

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad De Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

**IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PATIO DE PRUEBAS PARA EL
MONTAJE DE LÍNEAS AÉREAS EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN EL EDIFICIO
DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD.**

Trabajo de grado previo la obtención del título de Ingeniero en
Mantenimiento Eléctrico

Autor:

Bastidas Chuquin Lenin Iván

Director:

MSc. Jhonny Javier Barzola Iza

Ibarra – Ecuador

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003207204		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Bastidas Chuquín Lenin Iván		
DIRECCIÓN:	Pana Americana antigua y Bolivia		
EMAIL:	lichuquina@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-530-258	TELÉFONO MÓVIL:	0996210996

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS ÁEREAS EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD.
AUTOR:	Bastidas Chuquín Lenin Iván
FECHA:	16/06/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jhonny Barzola MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de Junio de 2021

EL AUTOR:



Firma

Nombre: Bastidas Chuquín Lenin Iván

Cedula: 1003207204



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Aceptación del Director

MSc. Jhonny Barzola

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante; Bastidas Chuquín Lenin Iván certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de grado de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE UN EMULADOR DE PATIO DE PRUEBAS PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS ÁEREAS EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE ELECTRICIDAD EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE".

Para la obtención de título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobado la defensa, impresión y empastado.

JHONNY
JAVIER
BARZOLA IZA

Firmado
digitalmente por
JHONNY JAVIER
BARZOLA IZA
Fecha: 2021.06.09
15:00:26 -05'00'

MSc. Jhonny Barzola

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dedicatoria

“Nunca permitas que mentes pequeñas te convenzan de que tus sueños son demasiado grandes para ti “

Fernando Valdez

Dedico este trabajo de grado a mis abuelitos Virgilio Chuquín y Margarita Amaguaña que mediante sus enseñanzas y apoyo en cada etapa de mi trayectoria estudiantil supieron inculcarme valores y perseverancia por alcanzar mis metas.

A mi madre María Chuquín que me demostró que a pesar de las adversidades que se nos presenten en la vida nada es imposible y fue un gran pilar fundamental en mi crecimiento como persona y profesional.

Iván Bastidas.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme salud, sabiduría y ayudarme a superar las dificultades que se me han presentado a lo largo de mi trayectoria estudiantil.

A mis abuelitos y mi madre quienes supieron guiarme y educarme, incluso en momentos de dificultades ellos con su amor incondicional y apoyo me brindaron esperanza y fuerzas para continuar con mis estudios.

A Pablo López y Javier Herrera que fueron los impulsores para que este trabajo de grado se ejecutara de la mejor manera.

A Jessy Muñoz por apoyarme y brindarme su fe incondicional de que realizaría todos mis logros como profesional, también por la paciencia y delicadeza de siempre estar a mi lado y reconfortarme en mis momentos de debilidad.

Agradezco a mis grandes amigos Santiago Espinoza y Angel Tigse que fueron una gran ayuda en toda la trayectoria estudiantil, mediante su apoyo y constantes palabras de aliento nunca permitieron que me rindiera.

A mis docentes de la carrera por abrirme las puertas y brindarme sus conocimientos, experiencias que me ayudaron con mi crecimiento profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
Planteamiento del Problema.....	XX
Problema de Investigación	XX
Objetivos	XXI
Objetivo General.....	XXI
Objetivos Específicos.....	XXI
Justificación.....	XXI
Alcance	XXII
Capítulo 1	1
1. Fundamento teórico	1
1.1 Sistema eléctrico de distribución.....	1
1.1.1 Características del sistema eléctrico de distribución.....	1
1.1.2 Subestaciones de distribución	2
1.1.3 Red de distribución de media tensión	2
1.1.4 Transformadores de distribución.....	3
1.1.5 Red de distribución de baja tensión	3
1.1.6 Acometidas aéreas.....	4
1.1.7 Sistema de Medición.....	5
1.1.8 Clasificación del sistema eléctrico de distribución de acuerdo con el voltaje nominal.....	5
1.1.9 Niveles de tensión normalizada	6
1.1.10 Redes de distribución primarias	6
1.1.11 Redes de distribución secundarias.....	6
1.2 Simbología	7
1.2.1 Simbología de medio voltaje	7
1.2.2 Simbología de bajo voltaje	7
1.2.3 Simbología tensores y anclajes.....	9

1.2.4 Simbología postes.....	10
1.3 Estructuras aéreas	10
1.3.1 Estructuras aéreas de medio voltaje trifásicos	10
1.3.2 Estructuras aéreas de medio voltaje monofásicos.....	15
1.3.3 Estructuras aéreas bajo voltaje red desnuda.....	19
1.3.4 Estructuras aéreas bajo voltaje red preensamblada.....	22
1.3.5 Análisis de poste.....	23
1.3.6 Montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje	24
1.4 Seguridad en el montaje de líneas eléctricas aéreas	26
1.4.1 Reglamento de seguridad de trabajo contra riesgos en instalación de energía eléctrica.....	26
1.4.2 Métodos de trabajo seguros en líneas aéreas en media y baja tensión.....	27
1.4.3 Trabajos en altura	28
Capítulo 2.....	29
2. Implementación de un emulador de patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje	29
2.1 Introducción	29
2.1.1 Ubicación física	29
2.1.2 Adquisición de materiales.....	30
2.2 Instalación de los elementos que conforman el patio de pruebas.....	30
2.2.1 Preparación del área de trabajo	30
2.2.2 Cimentación	31
2.2.3 Adecuación de postes de hormigón	32
2.2.4 Reubicación e instalación de los postes de hormigón	32
2.3 limitación del patio de pruebas de líneas aéreas.....	33
2.3.1 Señalización de puntos a nivel	33
2.3.2 Excavación de la zanja.....	34
2.3.3 Empedrado y colocación de los tubos del cerramiento.....	35
2.3.4 Función de los tubos del cerramiento	35
2.3.5 Instalación de la malla.....	36
2.3.6 Esterilización del terreno del patio de pruebas	37
2.3.7 Esparcimiento de la chispa.....	38

2.3.8 Recubrimiento con pintura anticorrosiva	39
2.4 Selección de estructuras de medio y bajo voltaje	39
2.4.1 Estructura Trifásica Centrada Pasante o Tangente	40
2.4.2 Estructura Trifásica Centrada Retenida	40
2.4.3 Estructura Trifásica Volada Pasante.....	41
2.4.4 Estructura de Cuatro Vías Vertical Retención o Terminal.....	41
2.4.5 Estructura Monofásica Centrada Angular	42
2.5 Equipo de Maniobras	42
2.5.1 Trepadoras Eléctricas	42
2.5.2 Cinturón de seguridad.....	43
Capítulo 3.....	44
3 Manual de procedimientos para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje	44
3.1 Montaje de líneas aéreas	44
3.1.1 Montaje de Estructura Trifásica Centrada Pasante o Tangente	44
3.1.2 Montaje de Estructura Trifásica Centrada Retenida.....	45
3.1.3 Montaje de Estructura Trifásica Volada Pasante	45
3.1.4 Montaje de Estructura Monofásica Centrada Angular	46
3.1.5 Montaje de Estructura de Cuatro Vías Vertical Pasante.....	47
3.2 Equipos de protección personal	47
3.2.1 Protección del cráneo	48
3.2.2 Protección de cara y ojos	48
3.2.3 Protección auditiva	49
3.2.4 Protección de extremidades superiores	49
3.2.5 Protección de extremidades inferiores.....	50
3.2.6 Protección corporal.....	50
3.3 Normas de seguridad para trabajos de operación y mantenimiento eléctrico.	51
Conclusiones.....	52
Recomendaciones.....	52
Referencias	54
Anexos	59
ANEXO A: Esclarecimiento de los procedimientos.....	59
ANEXO B: Equipos de protección personal	59

ANEXO C: Identificación de riesgos.....	59
ANEXO D: Protocolos de Seguridad para el montaje de líneas aéreas.....	59
ANEXO E: Listado de materiales por estructura de medio y bajo voltaje	60
ANEXO F: Tabla 1 Elementos de la Estructura Trifásica Centrada Pasante.	60
ANEXO G: Tabla 2 Elementos de la Estructura Trifásica Centrada Retenida	61
ANEXO H: Tabla 3 Estructura Trifásica Volada Pasante.....	62
ANEXO I: Tabla 4 Estructura Monofásica Centrada Angular.....	63
ANEXO J: Tabla 5 Estructura de 4 Vías Vertical Pasante	63
ANEXO K: Herramientas de montaje	63
Procedimientos de montaje de líneas aéreas	64
Procedimiento N°1	64
Procedimiento N°2.....	66
Procedimiento N°3.....	68
Procedimiento N°4.....	70
Procedimiento N°5.....	72
2.6 Procedimiento N°6.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema eléctrico de distribución	1
Figura 1.2 Subestación de distribución.....	2
Figura 1.3 Línea de distribución Primaria	2
Figura 1.4 Transformador de Distribución monofásico.....	3
Figura 1.5 Red secundaria	4
Figura 1.6 Acometida	4
Figura 1.7 Medidor electrónico	5
Figura 1.8 Simbología de tensores y anclajes	9

Figura 1.9 Simbología de postes	10
Figura 1.10 Estructura centrada pasante.....	11
Figura 1.11 Estructura centrada retenida.....	12
Figura 1.12 Estructura volado pasante.	12
Figura 1.13 Estructura volada retenida.....	13
Figura 1.14 Estructura Semicentrada pasante.....	13
Figura 1.15 Estructura volada doble retenida	14
Figura 1.16 Estructura centrada doble retenida.....	15
Figura 1.17 Estructura centrada pasante.....	15
Figura 1.18 Estructura centrada angular.....	16
Figura 1.19 Estructura centrada retención.....	17
Figura 1.20 Estructura Volada pasante.....	17
Figura 1.21 Estructura Volada Retenida.....	18
Figura 1.22 Estructura Volada Doble Retenida.....	18
Figura 1.23 Estructura centrada doble retenida	19
Figura 1.24 Estructura vertical de una vía pasante	19
Figura 1.25 Estructura vertical de una vía retenida.....	20
Figura 1.26 Estructura vertical de dos vías pasante	20
Figura 1.27 Estructura vertical de cuatro vías pasante	21
Figura 1.28 Estructura vertical volado de cinco vías pasante	21
Figura 1.29 Estructura vertical de tres vías retenida	22
Figura 1.30 Estructura preensamblado una vía pasante.....	22
Figura 1.31 Estructura preensamblado una vía retención.....	23
Figura 1.32 Estructura preensamblado una vía doble retención	23
Figura 1.33 Montaje de estructuras de media tensión	26
Figura 1.34 Equipos para trabajos con tensión (línea viva).....	27
Figura 2.1 Ubicación donde se implementó el patio de pruebas.....	29
Figura 2.2 limpieza del área de trabajo de grado.....	31
Figura 2.3 Excavación para la cimentación del poste de hormigón.....	31

Figura 2.4 Corte del poste de hormigón.....	32
Figura 2.5 Movilización de postes de hormigón	32
Figura 2.6 Implementación de postes.....	33
Figura 2.7 Señalización de los puntos a nivel	34
Figura 2.8 Excavación de la zanja	34
Figura 2.9 Empedrado e implementación de tubos del cerramiento	35
Figura 2.10 Fundición de los tubos para el cerramiento	36
Figura 2.11 Implementación de la malla	36
Figura 2.12 Realización del bordillo del cerramiento.....	37
Figura 2.13 Riego de aceite quemado en el patio de pruebas	37
Figura 2.14 Desinfección del patio de pruebas	38
Figura 2.15 Dispersión de la chispa en el patio de pruebas.....	38
Figura 2.16 Recubrimiento con pintura del patio de pruebas	39
Figura 2.17 Estructura Trifásica Centrada Pasante	40
Figura 2.18 Estructura Trifásica Centrada Retenida	40
Figura 2.19 Estructura Trifásica Volada Pasante.....	41
Figura 2.20 Estructura de Cuatro Vías Retención.....	41
Figura 2.21 Estructura Monofásica Centrada Angular	42
Figura 2.22 Trepadoras eléctricas	43
Figura 2.23 Cinturón de Seguridad.....	43
Figura 3.1 Montaje estructura centrada pasante.....	44
Figura 3.2 Montaje estructura centrada retenida	45
Figura 3.3 Montaje estructura volada pasante	46
Figura 3.4 Montaje estructura monofásica centrada angular	46
Figura 3.5 Montaje estructura de bajo voltaje rack de cuatro vías	47
Figura 3.6 Casco tipo I	48
Figura 3.7 Gafas ANSI Z87.1-2003	48
Figura 3.8 Protector auditivo reusable tipo tapón.....	49
Figura 3.9 Guantes dieléctricos	49

Figura 3.10 Calzado dieléctricos.....	50
Figura 3.11 Ropa dieléctricos	51

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1.1 Niveles de voltaje normalizados.....	6
Tabla 1.2 Estructuras de medio voltaje.....	7
Tabla 1.3 Estructuras de bajo voltaje.....	8
Tabla 1.4 Estructura Trifásica Centrada Pasante	11
Tabla 1.5 Estructura Trifásica Centrada Retenida	11
Tabla 1.6 Estructura Trifásica Volado Pasante o Tangente	12
Tabla 1.7 Estructura Trifásica Volado Retención o Terminal	12
Tabla 1.8 Estructura Trifásica Semicentrada Pasante	13
Tabla 1.9 Estructura Trifásica Volado Doble retención	13
Tabla 1.10 Estructura Trifásica Centrada Doble retención.....	14
Tabla 1.11 Estructura Monofásica Centrada Doble retención	15
Tabla 1.12 Estructura Monofásica Centrada Angular.....	16
Tabla 1.13 Estructura Monofásica Centrada Retención.....	16
Tabla 1.14 Estructura Monofásica Volada Pasante	17
Tabla 1.15 Estructura Monofásica Volada Retención	17
Tabla 1.16 Estructura Monofásica Volada Doble Retención	18
Tabla 1.17 Estructura Monofásica Centrada Doble Retención.....	18
Tabla 1.18 Estructura Vertical de Una vía Pasante o tangente.....	19
Tabla 1.19 Estructura Vertical de Una vía Retenida	20
Tabla 1.20 Estructura Vertical de Dos vías Doble Retenida.....	20
Tabla 1.21 Estructura Vertical de Cuatro vías Pasante.....	21
Tabla 1.22 Estructura Vertical en volado de Cinco vías Pasante	21
Tabla 1.23 Estructura Vertical de Tres vías Retenida	21
Tabla 1.24 Estructura una Vía Preensamblado Pasante con Tres Conductores.....	22

Tabla 1.25 Estructura una Vía Preensamblado Retención con Tres Conductores.....	22
Tabla 1.26 Estructura una Vía Preensamblado Doble Retención con Tres Conductores	23
Tabla 1.27 Análisis del terreno para la cimentación de postes	23

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la implementación de un emulador de patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje ubicado en la ciudad de Ibarra-Imbabura en el edificio de la Carrera de Electricidad en la Universidad Técnica del Norte, el patio permitirá la realización de procedimientos de montaje y ensambladura de estructuras eléctricas.

