



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Remodelación de las instalaciones eléctricas industriales de la
empresa Ingenieros en Acción SRL”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Cabrera Carranza, Marco David (ORCID: 0000-0001-5741-638X)

ASESOR:

Ing. Dionicio Torres, Palmer (ORCID: 0000-0002-6454-6673)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

TRUJILLO – PERÚ

2016

Dedicatoria

A Dios por enseñarme a diferenciar en hacer lo bueno y lo malo.

A mis Abuelos por sus consejos y ejemplos de vida.

A mis Padres por sus enseñanzas, el cariño y apoyo incondicional.

A mis Hermanos por los momentos y experiencias que pasamos juntos.

A mis asesores de tesis, Ing. Jorge Inciso V. e Ing. Palmer Dionicio T. Por el tiempo brindado con el fin de cumplir con los objetivos de este proyecto.

Agradecimiento

A Dios, a mis padres Marco Cabrera H. y Pilar Carranza A. Asesor: Palmer Dionicio T., a las personas que colaboraron para la realización de este trabajo, y en especial a mis abuelos por sus consejos y enseñanzas. Con el fin de poder formarme como profesional.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	viii
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
3.2 VARIABLES Y OPERALIZACIÓN	223
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	223
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	223
3.5 PROCEDIMIENTO.....	24
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	225
3.7 ASPECTOS ÉTICOS	225
IV.RESULTADOS	
4.1 LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	256
4.2 DETERMINAR PUNTOS CRÍTICOS	28
4.2.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	334
4.3 REMODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	345
4.3.1 PROPUESTA DE REMODELACIÓN EN PLANTA	345
4.4 ESTUDIO PARA LA CONTINUIDAD DEL TRASFORMADOR.....	46
4.5 PROPUESTA DE DISEÑO DE UN BANCO DE CONDENSADORES.....	61
4.6 PRESUPUESTO ECONÓMICO DE LA REMODELACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	64
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIÓN	69
VII. RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1: Conductor de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna.	188
Tabla 2: Sección mínima de los conductores de protección.	18
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de investigación.	223
Tabla 4: Tablero principal.	301
Tabla 5: Tablero N°1 – Área Administrativa.	312
Tabla 6: Sub Tablero N°3 – Área de Planta.	323
Tabla 7: Sub Tablero – Área de Arenado y Pintura (Calibre y Protección).	38
Tabla 8: Sub Tablero – Área de Arenado y Pintura (Caída de Tensión).	39
Tabla 9: Sub Tablero – Área de Mecanizado (Calibre y Protección).	390
Tabla 10: Sub Tablero – Área de Mecanizado (Caída de Tensión).	401
Tabla 11: Sub Tablero – Área de Armado y Soldadura (Calibre y Protección). .	412
Tabla 12: Sub Tablero – Área de Armado y Soldadura.	423
Tabla 13: Cálculo del factor de simultaneidad de la empresa (Arenado y Pintura).....	56
Tabla 14: Cálculo del factor de simultaneidad de la empresa (Mecanizado).	56
Tabla 15: Cálculo del factor de simultaneidad de la empresa (Armado y Soldadura).....	57
Tabla 16: Cálculo del factor de simultaneidad de la empresa (Oficinas y Almacenes).....	57
Tabla 17: Cálculo de la demanda actual en el área de Arenado y Pintado.	58
Tabla 18: Cálculo de la demanda actual en el área de Mecanizado.	58
Tabla 19: Cálculo de la demanda actual en el área de Armado y Soldadura.	59
Tabla 20: Cálculo de la demanda actual en el área de Almacenes y Oficina.	59

Índice de Figuras

Figura 1: Estructura de un conductor.	6
Figura 2: Partes de un interruptor termomagnético.	7
Figura 3: Esquema interno de un interruptor diferencial.	8
Figura 4: Esquema de conexión del método de la caída de potencial.	123
Figura 5: Método de Wenner para determinación de resistividad.	13
Figura 6: Esquema de diseño de investigación.	212
Figura 7: TPR las fallas en tomacorrientes.	256
Figura 8: TPR las fallas en interruptores.	267
Figura 9: TPR las fallas por sobrecarga de potencia.	267
Figura 10: Intervenciones en el área de armado.	28
Figura 11: Intervenciones en el área de mecanizado.	29
Figura 12: Intervenciones en el área de mecanizado.	29
Figura 13: Protección de motor Eléctrico	445
Figura 14: Transformador trifásico.	456
Figura 15: GUILLOTINA HIDRÁULICA.	467
Figura 16: PLEGADORA HIDRÁULICA.	48
Figura 17: PRENSA HIDRÁULICA DE 200 TN.	48
Figura 18: MÁQUINA DE SOLDAR MIG.	49
Figura 19: TORNO N°1.	49
Figura 20: TORNO N°2.	50
Figura 21: CEPILLO.	50
Figura 22: FRESADORA UNIVERSAL.	51
Figura 23: ROLA N°1.	51
Figura 24: ROLA N°2.	512
Figura 25: COMPRESORA DE PISTÓN.	512
Figura 26: COMPRESOR DE TORNILLO.	53
Figura 27: AMOLADORA DE 4".	53
Figura 28: AMOLADORA DE 7".	54
Figura 29: AMOLADORA DE 9".	54
Figura 30: TRONZADORA.	54
Figura 31: TALADRO MANUAL.	545

Resumen

El presente estudio de tesis, aplicado al sector industrial con respecto a instalaciones eléctricas, se aplicó a la empresa Ingenieros en Acción SRL – Trujillo, como muestra se tomó las instalaciones eléctricas de la planta. Con el objetivo de remodelar las instalaciones cumpliendo con los códigos y normas vigentes.

Se evaluó las instalaciones eléctricas actuales de la empresa y se determinó que la planta no cumple con las normas ni códigos vigentes, además se analizó bajo los indicadores: puntos críticos y tiempos de reparación. Obteniendo resultados que demuestran que las actuales instalaciones no tienen las garantías suficientes para un correcto funcionamiento. Así mismo por los tiempos de reparación se generan pérdidas de 14´750.00 Soles al año.

Así mismo se evaluó la demanda máxima actual de la empresa para corroborar la continuidad del transformador, la cual fue de 69.8 KVA. Así mismo se halló el índice de crecimiento de potencia anual el cual fue de 6.5%. Obteniendo que la demanda de potencia actual de la empresa no sobrepasa la capacidad del transformador sin embargo a largo plazo este tiene que ser de mayor capacidad.

Se calculó un presupuesto para la remodelación de las instalaciones eléctricas de la cual asciende a S/.13´873.26 Soles.

Palabras Clave: Instalaciones eléctricas Industriales, Cálculo de banco de condensadores, Remodelación de instalaciones eléctricas.

Abstract

This thesis study, applied to the industrial sector with respect to electrical installations, was applied to the company Ingenieros en Acción SRL - Trujillo, as a sample the electrical installations of the plant were taken. With the aim of remodeling the facilities complying with current codes and standards.

The company's current electrical installations were evaluated and it was determined that the plant does not comply with current standards or codes, and it was also analyzed under the indicators: critical points and repair times. Obtaining results that show that the current facilities do not have sufficient guarantees for proper operation. Likewise, due to repair times, losses of 14'750.00 Soles per year are generated.

Likewise, the current maximum demand of the company was evaluated to corroborate the continuity of the transformer, which was 69.8 KVA. Likewise, the annual power growth rate was found, which was 6.5%. Obtaining that the current power demand of the company does not exceed the capacity of the transformer, however in the long term it has to be of greater capacity.

A budget was calculated for the remodeling of the electrical installations which amounts to S / .13'873.26 Soles.

Keywords: Industrial electrical installations, Capacitor bank calculation, Remodeling of electrical installations.

I. INTRODUCCIÓN

La empresa Ingenieros en Acción SRL, es una empresa dedicada al sector metalmeccánico en los rubros de la fabricación de maquinaria y estructuras metálicas, está involucrada principalmente a la fabricación de maquinaria para la construcción civil.

La empresa, en su sistema eléctrico, cuenta con un transformador trifásico de 75 KVA, las instalaciones eléctricas instaladas del sistema eléctrico actual en su momento fueron instalados sin un previo estudio ni cálculo de las diversas demandas de energía eléctrica que cada área de la empresa necesita para su buen funcionamiento.

Estas instalaciones cuentan con más de 15 años de antigüedad y fueron instaladas sin ningún tipo de documentación ni bajo ninguna norma que justifique estas.

Por tal motivo se plantea la realización de un rediseño y remodelación de estas instalaciones todo esto bajo normas establecidas para el mejoramiento y el buen funcionamiento de estas.

Al mostrar la realidad problemática, se propone la siguiente pregunta: ¿Será factible técnica y económicamente la remodelación de las instalaciones eléctricas industriales de la empresa Ingenieros en Acción SRL?

En la presente tesis la justificación desde el enfoque económico, la implementación de un banco de condensadores y la renovación de las instalaciones eléctricas, lograrán una reducción en costos de consumo de energía eléctrica reactiva y de pérdidas de energía así como reducir los tiempos de paralización de algunas máquinas de la planta por exceso de potencia permisible, logrando obtener un importante beneficio útil para la empresa Ingenieros en Acción SRL. Desde el enfoque tecnológico, la renovación de las instalaciones eléctricas con tecnologías actuales permitirá a la planta trabajar en óptimas

condiciones; asimismo estas permitirán tener un ambiente laboral seguro y con la mínima probabilidad de riesgos eléctricos. En el ámbito institucional, la importancia de los estudios de la transmisión y distribución de energía eléctrica aplicadas a solucionar los problemas en una empresa del rubro metalmeccánico, mediante un rediseño y remodelación de las instalaciones eléctricas con el fin de solucionarlos, permite al alumno de la Universidad Cesar Vallejo, aprender y aplicar los conocimientos y conceptos adquiridos a lo largo de sus estudios de ingeniería en una planta, como es el caso de la empresa Ingenieros en Acción SRL. Por último en el ámbito ambiental, La remodelación de las instalaciones eléctricas, permitirá un ambiente laboral en condiciones seguras y bajo estándares de impacto ambiental. Asimismo la optimización del consumo y de las mermas de energía eléctrica reducirá la emisión de gases de efecto invernadero.

Como objetivo general se planteó: Remodelación de las instalaciones eléctricas industriales de la empresa Ingenieros en Acción SRL.

Para lograr el objetivo general se planteó los siguientes objetivos específicos: (1) Realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas de la empresa. (2) Analizar los resultados obtenidos del levantamiento y de las pruebas realizadas en las redes eléctricas de la empresa, estado de los circuitos alimentadores y ramales. Detentando fallas y puntos críticos en el sistema eléctrico. (3) Elaborar el rediseño de las Redes Eléctricas y así mismo la remodelación de las Instalaciones Eléctricas, cumpliendo con los requisitos de diseño de las normas actuales (código Nacional de Electricidad) garantizando seguridad, confiabilidad, calidad de servicio y además deje espacio a futuras ampliaciones o variaciones en la carga. (4) Elaborar una propuesta de diseño de un banco de condensadores de acuerdo al requerimiento de la empresa. (5) Realizar un estudio para evaluar la continuidad del transformador de la empresa. (6) Elaborar un presupuesto económico para la implementación de la propuesta del Rediseño Eléctrico.

II. MARCO TEÓRICO

Cabe destacar y resumir los siguientes antecedentes como referencia para el tema investigado.

Hugo Aldave Visurraga (2006), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería (Lima – Perú), titulada “Proyecto de remodelación de las de las instalaciones eléctricas de la Planta Industrial de N. & A. E.I.R.L.”, se concluye que durante todo el desarrollo de la propuesta técnica para las instalaciones eléctricas para N. & A. E.I.R.L. se da conocimiento de las normas en las que se basan los cálculos de conductores, potencia instalada, iluminación puesta a tierra entre otros, lográndose cumplir con el principal objetivo del presente estudio de tesis obteniendo resultados que discrepan de las condiciones actuales de las instalaciones, tanto en los sistemas de fuerza como en los sistemas de luminarias y tomacorrientes.

Byron Mena P. & Jorge Muñoz P. (2014), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Eléctrico, realizada en la Escuela Politécnica Nacional (Quito – Ecuador), titulada “Proyecto de remodelación de las instalaciones eléctricas del antiguo edificio de la facultad de ingeniería eléctrica y electrónica de la EPN”, se concluye que el presente proyecto se enmarca en el estudio del estado de funcionamiento de las instalaciones eléctricas del antiguo edificio de la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional, dicho estudio parte desde el transformador que sirve a la carga del edificio, hasta el último circuito derivado, para lo cual fue necesario como primer paso realizar el levantamiento de carga, planos eléctricos, pues no se contaba con estos datos, que resultan fundamentales al momento de realizar este proyecto.

Liliana Asís Z. & Dailyn Castro M. & Jorge Vanegas C. (2011), en su tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Electricista, realizada en la Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga – Colombia), titulada “Rediseño de las instalaciones eléctricas de la sede UIS Málaga” se concluye que la UIS como institución estatal, puede dentro del marco de la función social de ella, brindar soluciones a problemas para cumplir de manera eficiente y eficaz con los cometidos estatales para el bienestar de toda la comunidad en general. Para esto se realizará un diagnóstico actual de la estructura eléctrica, análisis de los datos obtenidos y se procederá al rediseño de las instalaciones con el fin de hacer cumplir la normatividad en cuanto a la regulación, carga, seguridad y los niveles de seguridad de tensión y corriente.

Teorías relacionadas al tema

Conductores, son materiales de muy baja resistencia al paso de la carga eléctrica. Por lo general estos son de metal: el oro, cobre, aluminio, hierro y sus derivados. Los cuales se usan para la distribución y transmisión de energía eléctrica, dependiendo de su aplicación puede ser de uso doméstico e industrial.

Principales usos de los conductores:

- Transportar la electricidad de un punto a otro
- Establecer una diferencia de potencial entre dos puntos.
- Crear campos electromagnéticos (como en los bobinados y electroimanes).
- Modificar el voltaje (transformadores).

