcells, F., & Daura, R. (2010). Interferencias Electromagnéticas en Sistemas Electrónicos. España.

Barros, W. (2013). Corrección del Factor de Potencia en Sistemas . Quito.

Benjamín, K. (2011). Sistemas de Control Digital. México.

Billinton, R. (2009). Confiabilidad del sistema de transmisión. Madrid.

Billinton, R. (2010). Cálculos de fiabilidad del sistema de potencia - medidas de fiabilidad y métodos de cálculo. "IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Madrid.

Box, G. (2009). Evolución de las Operaciones . México.

Boylestad, R. (2009). Fundamentos de Electrónica. México: Prentice.

- Buban, P. (2009). Electricidad y Electrónica. México: Mc Graw Hall.
- Buban, P. (2011). Electricidad y Electrónico Basicas. Madrid.
- Buzacott, J. (2012). Evaluación de la fiabilidad de sistemas con conmutación después de fallos. Barcelona.
- Camargo, C. (2009). Confiabilidad aplicada a sistemas Eléctricos de Potencia . México.
- Camargo, C. (2011). Confiabilidad Aplicada a Sistemas Eléctricas de Potencia. Brasil.
- Chacana, B., & Gutierrez, A. (2010). Aplicación del Método de redes al estudio de confiabilidad del sistema eléctrico. Madrid.
- Chamanga, B. (2011). Aplicación del Método de redes al Estudio de Confiabilidad. España.
- Clvas, R. (2011). Las Perturbaciones Eléctricas en BT. Colombia .
- Correa, O. (2009). Estudio de Reconfiguración y Optimización de los Alimentadores. Cuenca.
- Dyalinas, E. (2009). Instalaciones de generación local en la evaluación de la confiabilidad de los sistemas de distribución de energía. México.
- Fernández, M. (2011). Técnicas de Mantenimiento. México.
- Ferraci, P. (2009). La Calidad de la Energía Eléctrica . Colombia .
- Fraile, J. (2009). Máquinas Eléctricas. España: Mc Graw-Hill.
- Gaver, D. (2010). Cálculos de fiabilidad del sistema de potencia - medidas de fiabilidad y métodos de cálculo. México.
- Gaver, D. (2012). Confiabilidad del sistema de transmisión. México.
- Gonzalez, C. (2012). Pequeños Gigantes de Iluminación . Santiago.

- Harper, E. (2010). El ABC de las Instalaciones Eléctricas . México: Limusa.
- Keljik, J. (2009). Motores Control de Motores y Mantenimiento. USA: Delmar.
- Lamich, M. (2012). Filtros Activos de Potencia. Cataluña.
- Miller, R. (2010). Industria Electrica y Motores de Control . USA: Mc Graw- Hill.
- Montenegro, J. (2011). Eficiencia Energética. Santiago.
- Oliveira, J. (2009). Distribución de Energía Eléctrica. Caracas.
- Oliveira, M. (2012). Un algoritmo eficiente para deducir los índices de corte y confiabilidad mínimos de una configuración de red general. Madrid.
- Pallás, A. (2008). Instrumentos Electronicos Básicos. España.
- Pinto, R. (2009). Planificación de Sistemas Eléctricos de Distribución. Santiago.
- Portilla, G. (2010). Ciencias Tecnicas del Mantenimiento. Madrid.
- Rashid, M. (2010). Electrónica de Potencias Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones . México: Pearson .
- Roman, L. (2013). Electrica Aplicada. Madrid.
- Romero, I. (2010). Paradigma de la Investigación . Guayaquil.
- Roudstrum, W. (2010). Ingeniería Eléctrica para todos los Ingenieros . México: Alfa Omega.
- Salazar, F. (2008). Norma Técnica de Seguridad de Calidad Servicio. Santiago.
- Sankaran, C. (2009). Power Quality. USA.
- Seipal, R. (2012). Fundamentos de Electricidad. España.
- Timmer, M. (2010). Eficiencia de Motores. Madrid.

Todd, Z. (2009). Un método de probabilidad para los cálculos de interrupción de la transmisión y la distribución. "IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Madrid.

Todd, Z. (2010). Un método de probabilidad para cálculos de interrupción de transmisión y distribución. Madrid.

Tokman, M. (2009). Los Desafíos de la Eficiencia Energética. Chile.

Varela, G. (2009). Topologías de Estándar. Chile.

Wiley, J. (2010). Electric Power Systems . México.

William, J. (2010). Análisis de Circuitos en Ingeniería. Canada.

# ANEXOS

**Anexos # 1: Entrevista aplicada a los Empleados del Edificación “Ligia Elena” del Cantón Chone**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Dirigida a:** A los empleados del edificio “LIGIA ELENA” del cantón Chone.