El proyecto se lo realiza con la finalidad de conocer el funcionamiento de dichas estructuras en el ámbito de distribución eléctrica permitiendo al estudiante familiarizarse con los elementos que la conforman como crucetas, pie amigo, pernos máquina, aisladores entre otros.

Entre los objetivos planteados, el general es implementar un emulador de un patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje para la mejora de tiempos y calidad, mediante la aplicación de un manual de procedimientos en el edificio de la carrera de electricidad. Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos se estableció un estudio que lleve a cumplir con cada uno de ellos, en primera instancia se realiza el análisis de características técnicas y mecánicas de las unidades de propiedad para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje, como siguiente es la emulación de un patio de pruebas para el montaje de las estructuras con las normas de seguridad industrial apropiadas y finalmente se elaboró el manual de procedimientos para el montaje con normas y protocolos de seguridad industrial.

En el proyecto se utilizó una investigación aplicada y con ello una metodología deductiva donde se describe las normas, protocolos de seguridad, materiales y equipos que se necesitaron para realizar los procedimientos de montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje.

Los resultados que se obtuvieron fueron un ensamblaje de líneas aéreas adecuado ya que se desarrolló un manual de procedimientos donde se detallan cada uno de los pasos a seguir en el montaje, las normas y protocolos de seguridad que se deben seguir para evitar accidentes dentro del patio de pruebas.

Palabras clave: cinco reglas de oro, seguridad industrial, montaje de líneas aéreas, medio y bajo voltaje, manual de procedimientos, equipo de maniobras, equipos de protección personal.

ABSTRACT

The following project consist in the implementation of a test yard emulator for the assembly of middle and low voltage overhead lines located in Ibarra-Imbabura city in the Electricity Career building in the North Technical University, the yard will allow the assembly procedures performance and assembly of electrical structures.

The project will be realized with the purpose to know the operation of these structures in the ambit of electrical distribution allowing the students get acquainted with elements that make it up like crosstree, friend foot, machine bolt, insulators, among others.

Among the raised objectives, the general is implement a test yard to overhead lines of low and middle voltage mount to improve the times and quality, through application of a procedure's manual in the Electricity Career building. For compliance each objective a study was established to lead to compliance with each of them, in the first instance the analysis of technical and mechanical characteristics of the ownership units is carried out to middle an low voltage overhead lines mount, following is the emulation of a test yard to mount the structures appropriate industrial safety standards and finally the assembly procedure manual is developed with industrial safety standards and protocols.

The project used applied research and with it a deductive methodology where it describes the standards, safety protocols, materials and equipment that were needed to perform the procedures of assembly of overhead lines in medium and low voltage.

The results obtained were an adequate assembly of overhead lines since a manual of procedures was developed where each of the steps to follow in the assembly are detailed, the safety standards and protocols to be followed to prevent accidents within the test yard.

Keywords: five golden rules, industrial security, overhead line mount, low and middle voltage, procedures manual, maneuvers equipment, personal protection equipment.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen variedades de sistemas estructurales de la red trifásica de distribución de voltaje medio sin conexión a tierra trifásica y la conexión a tierra repetida trifásica mediante un modelo de flujo de potencia trifásico mixto de fase / línea para redes de distribución de media y baja tensión (X Zhao, 2016). El trabajar con este tipo de voltajes puede ser un riesgo para el individuo por eso es necesario la seguridad eléctrica teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento de las estaciones de carga (Wang, 2019). En algunos casos los trabajadores se encuentran susceptibles a laborar en líneas aéreas por ello es necesario planificar adecuadamente el trabajo para sistemas energizados e incluso desenergizados esto garantiza la seguridad de trabajador (G Parise, 2015), por ello la red eléctrica debe ser confiable y de calidad para la operación efectiva de los dispositivos electrónicos (Alkan, 2019).

Es importante identificar las líneas aéreas de baja tensión, considerando tanto las tendidas sobre apoyos como las posadas sobre fachadas, teniendo en cuenta el tipo de conductor utilizado, aislado o desnudo para un previo mantenimiento o instalación (Fernández, 2016), no obstante, hay que recordar que las líneas aéreas para el transporte de energía eléctrica han de cumplir unos requisitos de seguridad, calidad y economía. La seguridad siempre debe cumplirse, aun en las condiciones económicas más desfavorables. En cuanto a la calidad, existen una serie de limitaciones técnicas que condicionan cualquier instalación (Mujal, 2015).

Además, cabe recalcar que dependiendo del área a servir las líneas y redes pueden ser urbanas o rurales y de acuerdo con su instalación aéreas o subterráneas. Todos los materiales que son componentes para el diseño, construcción y mantenimiento de redes de MT y BT (Media Tensión y Baja Tensión), deberán cumplir con lo establecido de acuerdo con las regulaciones de cada país (CENS, 2016).

Una vez establecido se debe tomar en cuenta las regulaciones y parámetros para la instalación se dice que el montaje de un conjunto de media tensión bifásico y/o trifásico consiste en la instalación del conjunto que involucra la instalación de las crucetas metálicas en cualquiera de las disposiciones de estructuras en alineación, ángulo, retención o fin de línea, incluye la instalación de todos los elementos de soporte y la instalación de los aisladores (Occidente, 2019).

Las redes de baja tensión para los sectores urbanos serán de cable trenzado, se construirán en un poste de cemento teniendo en cuenta que el neutro en baja tensión aterriza comúnmente en el transformador y el conductor puesta a tierra es un alambre

galvanizado de 1/2" de mínimo 3m de longitud (CENS, 2016), en tanto a lo que corresponde a estructuras será un conjunto de baja tensión bifásico consiste en la instalación donde involucra la instalación de las perchas de un puesto en cualquiera de las disposiciones de estructuras en alineación, ángulo, retención o fin de línea, incluye la instalación de todos los elementos de soporte, la instalación de los aisladores (Occidente, 2019).

Tomando en cuenta la construcción de estas líneas se debe especificar la implementación de cada una de las estructuras para el soporte de las líneas de MT, como por ejemplo las estructuras retenidas se utiliza cuando el resultante de la suma del esfuerzo longitudinal y transversal punto de anclajes superan el eje de apoyo actualmente se utilizan retenidas a compresión, retenida sencilla, aéreas, la diferencia radica en la distancia del apoyo al punto de anclaje (Somarriba, 2019). Por lo general es una acometida monofásica de 220 voltios, compuesta por varios conductores con un aislamiento de 600 voltios (Román, 2016), donde la calidad de voltaje determina la variación de valores eficaces medidos cada 10 minutos con relación a los voltajes nominales en los diferentes niveles (CONELEC, 2016).

Por lo general las acometidas de media tensión según el Arconel (2018). son mayor a 0,6 y menor o igual a 40 kV (kilovoltios). Se realiza la distribución mediante un cable aislante tipo XLP se instala un transformador en el último poste con las protecciones adecuadas de 15 kV, pararrayos de 10 kV y una varilla a tierra. (Román, 2016). Mediante el trámite Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo en el acuerdo No. 013 del Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica, establece que los trabajadores para el montaje y mantenimiento de redes eléctricas de media y baja tensión en el Art. 1.-especifica condiciones generales como: contar con personal calificado, material adecuado, aislamiento apropiado, aplicación de las medidas necesarias para las protección de las personas contra riesgos de contacto accidental con estructuras metálicas, energizadas por fallas del aislamiento, mediante el uso de puestas a tierra de las estructuras metálicas y masas." Reglamento de Seguridad..."(2017).

Los manuales de mantenimiento de redes de media y baja tensión tienen como propósito definir los procedimientos necesarios para el óptimo desarrollo de montaje, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Donde se detalla los trabajos del día a día y los ajustes requeridos para su normal desarrollo de acuerdo con los procedimientos de trabajo con los recursos y herramientas requeridas velando por el cumplimiento de las normas de seguridad que cada labor requiera y el uso de implementos de seguridad personal (Pacífico, 2015).

Para el montaje de redes en media y baja tensión se relacionan riesgos potenciales que pueden estar activos en las instalaciones como: contactos eléctricos, arco eléctrico, incendios

y otros (Gomez J. , 2016), por lo que es necesario adoptar medidas preventivas reflejadas en el Acuerdo Ministerial 013 “ Reglamento de Riesgo de Trabajo en Instalaciones en Energía Eléctrica”, establece que las normas de seguridad para el personal que intervienen en instalaciones eléctricas en trabajos desenergizados de bajo y medio voltaje se deberá aplicar correctamente las 5 REGLAS DE ORO “ Reglamento de Seguridad...” (2017).

Los diseños para la ejecución de obras de electrificación, debe cumplir con el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad y el documento de Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica, la presente norma enmarca todos los diseños eléctricos clasificados como distribución para los proyectos en media y baja tensión “Guía para Redes ...”(2015).

La base de los lineamientos de la homologación de las unidades de propiedad y la actualización de las unidades de construcción se realiza para el montaje de los componentes dentro de los Sistemas Aéreos de Distribución de Energía Eléctrica para implementar aquellos materiales-equipos que mejor resultado han dado en las prácticas particulares en cada empresa (MEER, 2013).

El riesgo presente en los trabajadores por media tensión es debido al estar en contacto con voltajes superiores a 1 kV, mientras que en baja tensión según el Arconel (2018). Se considera los voltajes menor o igual a 0,6 kV; donde los posibles riesgos pueden ser: choque eléctrico, por contacto eléctrico directo e indirecto y por arco eléctrico, también se tiene presente los riesgos por altura son todos aquellos que se realizan a más de 1,5m de altura sobre el nivel del piso donde se encuentra el trabajador y se pueden presentar caídas libres, electrocución, quemadura por calor, químicos y/o radiaciones, golpes contra estructuras y otros de acuerdo con trabajo a realizar (Maigua, 2018).

La dirección de distribución de la empresa Eléctrica Racional Norte S.A. establece los procedimientos para el montaje en medio y bajo voltaje de líneas aéreas en base al tiempo en minutos, donde se define las operaciones de acuerdo con cada estructura para mejorar la calidad del acoplamiento de esta forma definir el tiempo total de ensamblaje, el número de técnicos a utilizar y designar equipos que se utilizan e indicar cuantas estructuras de ese tipo se colocan en un día de trabajo (Rueda, 2019).

Planteamiento del Problema

Acorde con el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) establece que las normas de unidades de propiedad y unidades constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica, que el diseño eléctrico se proyecta para quince años en líneas de media, baja tensión y se realizará respetando el nivel de tensión correspondiente a la zona donde estará ubicado el proyecto.

Los riesgos que se presentan en el montaje de media y baja tensión son debido a choques eléctricos, contacto eléctrico directo e indirecto, quemaduras, o por arco eléctrico. Además, los trabajos que son realizados en altura mayor a 1,5m sobre el nivel del piso, donde se encuentra el trabajador y puede sufrir accidentes como: electrocución, quemaduras por calor, químicos y/o radiaciones, golpes contra la estructura y de mayor envergadura es la caída libre. Las causas se deben a varios factores como el uso inadecuado de herramientas de trabajo, falta de capacitación, la ausencia de equipos de protección personal, entre otros.

En el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje ocurren accidentes por las causas antes mencionadas, debido a la inexistencia de conocimientos sobre procedimientos que permitan llevar a cabo la actividad de forma correcta y utilizar las normas de seguridad correspondientes.

Para este tipo de trabajo se debe seguir una serie de instrucciones para mejorar la calidad y tiempos utilizados durante el ensamblaje, respetar las normas y protocolos de seguridad industrial.

Problema de Investigación

¿Qué parámetros técnicos se deben emplear para implementar un patio de pruebas, que permita una mejora de tiempos y calidad para el montaje de líneas aéreas en medio, bajo voltaje y de seguridad industria, por medio de un manual de procedimientos?

Objetivos

Objetivo General

Implementar un emulador de un patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje, para la mejora de tiempos y calidad, mediante la aplicación de un manual de procedimientos en el edificio de la carrera de Electricidad.

Objetivos Específicos

Analizar las características técnicas y mecánicas de las unidades de propiedad del montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje.

Emular un patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje con las normas de seguridad industrial apropiadas.

Elaborar un manual de procedimientos para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje con normas y protocolos de seguridad industrial.

Justificación

La importancia en desarrollar mejoras para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje es muy significativo ya que representa un papel fundamental dentro del avance social y en el ambiente eléctrico. Los motivos que llevaron a proponer la emulación de un patio de pruebas para el ensamblaje, es que dado el desconocimiento de procedimientos para realizar este tipo de trabajos y a las normas de seguridad industrial correspondientes, se producen accidentes.