Clasificación:

- Debido a su núcleo:

Depende de cómo este elaborado el alma o componente del conductor se clasifica en:

- Alambre: El componente del conductor está formado por un solo componente o hilo conductor.

- Cable: El componente conductor está formado por una determinada cantidad de hilos conductores o alambres de poca sección, es por esto que son muy flexibles.
- Debido a la cantidad de conductores:

Según el número de conductores que puedan funcionar independientemente, estos se clasifican en:

 - Monoconductor: es un conductor eléctrico el cual está conformado por solo un alma conductora con aislante y puede o no tener una cobertura de protección.
 - Multiconductor: Es el conductor eléctrico el cual está conformado por dos o más almas conductoras, en donde todas están envueltas por una capa aislante y tiene una o más coberturas protectoras.
- Según su utilización:

Para elegir el tipo de conductor y su aislamiento es necesario conocer las características del ambiente en donde instalación suministrará sus prestaciones.

Estructura de un conductor:

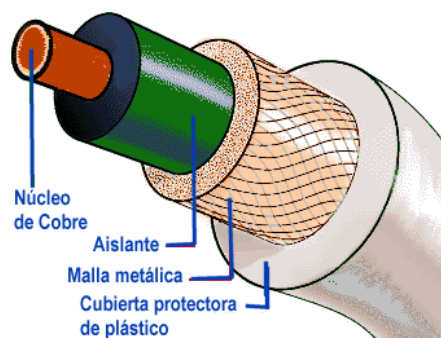


Figura 1: Estructura de un conductor.
 Autor: Ezequiel Pacheco
 Fuente: Trabajo Conductores Eléctricos (2014)

Normas de Utilización para conductores (Sección 30):

- Sección mínima de conductor:
Según el Código Nacional de Electricidad (2011) Sección 030-002. “Todos los conductores deben ser de cobre y no pueden tener una sección menor que 2,5 mm², para los circuitos derivados de fuerza y alumbrado y 1,5 mm² para los circuitos de control de alumbrado; con excepción de cordones flexibles, alambres para equipos; y alambres o cables para circuitos de control.”
- Capacidad de corriente de conductores y cables:
Según el código nacional de Electricidad (2011) Sección 030-004. “La máxima corriente que un conductor de una determinada dimensión y un tipo de aislamiento específico puede conducir, está definida de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 370.301 que hace referencia a la norma IEC 60364-5-523.”

Interrupor Termomagnético, es un mecanismo el cual puede interrumpir la corriente eléctrica de un circuito al momento en que este sobrepase sus máximos valores. El funcionamiento está basado en dos efectos originados por el paso de corriente en un circuito: el térmico y el magnético (efecto Joule). Este mecanismo está compuesto por dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, teniendo una conexión en serie en donde recorre la corriente que se dirige a la carga.

Partes de un interruptor termomagnético:

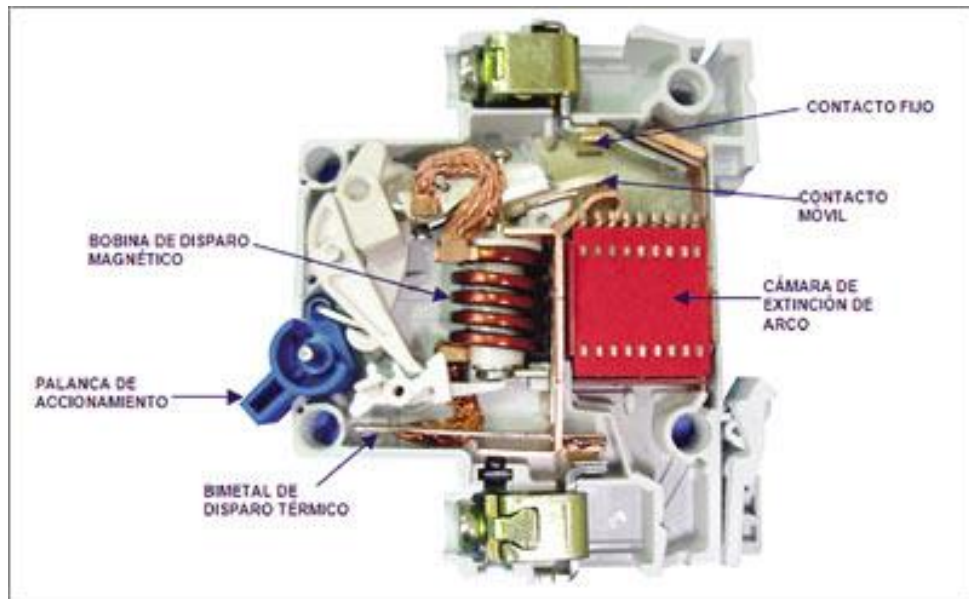


Figura 2: Partes de un interruptor termomagnético.
 Autor: Rodrigo Alvarado
 Fuente: Interruptores Termomagnéticos (2011)

Interruptor Diferencial, es un dispositivo electromecánico, el cual es colocado en instalaciones eléctricas de corriente alterna con la finalidad de proteger a las personas que tienen contacto ya sea directo e indirectos ocasionados por el contacto con partes vivas de la instalación (contacto directo) o con componentes sometidos a potencial eléctrico, por ejemplo, a una derivación por carencia de aislante de secciones activas de la instalación (contacto indirecto).

Esquema de un interruptor diferencial (monofásico):

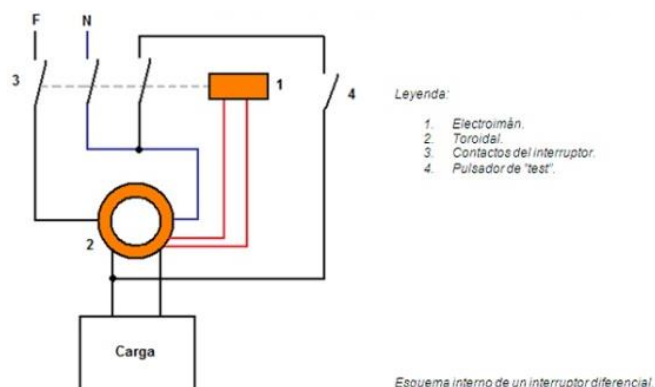


Figura 3: Esquema interno de un interruptor diferencial.
 Autor: Marcos Tosatado
 Fuente: Trabajo Conductores Eléctricos (2009)

Normas de Utilización para Protección y Control:

- Según Código Nacional de Electricidad (2011) - Dispositivos de Protección (Sección 080)

“Requerimiento de dispositivos de Protección y Control:

A menos que se indique de forma diferente en esta Sección o en otras Secciones relacionadas con equipos específicos, los aparatos eléctricos y los conductores de fase o no puestos a tierra, deben ser provistos según la Sección 080-010 del Código Nacional de Electricidad Utilización 2011.”

Según Código Nacional de Electricidad (2011) - Interruptores automáticos:

- “Sección 080-300 Generalidades:
 - Los interruptores automáticos deben ser del tipo de disparo libre.
 - Se debe proveer una indicación tanto en el interruptor automático como en el punto de operación, para mostrar si el interruptor está en posición abierto o cerrado.”

Tableros eléctricos, son la parte principal de una instalación eléctrica. Estos contienen los mecanismos de seguridad y los mecanismos utilizados para dicha instalación.

Es decir, en los tableros eléctricos se localiza los mecanismos de conexión, maniobra, control, medida, protección, distribución y señalización, siendo estos los que permiten que la instalación eléctrica funcione correctamente.

Los tipos de tableros eléctricos son:

- Tablero principal: Está acoplado a la línea eléctrica principal y de él se proveen los circuitos secundarios. Contiene el interruptor principal.
- Tableros secundarios: Estos son suministrados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la operación y protección de subalimentadores.

- Tableros de paso: Tienen el propósito de resguardar derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente acopladas a alimentadores o subalimentadores. Para realizar esta operación cuenta con fusibles.

La aplicación de los tableros eléctricos dependiendo del uso que se le dará a la energía eléctrica, los cuales pueden ser para: centro de fuerza, alumbrado, subestaciones, uso residencial o centros de carga, tableros de distribución, centro de distribución de potencia, celdas de seccionamiento, centro de control de motores, entre otros.

Tuberías y canalizaciones eléctricas, los tubos o canalizaciones en instalaciones eléctricas, son los que contienen los conductores eléctricos. Su función es preservar los conductores, ya sea por deterioros mecánicos, químicos, elevadas temperaturas y humedad; además poder repartirlo de manera uniforme, adecuando el cableado eléctrico en la instalación.

Las canalizaciones eléctricas son diseñadas para adecuarse a cualquier entorno donde se necesite tener un cableado eléctrico. Es por ello que se encuentran incrustadas (techos, suelo o paredes) en superficies, al aire libre, zonas vibratorias, zonas húmedas o lugares subterráneos.

Según el material con los que se fabrican, se clasificadas en: metálicas y no metálicas. Las no metálicas están hechas de materiales termoplásticos, ya sea PVC o de polietileno; y para las canalizaciones metálicas, están hechas con acero, aluminio o hierro.

Tubos de PVC:

Es un elemento termoplástico derivado de los polímeros. El nombre viene del compuesto policloruro de vinilo. Tiene la característica de ser resistente y rígido, es ello que puede soportar medios húmedos y algunos químicos. Debido a las propiedades del mismo termoplástico, es auto extingible al fuego, no sufren corrosión y son muy livianos.

Se pueden aplicar en:

- Empotramientos en concreto, en techos, suelos y paredes.
- En ambientes húmedos.
- En superficies, teniendo en cuenta sus limitaciones térmicas y mecánicas.

Cajas de paso, facilitan la instalación y el jalado de conductores o cables.

La distancia entre cajas es según del modelo de conductor o de cable, pueden tratarse de Cables eléctricos de fuerza, de señales, o de comunicaciones, ya que sus propiedades mecánicas difieren.

La ubicación de estas debe hacerse con el criterio de dar un trayecto o camino a los cables que proporcione superar obstáculos, curvas y permitir hacer un jalado de los conductores sin ocasionarles daños.

Caída de Tensión, según el Código Nacional de Electricidad Utilización 2011 Sección 050-102 se cita lo siguiente:

“Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

- La caída de tensión no sea mayor del 2,5%
- La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.”

Sistema de puesta a tierra, es un medio para resguardar los elementos, equipos instalados en la red eléctrica y de personas que se exponen a contacto directo con las partes que podrían estar energizadas por falta de puesta a tierra.

Se encarga de proteger de los impactos de sobretensión causados por la caída de rayos, descargas estáticas, contacto accidental con una u otras líneas, señales de interferencia electromagnética y corrientes de fuga a tierra, es por ello que la realización adecuada de la misma es importante

debido a que evita pérdidas de vidas, daños materiales e intromisión con otras instalaciones.

Con respecto al mantenimiento debe realizarse de manera constante y rutinaria el cual consiste en medir la resistencia a tierra del sistema en conjunto y de la resistividad del lugar, la supervisión de corrosión, apriete y el cepillado de las conexiones que fueron dejadas premeditadamente con conectores entornillados. Estas mediciones, se deben realizar en las diferentes temporadas del año, con el objetivo de poder evaluar la conducta con las variaciones de humedad.

Es importante saber que al momento en que se conecte un equipo nuevo, o se reponga los equipos existentes, el diseño de los sistemas de puesta a tierra se debe reconsiderar. Debido a que el cambio podría obstaculizar los recorridos de disipación de energía de descargas atmosféricas o suministrar un recorrido a descargas externas.

Medición de la resistencia de puesta a tierra, la medición de la resistencia o impedancia de puesta a tierra es de importancia por distintas razones, como:

- Hallar la resistencia actual de las conexiones a tierra.
- Corroborar la necesidad de un nuevo sistema de Puesta a Tierra.
- Definir cambios en el sistema de Puesta a Tierra actual. Se comprueba si es posible o no admitir nuevos equipos o utilizar el mismo sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas y otros.
- Definir los valores de tensiones de paso y contacto además su probable aumento producto de una corriente de falla en el sistema.
- Diseñar protecciones para el personal, los circuitos de potencia y comunicación.

Para medir la resistencia de tierra se utilizará el método de la Caída de Potencia, a continuación se mostrará en que consiste.

1. Método de la regla del 62% o caída de potencial

Este es el método más utilizado, los electrodos son condicionados según la Figura 1; donde E es el electrodo de tierra que tiene una resistencia desconocida; C y P son los electrodos auxiliares puestos a una longitud apropiada. Una corriente (I) conocida se hace circular por medio de la tierra, ingresando por el electrodo E y saliendo por el electrodo C. La medida de potencial entre los electrodos E y P se toma como el voltaje V para hallar la resistencia desconocida por medio de la relación V/I .

La resistencia de los electrodos auxiliares se desestima, porque la resistencia del electrodo C no tiene determinación de la caída de potencial V. La corriente I una vez determinada se comporta como constante. La resistencia del electrodo P, hace parte de un circuito de alta impedancia y su efecto se puede desestimar.

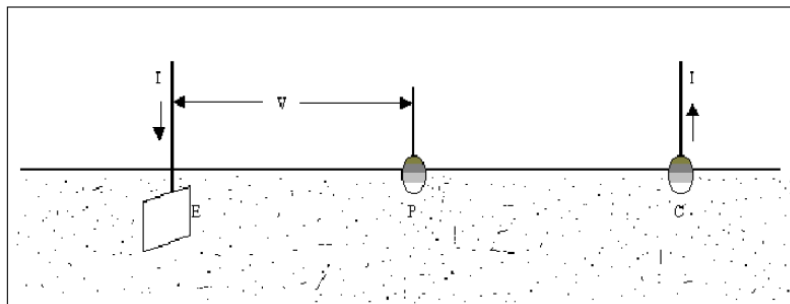


Figura 4: Esquema de conexión del método de la caída de potencial.
Fuente: Internet (s/a)

La manera adecuada radica en ubicar el electrodo de corriente a una separación de 6.5 veces la distancia más extensa de la malla o 6.5 veces la longitud del electrodo, esto con el fin de evitar el acoplamiento de los gradientes de potencial.