**Objetivo:** Realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

**Instrucciones:** Mucho agradecemos se sirva responder con sinceridad marcando con una X dentro del paréntesis de la alternativa de su elección.

**DATOS INFORMATIVOS:**

Lugar y fecha:.....

Ubicación: Rural ( ) Urbana ( ) Urbana marginal ( )

Barrio/Recinto:.....Parroquia:..... Cantón:.....

1. **¿Cuenta usted con un buen servicio eléctrico en el edificio.**
  - a. Si ( )
  - b. No ( )
2. **¿Está satisfecho con la calidad de servicio eléctrico, suministrado por la empresa eléctrica?**
  - a. Mucho ( )
  - b. Poco ( )
  - c. Nada
3. **¿Se han presentado en el edificio interrupciones no programadas del servicio eléctrico?**

- a. Si ( )
- b. Muy Poco ( )
- c. No
4. ¿Se han generado desperfectos en las máquinas a causa de las interrupciones no programadas del servicio eléctrico?
- a. Si ( )
- b. Poco ( )
- c. Nunca ( )
5. ¿Han ocurrido accidentes que pongan en peligro la integridad humana, a causa de instalaciones en mal estado?
- a. Nunca ( )
- b. No ( )
- c. Si ( )
6. ¿Se siente seguro con el sistema eléctrico de su edificio.
- a. En alta escala ( )
- b. Mediantemente ( )
- c. En baja escala ( )
7. ¿El tendido de cables eléctricos de su edificio que se encuentra en buen estado?
- a. Regulas ( )
- b. Mal estado ( )
- c. Buen estado ( )
8. ¿Cree usted que el servicio eléctrico de su edificio necesita revisión técnica?
- a. Si ( )
- b. No ( )
9. ¿Cree usted que el diagnóstico de la carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes?
- a. Si ( )
- b. No ( )
- c. Puede ser ( )
10. ¿Considera usted que realizar un diagnóstico de carga se está aportando al desarrollo de su edificio, considerando que el servicio eléctrico es una necesidad prioritaria de los seres humanos?
- a. Si ( )
- b. No ( )

**Anexos # 2: Encuesta aplicada al Propietario del Edificio “Ligia Elena” del Cantón Chone**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**FORMULARIO DE ENTREVISTA**

**Dirigido a:** propietario (a) y encargado del Área del edificio.

**Objetivo:** Realizar un análisis de carga en las instalaciones eléctricas del edificio "LIGIA ELENA" en el Cantón Chone.

**Instrucciones:** Mucho agradezco se sirva responder con sinceridad y honestidad a cada una de las interrogantes que formula la siguiente entrevista, de su respuesta y contestación dependerá el éxito de la misma.

**CUESTIONARIO DE PREGUNTAS**

1. **¿Cuál es su criterio, sobre la calidad del servicio eléctrico suministrado por la empresa eléctrica?**
2. **¿Qué opina usted sobre las interrupciones eléctricas no programadas?**
3. **¿Cuál es su criterio de acuerdo al daño de equipos, por causa de las interrupciones eléctricas, no programadas?**
4. **¿En qué estado se encuentra el sistema eléctrico de su edificio?**

5. **¿Cuál es su criterio sobre la seguridad que ofrece el sistema eléctrico en el edificio?**
  
6. **¿considera usted que realizar un diagnóstico de carga eléctrica en el actual sistema eléctrico del edificio, ayudara a que el personal o empleados realicen de manera más segura y cómoda sus actividades?**
  
7. **¿Cree usted que el diagnóstico de carga eléctrica aportará para la detección de fallas en el sistema eléctrico?**
  
8. **¿Cree usted que la realización de un diagnóstico de carga eléctrica disminuye los riesgos de accidentes de tipo eléctrico?**
  
9. **¿Cree usted que la realización de un diagnóstico de carga ayuda a disminuir las interrupciones del servicio eléctrico?**
  
10. **¿Cree usted que esta investigación aportara al desarrollo de su edificio donde Labora?**

**Gracias por su aporte y colaboración.**

**Anexos # 3: Fotografía de Evidencia de Entrevistas, Encuestas y Ficha de Observación**



**Imagen 1.-** Encuesta a Empleados del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 2.-** Entrevista a Propietario del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 3.-** Encuesta a Empleados del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 4.-** Entrevista a Propietario del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 5.-** Comprobación de resistencia y amperaje del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 5.-** Medición de voltaje del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 6.-** Transformador del Edificio “Ligia Elena”



**Imagen 6.-** Transformador del Edificio “Ligia Elena”