Por lo tanto, es preciso implementar este patio de pruebas para así tener una mejora de tiempos y calidad de montajes, mediante la aplicación de una guía de procedimientos. Basándose en el cumplimiento de seguridad industrial de acuerdo con el Art. 326 numeral 5

de la Constitución del Ecuador determina que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”

El manual de procedimientos y normas servirá para mejorar la seguridad por lo que es necesario adoptar medidas preventivas reflejadas en el Acuerdo Ministerial 013 “Reglamento de Riesgo de Trabajo en Instalaciones en Energía Eléctrica”, establece que las normas de seguridad para el personal que intervienen en instalaciones eléctricas en trabajos desenergizados de bajo y medio voltaje se deberá aplicar correctamente las 5 reglas de oro. Además, de seguir procesos exactos para un buen montaje, emplear herramientas y equipos correspondientes para el ensamblaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje.

Alcance

El presente trabajo de grado a realizarse está orientado a la carrera de Electricidad, tiene como propósito la implementación de un patio de pruebas para la emulación del montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje, pero este se desarrollará con los procesos y materiales reales que implican este tipo de ensamblajes; mediante el uso de equipos de construcción como: trepadoras, arnés de seguridad, equipos de protección personal y herramientas originando de esta manera un ambiente apto donde el estudiante ejecutará dichos procedimientos.

Además, este espacio de prácticas dispondrá de materiales necesarios tales como acometidas eléctricas, estructuras de medio, bajo voltaje y postes también se desarrollará un manual de procedimientos, el cual contendrá los procesos que se deben seguir para un correcto y eficiente montaje también se mencionará las normas de seguridad industrial.

Cabe indicar que esta área de trabajo no contará con energización eléctrica a fin de mitigar riesgos en los estudiantes de la carrera de Electricidad. Se podrá realizar diferentes tipos de prácticas en el montaje y desmontaje de elementos de ensamblaje referentes a las unidades de propiedad que se usan actualmente en el país.

Capítulo 1

1. Fundamento teórico

En este capítulo se detalla todos los elementos, materiales y normas que será utilizado para la elaboración de este trabajo de grado.

1.1 Sistema eléctrico de distribución

El sistema eléctrico de distribución es parte del sistema de potencia formando parte entre las líneas de alto voltaje de las subestaciones de potencia de distribución y los puntos de suministro de energía a los consumidores. (EEQ, 2015).

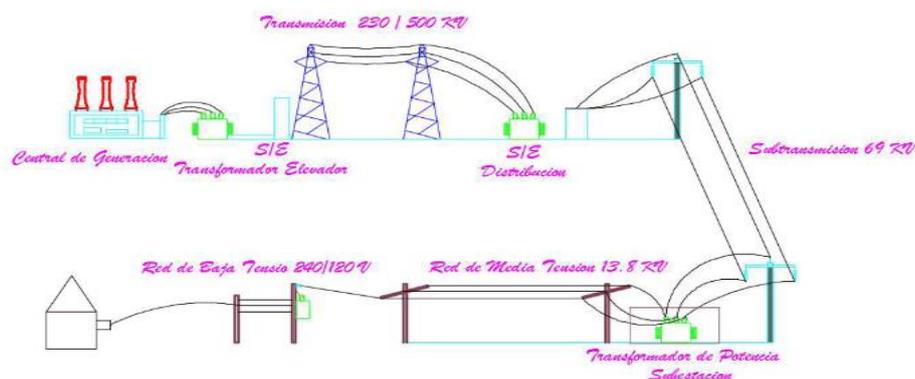


Figura 1.1 Sistema eléctrico de distribución
Fuente (Viteri, 2016)

En la Figura 1.1 se aprecia un sistema de distribución el cual brinda la energía al usuario final mediante redes aéreas que pueden ser utilizadas también en subtransmisión.

1.1.2 Características del sistema eléctrico de distribución

Según Garcia (2018), los elementos que conforman el sistema eléctrico de distribución son:

- Subestación de distribución
- Red de distribución de media tensión
- Transformadores de distribución
- Red de distribución de baja tensión
- Acometidas aéreas
- Sistemas de medición

1.1.3 Subestaciones de distribución

Son las instalaciones sobre un terreno cercado donde transforman la energía a un nivel de tensión más baja, apropiada para la distribución local. Además, se encuentran varios elementos como el transformador de potencia, equipos de regulación, control y seccionamiento, celdas, barra de energización, salida de los circuitos primarios (Viteri, 2016).



Figura 1.2 Subestación de distribución
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 1.2 se puede apreciar una subestación eléctrica la cual tiene como función la distribución de energía y en el centro de subtransmisión, este se encarga de aumentar o disminuir los valores de voltaje para el consumo del usuario que puede ser comercial, industrial o residencial.

1.1.4 Red de distribución de media tensión

Según Gonzáles K. (2019), los alimentadores primarios están conformados por conductores de aluminio desnudo desde el calibre 2 AWG a niveles de tensión de 13.8 kV (Kilovoltios) y estructuras de soporte mecánico como crucetas y transformadores de distribución aéreos desde capacidades de 3 a 150 kVA (kilo volta amperios).

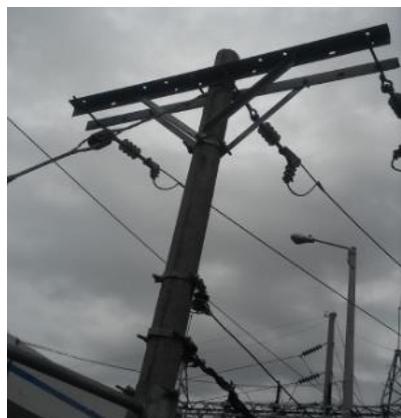


Figura 1.3 Línea de distribución Primaria
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 1.3 se aprecia una red de distribución de media tensión, con una estructura retenida de tres fases.

1.1.5 Transformadores de distribución

Los transformadores de distribución aérea son indispensables para la distribución de potencia principalmente en zonas rurales su uso es primordial para residencias y locales comerciales se emplean transformadores convencionales o autoprotegidos con valores nominales de 5-10-15-25-37.5-50-75 kVA monofásicos y de 30-45-75-112.5 y 150 kVA trifásicos (Viteri, 2016).



Figura 1.4 Transformador de Distribución monofásico
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 1.4 se observa un transformador monofásico que se encuentra conectado a una red primaria de monofásica de 13.8 kV y la red secundaria será de 120/240 voltios.

1.1.6 Red de distribución de baja tensión

Las redes secundarias o de baja tensión son aquellas que parten desde el bushing secundarios del transformador aéreos monofásicos o trifásicos, las redes secundarias permiten que la empresa encargada de la distribución eléctrica pueda proveer del servicio a los consumidores finales (González K. , 2019).



Figura 1.5 Red secundaria
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 1.5 se puede observar una red de baja tensión con un rack de 4 vías que suministran energía por medio de una red secundaria a los usuarios de tarifa residencial.

1.1.7 Acometidas aéreas

Son derivaciones locales del servicio domiciliario que llega hasta el registro de corte del inmueble por ello los conductores van desde el último poste o soporte aéreo (INEN, 2020), que van instalados por encima del suelo por lo general a 8 metros de altura instalados sobre postes permitiendo la interconexión entre la red secundaria de distribución con el consumidor. La instalación de los conductores va de acuerdo con la demanda del usuario esta puede ser residencial o comercial (Rodríguez, 2019).



Figura 1.6 Acometida
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 1.6 se observa un conductor de baja tensión conectada desde la red secundaria hacia el sistema de medición para el consumo del usuario residencial.

1.1.8 Sistema de Medición

La resolución Nro. 074/17 de la Agencia Nacional de Electricidad Arconel mediante la regulación Nro. 005/17 define que los sistemas de medición son los componentes necesarios para la medición y registro de energía activa, energía reactiva, demanda máxima y otros parámetros relacionados. Incluyen los equipos de medición (medidores), los cables de conexión, los accesorios de sujeción y protección física de los medidores y transformadores de medición (Arconel, 2017).



Figura 1.7 Medidor electrónico
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 1.7 muestra un medidor electrónico que son los más utilizados actualmente en el país ya que anteriormente se usaban medidores electromecánicos.

1.1.9 Clasificación del sistema eléctrico de distribución de acuerdo con el voltaje nominal

De acuerdo con la Resolución Nro. 018/18 de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad Arconel, en su regulación Nro. 001/18 define que los niveles de voltaje son:

Nivel de baja tensión: instalaciones y equipos del Sistema del Distribuidor que operan a voltajes inferiores a los 600 voltios.

Nivel de media tensión: Instalaciones y equipos del Sistema del Distribuidor que opera a voltajes entre 600 V y 40 kV (kilovoltios).

Nivel de alta tensión: voltaje superior a 40kV. y asociado con la subtransmisión (Arconel, 2018)

1.1.10 Niveles de tensión normalizada

Según MEER (2011), el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, los niveles de voltaje que se utilizan para las redes de distribución de energía eléctrica en el país.

Tabla 1.1 Niveles de voltaje normalizados

Medio Voltaje	6.300 V
	13.800 GRDY/7.967 V
	22.000 GRDY/12.700 V
	22.860 GRDY/ 13.200 V
	34.500 GRDY/ 19.9200 V
Bajo Voltaje	
Redes monofásicas	120/240 V
Redes trifásicas	127/220 V

Fuente: (MEER, 2011)

Debido a la expansión de la cobertura del servicio eléctrico y al incremento de la demanda, se vuelve prioritario analizar la unificación del nivel de tensión para sistemas de distribución a valores normalizados de 13.8 kV. Los voltajes se detallan a continuación en la Tabla 1.1.

1.1.11 Redes de distribución primarias

Los alimentadores primarios se diseñan los circuitos a diferentes voltajes. En el país para el diseño se utiliza un voltaje nominal de 13.2/7.62 kV, con la configuración de estrella con neutro solido a tierra. Sin embargo, hay que tomar en cuenta los voltajes que se aplican en cada región (Viteri, 2016).

1.1.12 Redes de distribución secundarias

En el Ecuador existen varios diseños de circuitos secundarios tanto para redes urbanas y rurales para el suministro de energía eléctrica a los usuarios residenciales, comerciales, para las pequeñas industrias y alumbrado público.

Se puede detallar que se utiliza sistemas monofásicos trifilar de 240/120 voltios con un punto central a tierra, trifásico tetrafilar 208/120 voltios y 220/127 voltios con una conexión a neutro a tierra, trifásico en triangulo con transformadores monofásicos, de los cuales uno solo tiene conexión a tierra 240/120 voltios. (Viteri, 2016)

1.2 Simbología

En los diseños de redes, para la representación de instalaciones de la figura el elemento debe ser bosquejado en línea continua y para representar las instalaciones existentes o en operación del símbolo también deberá ser bosquejado en líneas entrecortadas de acuerdo con la necesidad de diseño (MEER, 2011).

1.2.1 Simbología de medio voltaje

La comisión de homologación de las unidades de propiedad mediante el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), en las normas para sistemas de distribución en su sección 4 muestra la simbología para estructuras de medio voltaje.

Tabla 1.2 Estructuras de medio voltaje

Simbología de estructuras de Medio Voltaje	
Descripción	Etiqueta
Estructura 3 fases Centrada Pasante	3CP
Estructura 3 fases Centrada Angular	3CA
Estructura 3 fases Centrada Retención	3CR
Estructura 3 fases Semicentrada Angular	3SA
Estructura 3 fases Semicentrada Retención	3SR
Estructura 3 fases Semicentrada Doble retención	3SD
Estructura 3 fases En volado Pasante	3VP
Estructura 3 fases En volado Retención	3VR
Estructura 3 fases En volado Doble Retención	3VD
Estructura 3 fases Dos Postes Pasante	3HP
Estructura 3 fases Dos Postes Retención	3HR
Estructura 3 fases Dos Doble Retención	3HD
Estructura 3 fases Tres Postes Retención	3TH

Fuente: (MEER, 2011)

Donde se da a conocer las estructuras trifásicas más utilizadas dentro del ámbito de distribución de energía eléctrica que se detalla en la Tabla 1.2.

1.2.2 Simbología de bajo voltaje

La comisión de homologación de las unidades de propiedad mediante el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), en las normas para sistemas de distribución en su

sección 4 muestra la simbología para estructuras de bajo voltaje que se detalla en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Estructuras de bajo voltaje

Simbología de estructuras de Bajo Voltaje	
Descripción	Etiqueta
Estructura 1 vía Vertical Pasante	1EP
Estructura 1 vía Vertical Doble Retención	1ED
Estructura 2 vías Vertical Retención	2ER
Estructura 2 vías Doble Retención	2ED
Estructura 3 vías Vertical Pasante	3EP
Estructura 3 vías Vertical Doble retención	3ED
Estructura 4 vías Vertical Retención	4ER
Estructura 4 vías Vertical Doble retención	4ED
Estructura 4 vías Vertical en volado Pasante	4OP
Estructura 5 vías Vertical Pasante	5EP
Estructura 5 vías Vertical Doble retención	5ED
Estructura 5 vías Vertical en volado Pasante	5OP
Estructura 1 vía Vertical Pasante, derivación 1 vía Vertical Retención	1EP+1ER
Estructura 2 vías Vertical Pasante, derivación 2 vías Vertical Retención	2EP+2ER
Estructura 3 vías Vertical Pasante, derivación 3 vías Vertical Retención	3EP+3ER
Estructura 4 vías Vertical Pasante, derivación 4 vías Vertical Retención	4EP+4ER
Estructura 5 vías Vertical Pasante, derivación 5 vías Vertical Retención	5EP+5ER
2 Estructuras 1 vía Vertical Retención (independientes)	2(1ER)
3 Estructuras 1 vía Vertical Retención (independientes)	3(1ER)
Estructura 1 vía Preensamblado Pasante con 4 conductores	1PP4
Estructura 1 vía Preensamblado Retención con 3 conductores	1PR3
Estructura 1 vía Preensamblado Doble retención con 4 conductores	1PR4
Estructura 1 vía Preensamblado Pasante, derivación Retención con 3 conductores	1PP3+1PR3

Estructura 1 vía Preensamblado Pasante, derivación Retención con 34conductores	1PP4+1PR4
--	-----------

Fuente: (MEER, 2011)

En la tabla mencionada se detalla la simbología que respecta a las estructuras de baja tensión que son comúnmente usadas para el suministro eléctrico.