Con los datos obtenidos se grafica Resistencia vs Distancia electrodo de tensión y se calcula el 62% de la distancia del electrodo de corriente y se hace la lectura de la resistencia. Es este punto el cual arroja el valor de la resistencia de puesta a tierra de la malla.

2. Medición de la resistividad

La medición de la resistividad es útil para los siguientes fines:

- Medición de la resistencia de puesta a tierra de una estructura o un sistema.
- Medición de gradientes de potencial incluyendo tensiones de contacto y paso.
- Cálculo del acoplamiento inductivo entre circuitos de potencia y comunicación cercanos.

3. Método de Wenner

La medición de la resistividad no permite obtener el comportamiento del suelo de forma homogénea o por capas según el análisis del suelo a profundidad donde el rango de profundidad de exploración para un suelo homogéneo es aproximadamente "0,75a", siendo "a" la separación entre los electrodos.

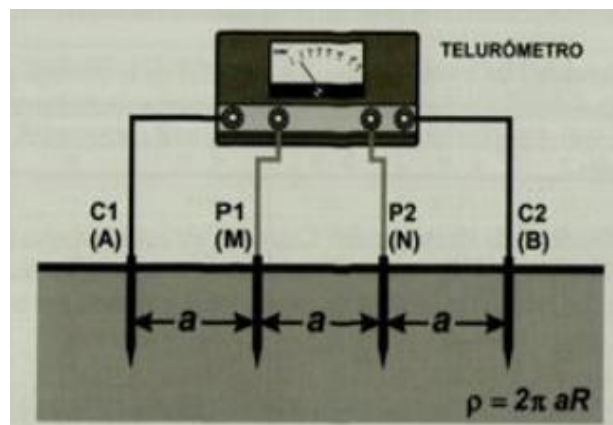


Figura 5: Método de Wenner para determinación de resistividad.
Fuente: Métodos para la medición de resistividad de terrenos (2010)

El método dispone de la colocación en línea recta de 4 electrodos y paralelos a una separación "a", proporcionalmente respecto al punto en el que se desea medir la resistividad del suelo, no es importante la profundidad de los electrodos para profundidades mayores a 30 cm. El dispositivo de medición es un telurómetro clásico con 4 terminales siendo los dos centrales los electrodos de media potencial (V) y los dos electrodos extremos los de inyección de la corriente media (i).

En la práctica se puede decir que la resistividad aparente es, esencialmente la de las capas correspondientes entre la superficie del suelo y la profundidad a la cual la densidad de corriente se ha disminuido a la mitad del valor de superficie, es decir, la profundidad de investigación es “0.75a”. El eje del sondeo eléctrico vertical y en efecto, de medida de resistividad, se halla en el medio del sistema simétrico compuesto por los cuatro electrodos, entre los dos de potencial.

Con el fin de conseguir la resistividad, se utiliza la siguiente ecuación, que puede ser simplificada, cuando la profundidad de enterramiento de los electrodos es 1/20 de la separación entre ellos:

$$\rho = \frac{2 * \pi * R}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2 * a} - \frac{1}{2 * a} + \frac{1}{a}} \cong 2 * \pi * a + R \quad \dots (1)$$

Donde:

ρ = Resistividad aparente del terreno (Ωm)

R = Resistencia medida por el telurómetro.

a = Distancia entre electrodos en metros.

Banco de Condensadores, en las industrias el factor de potencia es de suma importancia. Se puede precisar como la relación entre la potencia activa (Kw) y la potencia aparente (Kva), es el indicador de la eficiencia con la que se está utilizando la energía eléctrica para realizar un trabajo útil. Un bajo factor de potencia (varía entre 0 y 1) es un limitante para la capacidad de los equipos y los expone a sobrecargas peligrosas y pérdidas excesivas de energía.

El bajo factor de potencia son las cargas de naturaleza inductiva, especialmente motores de inducción, luces fluorescentes, equipos electrónicos y formas de ondas distorsionadas (armónicas).

El primer paso en la corrección de un problema de factor de potencia es prevenir mediante la selección y operación correcta de los equipos. Los

sistemas de compensación de reactivos (condensadores principalmente) son una forma práctica y económica de mejorar el factor de potencia, sobre todo en instalaciones existentes.

Su uso puede ser muy complejo y es apropiado recurrir a especialistas si no cuenta con los recursos indispensables para elaborarlo.

Principales ventajas de la compensación:

A continuación algunas de las ventajas que proporciona trabajar con un factor de potencia mejorado:

- Evita la penalización en el cobro efectuado de la facturación mensual de la Empresa.
- Utilizar eficazmente la capacidad instalada. Por ejemplo, aumentar el factor de 0.6 a 0.9 significa disponer de aproximadamente 33% de energía activa adicional sin variar generadores o transformadores.
- Las pérdidas aminorarían en alrededor de hasta el 55%. Producto de la reducción de corriente en los conductores. Esto es individualmente interesante en nuevas instalaciones pues se puede ahorrar dinero al dimensionar los conductores.
- Asimismo también mejora el nivel de voltaje o regulación, debido a la reducción del porcentaje de caída de voltaje.

Selección de los conductores por corriente, procedimiento de Cálculo:

- Para sistema Trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}xVx \cos \phi} \quad \dots (2)$$

Donde:

I = Intensidad (A)

P= Potencia (W)

V= Voltaje (V)

- Para sistema Monofásico:

$$I = \frac{P}{Vx \cos \phi} \quad \dots (3)$$

Proyección de la demanda

$$MDp = MDa(1 + i)^n \quad \dots (4)$$

Donde:

MDp = Máxima Demanda Proyectada

MDa = Máxima Demanda Actual

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años

Caída de tensión:

Procedimiento de Cálculo:

Primero hallamos la resistencia del conductor:

$$R = \frac{\rho x L}{S} \quad \dots (5)$$

Dónde:

R = Resistencia (Ohm)

ρ = Resistividad del conductor ($\Omega\text{m}/\text{mm}^2$)

L = Longitud (m)

S = Sección (mm^2)

Luego hallamos la caída de tensión:

$$\Delta Vc = RcxI \quad \dots (6)$$

Dónde:

ΔVc = Caída de tensión

Rc = Resistencia del conductor

I = Intensidad

Corriente de Cortocircuito:

Procedimiento de Cálculo:

$$I_{cc} = \frac{0.8U}{R} \quad \dots (7)$$

Dónde:

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito máxima (A)

U = Tensión de alimentación (V)

R = Resistencia del conductor (Ω)

Selección del conductor de puesta a tierra, según el Código Nacional de Electricidad de Utilización 2011, con referencia a Puesta a Tierra y enlace Equipotencial (Sección 060).

Sección (060-000), Alcance:

Nota: “Ver la Norma Técnica Peruana NTP 370.053: “Seguridad Eléctrica – Elección de Materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra. Conductores de Protección””.

NTP 370.053:

- “Secciones Mínimas:

La Sección del conductor de protección no debe ser menor que las secciones mostradas en la tabla N° 1 para los conductores de puesta a tierra, y en la tabla N° 2 para los conductores de protección a tierra.”

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA PARA SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA	
Sección nominal del conductor mayor de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo (mm ²)	Sección nominal del conductor de puesta a tierra (cobre) (mm ²)
35 o menor	10
50	16
70	25
95 a 185	35
240 a 300	50
400 a 500	70
Más de 500	95

Tabla 1: Conductor de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna.

Fuente: Código Nacional de Electricidad.

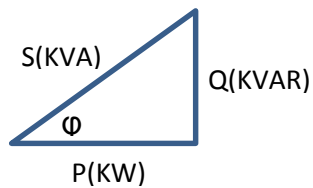
SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
Capacidad nominal o ajuste de dispositivo automático de sobrecorriente. No mayor de (A)	Sección nominal del conductor de protección (cobre) (mm ²)
15	2
20	3
60	5
100	8
200	16
400	25
800	50
1000	70
1200	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

Tabla 2: Sección mínima de los conductores de protección.

Fuente: Código Nacional de Electricidad.

Procedimiento de cálculo de banco de condensadores

Triángulo de potencias:



Del triángulo de potencias:

$$S = \sqrt{Q^2 + P^2} \quad \dots (8)$$

$$\cos\phi = \frac{P}{S} \quad \dots (9)$$

Dónde:

P = Potencia Activa

Q = Potencia Reactiva

S = Potencia Aparente

Hallamos la capacidad del banco de condensadores (Q):

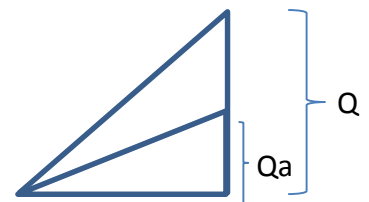
Para un $\cos\phi = 0.99$, entonces $\phi = 8.11$

Entonces:

$$Q_a = P \times \tan(8.11) \quad \dots (10)$$

Luego:

$$Q_{bc} = Q - Q_a \quad \dots (11)$$



Dónde:

Q_{bc} = Capacidad de carga del banco de condensadores

Q = Potencia reactiva actual

Q_a = Potencia reactiva óptima

- Deberán calcularse las pérdidas de potencia y energía operando con el sistema actual versus el sistema mejorado.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Es de tipo cuantitativa y aplicada.

Diseño de investigación: No experimental.



Figura 6: Esquema de diseño de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Variables y operacionalización

Variables independientes:

- Remodelación de las instalaciones eléctricas.

Variables dependientes:

- Factibilidad Técnica
- Factibilidad Económica

Operacionalización de variables: Vea anexo A.1

3.3 Población, muestra y muestreo

- **Población:**

Instalaciones eléctricas de las distintas empresas del sector metalmecánico en la provincia de Trujillo.

- **Muestra:**

Instalaciones Eléctricas de la empresa Ingenieros en Acción.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación	Notas de campo.
Análisis Documental	Fichas y/o documentos de Registros.
Encuestas y Entrevistas	Cuestionario.
Recolección de Datos	Multímetro, megómetro.

Tabla 3: Técnicas e instrumentos de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Procedimientos

- Primer paso, se procederá a realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas, para ello se realizará una documentación que permita adentrarnos más en el tema del diseño de instalaciones eléctricas, con ayuda de trabajos similares, Normas y reglamentos vigentes los cuales están establecidos para este fin, tales como la NTP y el Código Nacional de Electricidad así mismo se extraerá datos como número de fallas y tiempo de reparación, con ello se procederá a analizar los datos obtenidos y verificar si cumplen con las normas vigentes.
- Segundo paso, con la información recolectada se procede a hacer el diagnóstico detallado de las instalaciones las cuales en su mayoría por el paso del tiempo presentan un deterioro los cuales generan inseguridad y pérdidas económicas en la empresa.
- Tercer paso, se rediseñará las nuevas instalaciones eléctricas con cálculos mencionados en las teorías relacionadas al tema en los capítulos anteriores así mismo cumpliendo con las normas y códigos actuales, con los cálculos obtenidos se procederán a seleccionar los accesorios para la remodelación de las instalaciones eléctricas, así mismo se calculará la máxima demanda actual de la empresa para ver la continuidad del transformador.
- Cuarto paso, se evaluará la continuidad del transformador actual, para ello se identificará cada una de las cargas de la empresa.
- Quinto paso, se elaborará una propuesta de diseño para un banco de condensadores de acuerdo al requerimiento de la empresa, esto mediante el análisis de la facturación y consumo mensual registrado en los recibos de pagos mensuales.
- Sexto paso, se elaborará un presupuesto del costo de esta remodelación, esto se logrará identificando los accesorios y materiales

que se necesiten para la remodelación, posteriormente se procederá a cotizar a los proveedores del rubro.

3.6 Método de análisis de datos

Se empleó la toma y recolección de datos de la información obtenida la cual será procesada en Excel, lo cual agiliza las operaciones de cálculo. Estos datos procesados serán tomados de la empresa y con ello definir los parámetros que permitan el desarrollo de la investigación.

3.7 Aspectos éticos

Todo el personal que labora en las distintas áreas de la empresa fue informado del procedimiento. A cada encargado o jefe de área se le aplicó un formato de encuesta para reportar el tipo y el tiempo de reparación de la falla ocurrido en el sistema eléctrico en el periodo 2015.

Esta autorización fue admitida en términos de estado consciente y voluntario por parte de los encargados o jefes de área. El documento fue ratificado con las firmas correspondientes y documentos de identificación.

IV. RESULTADOS

4.1 Levantamiento de las instalaciones eléctricas:

Para este objetivo se aplicó una entrevista al gerente, una encuesta al personal encargado de cada área y también se realizó una observación de las instalaciones eléctricas actuales.

- De la entrevista, el gerente señaló que las instalaciones más antiguas contaban con aproximadamente 18 años de funcionamiento no fueron calculadas ni tampoco instaladas bajo ninguna norma o código.
- De la encuesta aplicada se obtuvo los datos que mostraremos a continuación:

Tiempo para Reparación:

a) TPR las fallas en Tomacorrientes:

$$TPR_T = \sum TPR_i$$

$$TPR_T = 36 + 12 + 12 + 0 + 0$$

$$TPR_T = 60 \text{ Horas/año}$$

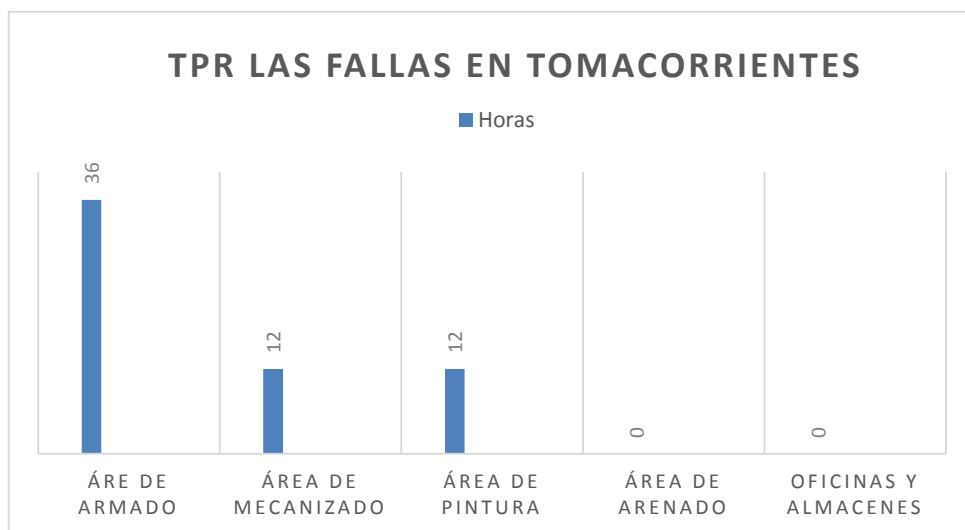


Figura 7: TPR las fallas en tomacorrientes.