1.2.3 Simbología tensores y anclajes

La comisión de homologación de las unidades de propiedad mediante el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), en las normas para sistemas de distribución en su sección 4 muestra la simbología de tensores y anclajes que se detallan a continuación en la Figura 1.8.

DESCRIPCION	SIMBOLO (DISEÑO)		SIMBOLO (SIG)
	EXISTENTE	PROYECTADO	
TENSOR A TIERRA SIMPLE EN BAJO VOLTAJE			
TENSOR A TIERRA SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE			
TENSOR FAROL SIMPLE EN BAJO VOLTAJE			
TENSOR FAROL SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE			
TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE EN BAJO VOLTAJE			
TENSOR POSTE A POSTE SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE			
TENSOR A TIERRA DOBLE			
TENSOR FAROL DOBLE			
TENSOR POSTE A POSTE DOBLE			
TENSOR DE EMPUJE SIMPLE EN MEDIO VOLTAJE			
TENSOR DE EMPUJE SIMPLE EN BAJO VOLTAJE			

Figura 1.8 Simbología de tensores y anclajes
Fuente (MEER, 2011)

En la Figura 1.8 se observan los diferentes tipos de tensores que se utilizan dentro de la instalación de redes en medio y bajo voltaje, cuentan con sus respectivos símbolos de acuerdo con las necesidades que se presenten podemos observar que hay tensores existentes con su respectivo símbolo y los que son proyectados tienen un símbolo diferente.

1.2.4 Simbología postes

La comisión de homologación de las unidades de propiedad mediante el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), en las normas para sistemas de distribución en su sección 4 muestra la simbología de postes que se detallan a continuación en la Figura 1.9

SIMBOLOGÍA DE POSTES			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO (DISEÑO)		SÍMBOLO (SIG)
	EXISTENTE	PROYECTADO	
POSTE HORMIGON ARMADO CIRCULAR DE n METROS	 Cn	 Cn	 Cn
POSTE HORMIGON ARMADO RECTANGULAR DE n METROS	 Rn	 Rn	 Rn
POSTE HORMIGON ARMADO TIPO H DE n METROS	 Hn	 Hn	 Hn
POSTE HORMIGON ARMADO ORNAMENTAL DE n METROS	 On	 On	 On
POSTE MADERA CIRCULAR DE n METROS	 Cn	 Cn	 Cn
POSTE PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO CIRCULAR DE n METROS	 Cn	 Cn	 Cn
POSTE METÁLICO CIRCULAR DE n METROS	 Cn	 Cn	 Cn
POSTE METALICO RECTANGULAR DE n METROS	 Cn	 Cn	 Cn
POSTE METÁLICO ORNAMENTAL DE n METROS	 On	 On	 On
POSTE METÁLICO TORRE DE n METROS	 Tn	 Tn	 Tn

Figura 1.9 Simbología de postes
Fuente (MEER, 2011)

1.3 Estructuras aéreas

Según Rodríguez (2019), las estructuras aéreas son utilizadas en las zonas rurales, su instalación se la desarrolla de formas radiales para que la distribución energética tenga un mismo sentido desde la subestación eléctrica al lugar de destino en este caso los usuarios residenciales o industriales.

1.3.1 Estructuras aéreas de medio voltaje trifásicos

A continuación, se detallarán los diferentes tipos de estructuras y los elementos que conforman las redes de medio voltaje trifásicos según el MEER (2013), de acuerdo con la revisión 04 en la sección 2 del manual de las unidades de construcción (UC).

Tabla 1.4 Estructura Trifásica Centrada Pasante

Trifásica- Centrada-Pasante o Tangente	
<p>La cruceta puede ser de 1.50m, 2m y 2.40m se recomienda el uso de una longitud de 2.40m, el ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p> <p>En caso de ángulo, el conductor será fijado al aislador lateralmente y en caso de ángulo se utilizará tensor.</p>	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Conductores: ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0 y 336,4 tendrán un vano entre 80m y menor o igual a 150m De longitud en ángulos de 0°-20°</p>	
<p>Identificador EST-3CP</p>	 <p>Figura 1.10 Estructura centrada pasante. Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.5 Estructura Trifásica Centrada Retenida

Trifásica- Centrada-Retenida	
<p>La cruceta puede ser de 1.50m, 2m y 2.40m se recomienda el uso de una longitud de 2.40m, el ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p>	
<p>La estructura se utiliza para un conductor máximo ASCR 4/0 AWG, con un vano máximo de 150m.</p> <p>En esta estructura de utiliza tensor.</p>	

<p>Identificador EST-3CR</p>	 <p>Figura 1.11 Estructura centrada retenida. Fuente (MEER, 2013)</p>
----------------------------------	--

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.6 Estructura Trifásica Volado Pasante o Tangente

Trifásica- Volado-Pasante o Tangente	
<p>Esta estructura se instalará en un poste de carga de rotura horizontal de 500kg en caso de ángulo se utiliza tensor.</p> <p>El ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p>	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Identificador EST-3VP</p>	 <p>Figura 1.12 Estructura volado pasante. Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.7 Estructura Trifásica Volado Retención o Terminal

Trifásica- Volada-Retenida	
<p>El ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p> <p>Esta estructura se instalará en un poste con una carga de rotura horizontal de 500kg es necesario la utilización de tensor con un vano máximo de 40m.</p>	

<p>Identificador EST-3VR</p>	 <p>Figura 1.13 Estructura volada retenida. Fuente (MEER, 2013)</p>
----------------------------------	--

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.8 Estructura Trifásica Semicentrada Pasante

Trifásica- Semicentrada-Pasante o Tangente	
<p>El ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm. En caso de ángulo, el conductor será fijado al aislador lateralmente y en caso de ángulo se utilizará tensor.</p>	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Conductores: ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0 y 336,4 tendrán un vano entre 80m y menor o igual a 150m De longitud en ángulos de 0°-5°-0°-20°</p>	
<p>Identificador EST-3SP</p>	 <p>Figura 1.14 Estructura Semicentrada pasante. Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.9 Estructura Trifásica Volado Doble retención

Trifásica- Volada-Doble Retenida	
<p>El ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p> <p>Esta estructura se instalará en un poste con una carga de rotura horizontal de 500kg es necesario la utilización de tensor.</p>	
<p>Conductores:</p> <p>Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 40m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Identificador EST-3VD</p>	 <p>Figura 1.15 Estructura volada doble retenida Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.10 Estructura Trifásica Centrada Doble retención

Trifásica- Centrada-Retenida	
<p>La cruceta puede ser de 1.50m, 2m y 2.40m se recomienda el uso de una longitud de 2.40m, en esta estructura utiliza tensor.</p>	
<p>Conductores:</p> <p>Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Conductores:</p> <p>ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0 y 336,4 tendrán un vano entre 80m y menor o igual a 150m</p> <p>De longitud en ángulos de 0°-5°-10°-20°</p>	

Identificador EST-3CD	 <p>Figura 1.16 Estructura centrada doble retenida. Fuente (MEER, 2013)</p>
--------------------------	--

Fuente (MEER, 2013)

1.3.2 Estructuras aéreas de medio voltaje monofásicos

A continuación, se detallarán los diferentes tipos de estructuras y los elementos que conforman las redes de medio voltaje monofásicos según el MEER (2013), de acuerdo con la revisión 04 en la sección 2 del manual de las unidades de construcción (UC).

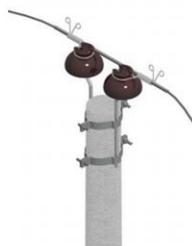
Tabla 1.11 Estructura Monofásica Centrada Doble retención

Monofásica- Centrada-Pasante	
<p>La estructura en caso de ser angular el conductor será fijado al aislador lateralmente en caso de ángulo utilizar tensor.</p>	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Conductores: ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0 y 336,4 tendrán un vano entre 80m y menor o igual a 150m De longitud en ángulos de 0°-5°-10°-20°</p>	
Identificador ESE-1CP	 <p>Figura 1.17 Estructura centrada pasante</p>

	Fuente (MEER, 2013)
--	---------------------

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.12 Estructura Monofásica Centrada Angular

Monofásica- Centrada-Angular	
En esta estructura es necesaria la utilización de tensor	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
Identificador ESE-1CA	 <p>Figura 1.18 Estructura centrada angular Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.13 Estructura Monofásica Centrada Retención

Monofásica- Centrada-Retención
La estructura utiliza para un conductor máximo de 4/0 AWG, es necesario utilizar tensor en este tipo de estructura
<p>Vanos</p> <p>300m – 2 número de amortiguadores 2</p> <p>301m- 500 – 4 número de amortiguadores 4</p> <p>501m- 800 – 4 número de amortiguadores 6</p>

<p>Identificador ESE-1CR</p>	 <p>Figura 1.19 Estructura centrada retención Fuente (MEER, 2013)</p>
----------------------------------	---

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.14 Estructura Monofásica Volada Pasante

<p align="center">Monofásica- Volada-Pasante</p>	
<p>La estructura en caso de ser angular el conductor será fijado al aislador lateralmente en caso de ángulo utilizar tensor el ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p> <p>Esta estructura se instalará en un poste con una carga de rotura horizontal de 500kg.</p>	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 0° -5°-10°- 20°</p>	
<p>Identificador ESE-1VP</p>	 <p>Figura 1.20 Estructura Volada pasante Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.15 Estructura Monofásica Volada Retención

<p align="center">Monofásica- Volada-Retención</p>	
<p>Estructura debe utilizar para conductores máximo ACSR 4/0 AWG, el ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p>	
<p>Esta estructura se instalará en un poste con una carga de rotura horizontal de 500kg es necesario la utilización de tensor.</p>	

<p>Identificador ESE-1VR</p>	 <p>Figura 1.21 Estructura Volada Retenida Fuente (MEER, 2013)</p>
----------------------------------	---

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.16 Estructura Monofásica Volada Doble Retención

Monofásica- Volada- Doble Retención	
<p>Esta estructura se instalará en un poste con una carga de rotura horizontal de 500kg es necesario la utilización de tensor, el ancho de la cruceta de acero galvanizado de 70 a 75cm.</p>	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 40m de vano en ángulos de 10°- 30°- 60°</p>	
<p>Identificador ESE-1VD</p>	 <p>Figura 1.22 Estructura Volada Doble Retenida Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.17 Estructura Monofásica Centrada Doble Retención

Monofásica- Centrada-Doble Retención	
<p>Conductores: Aluminio y ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0, 350 y 336,4 tendrán un valor máximo de 80m de vano en ángulos de 2°- 5°-20°- 60°</p>	
<p>Conductores:</p>	

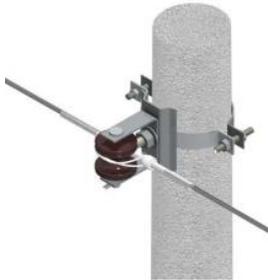
<p>ASCR de calibre 2, 1/0, 3/0, 4/0 y 336,4 tendrán un vano entre 80m y menor o igual a 150m</p> <p>De longitud en ángulos de 10°-30°-60°</p>	
<p>Vanos</p> <p>300m – 2 número de amortiguadores 2</p> <p>301m- 500 – 4 número de amortiguadores 4</p> <p>501m- 800 – 4 número de amortiguadores 6</p>	
<p>Identificador ESE-1CD</p>	 <p>Figura 1.23 Estructura centrada doble retenida Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

1.3.3 Estructuras aéreas bajo voltaje red desnuda

A continuación, se detallarán los diferentes tipos de estructuras y los elementos que conforman las redes de bajo voltaje de red desnuda según el (MEER, 2013) de acuerdo con la revisión 04 en la sección 2 del manual de las unidades de construcción (UC).

Tabla 1.18 Estructura Vertical de Una vía Pasante o tangente

<p>Una Vía-Vertical-Pasante o Tangente</p>	
<p>Se utilizará en ángulos máximos de 60° para conductores de aluminio o ASCR calibre menor o igual 4/0 AWG</p>	
<p>Identificador ESE-1EP</p>	 <p>Figura 1.24 Estructura vertical de una vía pasante</p>

	Fuente (MEER, 2013)
--	---------------------

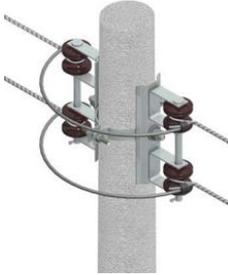
Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.19 Estructura Vertical de Una vía Retenida

Una Vía-Vertical-Retenida	
Se utilizará en ángulos máximos de 60° para conductores de aluminio o ASCR calibre menor o igual 4/0 AWG	
Identificador ESE-1ER	 <p>Figura 1.25 Estructura vertical de una vía retenida Fuente (MEER, 2013)</p>

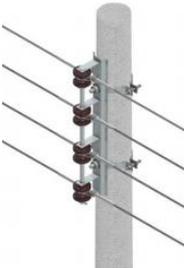
Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.20 Estructura Vertical de Dos vías Doble Retenida

Dos Vía-Vertical-Doble Retenida	
Se utilizará en ángulos máximos de 60° para conductores de aluminio o ASCR calibre menor o igual 4/0 AWG	
Identificador ESE-2ED	 <p>Figura 1.26 Estructura vertical de dos vías pasante Fuente (MEER, 2013)</p>

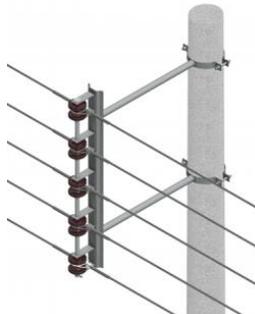
Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.21 Estructura Vertical de Cuatro vías Pasante

Cuatro Vías-Vertical-Pasante o Tangente	
Se utilizará en ángulos máximos de 60° para conductores de aluminio o ASCR calibre menor o igual 4/0 AWG	
Identificador ESE-4EP	 <p>Figura 1.27 Estructura vertical de cuatro vías pasante Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.22 Estructura Vertical en volado de Cinco vías Pasante

Cinco Vías-Vertical- Volado-Pasante o Tangente	
Se utilizará en ángulos máximos de 60° para conductores de aluminio o ASCR calibre menor o igual 4/0 AWG	
Identificador ESE-5OP	 <p>Figura 1.28 Estructura vertical volado de cinco vías pasante Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.23 Estructura Vertical de Tres vías Retenida

Tres Vía-Vertical-Retenida	
Se utilizará en ángulos máximos de 60° para conductores de aluminio o ASCR calibre menor o igual 4/0 AWG	

Identificador ESE-3ER	 <p>Figura 1.29 Estructura vertical de tres vías retenida Fuente (MEER, 2013)</p>
--------------------------	---

Fuente (MEER, 2013)

1.3.4 Estructuras aéreas bajo voltaje red preensamblada

A continuación, se detallarán los diferentes tipos de estructuras y los elementos que conforman las redes de bajo voltaje red preensamblada según el MEER (2013), de acuerdo con la revisión 04 en la sección 2 del manual de las unidades de construcción (UC).

Tabla 1.24 Estructura una Vía Preensamblado Pasante con Tres Conductores

Una Vía-Preensamblado- Pasante con Tres Conductores	
Se utilizará en tangente menor o igual a 5° con un vano máximo de 40m	
Identificador ESD-1PP3	 <p>Figura 1.30 Estructura preensamblado una vía pasante Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.25 Estructura una Vía Preensamblado Retención con Tres Conductores

Una Vía-Preensamblado- Retención con Tres Conductores	
El bucle de reserva debe tener una longitud mínima de 1000m en ángulo mayor a 60° se utilizará 2 terminales el vano máximo es de 40m	

Identificador ESD-1PR3	 <p>Figura 1.31 Estructura preensamblado una vía retención Fuente (MEER, 2013)</p>
---------------------------	---

Fuente (MEER, 2013)

Tabla 1.26 Estructura una Vía Preensamblado Doble Retención con Tres Conductores

Una Vía-Preensamblado- Pasante con Tres Conductores	
Se utiliza en tangente máximo de 60° vano máximo de 40m	
Identificador ESD-1PD3	 <p>Figura 1.32 Estructura preensamblado una vía doble retención Fuente (MEER, 2013)</p>

Fuente (MEER, 2013)

1.3.5 Análisis de poste

El dimensionamiento para la cimentación de postes dependerá mucho del tipo de suelo en el que se desee realizar el montaje por ello el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER), realiza un análisis de acuerdo con el tipo de suelo el cual se detalla a continuación en la Tabla 1.27.

Tabla 1.27 Análisis del terreno para la cimentación de postes

Coefficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2m.				Dimensiones para cimentación	
Terreno	k(kg/cm ² cm ²)		k(kg/cm ² cm ²)	a (cm)	b(cm)

Arcilla húmeda	3 a 6	Terreno flojo	8	150	100
Arcilla seca	7 a 8				
Tierras sueltas	9 a 10	Terreno Normal	12	140	100
Tierras compactas	11 a 12				
Grava gruesa con arena	13 a 15	Terreno rocoso	16	110	100
Grava gruesa	16 a 18				
Roca blanda	19 a 20				

Fuente (MEER, 2013)

Una vez que se toma en cuenta la calidad del terreno de acuerdo con la Tabla 1.27 se procede a realizar una serie de pasos para el montaje del poste en el lugar que se requiera por el usuario o la empresa encargada de distribución de energía eléctrica, cabe recalcar que la formula puede tener variaciones de acuerdo con el tipo de suelo donde se realiza el montaje.

1.- dimensiones en cm.

2.- las cimentaciones se realizarán en dos fases:

a) Replanteo de 20 cm.

b) lo restante de cimentación.

3.- el terminado superior del dado será tipo diamante con 6° de inclinación.

$$4.- h = \frac{l}{10} + 0,5$$

Dónde: h = longitud de empotramiento, l = longitud del poste (MEER, 2013).

1.3.6 Montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje

Los lineamientos de la homologación de las unidades de propiedad y la actualización de las unidades de construcción tienen como finalidad el montaje de componentes dentro de los

Sistemas Aéreos de Distribución de Energía Eléctrica donde se especifica aquellos materiales y equipos y se adaptaran a las necesidades de cada empresa distribuidora del servicio eléctrico (MEER, 2013).

Antes del montaje de redes en medio y bajo voltaje se deben realizar una serie de actividades que garantizan un trabajo optimo y eficiente que permita mejorar los tiempos del ensamblaje de las distintas estructuras tanto de medio y bajo voltaje usando los equipos adecuados de protección personal y los componentes de maniobras que permitan una calidad en el desarrollo de dichas actividades.

Baja tensión. – las actividades a realizarse son el traslado del personal y herramienta por medio de utilitarios (camionetas), el uso de herramientas estas pueden ser alicates, pinzas, llaves entre otros también es importante recalcar las mediciones eléctricas se las ejecuta con la finalidad de identificar puntos de energización mediante el multímetro, pinza amperimétrica y megóhmetro (Gomez J. , 2016).

Media tensión. – estas actividades se las realizan en las líneas aéreas de 13.9kV donde de acuerdo con cada empresa de distribución el personal técnico eléctrico realiza el armado, desconexiones y reparaciones de líneas de media tensión. Estas actividades se las realiza de acorde con el problema y estado actual de la línea donde el jefe de grupo determinara si se realizan dichos procedimientos energizada o desenergizada, pero usualmente todos estos trabajos se los realiza sin tensión (Gomez J. , 2016)

Según (Herrera, 2015), para desarrollar el montaje de redes aéreas en medio y bajo voltaje son necesarias una serie de actividades que serán enunciadas a continuación.

- 1) Tendido de conductores.
- 2) Montaje del transformador de distribución.
- 3) Montaje de estructura en el poste.
- 4) Instalación del fusible.
- 5) Instalación de protecciones. (descargadores y cortacircuitos).
- 6) Conexión de interruptores y seccionadores en una estructura.
- 7) Conexión de alta para transformador de distribución.
- 8) Conexión de baja para transformador de distribución.
- 9) Instalación de retenida con varilla de anclaje.
- 10) Instalación de puesta a tierra de transformador de distribución.
- 11) Conexión de registrador de fallas de circuito.
- 12) Instalación y retiro de puentes y derivaciones y empalmes.



Figura 1.33 Montaje de estructuras de media tensión
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 1.33 se puede apreciar a dos obreros realizando el ensamblaje de las estructuras de medio voltaje y mantenimiento de la línea de 13.8 kV.

1.4 Seguridad en el montaje de líneas eléctricas aéreas

Para la realización de trabajos de montaje de líneas aéreas en alto, medio y bajo voltaje es necesario realizar las maniobras eléctricas con los conocimientos previos y adecuados para evitar posibles accidentes por ello es indispensable saber cuáles son las distancias de los límites de seguridad para protección contra choque y arco eléctrico, así como los niveles de la energía incidente causado por fallas que pudieran presentarse durante la operación o mantenimiento estas distancias serán determinadas por cada empresa de distribución eléctrica (González J. , 2018).

1.4.1 Reglamento de seguridad de trabajo contra riesgos en instalación de energía eléctrica

El Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo en el acuerdo No. 013 del Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica, establece que los trabajadores para el montaje y mantenimiento de redes eléctricas de media y baja tensión en el Art. 1.- especifica condiciones generales como: contar con personal calificado, material adecuado, aislamiento apropiado, aplicación de las medidas necesarias para las protección de las personas contra riesgos de contacto accidental con estructuras

metálicas, energizadas por fallas del aislamiento, mediante el uso de puestas a tierra de las estructuras metálicas y masas "Reglamento de Seguridad..." (2017).

1.4.2 Métodos de trabajo seguros en líneas aéreas en media y baja tensión

Para la realización de trabajos de montaje y mantenimiento de redes eléctricas aéreas de medio y bajo voltaje existen dos métodos que se detallan a continuación.

Trabajos con tensión. – el funcionamiento del sistema eléctrico en ocasiones no puede ser desconectado debido a ello se ejecutan los trabajos en líneas vivas. Por lo cual es necesario tomar en cuenta que al tener contacto es indispensable la utilización de dispositivos especiales y equipamiento aislado, referente a la distancia es importante la aplicación de elementos tendientes para alejar los puntos de contacto y a potencial la utilización de trajes de contacto tipo Faraday como se muestra a continuación en la figura 1.34 (González J. , 2018).



Figura 1.34 Equipos para trabajos con tensión (línea viva)
Fuente (Autor, 2020)

Trabajos sin tensión. – para realizar trabajos desenergizados de medio y bajo voltaje se toma en cuenta la consignación de la instalación es decir las 5 reglas de oro (González J. , 2018).

- 1) Desconectar (separación visible).
- 2) Bloqueo para prevenir cualquier retroalimentación.
- 3) Verificar ausencia de tensión.
- 4) Poner a tierra en cortocircuito.
- 5) Señalización de la zona de trabajo.

Estos procesos se los realiza con el fin de mitigar los riesgos y accidentes que puedan presentarse durante el montaje de las líneas de medio y bajo voltaje.

1.4.3 Trabajos en altura

se consideran trabajos en alturas a los que se realicen a una distancia del suelo mayor a 1,80 m donde se debe llevar acabo un análisis de riesgo de trabajo y dialogo periódico de seguridad para la realización de actividades de montaje de forma adecuada y evitar posibles accidentes (CNEL, 2018).

El jefe de grupo determina aspectos importantes que se deben considerar para los trabajos en alturas con el fin de definir la necesidad de asegurar el aérea de trabajo que se detallan a continuación.

- Condiciones meteorológicas adecuadas
- Charla de mínimo 5 minutos sobre seguridad en la zona de trabajo
- Utilización de plano o diagrama unifilar (instructivo de seguridad contra riesgo eléctrico)
- Verificar los equipos de seguridad personal y colectivo necesarios

Además, el personal asignado a la tarea debe verificar el estado de los puntos de anclaje antes de ejecutar cualquier actividad, las condiciones físicas deberán ser adecuadas, no debe tener agua o humedad, debe aterrizar las líneas y por último el trabajador debe tener precaución en todo momento y realizar los procedimientos acordes con los instructivos de trabajo.

Capítulo 2

2. Implementación de un emulador de patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje

En este apartado se describirá la implementación del patio de pruebas donde se emulará el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje que se encuentra en el edificio de la Carrera de Electricidad.

2.1 Introducción

El patio de pruebas implementado está diseñado para la emulación del montaje de redes de medio y bajo voltaje e identificar los diferentes materiales y elementos que conforman las estructuras de medio y bajo voltaje.

2.1.1 Ubicación física

El trabajo de grado se desarrollará en el campus principal de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la provincia de Imbabura, sede Ibarra, Ciudadela Universitaria, Avenida 17 de Julio 5-21 y General José María. Sector el Olivo. La implementación de un emulador de patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje en el edificio de la Carrera de Electricidad en la Figura 2.1 se especifica el espacio de implementación del trabajo de grado.



Figura 2.1 Ubicación donde se implementó el patio de pruebas
Fuente (Autor, 2020)

2.1.2 Adquisición de materiales

Los materiales que conforman el patio de pruebas para el montaje de líneas aéreas fueron adquiridos gracias a la gestión y las reuniones que se desarrolló con el departamento de construcciones entre ellos están:

- Poste de hormigón
- Piedra
- Arena
- Ripio

Además, se realizó la compra de los materiales para realizar el cerramiento donde se encuentra el patio de pruebas como:

- Malla electrosoldada de 4x10 cm
- Cemento
- Electrodo
- Tubo galvanizado de 6m 2 pulgadas x 2mm
- Discos de corte para amoladora
- Tira fondos de tres pulgadas
- Taco Fisher
- Pintura anticorrosiva
- Gasolina
- Esponja

2.2 Instalación de los elementos que conforman el patio de pruebas

Para la realización del montaje de líneas aéreas de medio y bajo voltaje fue necesario la implementación de un patio emulador donde es posible realizar dichos procedimientos. Los cuales permiten una mejora en tiempos de montaje y acatar las medidas de seguridad correspondientes y así evitar accidentes.

2.2.1 Preparación del área de trabajo

En la Figura 2.2 se puede observar la limpieza que se realizó en el área designada para el trabajo de grado.



Figura 2.2 limpieza del área de trabajo de grado
Fuente (Autor, 2020)

La limpieza que se realizó fue para obtener mayor facilidad de trabajo y agilizar la toma de medidas en el edificio de la Carrera de Electricidad e identificar los puntos específicos donde se colocaron los postes de hormigón.

2.2.2 Cimentación

Para la cimentación de los postes de hormigón se analizó el tipo de terreno y acorde con los parámetros antes establecidos se realizó la excavación para colocar los postes como se puede apreciar en la Figura 2.3.



Figura 2.3 Excavación para la cimentación del poste de hormigón
Fuente (Autor, 2020)

Se tomo en cuenta la dimensión del poste en cm, longitud de empotramiento y longitud del poste. Acorde con la formula establecida por las unidades de propiedad del Ministerio de Electricidad y Energías renovables (MEER).

2.2.3 Adecuación de postes de hormigón

Los postes de acuerdo con las unidades de propiedad para líneas aéreas de distribución establecen que deben ser de una altura de 12 metros (MEER, 2011). Pero para el desarrollo del trabajo de grado se utilizó una altura didáctica de 4.5 metros y se realizó la adecuación del poste de hormigón como se puede apreciar en la Figura 2.4.