Fuente: Elaboración propia.

b) TPR las fallas en Interruptores:

$$TPR_I = \sum TPR_i$$

$$TPR_I = 10 + 10 + 10 + 0 + 0$$

$$TPR_I = 30 \text{ Horas/año}$$

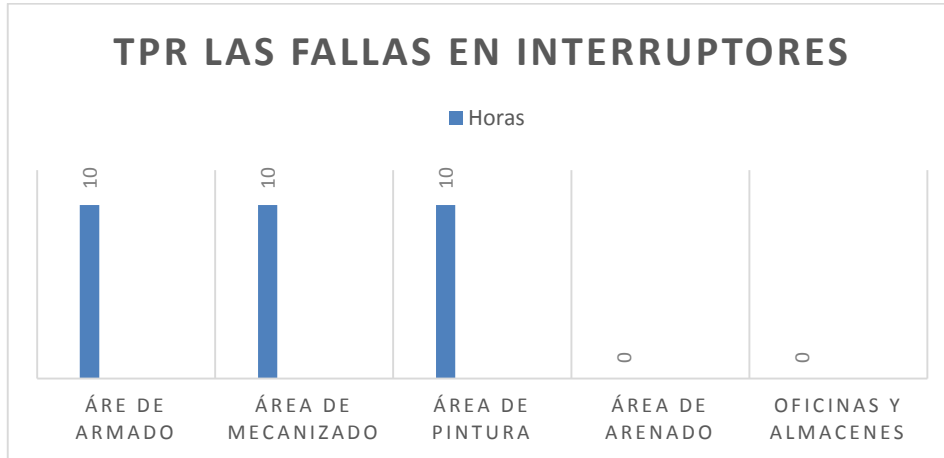


Figura 8: TPR las fallas en interruptores.

Fuente: Elaboración propia.

c) TPR las fallas por sobrecarga de potencia:

$$TPR_p = \sum TPR_i$$

$$TPR_p = 22.5 + 22.5 + 0 + 0 + 0$$

$$TPR_p = 45 \text{ Horas/año}$$

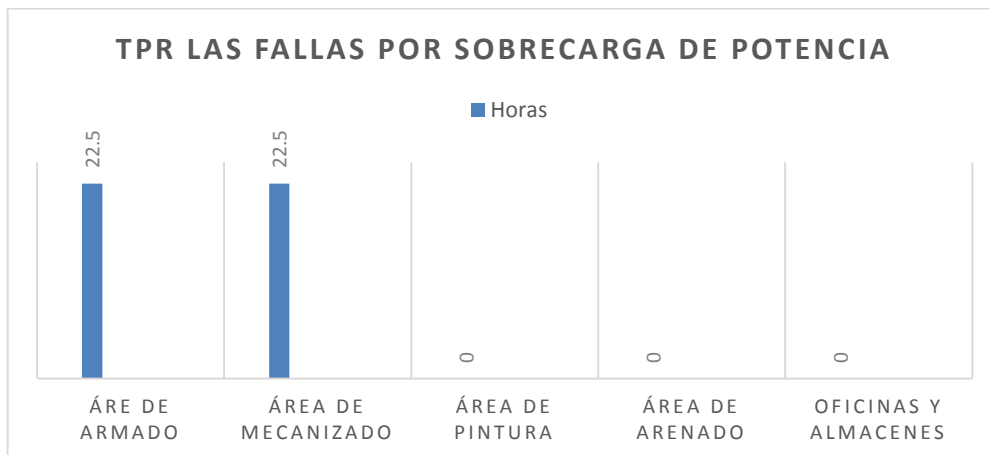


Figura 9: TPR las fallas por sobrecarga de potencia.

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo total para reparar las fallas en las instalaciones eléctricas ocurridas en el periodo de muestra: Año 2015.

$$TPR = TPR_T + TPR_I + TPR_P$$

$$TPR = 60 + 30 + 45$$

$$TPR = 135 \text{ Horas/año}$$

Como resultado se pierden 135 Horas/año lo cual produce pérdidas económicas de 14'750,00, basado en la línea de producción de los trompos.

4.2 Determinar puntos críticos:

De las encuestas aplicadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Intervenciones o fallas ocurridas en las instalaciones eléctricas en el periodo 2015:

a) Intervenciones en el Área de Armado:

$$i_A = \sum i_i$$

$$i_A = 36 + 60 + 15$$

$$i_A = 60$$

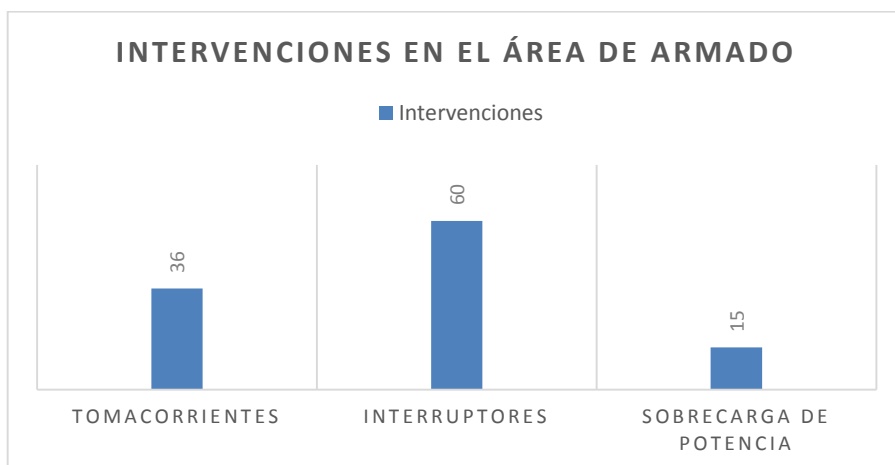


Figura 10: Intervenciones en el área de armado.

Fuente: Elaboración propia.

b) Intervenciones en el Área de Mecanizado:

$$i_M = \sum i_i$$

$$i_M = 12 + 60 + 15$$

$$i_M = 87$$

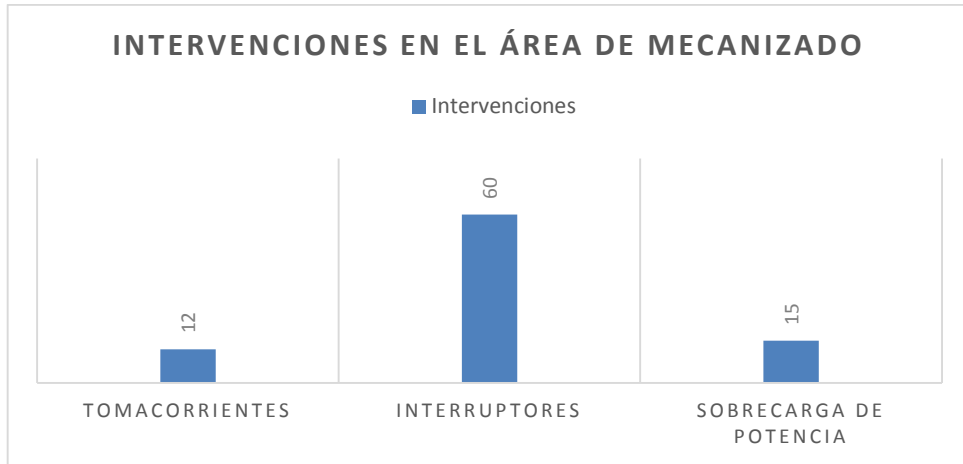


Figura 11: Intervenciones en el área de mecanizado.

Fuente: Elaboración propia.

c) Intervenciones en el Área de Pintura:

$$i_p = \sum i_i$$

$$i_p = 12 + 60 + 0$$

$$i_p = 72$$

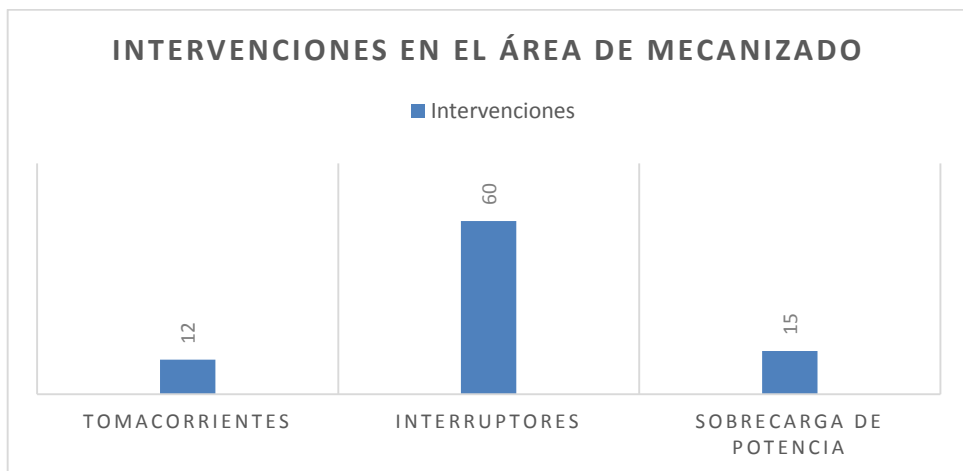


Figura 12: Intervenciones en el área de mecanizado.

Fuente: Elaboración propia.

(*)No se tomó en cuenta las intervenciones en oficinas y almacenes puesto que no generaron intervenciones.

El número de intervenciones total ocurrido en el año 2015 de las instalaciones eléctricas son:

$$i = i_A + i_M + i_P$$

$$TPR = 60 + 87 + 72$$

$$TPR = 219$$

Con estos datos se dan a conocer que los puntos más críticos son los siguientes: Tomacorrientes, interruptores y sobrecarga de potencia.

De la observación se pudo apreciar la precariedad de las instalaciones eléctricas que se encuentran instaladas actualmente en la empresa, no cumplen normas establecidas para constatar esto ver las imágenes en el anexo A1.

Así mismo a continuación se mostrarán los cuadros de distribución de los tableros actuales de la empresa:

Tabla 1: Tablero Principal

Tablero Principal														
Circuito	Luces		Tomacorrientes		Fases			Carga	FP	APARENTE	CORRIENTE	CALIBRE	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
N°	COMUN	ESPEC	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		VA	A	Cu-mm2	A	
1				2				3000	0.95	3157.9	14.4	6	3x100	Planta
2	8				3800			3800	1	3800.0	17.3	2.5	1x30	Oficinas
ALIMENTADO			Tablero Principal		UBICACIÓN			Administración		DUCTO DE ALIMENTACIÓN			Tubo PVC 3/4"	
TIPO			Monofásico		TOTAL CIRCUITOS			3		CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN			8mm2	
VOLTAJE			220		LLAVES EXISTENTES			2						
OBSERVACIONES														
-El Sub Tablero N°1, está equipado con llaves cuchillas las cuales no son aptas según El Código Nacional de Electricidad. - No tiene conexión a tierra.														

Tabla 4: Tablero principal.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Sub Tablero N°1 – Área Administrativa:

Sub Tablero N°1 - Área Administrativa														
Circuito	Luces		Tomacorrientes		Fases			Carga	FP	APARENTE	CORRIENTE	CALIBRE	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
N°	COMUN	ESPEC	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		VA	A	Cu-mm2	A	
1				2	6000			6000	0.95	6315.8	28.7	2.5	1x30	Computadoras (5)
2	10				1000			1000	1	1000	4.5	2.5	1x30	Iluminación Inc. 100W
ALIMENTADO			Tablero Principal		UBICACIÓN			Administración		DUCTO DE ALIMENTACIÓN			Tubo PVC 3/4"	
TIPO			Monofásico		TOTAL CIRCUITOS			3		CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN			6mm2	
VOLTAJE			220		LLAVES EXISTENTES			2						
OBSERVACIONES														
-El Sub Tablero N°1, está equipado con llaves cuchillas las cuales no son aptas según El Código Nacional de Electricidad. - No tiene conexión a tierra.														

Tabla 5: Tablero N°1 – Área Administrativa.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Sub Tablero N°3 – Área de Planta:

Sub Tablero N°2 - Área de Planta														
Circuito	Luces		Tomacorrientes		Fases			Carga	FP	APARENTE	CORRIENTE	CALIBRE	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
N°	COMUN	ESPEC	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		VA	A	Cu-AWG	A	
1				1				15000	0.84	17857.1	47.0	#8	3x63	Guillotina y Plegadora
2				1					-	8500.0	22.4	#8	3x63	Maq. Sold (1)
3				2					-	17000.0	44.7	#8	3x63	Maq. Sold (2)
4				1				7460	0.8	9325.0	24.5	#8	3x32	Torno N°1
5				1				7460	0.8	9325.0	24.5	#8	3x32	Torno N°2
6				1				7460	0.8	9325.0	24.5	#8	3x63	Fresa y Rola N° 1
7				1				1865	0.8	2331.3	6.1	#8	3x16	Cepillo
8				1				11190	0.85	13164.7	34.6	#8	3x40	Compresor de Tornillo
9				1				3730	0.84	4440.5	11.7	#8	3x30	Compresor de Tornillo
ALIMENTADO			Tablero Principal		UBICACIÓN			Planta		DUCTO DE ALIMENTACIÓN			Tubo PVC 3/4"	
TIPO			Monofásico - Trifásico		TOTAL CIRCUITOS			3		CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN			#12	
VOLTAJE			220/380		LLAVES EXISTENTES			10						
OBSERVACIONES														
<ul style="list-style-type: none"> - El Sub Tablero N°2, está equipado con llaves cuchillas las cuales no son aptas según El Código Nacional de Electricidad. - No tiene conexión a tierra. - Protecciones para circuitos sobredimensionadas. - Presentan deterioros avanzados por efecto del tiempo. 														