Figura 2.4 Corte del poste de hormigón
Fuente (Autor, 2020)

El poste fue cortado con la finalidad de obtener la altura deseada para la implementación del emulador de patio de pruebas de líneas aéreas.

2.2.4 Reubicación e instalación de los postes de hormigón

Debido a su estructura los postes fueron movilizados hasta el espacio de trabajo con la ayuda de una retroexcavadora proporcionada por las gestiones previas con el departamento de construcciones de la Universidad Técnica del Norte.



Figura 2.5 Movilización de postes de hormigón
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.5 muestra la reubicación de los postes desde el taller de mecánica de las instalaciones de la universidad hasta el espacio de trabajo donde se procedió a la cimentación.



Figura 2.6 Implementación de postes
Fuente (Autor, 2020)

Como se puede apreciar en la Figura 2.6 Una vez que se trasladaron los postes hacia los agujeros se procedió a la cimentación de cada uno de ellos hasta asegurarlos y alinearlos a nivel proporcionando una uniformidad adecuada.

2.3 limitación del patio de pruebas de líneas aéreas

Para el funcionamiento adecuado del patio de pruebas fue necesario la realización un cerramiento que asegure los bienes que se encuentran dentro del como estructuras de medio y bajo voltaje. Además, de asegurar un ambiente adecuado para la ejecución de las prácticas de montaje de las líneas aéreas.

2.3.1 Señalización de puntos a nivel

Para la implementación del cerramiento fue necesario identificar y toma medidas de un punto de referencia lo cual se realizó de acuerdo con la finalidad de crear una zanja para asegurar los cimientos para la misma como se puede observar en la Figura 2.7.



Figura 2.7 Señalización de los puntos a nivel
Fuente (Autor, 2020)

Muestra el procedimiento que se realizó donde identificamos el lugar específico donde se desarrolló la zanja para ello se colocó una cuerda a la altura de 1m desde la pared del edificio de la carrera de Electricidad. Además, se colocaron 6 maderos de 1.5m de altura por donde la cuerda atraviesa desde la pared a una distancia de 4m y de madero a madero una distancia de 10.5m que es la dimensión total del patio de pruebas.

2.3.2 Excavación de la zanja

La zanja se realizó con la finalidad de asegurar la malla electrosoldada se tomó como referencia la cuerda que se aseguró a la altura de 1m y se excavó a una profundidad de 30cm y 30 cm de ancho para facilitar el trabajo como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8 Excavación de la zanja
Fuente (Autor, 2020)

Se observa la excavación que se realizó con las dimensiones antes mencionadas cabe recalcar que en puntos específicos la zanja tubo variaciones debido a que el espacio donde se desarrolló el trabajo de grado tiene desniveles en el suelo.

2.3.3 Empedrado y colocación de los tubos del cerramiento

Para proporcionar una estabilidad adecuada de los tubos de acero galvanizado que se implementaron en el cerramiento se procedió al empedrado de la zanja con materiales que fueron proporcionados por el departamento de construcciones de la universidad.



Figura 2.9 Empedrado e implementación de tubos del cerramiento
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.9 se puede observar el empedrado que se realizó a una altura de 1.15 m para asegurar los tubos de acero galvanizado que tienen dimensiones de 3m de altura de 2mm x 2 pulgadas. Los cimientos de estos materiales se los implementó a una profundidad de 40cm para darle mayor estabilidad al momento de ser fundidos con concreto.

2.3.4 Función de los tubos del cerramiento

El desarrollo de la fundición de los tubos para el patio de lo desarrolló con materiales proporcionados por el departamento de construcciones y se procedió a realizar el concreto y cuidadosamente se colocó en la zanja a la altura de 1.07 m asegurando que cada uno de los tubos se encuentren a nivel.



Figura 2.10 Fundición de los tubos para el cerramiento
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.10 se puede observar los tubos que sirvieron para el cerramiento en su totalidad consta de 7 que se encuentran a una altura de 2.7m.

2.3.5 Instalación de la malla

se realizó la implementación de la malla electrosoldada en los tubos de acero galvanizado que tiene una longitud de 6m y 2.40m de alto dejando un espacio de 30 cm donde se colocó un bordillo de una con bloque para sujetar la malla y darle una mayor estabilidad al cerramiento.



Figura 2.11 Implementación de la malla
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 2.11 muestra la instalación de la malla electrosoldada para ello se soldó en los tubos de acero galvanizado y se tomó los puntos de energización desde las acometidas que ingresan al edificio de la carrera de Electricidad.



Figura 2.12 Realización del bordillo del cerramiento
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.12 se elaboró un bordillo de 30cm con bloque para proporcionar una mayor estabilidad a los tubos de acero galvanizado y a la malla del cerramiento la cual fue sujeta con concreto en la base.

2.3.6 Esterilización del terreno del patio de pruebas

Se realizó la limpieza de la maleza y la nivelación del terreno en el área interna del patio, luego de ello se vertió el aceite quemado como una medida para evitar el crecimiento de la maleza como se muestra en la Figura 2.13.



Figura 2.13 Riego de aceite quemado en el patio de pruebas
Fuente (Autor, 2020)

Para el riego del aceite se lo mezcló con diésel el cual ayudó a disipar de mejor manera debido a su viscosidad fueron necesarias 18 canecas de 20 litros más una caneca de combustible de la misma proporción.



Figura 2.14 Desinfección del patio de pruebas
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 2.14 se observa que luego de que el aceite se filtró en toda el área de trabajo se realizó la desinfección con el químico glifosato que elimina todo tipo de maleza con la finalidad de evitar el crecimiento en un futuro de plantas no deseadas dentro del patio de pruebas.

2.3.7 Esparcimiento de la chispa

Este proceso se lo desarrolló después de verificar que el terreno se encuentre totalmente libre de impurezas, para ello se realizó la compra de una volqueta de chispa de 8 metros cuadrados que abastecieron al patio de pruebas.



Figura 2.15 Dispersión de la chispa en el patio de pruebas
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.15 se aprecia que el patio de pruebas se esparció la chispa en toda el área de una forma uniforme y cuenta una capa de 20 cm que evita el crecimiento de maleza y a su vez trata de emular el entorno de un patio de pruebas real.

2.3.8 Recubrimiento con pintura anticorrosiva

Para evitar la corrosión de la malla electrosoldada y los tubos de acero galvanizado se realizó un recubrimiento con pintura anticorrosiva la cual evita el daño del cerramiento también se la colocó en los postes para proporcionar una mayor uniformidad al patio de pruebas.



Figura 2.16 Recubrimiento con pintura del patio de pruebas
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 2.16 muestra el recubrimiento total que se realizó con la pintura anticorrosiva. Además, de pintar el bordillo de color negro proporcionando un acabado estético en el patio de pruebas.

2.4 Selección de estructuras de medio y bajo voltaje

Las estructuras fueron seleccionadas por ser las más utilizadas según Rueda (2019), dentro del ambiente de distribución del suministro eléctrico tanto para medio y bajo voltaje para la realización de prácticas en el emulador de patio de pruebas.

2.4.1 Estructura Trifásica Centrada Pasante o Tangente

Se realizó la adquisición de una estructura de medio voltaje para la realización del montaje la cual consta de todos los implementos y materiales reglamentarios según las normativas de las unidades de propiedad del (MEER).



Figura 2.17 Estructura Trifásica Centrada Pasante
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.17 se aprecia todos los elementos que conforma la estructura de medio voltaje desde cruceta hasta los polimos necesarios para la distribución energética.

2.4.2 Estructura Trifásica Centrada Retenida

La realizó la adquisición de una estructura retenida de fibra de vidrio para mayor movilidad y se las utiliza común mente en sectores de difícil acceso.



Figura 2.18 Estructura Trifásica Centrada Retenida
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 2.18 se aprecia las crucetas de fibra de vidrio cuenta con todos los elementos de acuerdo con la normativa de las unidades de propiedad emitido por el (MEER).

2.4.3 Estructura Trifásica Volada Pasante

Se realizó la adquisición de una estructura volada pasante para con los elementos necesarios para el montaje dentro del patio de pruebas.



Figura 2.19 Estructura Trifásica Volada Pasante
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 2.19 se aprecia la estructura de medio voltaje con sus elementos reglamentarios con la diferencia notoria del pie amigo que este tiene una mayor longitud y es en forma de “L” para proporcionar una mayor estabilidad y apoyo mecánico.

2.4.4 Estructura de Cuatro Vías Vertical Retención o Terminal

Se realizó la adquisición de tres estructuras de bajo voltaje con cada uno de sus componentes para el montaje de líneas aéreas dentro del patio de pruebas y emular el respectivo montaje de estas.



Figura 2.20 Estructura de Cuatro Vías Retención
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 2.20 muestra las estructuras necesarias para el ensamblaje y emulación de las prácticas cuentan con dos abrazaderas de dos pernos para cada una de ellas proporcionando una mayor estabilidad.

2.4.5 Estructura Monofásica Centrada Angular

Se realizó la adquisición de la estructura centrada angular monofásica para el montaje y demostración de los distintos tipos de estructuras a nivel monofásico en media tensión.



Figura 2.21 Estructura Monofásica Centrada Angular
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.21 se aprecia una estructura monofásica necesaria para el montaje que y el entendimiento de los estudiantes que aprecien funcionamiento cuenta con cada uno de los elementos reglamentarios de acuerdo con las unidades de propiedad.

2.5 Equipo de Maniobras

Se realizó la selección del equipo de maniobras para el montaje de las estructuras antes mencionadas y las prácticas correspondientes que se detallaron en el manual de procedimientos.

2.5.1 Trepadoras para trabajos Eléctricos

Se realizó la compra de trepadoras eléctricas mismas que sirvieron para la ejecución del montaje de las estructuras y el desarrollo de las diferentes prácticas del manual de procedimientos.



Figura 2.22 Trepadoras eléctricas
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.22 se muestra las trepadoras eléctricas con sus respectivos implementos y recubrimientos de seguridad mismos que fueron cambiados para una mayor resistencia mecánica y estabilidad en el momento del montaje.

2.5.2 Cinturón de seguridad

Para el desarrollo de las prácticas es indispensable el cinturón de seguridad por ello se realizó la compra del equipo de seguridad con su línea de vida.



Figura 2.23 Cinturón de Seguridad
Fuente (Autor, 2020)

En la Figura 2.23 se aprecia el cinturón de seguridad con que se utilizó para el montaje de estructuras y fue parte fundamental para el desarrollo de cada una de las distintas prácticas para el manual de procedimientos.

Capítulo 3

3 Manual de procedimientos para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje

El presente manual se lo desarrolló con la finalidad de ayudar a los estudiantes de la carrera de Electricidad a tener una mejor comprensión e identificación de los elementos básicos que conforman las líneas aéreas de medio y bajo voltaje.

3.1 Montaje de líneas aéreas

Las estructuras de medio y bajo voltaje que se implementaron dentro del patio facilitarían el estudio de estas ya que se tomó como base las más utilizadas según Rueda (2019), y se detalló el proceso de montaje dentro del manual de procedimientos.

3.1.1 Montaje de Estructura Trifásica Centrada Pasante o Tangente

Para el desarrollo del montaje de dicha estructura son necesarios los materiales como crucetas de acero galvanizado, pie amigo de acero galvanizado, abrazadera de acero galvanizado, aisladores ANSI 55-5, pernos máquina 5/8 X 1 1/2", perno pin punta de poste y perno U de 5/8 x 6" y llaves de medida 15/16" (24 mm) o pico de loro.



Figura 3.1 Montaje estructura centrada pasante
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 3.1 muestra cómo se realizó el montaje de la estructura con los equipos de maniobras necesarios y los equipos de protección adecuados que se detallan en la sección de Anexo F y procedimiento 2.

3.1.2 Montaje de Estructura Trifásica Centrada Retenida

Para el montaje de dicha estructura son necesarios los materiales como crucetas de fibra de vidrio o acero galvanizado, pie amigo galvanizado, tuerca de ojo, abrazadera de acero galvanizado, perno máquina 5/8 x 1 x 1/2", perno rosca corrida, aislador ANSI DS-15, horquillas de acero galvanizado y grapa de aleación de aluminio y llaves de medida 15/16" (24 mm) o pico de loro.



Figura 3.2 Montaje estructura centrada retenida
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 3.2 se aprecia el montaje desarrollado con los equipos e implementos adecuados para dicho procedimiento, además del uso adecuado de herramientas y equipos de protección personal que se detallan en el Anexo G y procedimiento 3.

3.1.3 Montaje de Estructura Trifásica Volada Pasante

Para el montaje de dicha estructura son necesarios los materiales como crucetas de acero galvanizado, pie amigo galvanizado, abrazadera de acero galvanizado, perno maquina 5/8 x 1 1/2", perno U 5/8 x 6 ", aislador ANSI 55-5 y llaves de medida 15/16" (24 mm) o pico de loro.



Figura 3.3 Montaje estructura volada pasante

Fuente (Autor, 2020)

La Figura 3.3 muestra el montaje con los implementos y las respectivas herramientas teniendo en cuenta siempre el uso adecuado de los implementos de seguridad que se detallan en la sección de Anexos H y procedimiento 4.

3.1.4 Montaje de Estructura Monofásica Centrada Angular

Para el montaje de dicha estructura son necesarios los materiales como aislador ANSI 55-5, perno pin punta de poste y llaves 15/16" (24mm) o pico de loro.



Figura 3.4 Montaje estructura monofásica centrada angular

Fuente (Autor, 2020)

La Figura 3.4 muestra el ensamblaje del perno pin punta de poste de la estructura central angular luego de asegurar la estructura al poste se colocaron los aisladores el procedimiento se detalla en la sección de Anexo I y procedimiento 5.

3.1.5 Montaje de Estructura de Cuatro Vías Vertical Pasante.

Para el montaje de dicha estructura son necesarios los materiales como abrazadera de acero galvanizado, aislador tipo rollo ANSI 53-2, bastidor de acero galvanizado y llaves 15/16" (24mm) o pico de loro.



Figura 3.5 Montaje estructura de bajo voltaje rack de cuatro vías
Fuente (Autor, 2020)

La Figura 3.5 muestra cómo se realizó el montaje de la línea aérea de bajo voltaje en este caso se implementó un rack de cuatro vías para emular el montaje y una mayor accesibilidad del uso de herramientas el procedimiento se detalla en la sección de Anexo J y procedimiento 6.

3.2 Equipos de protección personal

Se entiende como equipo de protección personal a todos los elementos que brinden protección a un trabajador de uno o más riesgos que puedan amenazar su seguridad o vida según López (2020), la Coordinación de Gestión Integral de Riesgos, Seguridad, Ambiente y Salud en el trabajo, tiene definido el uso obligatorio de los equipos de protección personal en aéreas que expongan la integridad física del trabajador para evitar posibles accidentes.

3.2.1 Protección del cráneo

De acuerdo con el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (Decreto ejecutivo No. 2393) en su Art. 177 denomina que es necesario el uso de un cubrecabeza adecuado en caso de trabajo con riesgo de caída en altura, de proyección violenta de objetos sobre la cabeza. (IEES, 1986)



Figura 3.6 Casco tipo "I"
Fuente (Dalmau, 2018)

En la Figura 3.6 se aprecia un casco de tipo I este puede ser de diferentes clases C, G y E para el ámbito eléctrico se lo utiliza de preferencia de color blanco, suspensión de cuatro puntos de bandas nylon, peso de 345 gramos con una regulación de altura en la suspensión su rango de tallas es entre 6 ½ y 8 pulgadas con una capacidad dieléctrica de 20.000 voltios además de poseer el cumplimiento de la norma ANSI / ISEA Z89.1-2019 (Unican, 2020).

3.2.2 Protección de cara y ojos

El art.178 de dicho reglamento manifiesta que será obligatorio el uso de equipos de protección de cara y ojos en lugares de trabajo donde existan impacto con partículas o cuerpos sólidos, humos y polvos que puedan ocasionar lesiones (IEES, 1986).



Figura 3.7 Gafas ANSI Z87.1-2003
Fuente (Seripacar, 2017)

La Figura 3.7 muestra las gafas de seguridad las cuales se componen de policarbonato, de protección contra impacto de partículas y salpicaduras antirayadura, con un 99% de defensa contra rayos UV, adaptable con un marco superior acolchado de inyección dual con el cumplimiento de las normas ANSI Z97.1 – 2003, CSA Z94.3 – 2007 (Unican, 2020).

3.2.3 Protección auditiva

El art. 179 describe necesario el uso de protección auditiva cuando el nivel de ruido sobre pase el nivel establecido brindando una atenuación y brindar una seguridad adecuada al usuario (IEES, 1986).



Figura 3.8 Protector auditivo reusable tipo tapón
Fuente (Seripacar, 2017)

La Figura 3.8 muestra un protector auditivo reusable con cordón plástico que posee una tasa de reducción de ruido mínima de 25 a 27 decibeles de atenuación, resistente a la humedad, material antialérgico con el cumplimiento de la norma ANSI S3.19 – 1974 (Unican, 2020).

3.2.4 Protección de extremidades superiores

El art.181 del reglamento antes mencionado establece que es obligatorio el uso de protección en las extremidades superiores que mitigaran impactos, quemaduras, cortes exposición a tensión o quemaduras (IEES, 1986).



Figura 3.9 Guantes dieléctricos
Fuente (Prosac, 2018)

En la Figura 3.9 se aprecia los guantes dieléctricos de caucho natural con una resistividad eléctrica de 2.500 voltios, reduce la fatiga en la mano por su gran flexibilidad y durabilidad con el cumplimiento de la norma ANSI/ASTM D120 estándar NFPA 70 E (Unican, 2020).

3.2.5 Protección de extremidades inferiores

El art. 182 se empleará el uso de protección en extremidades inferiores para evitar golpes, humedad, contactos eléctricos, deslizamiento, perforaciones y situaciones que expongan la seguridad del trabajador (IEES, 1986).



Figura 3.10 Calzado dieléctricos
Fuente (Ferrekasa, 2020)

En la Figura 3.10 podemos observar el calzado tipo botín dieléctrico caña alta antideslizante resistente a hidrocarburos, la punta es de alta resistencia que cumple la norma ASTM F 2413 – 11 con una protección dieléctrica de mínimo 18.000 voltios la suela es de poliuretano de alta densidad, resistente a cortes, aceites y sustancias químicas (Unican, 2020).

3.2.6 Protección corporal

Se empleará protección para el cuerpo más conocido como uniforme de brigadista mediante un buzo táctico de tela 100% poliéster contra rayos UV no debe encogerse, de fibra suave de igual manera un pantalón táctico de tela 40% poliéster y 60% algodón la parte delantera y posterior poseerán doble tela para alta resistencia y seguridad (IEES, 1986).



Figura 3.11 Ropa dieléctricos
Fuente (Onzor, 2020)

En la Figura 3.11 se observa la ropa dieléctrica que se usa para realizar los distintos trabajos eléctricos por lo cual estas deben cumplir la norma de seguridad UNE-EN 50286 contra riesgos eléctricos como choque eléctrico (Del Prado, 2018).

3.3 Normas de seguridad para trabajos de operación y mantenimiento eléctrico.

De acuerdo con el Acuerdo Ministerial 013 reformado las normas de seguridad para el personal que interviene en instalaciones eléctricas deberán aplicar las 5 reglas de oro para trabajos eléctricos, es decir:

- 1.- Desconexión de todas las fuentes de tensión y neutro con un corte visible.
- 2.- Bloqueo de las fuentes de voltaje.
- 3.- Comprobación de ausencia de tensión.
- 4.- Colocación de la puesta a tierra.
- 5.- Señalización y delimitación de la zona de trabajo “Acuerdo Ministerial...”,(2017).

Conclusiones

Las unidades de propiedad estandarizadas por el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables ayudan a la comprensión y sirven de guía para el montaje de estructuras trifásicas, monofásicas, en medio y bajo voltaje sobre postes de redes de distribución.

La implementación del patio de pruebas, para el montaje de líneas aéreas, sirve como medio de adiestramiento en la construcción de proyectos eléctricos en cada una de las etapas de medio voltaje, transformadores de distribución, bajo voltaje y acometidas, que ayudan al estudiante a familiarizarse con cada uno de los componentes que conforman la red eléctrica y el uso correcto de herramientas y equipos de protección personal.

El manual de procedimientos para el montaje de líneas aéreas guía al estudiante en los pasos que debe seguir en el ensamblaje de estructuras de soporte de líneas aéreas en medio, bajo voltaje y protocolos de seguridad que se deben tomar en cuenta para evitar accidentes mediante la utilización de equipos de protección personal, manejo adecuado de herramientas y cumplimiento de los lineamientos de seguridad para una instalación eficiente.

Recomendaciones

El patio de pruebas requiere de la incorporación de más material para complementar estructuras que no fueron consideradas en este presente trabajo de grado que permitan extender y completar este sitio de adiestramiento.

Se requiere la energización con voltajes mínimos de trabajo que permitan emular líneas aéreas de distribución vivas y mediante ello dar a conocer al estudiante como aplicar las cinco reglas de oro en ambientes energizados.

Para la realización de procedimientos de ensamblaje es necesario seguir los protocolos de seguridad plasmados en el manual, además se debe realizar capacitaciones frecuentes a los estudiantes de los riesgos presentes en trabajos de mantenimiento eléctrico en alturas para evitar cualquier tipo de accidentes dentro del patio de pruebas.

Referencias

- Acuerdo Ministerial Reformado. (14 de Junio de 2017). *trabajo.gob.ec*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-13.-REGLAMENTO-DE-RIESGOS-DE-TRABAJO-EN-INSTALACIONES-ELECTRICAS.pdf>
- Alkan, A. (2019). Technical and Economical Analysis of Medium Voltage Distribution Grind of Erzurum on Overload Condition. *Eleco Electrical and Electronics Engineering* , 69-75.
- Arconel. (Diciembre de 2017). *Agencia de Regulación y Control de Electricidad* . Obtenido de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/074-17.doc.pdf>
- Arconel. (Junio de 2018). *Agencia de Regulación y Control de Electricidad* . Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/018-18-Proyecto-de-Regulacion-Franjas-de-Servidumbre-en-lineas-del-servicio-de-energia-electrica-y-distancias-de-seguridad-entre-las-redes-electricas-y-edificaciones.pdf>
- Cacuango, L. (2020). *Rediseño de la red de distribución de energía eléctrica en baja tensión en el conjunto residencial "Milton Reyes"*. Ibarra.
- CENS. (Diciembre de 2016). *Grupo EMP*. Obtenido de https://www.cens.com.co/Portals/2/Documentos/Norma_Actualizada/CAPITULO%203_Redes%20de%20Media%20y%20Baja%20Tensi%C3%B3n%20CENS%20-%20Norma%20T%C3%A9cnica%20-%20CNS-NT-03.pdf
- CONELEC. (1 de Enero de 2016). *Concejo Nacional de Electricidad* . Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/Regulacion-No.-CONELEC-004-01.pdf>
- Dalmau. (2018). *Tipo I clase E* . Obtenido de <https://www.industriasdalmau.com/tipo-i-clase-e/>
- Del Prado, J. (05 de Abril de 2018). *Business School*. Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/especial-master-prevencion/epis-riesgo-electrico/>

- Distribución, G. p. (32 de Marzo de 2015). Obtenido de <http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/921866/Gu%C3%ADa+para+dise%C3%B1o+de+redes+para+distribuci%C3%B3n/b681b238-2c70-4ee6-b737-ecca4ca8b55c>
- EEQ, E. E. (2015). *Normas para sistema de distribución- parte A*. Quito.
- Electricidd, C. N. (18 de mayo de 2018). *CNEL*. Obtenido de http://www.cnelep.gob.ec/uploads/lotaip/links_a3/IT-RSC-RES-007%20DE%20TRABAJO%20SEGURO%20EN%20ALTURA%20v1.pdf
- Ferrekasa. (16 de Septiembre de 2020). *Ferrekasa*. Obtenido de <https://ferrekasa.com.mx/products/zapatos-dielectricos-con-casquillo-27-cafe>
- G Parise, L. P. (2015). Safety procedures for electrical work in installations susceptible to unexpected source of energy. *IEEE Electrical Safety Workshop* , 1-5.
- Garcia, J. (2018). *Sistemas Eléctricos de Distribución*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Gomez, J. (2016). *Intervención segura de líneas de alta, media y baja tensión*. San Carlos .
- Gomez, J. (5 de Agosto de 2016). *Universidad Fasta*. Obtenido de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1366/2016_SH_009.pdf?sequence=1
- González, J. (Enero de 2018). *Electro Industria*. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3163&xit=seguridad-para-el-trabajo-en-lineas-electricas>
- González, K. (2019). *Rediseño del sistema eléctrico general del conjunto residencial Valdivia bloque # 8 de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil.
- Herrera, E. (Marzo de 2015). *Dispac*. Obtenido de https://www.academia.edu/39827556/MANUAL_DE_MANTENIMIENTO_PARA_REDES_DE_ALTA_MEDIA_Y_BAJA_TENSI%C3%93N_EMPRESA_DISTRIBUIDORA_DEL_PAC%C3%8DFICO_C%C3%B3digo_MANUAL_DE_MANTENIMIENTO_PARA_REDES_ELECTRICAS_ALTA_MEDIA_Y_BAJA_TENSI%C3%93N
- IEES. (17 de Noviembre de 1986). *Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social* . Obtenido de Seguro General de Riesgos del Trabajo: <https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>
- INEN. (09 de Junio de 2020). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/CPE-19.pdf>

- López, E. (03 de Junio de 2020). *COORDINACIÓN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS*. Obtenido de https://www.unach.edu.ec/wp-content/Riesgos%20Laborales/PLANES_DE_EMERGENCIA/2020/ANEXO%201.2%20-%20INSTRUCTIVO%20DE%20USO%20Y%20MANTENIMIENTO%20DE%20EPP.pdf
- Maigua, E. (16 de Julio de 2018). *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29167/1/Tesis_%20t1524id.pdf
- MEER. (03 de junio de 2011). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Marco Teórico*. Obtenido de http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=935
- MEER. (02 de junio de 2011). *Unidades de Propiedad simbología*. Obtenido de http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=129&Itemid=378
- MEER. (04 de Junio de 2013). *Cimentación Análisis de postes*. Obtenido de http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=547&Itemid=868
- MEER. (06 de Mayo de 2013). *Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos del Sistema de Distribución Eléctrica*. Obtenido de http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=490&Itemid=809
- MEER. (04 de enero de 2013). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Estructuras de Medio voltaje trifásico*. Obtenido de http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=142&Itemid=207
- MEER. (04 de Enero de 2013). *Unidades de Propiedad*. Obtenido de http://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=142&Itemid=207
- Montecelos, J. (2016). *Sistemas Eléctricos*. En *Sistemas eléctricos en centrales* (pág. 15). España: Paraninfo, SA.
- Mujal, R. (2015). *Cálculo de líneas y redes eléctricas*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