Tabla 6: Sub Tablero N°3 – Área de Planta.

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado obtenido de las técnicas aplicadas se demuestra que las instalaciones eléctricas son antiguas, poco seguras, ineficientes y no cumplen con las normas establecidas en la actualidad.

4.2.1 Análisis de la información obtenida:

Para esta sección analizaremos el resultado del levantamiento de las instalaciones eléctricas actuales de la empresa corroborando el cumplimiento de acuerdo al Código Nacional de Electricidad que actualmente se encuentra en vigencia.

Haciendo una breve reseña de las fallencias encontradas en la empresa podemos mencionar las siguientes:

- El tablero principal y los subtableros se encuentran en malas condiciones y sin barrajes de puesta a tierra, además de ello los interruptores son de tipo cuchilla con fusible de plomo (Ver imágenes del anexo A1 para tener una vista clara del estado de los tableros).
- Los conductores no cumplen con los colores para cada fase; asimismo se puede apreciar sobredimensionamiento de conductores.
- En las áreas de planta se utilizan canalizaciones porta cables metálicas para su distribución las cuales son hechizas y por ende no cumplen las dimensiones y características establecidas.
Los conductores de los circuitos en estas canalizaciones presentan un desorden total y una gran cantidad de empalmes.
- Solo se encontró un pozo al tierra al cual solo protege a las conexiones de 3 máquinas (Plegadora, Guillotina y pantógrafo CNC), sin embargo la protección debería ser para toda la instalación.
- No cuenta con equipos de protección contra fallas a tierra.
- Los interruptores automáticos se encuentran por toda el área de planta no cuentan con una agrupación que facilite la ubicación y manipulación de las mismas así mismo no cuentan con dispositivos de control para cada área.
- Máquinas que su funcionamiento depende únicamente del arranque del motor no cuentan con un circuito de control adecuado para su funcionamiento y operación.
- Por las fallas producidas en las instalaciones eléctricas actuales se producen tiempos perdidos generando pérdidas económicas a la empresa.

Estas falencias fueron encontradas de acuerdo al no cumplimiento del Código Nacional de Electricidad (2011); a excepción de los tiempos muertos que se analizó para demostrar el mal funcionamiento de las actuales instalaciones eléctricas.

4.3 Remodelación de las instalaciones eléctricas:

Conjuntamente con el levantamiento se realizó el análisis de cada componente de las instalaciones eléctricas actuales de la empresa correspondiente a este proyecto. En las observaciones y fallas encontradas se propone una remodelación y un rediseño de acuerdo a los códigos y normas establecidas en el Código Nacional de Electricidad (2011) con el fin de garantizar una instalación de calidad y cumplir las medidas de seguridad que se exigen en este tipo de instalaciones eléctricas industriales.

Esta parte del proyecto muestra en que parte de la instalación actual de la empresa se debe hacer un rediseño y remodelación, con la finalidad de ser prácticas ya que partes de la instalación actual que no necesitan ser remodeladas.

A continuación describiremos los procedimientos de cálculos tanto de conductores como de interruptores:

4.3.1 Propuesta de remodelación en planta:

Al realizar el levantamiento se observó que en el área de planta solo cuenta con un subtablero, del cual sale la línea trifásica hasta el punto más lejano y a lo largo de esta se cuelgan mediante empalmes las llaves y tomacorrientes para alimentar sus equipos y maquinas, generando desorden e inseguridad en el entorno laboral.

Ante ello se propone un subtablero por cada área de Planta de la empresa en donde se tendrá el control de la alimentación de todas las máquinas y tomacorrientes.

Para ello se realizará el cálculo con el fin de determinar las dimensiones de conductores y llaves protectoras para cada área de Planta las cuales se dividen en las siguientes:

- Área de Arenado y Pintura.
- Área de Mecanizado.
- Área de Armado y Soldado.

Cálculo de la sección del conductor alimentador para las áreas de planta:

A continuación se describirá el proceso de cálculo de la sección de conductor por corriente y por caída de tensión de cada área:

- Cálculo por corriente:

Se calculará la corriente para elegir el calibre del conductor según la Tabla A.

La corriente se calculará con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{k * V * \cos \phi * \eta}$$

Donde:

I = Corriente máxima a transferir por el conductor alimentador en Amperios.

P = Potencia máxima total hallada en watts.

V = Tensión de servicio en voltios.

h = Eficiencia del motor.

K = Factor que depende si el suministro es monofásico o trifásico.

Para monofásico; K=1

Para trifásico; K= $\sqrt{3}$

Nota: solo se tomará en cuenta la eficiencia en caso de que la máquina venga equipada con un motor.

Para esta parte se tomará en cuenta los factores de diseño y seguridad con el fin de cumplir con los requerimientos establecidos en el Código Nacional de Electricidad, Sección 50, Norma 050-102 Caída de Tensión.

En donde se establece: “Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que: La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y la caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda el 4%”. Esto también aplica para los conductores de los circuitos derivados.

- Cálculo por caída de Tensión:

Este cálculo se realiza con el fin de comprobar si el conductor seleccionado cumple los requerimientos de la Norma 050-102 del Código Nacional de Electricidad.

Para ello se utilizará la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \frac{K_v * L * I_d * \cos \emptyset}{S}$$

Donde:

S = Sección del conductor (mm²).

L = Distancia hasta la carga (m).

I_d = Corriente de diseño del conductor (A).

cos∅ = Factor de potencia del motor.

%ΔV = Caída de tensión en porcentaje dividido entre 100.

V = Tensión nominal de la red de alimentación.

K_v = 0.0357 para circuitos monofásicos.

0.0309 para circuitos trifásicos.

Nota: solo se tomara en cuenta el factor de potencia en caso de que la máquina venga equipada con un motor.

Cálculo de la selección del conductor alimentador y protección del área de Arenado y Pintura:

Tabla 4: Sub Tablero – Área de Arenado y Pintura (Calibre y Protección):

Sub Tablero - Área de Arenado y Pintura														
Circuito	Tomacorrientes		Fases			Carga	FP	APARENTE	CORRIENTE	CORRIENTE	CORRIENTE	CALIBRE	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
N°	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		VA	A	(FD)	(FS)	Cu-mm2	A	
1		1	3730	3730	3730	11190	0.85	13164.7	20.0	25.0	31.3	4	3x32	Compresor de Tornillo
2		1	1243.33	1243.33	1243.33	3730	0.84	4440.5	6.7	8.4	10.5	2.5	3x25	Compresor de Pistón
3	1		2700				0.94	2872.3	13.1	16.3	20.4	2.5	2x25	Equipos menores
4	1			2700		7460	0.94	2872.3	13.1	16.3	20.4	2.5	2x25	Equipos menores
5	1				2700	7460	0.94	2872.3	13.1	16.3	20.4	2.5	2x25	Equipos menores
ALIMENTADO	SubTablero Planta		UBICACIÓN			Aren. Y Pint.		DUCTO DE ALIMENTACIÓN					Canalización	
TIPO	Monofásico - Trifásico		FD			1.25 & 1.5		CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN					Planta	
VOLTAJE	220/380		FS			1.25								
OBSERVACIONES														

Tabla 7: Sub Tablero – Área de Arenado y Pintura (Calibre y Protección).

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la selección del conductor alimentador por caída de tensión del área de Arenado y Pintura:

Tabla 5: Sub Tablero – Área de Arenado y Pintura (Caída de Tensión):

Sub Tablero - Área de Arenado y Pintura											
Circuito	FP	CORRIENTE	Voltaje	Longitud	CALIBRE	Caída de Tensión	Caída de Tensión	CALIBRE FINAL	Caída de Tensión Final	Caída de Tensión Final	OBSERVACIONES
N°		A	V	m	Cu-mm2	ΔV	%	Cu-mm2	ΔV	%	
1	0.85	31.3	380	5.0	4	1.03	0.27	10.00	0.51	0.14	Admisible
2	0.84	10.5	380	10.0	2.5	1.09	0.29	10.00	0.34	0.09	Admisible
3	0.94	24.5	220	5.0	2.5	1.64	0.75	10.00	0.51	0.23	Admisible
4	0.94	24.5	220	10.0	2.5	3.29	1.49	10.00	1.03	0.47	Admisible
5	0.94	24.5	220	15.0	2.5	4.93	2.24	10.00	1.54	0.70	Admisible
ALIMENTADO	SubTablero Planta	Ktrif	0.0309	Kmonof	0.0357						
TIPO	Monofásico - Trifásico	MODIFICACIONES				Se cambiará los calibres de los conductores con la finalidad de proporcionar la menor cantidad de caída de tensión a los equipos.					
VOLTAJE	220/380										
OBSERVACIONES											
Los calibres de los conductores fueron cambiados a 10 mm2											

Tabla 8: Sub Tablero – Área de Arenado y Pintura (Caída de Tensión).

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la selección del conductor alimentador y protección del área de Mecanizado:

Tabla 6: Sub Tablero – Área de Mecanizado (Calibre y Protección):

Sub Tablero - Área de Mecanizado														
Circuito	Tomacorrientes		Fases			Carga	FP	APARENTE	CORRIENTE	CORRIENTE (FD)	CORRIENTE (FS)	CALIBRE	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
N°	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		VA	A			Cu-mm2	A	
1		1	2486.67	2486.67	2486.67	7460	0.8	9325.0	14.2	17.7	22.1	2.5	3x25	Torno N°1
2		1	2486.67	2486.67	2486.67	7460	0.8	9325.0	14.2	17.7	22.1	2.5	3x25	Torno N°2
3		1	1243.33	1243.33	1243.33	3730	0.8	4662.5	7.1	8.9	11.1	2.5	3x25	Fresadora
4		1	621.67	621.67	621.67	1865	0.8	2331.3	3.5	4.4	5.5	2.5	3x25	Cepillo
5		1	1243.33	1243.33	1243.33	3730	0.84	4440.5	6.7	8.4	10.5	2.5	3x25	Rola N°1
6		1	2486.67	2486.67	2486.67	7460	0.84	8881.0	13.5	16.9	21.1	2.5	3x25	Rola N°2
7		1	746	746		1492	0.86	1734.9	7.9	11.8	14.8	2.5	3x25	Taladro de columna
8	1			1350	1350	2700	0.94	2872.3	13.1	19.6	24.5	2.5	3x25	Equipos menores
9	1		1350		1350	2700	0.94	2872.3	13.1	19.6	24.5	2.5	3x25	Equipos menores
10														Reserva
ALIMENTADO	SubTablero Planta		UBICACIÓN			Mecanizado	DUCTO DE ALIMENTACIÓN						Canalización	
TIPO	Monofásico - Trifásico		FD			1.25 & 1.5	CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN							
VOLTAJE	220/380		FS			1.25								
OBSERVACIONES														

Tabla 9: Sub Tablero – Área de Mecanizado (Calibre y Protección).

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la selección del conductor alimentador por caída de tensión del área de Mecanizado:

Tabla 7: Sub Tablero – Área de Mecanizado (Caída de Tensión):

Sub Tablero - Área de Mecanizado												
Circuito	Tomacorrientes	FP	CORRIENTE	Voltaje	Longitud	CALIBRE	Caída de Tensión	Caída de Tensión	CALIBRE FINAL	Caída de Tensión Final	Caída de Tensión Final	OBSERVACIONES
N°			A	V	m	Cu-mm2	ΔV	%	Cu-mm2	ΔV	%	
1		0.8	22.1	380	5.0	2.5	1.09	0.29	10.00	0.34	0.09	Admisible
2		0.8	22.1	380	5.0	2.5	1.09	0.29	10.00	0.34	0.09	Admisible
3		0.8	11.1	380	10.0	2.5	1.10	0.29	10.00	0.34	0.09	Admisible
4		0.8	5.5	380	10.0	2.5	0.54	0.14	10.00	0.17	0.04	Admisible
5		0.84	10.5	380	15.0	2.5	1.64	0.43	10.00	0.51	0.13	Admisible
6		0.84	21.1	380	25.0	2.5	5.48	1.44	10.00	1.71	0.45	Admisible
7		0.84	10.5	380	25.0	2.5	2.73	0.72	10.00	0.85	0.22	Admisible
8		0.86	14.8	220	20.0	2.5	3.64	1.65	10.00	1.14	0.52	Admisible
9		0.85	15.0	220	15.0	2.5	2.73	1.24	10.00	0.85	0.39	Admisible
10		0.94	24.5	220	7.0	2.5	2.30	1.05	10.00	0.72	0.33	Admisible
11		0.94	24.5	220	7.0	2.5	2.30	1.05	10.00	0.72	0.33	Admisible
12												
ALIMENTADO	SubTablero Planta		Ktrif	0.0309	Kmonof	0.0357						
TIPO	Monofásico - Trifásico		MODIFICACIONES				Se cambiará los calibres de los conductores con la finalidad de proporcionar la menor cantidad de caída de tensión a los equipos.					
VOLTAJE	220/380											
OBSERVACIONES												
Los calibres de los conductores fueron cambiados a 10 mm2												

Tabla 10: Sub Tablero – Área de Mecanizado (Caída de Tensión).

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la selección del conductor alimentador y protección del área de Armado y Soldadura:

Tabla 8: Sub Tablero – Área de Armado y Soldadura (Calibre y Protección):

Sub Tablero - Área de Armado y Soldadura														
Circuito	Tomacorrientes		Fases			Carga	FP	APARENTE	CORRIENTE	CORRIENTE (FD)	CORRIENTE (FS)	CALIBRE	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
N°	COMUN	ESPEC	A	B	C	W		VA	A			Cu-mm2	A	
1		1	2500	2500	2500	7500	0.8	8500.0	14.2	17.8	22.3	2.5	3x25	Plegadora
2		1	2500	2500	2500	7500	0.8	8500.0	14.2	17.8	22.3	2.5	3x25	Guillotina
3		1	1400	1400	1400	4200	0.7	6000.0	9.1	11.4	14.2	2.5	3x25	Maq. Sold N°1
4		1	1400	1400	1400	4200	0.7	6000.0	9.1	11.4	14.2	2.5	3x25	Maq. Sold N°2
5		1	1400	1400	1400	4200	0.7	6000.0	9.1	11.4	14.2	2.5	3x25	Maq. Sold N°3
6		1	2500	2500	2500	7500	0.75	10000.0	15.2	19.0	23.7	2.5	3x25	Prensa Hidráulica
7		1	1350	1350		2700	0.94	2872.3	13.1	19.6	24.5	2.5	2x25	Equipos menores
8		1		1350	1350	2700	0.94	2872.3	13.1	19.6	24.5	2.5	2x25	Equipos menores
9	1		1350		1350	2700	0.94	2872.3	13.1	19.6	24.5	2.5	2x25	Equipos menores
10														Reserva
ALIMENTADO	SubTablero Planta		UBICACIÓN			Mecanizado	DUCTO DE ALIMENTACIÓN					Canalización		
TIPO	Monofásico - Trifásico		FD			1.25 & 1.5	CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN							
VOLTAJE	220/380		FS			1.25								
OBSERVACIONES														

Tabla 31: Sub Tablero – Área de Armado y Soldadura (Calibre y Protección).

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la selección del conductor alimentador por caída de tensión del área de Armado y Soldadura:

Tabla 9: Sub Tablero – Área de Armado y Soldadura:

Sub Tablero - Área de Armado y Soldadura												
Circuito	Tomacorrientes	FP	CORRIENTE	Voltaje	Longitud	CALIBRE	Caída de Tensión	Caída de Tensión	CALIBRE FINAL	Caída de Tensión Final	Caída de Tensión Final	OBSERVACIONES
N°	COMUN		A	V	m	Cu-mm2	ΔV	%	Cu-mm2	ΔV	%	
1		0.8	22.3	380	5.0	2.5	1.10	0.29	10.00	0.34	0.09	Admisible
2		0.8	22.3	380	10.0	2.5	2.21	0.58	10.00	0.69	0.18	Admisible
3		0.7	14.2	380	5.0	2.5	0.61	0.16	10.00	0.19	0.05	Admisible
4		0.7	14.2	380	10.0	2.5	1.23	0.32	10.00	0.38	0.10	Admisible
5		0.7	14.2	380	15.0	2.5	1.84	0.48	10.00	0.58	0.15	Admisible
6		0.75	23.7	380	20.0	2.5	4.39	1.16	10.00	1.37	0.36	Admisible
7		0.94	24.5	380	5.0	2.5	1.42	0.37	10.00	0.44	0.12	Admisible
8		0.94	24.5	220	10.0	2.5	3.29	1.49	10.00	1.03	0.47	Admisible
9		0.94	24.5	220	15.0	2.5	4.93	2.24	10.00	1.54	0.70	Admisible
10												
ALIMENTADO	SubTablero Planta		Ktrif	0.0309	Kmonof	0.0357	Se cambiará los calibres de los conductores con la finalidad de proporcionar la menor cantidad de caída de tensión a los equipos.					
TIPO	Monofásico - Trifásico		MODIFICACIONES									
VOLTAJE	220/380											
OBSERVACIONES												
Los calibres de los conductores fueron cambiados a 10 mm2												

Tabla 42: Sub Tablero – Área de Armado y Soldadura.

Fuente: Elaboración propia

Selección y dimensionamiento de ductería:

Para la distribución de conductores eléctricos en planta se determinó por usar canalizaciones tipo bandeja por el tipo de ambiente laboral de la empresa.

Para la designación y dimensionamiento se tomará en cuenta la Sección 070 con respecto a “**Canalizaciones – Generalidades**” la cual comprende desde la regla 070-900 hasta la regla 070-942. (Fuente: Código Nacional de Electricidad (Utilización 2011))

Ductería para el área de planta:

Para la selección de las dimensiones de las bandejas se tomó en cuenta la Tabla B.

- Bandeja para Área de Armado y Soldadura:
Bandeja electrozincada 75 x 150 x 3000 mm
- Bandeja para Área de Mecanizado:
Bandeja electrozincada 75 x 150 x 3000 mm
- Bandeja para Área de Pintura:
Bandeja electrozincada 75 x 100 x 3000 mm

Selección de tomacorrientes:

Para esta selección se tuvo en cuenta el tipo de aplicación el cual es de tipo industrial esto es debido a las cantidades de potencia que demandan las máquinas y equipos usados en la empresa.

Se tomó como referencia la Sección 150 con respecto a “**Tomacorrientes**” la cual comprende desde la regla 150-700 hasta la regla 150-808, así como también debe cumplir con las configuraciones establecidos en el **DIAGRAMA 2** correspondiente a “**Configuraciones de Tomacorrientes con Enclavamiento**”. (Fuente: Código Nacional de Electricidad (Utilización 2011))

Para la selección de las características de los tomacorrientes se tomó en cuenta la Tabla C.

- Tomacorrientes trifásicos: Constaran de 3 polos más la conexión a tierra con capacidad de voltaje de 380v.
- Tomacorrientes monofásicos: Constarán de 2 polos más la conexión a tierra con capacidad de voltaje de 220v.

Puesta a tierra:

El Área de Planta de la empresa cuenta con un pozo a tierra sin embargo solo los equipos que fueron adquiridos últimamente tienen conexión a ella.

Se tomó como referencia para el dimensionamiento de la sección mínima del conductor para tierra la “**Tabla 16**” con respecto a **Mínima sección de conductores para enlaces equipotenciales de canalizaciones y equipos.**

(Fuente: Código Nacional de Electricidad (Utilización 2011))

Para la selección de la sección mínima de conductores para puesta a tierra se eligió de acuerdo a la Tabla D.

Conductor para fase a Tierra: 4mm²

Sistema de Protección de motores:

La empresa Ingenieros en Acción SRL cuenta en su planta con una gran cantidad de máquinas equipadas con motores debido a ello se tomó medidas de protección según el Código Nacional de Electricidad (2011) Sección 160, Anexo “B” en donde se estableció para el tipo de motores que se encuentran instalados deberán tener el sistema de protección mostrado en a continuación:

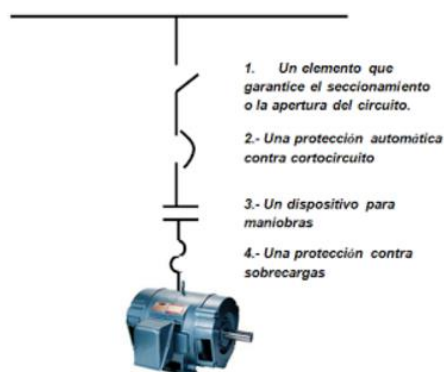


Figura 13: Protección de motor Eléctrico

Donde:

- 1- Interruptor termo magnético.
- 2- Disyuntor.
- 3- Contactor.
- 4- Relé térmico.

4.4 Estudio para la continuidad del transformador:

En la entrevista realizada al gerente general de la empresa Ingenieros en Acción SRL. En un principio la empresa no contaba con la cantidad de maquinaria con la que cuenta en la actualidad; es por ello que se adquirió un transformador de 75KVA. Sin embargo con el transcurso del tiempo la empresa fue adquiriendo maquinaria y con ello el aumento de la demanda de potencia sobrepasando la capacidad del transformador actual.

Transformador:

La empresa Ingenieros en Acción SRL cuenta con un transformador trifásico de 75 KVA.

Relación de TRF: $10000/(380/220)$ V

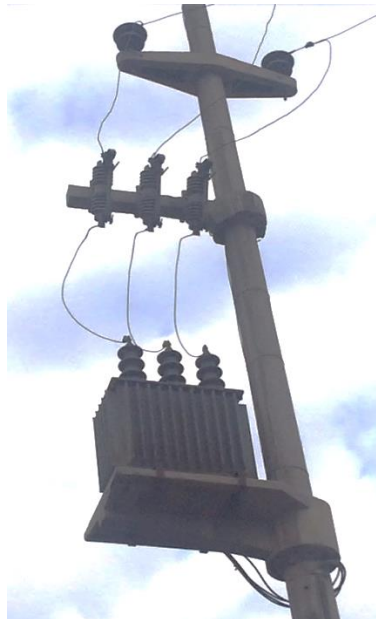


Figura 14: Transformador trifásico.

Para el cálculo de la demanda máxima hemos dividido la empresa en dos áreas las cuales son:

- Planta
- Oficinas

a) Demanda Máxima en Planta:

En los sistemas de fuerza constarán toda la toma especial como trifásica y monofásica así mismo se procederá a identificar cada equipo con sus respectivas características:

Área de Planta:

Esta se divide en 3 áreas:

1. Área de Armado y Soldadura
2. Área de Mecanizado
3. Área de Arenado y Pintura

- **Equipamiento del área de Armado:**



Figura 15: GUILLOTINA HIDRÁULICA.
Potencia: 7.5KW, 3Ø/380v/60Hz. Cant: 1



Figura 16: PLEGADORA HIDRÁULICA.
Potencia: 7.5KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 17: PRENSA HIDRÁULICA DE 200 TN.
Potencia: 7.5KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 18: MÁQUINA DE SOLDAR MIG.
Potencia: 5KVA, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 3

- **Equipamiento del Área de Mecanizado:**



Figura 19: TORNO N°1.
Potencia: 7.46KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 20: TORNO N°2.

Potencia: 7.46KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 21: CEPILLO.

Potencia: 1.865KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 22: FRESADORA UNIVERSAL.
Potencia: 3.73KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 23: ROLA N°1.
Potencia: 3.73KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 24: ROLA N°2.

Potencia: 7.46KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1

- **Equipamiento del Área de Pintura:**



Figura 25: COMPRESORA DE PISTÓN.

Potencia: 3.73KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1



Figura 26: COMPRESOR DE TORNILLO.
Potencia: 11.19KW, 3 ϕ /380v/60Hz. Cant: 1

- **Equipos livianos:**

Equipos que se usan indistintamente en las diferentes áreas de planta.



Figura 27: AMOLADORA DE 4".
Potencia: 1.1KW, 1 ϕ /220v/60Hz. Cant: 3



Figura 28: AMOLADORA DE 7".
Potencia: 2.7KW, 1Ø/220v/60Hz. Cant: 1



Figura 29: AMOLADORA DE 9".
Potencia: 2.7KW, 1Ø/220v/60Hz. Cant: 2



Figura 30: TRONZADORA.
Potencia: 2.7KW, 1Ø/220v/60Hz. Cant: 2



Figura 31: TALADRO MANUAL.

Potencia: 0.6KW, 1Ø/220v/60Hz. Cant: 2

- **Equipos de Reserva:**

Estos equipos están puestos en almacén y en su mayoría son máquinas de soldar y compresoras las cuales entran en funcionamiento cuando la magnitud del trabajo en la empresa lo requiere.

En el siguiente cuadro mostraremos la cantidad de maquinaria y equipos con el que cuenta la empresa en la actualidad así mismo se mostrará la capacidad de potencia que cada una de estas demanda:

- b) Cálculo del factor de simultaneidad de la empresa:**

- La empresa Ingenieros en Acción cuenta en área de plantas diferentes máquinas y equipos instalados sin embargo muchos de estos no funcionan todo el día, para ello se aplicó una encuesta a los operadores de estos equipos y máquinas con la finalidad de determinar el tiempo de funcionamiento durante el día jornal.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC			
Área de Arenado y Pintura			
Equipo/Máquina	H/día	Potencia Aparente (KVA)	Factor de simultaneidad
Compresor de Tornillo	2	13.60	0.25
Compresor de Pistón	3	4.44	0.38
Taladro de columna	3	1.07	0.38

Tabla 53: Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC			
Área de Mecanizado			
Equipo/Máquina	H/día	Potencia Aparente (KVA)	Factor de simultaneidad
Torno N° 1	8	9.33	1.00
Torno N° 2	3	9.33	0.38
Cepillo	4	2.33	0.50
Fresadora	6	4.66	0.75
Sierra Eléctrica	5	1.76	0.63
Prensa Excéntrica	2	4.44	0.25
Rola N° 1	4	4.44	0.50
Rola N° 2	3	8.88	0.38
Taladro de columna	4	1.07	0.50

Tabla 14: Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC			
Área de Armado y Soldadura			
Equipo/Máquina	H/día	Potencia Aparente (KVA)	Factor de simultaneidad
Plegadora	5	9.33	0.63
Guillotina	5	9.33	0.63
Maq. Sold N°1	8	6.00	1.00
Maq. Sold N°2	8	6.00	1.00
Maq. Sold N°3	8	6.00	1.00
Prensa Hidráulica	5	4.97	0.63

Tabla 65: Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC		
Área de Oficinas y Almacenes		
Equipo/Máquina	H/día	Factor de simultaneidad
Luminarias	8	1
Computadoras	8	1
Bomba	1	0.125

Tabla 76: Cálculo del factor de simultaneidad en la empresa INGENACC
Fuente: Elaboración propia.

c) Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa:

Para el cálculo se presenta los siguientes cuadros:

Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC						
Área de Arenado y Pintura						
Equipo/Máquina	FP	Potencia (HP)	Potencia (W)	Corriente (A)	Potencia Aparente (KVA)	Demanda con Factor de Simult.
Compresor de Tornillo	0.85	15	11190	20.00	13.16	3.29
Compresor de Pistón	0.84	5	3730	6.75	4.44	1.69
Taladro de columna	0.8	1	746	4.87	1.07	0.41
Volt. Trifásico	380	TOTAL (KVA)			18.68	5.39
Volt. Monofásico	220					

Tabla 87: Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC						
Área de Mecanizado						
Equipo/Máquina	FP	Potencia (HP)	Potencia (W)	Corriente (A)	Potencia Aparente (KVA)	Demanda con Factor de Simult.
Torno N° 1	0.8	10	7460	14.17	9.33	9.33
Torno N° 2	0.8	10	7460	14.17	9.33	3.54
Cepillo	0.8	2.5	1865	3.54	2.33	1.17
Fresadora	0.8	5	3730	7.08	4.66	3.50
Sierra Electrica	0.85	2	1492	4.61	1.76	1.11
Prensa Excéntrica	0.84	5	3730	6.75	4.44	1.11
Rola N° 1	0.84	5	3730	6.75	4.44	2.22
Rola N° 2	0.84	10	7460	13.49	8.88	3.37
Taladro de columna	0.8	1	746	4.87	1.07	0.54
Volt. Trifásico	380	TOTAL (KVA)			46.23	25.88
Volt. Monofásico	220					

Tabla 98: Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC						
Área de Armado y Soldadura						
Equipo/Máquina	FP	Potencia (HP)	Potencia (W)	Corriente (A)	Potencia Aparente (KVA)	Demanda con Factor de Simult.
Plegadora	0.8	10	7460	14.17	9.33	5.87
Guillotina	0.8	10	7460	14.17	9.33	5.87
Maq. Sold N°1	0.7	5.63	4200	9.12	6.00	6.00
Maq. Sold N°2	0.7	5.63	4200	9.12	6.00	6.00
Maq. Sold N°3	0.7	5.63	4200	9.12	6.00	6.00
Prensa Hidráulica	0.75	5	3730	7.56	4.97	6.00
Volt. Trifásico	380	TOTAL (KVA)			41.62	32.88
Volt. Monofásico	220					

Tabla 19: Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC					
Área de Oficinas y Almacenes					
Equipo/Máquina	FP	Potencia (HP)	Potencia (W)	Corriente (A)	Potencia Aparente (KVA)
Luminarias	1	2.7	2014.2	3.06	2.01
Computadoras	1	3.2	2387.2	3.63	2.39
Bomba	0.9	1	746	1.26	0.83
Volt. Trifásico	380	TOTAL (KVA)			5.23
Volt. Monofásico	220				

Tabla 20: Cálculo de la demanda máxima actual de la empresa INGENACC.

Fuente: Elaboración propia.

- Aplicando la sumatoria de potencias aparentes de cada área para hallar la demanda total en KVA.

$$ST = \sum S$$

$$ST = 18.68 + 46.23 + 41.62 + 5.23$$

$$ST = 111.76KVA$$

- Aplicando la sumatoria de potencias aparentes con un coeficiente de simultaneidad para cada área para hallar la demanda total en KVA.

$$ST = \sum S$$

$$ST = 5.39 + 25.88 + 32.88 + 5.23$$

$$ST = 69.38KVA$$

Como resultado se obtuvo que la potencia aparente actual de la empresa Ingenieros en Acción SRL es de 111.76 KVA.

Sin embargo aplicando un factor de homogeneidad basado en los tiempos de funcionamiento de las máquinas y equipos instalados en la empresa se determinó una potencia aparente de 68.38 KVA, la cual se encuentra dentro de la capacidad del transformador instalado actualmente.

d) Demanda proyectada de la empresa:

Se determinó que si bien la carga actual de la empresa bajo un factor de homogeneidad estrictamente dependiente de los tiempos y horarios de funcionamiento de las máquinas y equipos instalados en la empresa, actualmente cubre la capacidad del transformador; sin embargo esta carga dentro de un corto periodo sobrepasará la capacidad del transformador.

Este crecimiento se comprobó mediante la toma de datos del crecimiento del consumo de energía hallados en los recibos de facturación mensuales de la empresa entre los años 2000 (Enero) y 2016 (Octubre) tuvo una tasa de crecimiento del 6.5% anual (Anexo: Tabla E).

Se calculará una demanda para un periodo de 15 años:

De:

$$MDp = MDa(1 + i)^n \quad \dots (4)$$

Donde:

MDp = Máxima Demanda Proyectada

MDa = Máxima Demanda Actual

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años

Entonces:

$$MDp = 68.38(1 + 0.065)^{15}$$

$$MDp = 175.86 \text{ KVA}$$

La demanda proyectada a razón de 6.5% anual para un periodo de 15 años será de 175.86 KVA.

4.5 Propuesta de diseño de un banco de condensadores:

La empresa Ingenieros en acción cuenta con máquinas y equipos que para su funcionamiento utilizan motores (bobinados) los cuales generan energía reactiva la cual perjudica en muchos aspectos los cuales nombraremos a continuación:

- Cobro por el consumo de energía reactiva.
- Bajo factor de potencia.
- Transformador recargado.

Como se menciona anteriormente el consumo de energía reactiva tiene efectos negativos en la instalación eléctrica, en el caso de cobro por el consumo de esta, Hidrandina SA penaliza si esta energía excede el 30% de energía activa consumida es por ello y por los aspectos mencionados se calculará una propuesta para la elección de un banco de condensadores.

Para determinar el factor de potencia actual de la empresa se tomó como referencia el último recibo facturado (octubre 2016)

A continuación el procedimiento de cálculo:

Potencias:

$$P_1 = 917.2725 \text{ KW} - \text{h}$$

$$Q_1 = 1200.3775 \text{ KVAR} - \text{h}$$

Factor de potencia:

$$\tan \theta = \frac{1200.3775}{917.2725} \quad \theta = 52.61^\circ$$

$$\cos \theta = 0.61$$

Potencia aparente:

Esta potencia fue tomada de los equipos y máquina los cuales funcionan 5 horas o más en el día jornal.

$$S_1 = 62.61 \text{ KVA}$$

Potencia reactiva 1:

$$\sin 52.61 = \frac{Q_1}{62.61}$$

$$Q_1 = 49.75 \text{ KVAR}$$

Potencia Activa:

$$S_T = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2}$$

$$62.61 = \sqrt{P^2 + 49.75^2}$$

$$P_T = 38.01 \text{ KW}$$

Factor de potencia para compensación:

$$\cos \theta = 0.99$$

$$\theta = 8.1$$

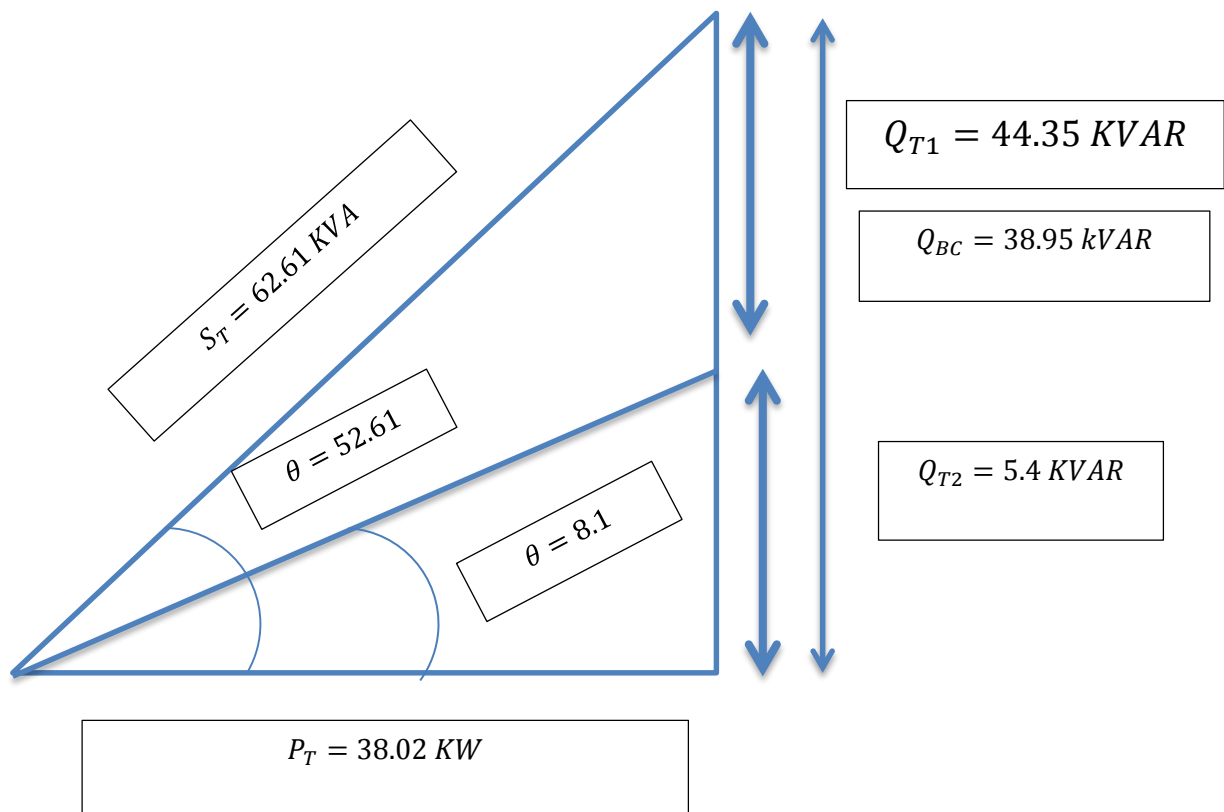
$$\tan 8.1 = \frac{Q_{T2}}{38.01}$$

$$Q_{T2} = 5.4 \text{ KVAR}$$

Potencia del banco de condensadores:

$$Q_{BC} = Q_{1T} - Q_{T2}$$

$$Q_{BC} = 49.75 - 5.4 = 44.35 \text{ kVAR}$$



Se determinó que el banco de condensadores a instalar será de una capacidad de 38.95 KVAR, de tipo centralizado para garantizar una fácil ubicación y acceso.

4.6 Presupuesto económico de la remodelación de las instalaciones eléctricas:

Tabla 10: Presupuesto para área de Arenado y Pintura

PRESUPUESTO INGENACC				
ÁREA DE ARENADO Y PINTURA				
MATERIALES	UNID	CANT	COST. UNIT.	COST. TOTAL
Tablero trifásico 10 circuitos (40cm x 30cm)	unidad	1	200.00	200
Llave termo magnética de 32Amp. Trifásica	unidad	1	130.00	130
Llave termo magnética de 25Amp. Trifásica	unidad	1	130.00	130
Llave termo magnética de 25 Amp. Monofásica	unidad	3	75.00	225
Toma corriente industrial empotrable	unidad	3	22.50	67.5
Conductor Cu 10 mm ² THW-90	m	45	3.00	135
Bandeja electrozincada x 3m.	unidad	7	105.00	735
Tornillos y Accesorios	unidad	1	150.00	150
SUB TOTAL				1772.5
MANO DE OBRA				
Subacometida para tablero eléctrico	unidad	1	200.00	200
Armado de Tablero	unidad	1	50.00	50
Salidas para circuitos de tomacorrientes y luminarias	unidad	1	150.00	150
Instalación de circuitos para maquinaria	unidad	1	100.00	100
SUB TOTAL				500
IGV(18%)				409.05
TOTAL				2681.55

Tabla 11: Presupuesto para área de Mecanizado:

PRESUPUESTO INGENACC				
ÁREA DE MECANIZADO				
MATERIALES	UNID	CANT	COST. UNIT.	COST. TOTAL
Tablero trifásico 20 circuitos (60cm x 60cm)	unidad	1	380.00	380
Llave termomagnética de 25Amp. Trifásica	unidad	7	130.00	910
Llave termomagnética de 25 Amp. Monofásica	unidad	4	75.00	300
Toma corriente industrial empotrable	unidad	2	22.50	45
Conductor Cu 10 mm2 THW-90	m	144	3.00	432
Bandeja electrozincada x 3m.	unidad	15	105.00	1575
Tornillos y Accesorios	unidad	1	300.00	300
SUB TOTAL				3942
MANO DE OBRA				
Subacometida para tablero eléctrico	unidad	1	450.00	450
Armado de Tablero	unidad	1	150.00	150
Salidas para circuitos de tomacorrientes y luminarias	unidad	1	300.00	300
Instalación de circuitos para maquinaria	unidad	1	300.00	300
SUB TOTAL				1200
IGV(18%)				925.56
TOTAL				6067.56

Tabla 12: Presupuesto para área de Armado y Soldadura:

PRESUPUESTO INGENACC				
ÁREA DE ARMADO Y SOLDADURA				
MATERIALES	UNID	CANT	COST. UNIT.	COST. TOTAL
Tablero trifásico 15 circuitos (60cm x 50cm)	unidad	1	280.00	280
Llave termomagnética de 25Amp. Trifásica	unidad	6	130.00	780
Llave termomagnética de 25 Amp. Monofásica	unidad	3	75.00	225
Toma corriente industrial empotrable	unidad	3	22.50	67.5
Conductor Cu 10 mm2 THW-90	m	95	3.00	285
Bandeja electrozincada x 3m.	unidad	13	105.00	1365
Tornillos y Accesorios	unidad	1	250.00	250
SUB TOTAL				3252.5
MANO DE OBRA				
Subacometida para tablero eléctrico	unidad	1	400.00	400
Armado de Tablero	unidad	1	130.00	130
Salidas para circuitos de tomacorrientes y luminarias	unidad	1	280.00	280
Instalación de circuitos para maquinaria	unidad	1	280.00	280
SUB TOTAL				1090
IGV(18%)				781.65
TOTAL				5124.15

V. DISCUSIÓN

- El levantamiento de la información se realizó en horario normal de trabajo de la empresa Ingenieros en Acción SRL por lo que en caso se trabaje fuera de este horario por motivos ajenos a la tesis, los resultados obtenidos serían distintos, la muestra extraída fue del año 2015 (01/01/2015 hasta 31/12/2015).
- Al analizar los resultados del levantamiento de la información se encontraron incumplimientos de norma y se corroboró el mal estado de las instalaciones eléctricas, esto debido a la falta de conocimiento por parte de la empresa y la inexistencia de planes de mantenimiento ni revisiones periódicas.
- El presente trabajo se elaboró estrictamente bajo el Código Nacional de Electricidad Utilización (2011), además para la remodelación de las instalaciones se tomaron factores indicados por el fabricante de los equipos y accesorios que requiere la empresa.
- Debido a que es un establecimiento industrial la empresa utiliza en planta muchos equipos que para su funcionamiento usan motores, los cuales generan un consumo de energía reactiva; que se ve reflejada en los recibos mensuales, por ello para el cálculo del banco de condensadores se utilizará los datos que figuran en el recibo de consumo eléctrico para evitar caer el multas.
- Se halló que la potencia total de los equipos instalados actualmente en la empresa no sobrepasan la capacidad de potencia del transformador actual, sin embargo el desarrollo de la empresa a lo largo de los años nos indica que éste (transformador) se verá sobrepasado en los próximos años. Esto debido a que no se proyectó en un inicio el nivel de crecimiento que tendría la empresa con el pasar de los años. Para esto el factor de homogeneidad aplicado en el cálculo para la demanda de la empresa Ingenieros en Acción

SRL fue elaborado estrictamente bajo los tiempos de manejo de los equipos y/o máquinas en el día jornal

- El presupuesto económico se ha considerado precios de mercado y con marcas de calidad alta – media sin embargo queda a decisión de la empresa la elección de las marcas y los proveedores para el servicio de instalación.

VI. CONCLUSIONES

5.1. Se realizó el levantamiento de las instalaciones eléctricas de la empresa Ingenieros en Acción SRL en donde se ubicó e inspeccionó las instalaciones actuales las cuales se encuentran en un mal estado.

5.2. Se realizó un análisis en donde se demuestra que incumple con las normas y códigos establecidos por el Código Nacional de Electricidad. Así mismo se determinó que se pierden 135 horas al año por fallas y reparaciones en las instalaciones eléctricas y se identificó que las principales fallas se dan en: tomacorrientes, interruptores y sobrecarga de potencia. Generando inseguridad en el ambiente laboral y gastos por tiempos muertos generados por las fallas.

5.3. Se realizó un rediseño de toda el Área de Planta de la empresa Ingenieros en Acción SRL la cual se realizó bajo las normas y códigos establecidos por el Código Nacional de Electricidad con la finalidad de obtener una instalación segura y con las capacidades de cargas que requiere la empresa.

5.4. Se realizó el estudio para verificar la continuidad del transformador el cual mediante un estudio de la demanda actual la cual fue de 111.76 KVA bajo un coeficiente de simultaneidad el cual fue elaborado de acuerdo al tiempo de horas de funcionamiento de las máquinas y equipos se determinó una demanda de 69.38 KVA con lo cual se confirmó que el transformador en uso aún cubre la capacidad que demanda la empresa. Sin embargo para una proyección de 15 años se necesita una capacidad de 175.86 KVA.

5.5. Se elaboró la capacidad de un banco de condensadores según el requerimiento de la empresa el cual es de 38.95 KVAR.

5.6. Se realizó un presupuesto económico en la parte de costos de materiales y mano de obra con valores actuales de mercado, con ello este presupuesto sería una buena base para su futura elaboración.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer un plan de mantenimiento de las instalaciones para conservar el buen funcionamiento de las instalaciones, respetando siempre la normativa y procedimientos correspondientes a instalaciones eléctricas.
- Se recomienda establecer y aplicar formatos que permitan coleccionar datos con la finalidad de tener un monitoreo constante y de primera mano para la toma de decisiones.
- Se recomienda incluir en las auditorías la parte de instalaciones eléctricas para verificar el cumplimiento de lo establecido.

REFERENCIAS

ABB, Electrical installation handbook – Protection, control and electrical devices, 6th edition, 2010.

CARDONA VELEZ, Cristhian Camilo, Romero Sepulveda Alejandro, Estudio de los sistemas de puesta a tierra de los edificios de: Medio ambiente, comunicaciones, educación, cafetería central, sistemas, y ciencias básicas de la Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2012.

CHICAIZA CASA, Guido Vladimir, Pérez Cañizares Hugo Fernando, Evaluación y rediseño de instalaciones eléctricas del campus de la Universidad Central del Ecuador considerando criterios de eficiencia energética y generación fotovoltaica para autoabastecimiento, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2020.

CHRISTIAN VERGARA. Diseño de Instalaciones Eléctricas en la Planta Industrial Racks del Pacífico; Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2013.

Código Nacional de Electricidad Utilización (2011)

Código Nacional de Electricidad Suministro (2011)

GÓMEZ AGUILAR, Pablo Mauricio, Diseño y construcción de puestas a tierra para el colegio técnico industrial Gualaceo, basado en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de la IEEE, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2010.

JUAN ROMERO, Miguel Vázquez, Juan Villa. Propuesta para la optimización del sistema eléctrico en el laboratorio de Procesos Industriales del CEC y T Wilfrido Massieu; México: Instituto Politécnico Nacional, 2010.

LEGRAND, International electrical standards & regulations, The Global Compact, 2009.

LILIANA ÁSIS, Daylin Castro, Jorge Vanegas. Rediseño de las instalaciones eléctricas de la sede UIS Málaga; Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2011.

MARLO ESPINOZA. Proyecto de instalaciones Eléctricas del centro de Distribución Central SAGA S.A. – 800kVA; Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.

ROMAN LOAIZA, Lenin Rodrigo. Proyecto y diseño de instalaciones en media y baja tensión para un edificio, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, 2016.

ROBLES MESA, Edgar Cesar, Propuesta de diseño e instalación de un banco automático de condensadores para reducir la potencia reactiva en la subestación del SENATI – Huancayo, Universidad Continental, Huancayo, 2019.

SCHNEIDER, Interruptores de circuito de potencia, 2019 Disponible en: <https://www.se.com/pe/es/product-category/4200-interruptores-de-circuito-de-potencia/>

TREVOR LINSLEY, Electrical Installation Work, fifth edition, Great Britain, 2008

UGARTE MARTINEZ, Juan Ruben, Ubicación óptima de bancos de condensadores para mejorar la eficiencia de energía en Sistema de Bombeo de la Mina Animon, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2018.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Remodelación de las Instalaciones Eléctricas	Es la renovación de los artefactos usados en las instalaciones eléctricas.	<p>Para elaborar la remodelación se realizarán las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diagnosticar el estado en el que se encuentra las instalaciones eléctricas. -Dimensionamiento de los accesorios eléctricos. -Definir los tipos de cálculos y procedimientos que se aplicará. -Utilizar fichas técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Situación actual -Fallas -Indicadores y mediciones de Potencia, voltaje, intensidad, resistencia y factor de potencia. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cualitativo, Cuantitativo (Tipos y Modelos), (KW, KVA, KVAR, V, I, Ohm)
Factibilidad Técnica	Evaluar si las instalaciones eléctricas tienen las disposiciones técnicas que requieren por cada alternativa del diseño que se está considerando.	<p>Se realizará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Operación y uso garantizado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Fichas técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cualitativo y cuantitativo (KW, KVA, KVAR, V, I, Ohm).
Factibilidad Económica	Evaluar si la inversión que se está realizando es justificada por el beneficio obtenido.	<p>Se realizará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cálculo de inversión y retorno del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tarifas y Precios. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cuantitativos (S/.)

ANEXO 2. Hoja de Cuestionario.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Remodelación de las instalaciones eléctricas industriales de la Empresa
Ingenieros en Acción SRL.

- **Cuestionario**, dirigido a los jefes y encargados de las respectivas áreas de la empresa Ingenieros en Acción SRL.
Objetivo: Recolectar datos con respecto a las incidencias en las instalaciones eléctricas de la empresa.

I. DATOS DE LA EMPRESA:

Nombre de la Empresa:

Dirección:

Área:

- **Instrucciones**, a continuación, lea detenidamente y responda las preguntas siguientes.

II. INFORMACIÓN CON RESPECTO AL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

1. ¿Existe algún tipo de mantenimiento para las instalaciones eléctricas en la actualidad?

.....
.....
.....
.....

III. INFORMACIÓN CON RESPECTO A LOS TIEMPOS DE PARADA POR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

1. ¿Cuáles son las principales fallas, y los tiempos para reparar las mismas en las instalaciones eléctricas?

Falla	Intervenciones	TPR (hora)

2. ¿Cree usted que los actuales dispositivos eléctricos son seguros y eficientes?

.....

.....

.....

.....

3. ¿Qué máquina y/o equipo utiliza y que tiempo de uso le da en el día?

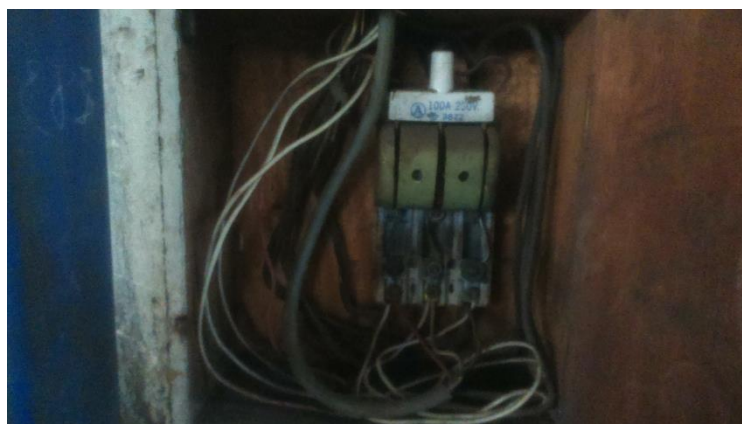
ANEXO 3. Instalaciones eléctricas actuales



Tablero Principal

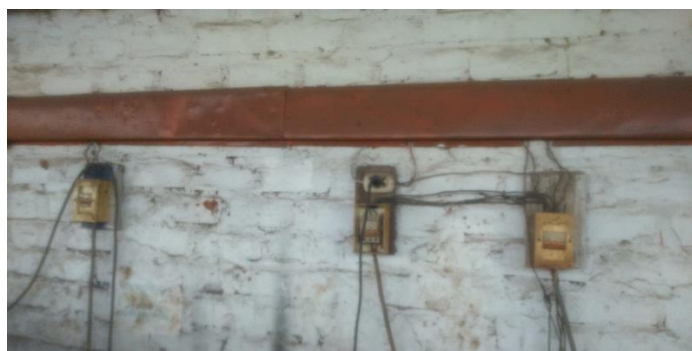


Sub Tablero N°1



Sub Tablero N°2

Conexiones en mal estado



Ductería y conductores en mal estado



Tablas

Tabla para selección de conductor eléctrico. (Tabla A)

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Fuente: INDECO

Tabla ocupación máxima de sección transversal para cable. (Tabla B)

OCUPACIÓN MÁXIMA EN SECCIÓN TRANSVERSAL PARA CABLE MULTIPOLARES EN BANDEJAS PARA CABLES DE TIPO ESCALERA, CANAL VENTILADO O DE FONDO SÓLIDO – PARA CABLES DE 2000 V O MENOS

Ancho interior de la bandeja cm	Ocupación máxima en cm ² para cables multipolares			
	Bandejas tipo escalera o canal ventilado párrafo 4.5.2.8 a)		Bandejas tipo escalera o canal sólido párrafo 4.5.2.8 c)	
	Col. 1- aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 a) ii) cm ²	Col. 2* - aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 a) iii) cm ²	Col. 3 - aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 c) ii) cm ²	Col. 4* - aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 c) iii) cm ²
15	45	45 – (3Sd)**	35	35 – Sd**
30	90	90 – (3Sd)	70	70 – Sd
45	135	135 – (3Sd)	105	105 – Sd
60	180	180 – (3Sd)	142	142 – Sd
75	225	225 – (3Sd)	177	177 – Sd
90	270	270 – (3Sd)	213	213 – Sd

Fuente: Código Nacional de Electricidad Tomo V

Tablas para selección de tomacorrientes (Tabla C)

Enchufe móvil IP44

Con sistema de "Conexión Rápida"



PKX16M423

Voltaje (VCA)	Corriente (A)	Características	Referencia
AZUL 200-250	16	2P + T	PKX16M423
		3P + T	PKX16M424
	32	2P + T	PKX32M423
		3P + T	PKX32M424
ROJO 380-415	16	3P + T	PKX16M434
	32	3P + T	PKX32M434

Toma móvil IP44

Con sistema de "Conexión Rápida"



PKY16M423

Voltaje (VCA)	Corriente (A)	Polos	Referencia
AZUL 200-250	16	2P + T	PKY16M423
		3P + T	PKY16M424
	32	2P + T	PKY32M423
		3P + T	PKY32M424
ROJO 380-415	16	3P + T	PKY16M434
	32	3P + T	PKY32M434



PKY16F423

Toma empotrable inclinada IP44

Con sistema de "Conexión Rápida"

Voltaje (VCA)	Corriente (A)	Polos	Referencia
AZUL 200-250	16	2P + T	PKY16F423
		3P + T	PKY16F424
	32	2P + T	PKY32F423
		3P + T	PKY32F424
ROJO 380-415	16	3P + T	PKY16F434
	32	3P + T	PKY32F434

Fuente: Schneider Electric

Tabla para conductores a Tierra (Tabla D)

Minima sección de conductores para enlaces equipotenciales de canalizaciones y equipos

Máxima capacidad o ajuste del dispositivo de sobrecorriente de los circuitos protegidos [A]	Minima sección nominal del conductor requerido [mm ²]
20	2,5
30	4
40	6
60	6
100	10
200	16
300	25
400	25
500	35
600	50
800	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185

Fuente: Código Nacional de Electricidad

Tabla de crecimiento de consumo de energía (Tabla E)

Año	Promedio consumo de EA (KW-h)	% incremento	%mes
2000	453.426778		4.06%
2001	443.022364	-2.29%	3.97%
2002	488.293083	10.22%	4.37%
2003	524.30825	7.38%	4.70%
2004	450.922708	-14.00%	4.04%
2005	455.6125	1.04%	4.08%
2006	541.840625	18.93%	4.85%
2007	781.421563	44.22%	7.00%
2008	796.3225	1.91%	7.13%
2010	806.044167	1.22%	7.22%
2011	806.892955	0.11%	7.23%
2012	782.026458	-3.08%	7.00%
2013	903.20625	15.50%	8.09%
2014	930.63	3.04%	8.33%
2015	946.469444	1.70%	8.48%
2016	1056.20556	11.59%	9.46%
Total	11166.6452	6.50%	

Fuente: Elaboración Propia