- Occidente, C. E. (15 de Noviembre de 2019). *Construcción de redes Eléctricas en media y baja tensión, montaj de subestaciones de distribución e instalación de media en veredas del municipio de Jambaló en el departamento del Cauca* . Obtenido de https://www.ceoesp.com.co/cargar_imagen.php?id=807&tipo=6&thumbnail=FALSE
- Onzor. (19 de Febrero de 2020). *Onzor*. Obtenido de <https://ropalaboralonzor.com/blog/ropa-de-trabajo-para-electricistas/>
- Pacífico, E. D. (Marzo de 2015). *Academia.edu*. Obtenido de https://www.academia.edu/39827556/MANUAL_DE_MANTENIMIENTO_PARA_REDES_DE_ALTA_MEDIA_Y_BAJA_TENSI%C3%93N_EMPRESA_DISTRIBUIDORA_DEL_PAC%C3%8DFICO_C%C3%B3digo_MANUAL_DE_MANTENIMIENTO_PARA_REDES_ELECTRICAS_ALTA_MEDIA_Y_BAJA_TENSI%C3%93N
- Prosac. (11 de Octubre de 2018). *Netsuite*. Obtenido de https://4552735.app.netsuite.com/core/media/media.nl?id=33381&c=4552735&h=8b6de7a22cb2df5b554d&_xt=.pdf
- reformado, A. M. (14 de Junio de 2017). *trabajo.gob.ec*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/AM-13.-REGLAMENTO-DE-RIESGOS-DE-TRABAJO-EN-INSTALACIONES-ELECTRICAS.pdf>
- Rodríguez, R. (2019). *Estudio para la implementación de una red de distribución eléctrica para la reducción del aprovechamiento ilícito d. Guayaquil*.
- Román, L. (16 de Marzo de 2016). *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5410/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-75.pdf>
- Rueda, C. (15 de Junio de 2019). *Procedimientos para montaje de estrucutras de medio y bajo volta* . Ibarra : Emelnorte S.A.
- Seguridad...", ". d. (04 de Diciembre de 2017). *Reglamento de Seguridad del Trabajo Contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica*. Obtenido de <https://www.helse.ec/wp-content/uploads/2017/12/4.-Reglamento-Seguridad-del-Trabajo-contra-Riesgos-Instalaciones-de-Energ%C3%ADa-EI%C3%A9ctrica.pdf>
- Seripacar. (Marzo de 2017). *Catálogo de Seguridad Industrial* . Obtenido de <http://www.seripacar.com.ec/wp-content/uploads/2017/03/CATALOGO-3M-GENERAL.pdf>

- Somarriba, S. (29 de Noviembre de 2019). *Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/3045/1/94360.pdf>
- Unican. (30 de Mayo de 2020). *Equipos de Protección Personal*. Obtenido de <https://personales.gestion.unican.es/martinji/archivos/eprotindividual.pdf>
- Viteri, F. (2016). *Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV*. Guayaquil.
- Wang, B. (2019). Electrical Safety Considerations . *IEEE*, 6603-6612.
- X Zhao, L. (2016). Modelo de flujo de potencia Trifásico de un sistema de distribución en media y baja tensión con fuentes de inversión sin conexión a tierra. *Zhongguo Dianni Gogcheng Xuebao*, 5421-5430.

Anexos

ANEXO A: Esclarecimiento de los procedimientos

Los presentes procedimientos son para expresar al operario todos los criterios y como elaborar el montaje y tener en cuenta los elementos a considerar para verificar que cuente con todos los equipos para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje.

ANEXO B: Equipos de protección personal

En el siguiente apartado se detallan los equipos de seguridad que los operarios deberán portar para la realización de los procedimientos.

- Casco de protección.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo ignífuga.
- Guantes de protección eléctrica.
- Botas contra riesgo eléctrico.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón de electricista.

ANEXO C: Identificación de riesgos

A continuación, se detallan algunos de los posibles accidentes que se pueden presentar en el patio de prueba cuando se desarrolle el ensamblaje de las estructuras aéreas.

- Contacto eléctrico.
- Caídas del personal a distinto nivel.
- Caídas de objetos de alturas.
- Cortes y golpes.
- Torceduras por mal manejo de herramientas.
- Tropezón con elementos.

ANEXO D: Protocolos de Seguridad para el montaje de líneas aéreas

De acuerdo con el “Reglamento de riesgos de trabajo en instalaciones de energía eléctrica” los protocolos de seguridad dentro del patio de pruebas son las siguientes:

1.- El responsable a cargo debe realizar una breve explicación de los procedimientos que se realizarán y recordar las cinco reglas de oro en todo momento a pesar de no contar con energización.

- Desconexión de fuentes de tensión.
- Bloqueo de las fuentes de tensión.
- Comprobación de ausencia de tensión y corriente.
- Colocación de puesta a tierra.
- Señalización del área de trabajo.

2.- Ejecutar los procedimientos mínimo entre dos personas quienes deberán disponer de todos los implementos de seguridad personal.

3.- Antes de realizar los procedimientos los estudiantes deberán despojarse de celulares, cadenas, anillos pulseras y otros similares con la finalidad de evitar distracciones en el desarrollo del montaje.

4.- No se realizarán los procedimientos de montaje en caso de que las condiciones ambientales no sean las adecuadas como: precipitaciones, descargas atmosféricas, viento, neblina espesa, insuficiente visibilidad y en caso de lluvia.

5.- Delimitar la zona de trabajo para evitar accidentes como caída de herramientas o materiales desde altura que puedan causar algún tipo de lesión a los estudiantes.

6.- Usar ropa adecuada de trabajo específico queda prohibido el uso de ropa deportiva, chompas con cremallera y otros similares.

7.- Al momento de culminar el procedimiento se deberá informar al docente a cargo también debe retirar los materiales y herramientas del entorno de trabajo para evitar accidentes como caídas, torceduras entre otros.

ANEXO E: Listado de materiales por estructura de medio y bajo voltaje

A continuación, se detalla cada uno de los elementos a utilizarse para los procedimientos de montaje en líneas aéreas en medio y bajo voltaje.

ANEXO F: Tabla 1 Elementos de la Estructura Trifásica Centrada Pasante.

Trifásica- Centrada-Pasante o Tangente			
Ref.	Unid.	Lista de materiales (descripción)	Cantidad
1°	c/u	Cruceta de acero galvanizado universal perfil	1

		"L"75x75x6mm (3x3x1/4')	
2°	c/u	Pie amigo de acero galvanizado "L" 38x38x6x700mm (1 ½ x 1 ½ x 1/4 x 27 x 9/16")	2
3°	c/u	Perno pin punta de poste simple galvanizado 19 x457mm (3/4 x 18")	1
4°	c/u	Abrazadera de acero galvanizado 3 pernos 38x4x140mm (1 ½ x 5/32 x 5 ½ ")	1
5°	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela y presión 16 x 38mm (5/8 x 1 1/2")	2
6°	c/u	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuerca, 2 arandelas planas y 2 presión de 16x 152mm (5/8'x6'), ancho dentro de la "U"	1
7°	c/u	Aislador espiga porcelana con radio interfacial 15kV ANSI 55-5	3
8°	c/u	Pero pin de acero galvanizado rosca plástica (3/4"x 12")	2
9°	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura. 4 AWG	6
10°	c/u	Varilla de armar preformada simple para cable de Al	3

Fuente (MEER, Unidades de Propiedad, 2013)

ANEXO G: Tabla 2 Elementos de la Estructura Trifásica Centrada Retenida

Trifásica- Centrada-Retenida			
Ref.	Unid.	Lista de materiales (descripción)	Cantidad
1°	c/u	Cruceta de acero galvanizado universal perfil "L"75x75x6mm (3x3x1/4')	2
2°	c/u	Pie amigo de acero galvanizado "L" 38x38x6x700mm (1 ½ x 1 ½ x 1/4 x 27 x 9/16")	4
3°	c/u	Perno de ojo galvanizado 4 tuercas, 4 arandelas y 4 de presión 16 x 254mm (5/8 X 10")	2
4°	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado 16mm (5/8")	1
5°	c/u	Abrazadera de acero galvanizado 3 pernos 38x4x140mm	1

		(1 ½ x 5/32 x 5 ½ ")	
6°	c/u	Abrazadera de acero galvanizado 4 pernos 38x4x140mm (1 ½ x 5/32 x 5 ½ ")	1
7°	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela y presión 16 x 38mm (5/8 x 1 1/2")	4
8°	c/u	Perno rosca corrida de acero galvanizado 16 x 38mm (5/8 x 1 1/2")	2
9°	c/u	Aislador caucho siliconado 15kV ANSI DS-15	3
10°	c/u	Grapa de aleación de Al tipo pistola	3
11°	c/u	Horquilla de acero galvanizado para anclaje 16 x 75mm (5/8 x 3")	3
11°	c/u	Horquilla de acero galvanizado para anclaje 16 x 75mm (5/8 x 3")	1

Fuente (MEER, Unidades de Propiedad, 2013)

ANEXO H: Tabla 3 Estructura Trifásica Volada Pasante

Trifásica- Volado-Pasante o Tangente			
Ref.	Unid.	Lista de materiales (descripción)	Cantidad
1°	c/u	Cruceta de acero galvanizado universal perfil "L"75x75x6 x 2400mm (3x3x1/4 x 95')	1
2°	c/u	Pie amigo de acero galvanizado "L" 38x38x6x700mm (1 ½ x 1 ½ x 1/4 x 27 x 9/16")	1
3°	c/u	Abrazadera de acero galvanizado 3 pernos 38x4x140mm (1 ½ x 5/32 x 5 ½ ")	1
4°	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela y presión 16 x 38mm (5/8 x 1 1/2")	1
5°	c/u	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuerca, 2 arandelas planas y 2 presión de 16x 152mm (5/8'x6'), ancho dentro de la "U"	1
6°	c/u	Aislador espica porcelana con radio interfacial 15kV ANSI 55-5	3
7°	c/u	Pero pin de rosca plástica 50mm 19 x 305mm (3/4"x 12")	3
8°	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura. 4 AWG	6
9°	c/u	Varilla de armar preformada simple para cable de Al	3

Fuente (MEER, Unidades de Propiedad, 2013)

ANEXO I: Tabla 4 Estructura Monofásica Centrada Angular

Monofásica- Centrada-Angular			
Ref.	Unid.	Lista de materiales (descripción)	Cantidad
1°	c/u	Aislador espiga porcelana con radio interfacial 15kV ANSI 55-5	2
2°	c/u	Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado con accesorios de sujeción 19 x 457mm (3/4x18")	1
3°	m	Alambre de Al desnudo sólido para atadura 4 AWG	4
4°	c/u	Varilla de armar preformada simple para cable de Al	1

Fuente (MEER, Unidades de Propiedad, 2013)

ANEXO J: Tabla 5 Estructura de 4 Vías Vertical Pasante

Cuatro Vías-Vertical-Pasante o Tangente			
Ref.	Unid.	Lista de materiales (descripción)	Cantidad
1°	c/u	Abrazadera de acero galvanizado 3 pernos 38x4x160mm (1 ½ x 5/32 x 6 ½ ")	2
2°	c/u	Aislador rollo porcelana 0.25 kV ANSI 53-2	4
3°	c/u	Bastidor de acero galvanizado 1 vía 38x4mm (1 ½ x 5/32")	1
4°	c/u	Alambre de Al desnudo sólido para atadura 4 AWG	8
5°	c/u	Varilla de armar preformada simple para cable de Al	4

Fuente (MEER, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Estructuras de Medio voltaje trifásico, 2013)

ANEXO K: Herramientas de montaje

Para el desarrollo de montaje son necesarias las herramientas que se detallan a continuación:

- Llaves 15/16 "(24mm)
- Llaves pico de loro
- Trepadoras para poste hormigón armado
- Cabos para el ascenso de estructuras (soga)
- Alicates con aislamiento

Procedimientos de montaje de líneas aéreas

Los presentes procedimientos son para expresar al operario todos los criterios y como elaborar el montaje y tener en cuenta los elementos a considerar para verificar que cuente con todos los equipos para el montaje de líneas aéreas en medio y bajo voltaje.

Procedimiento N°1

Tema: Uso del equipo de maniobras ascenso en el poste.

Objetivo General

- Relacionar a los operarios con los equipos de maniobras y uso de los equipos de protección personal.

Objetivos específicos

- Conocer cuáles son los equipos de protección personal.
- Permitir al estudiante asociarse con los equipos de maniobras.
- Identificar los componentes para este procedimiento.

Desarrollo

Para la realización de este procedimiento es necesario el uso de los equipos de protección personal adecuados para cada uno de los operarios como casco, guantes aislantes, ropa ignífuga, zapatos dieléctricos, gafas de seguridad y el uso del equipo de maniobras trepadoras para poste de hormigón y cinturón de seguridad el procedimiento debe ser de forma correcta como se muestra en la Figura 1.



Figura 1 Procedimiento N°1

Fuente (Autor,2021)

Observamos el correcto uso de los equipos de protección y de maniobras para el ascenso en el poste teniendo en cuenta ante todo la seguridad del operario.

Especificaciones técnicas del procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a realizarse por parte de los operarios bajo la supervisión del responsable a cargo, cada uno de estos ítems debe ser desarrollado correctamente como especifica la Tabla 6.

Tabla 6 procedimientos para ascenso a poste

Procedimiento para ascenso a poste.		
Ítem	Actividades por ejecutarse	Tiempo de cada actividad
1	Informar y solicitar autorización al responsable a cargo.	3 minutos
2	Verificar el uso correcto de los Equipos de Protección Personal.	5 minutos
3	Revisión de los equipos, herramientas manuales, materiales a utilizar incluido los postes antes del procedimiento.	5 minutos
4	Traslado de material desde la bodega al poste en zona de fácil acceso y armada de estructura bajo el poste	5 minutos
5	Ascenso al poste por el estudiante utilizando trepadoras, EPP, línea de vida	2 minutos
6	Realizar el descenso de acuerdo con el trabajo seguro en alturas.	2 minutos
	Tiempo total utilizado para la practica	22 minutos

Fuente (Autor)

Estos procedimientos deberán llevarse a cabo con la finalidad de desarrollar las actividades de forma segura para el operario y evitar accidentes.

Procedimiento N°2

Tema: Montaje de estructura trifásica centrada pasante.

Objetivo General

- Realizar el montaje de una estructura trifásica centrada pasante.

Objetivos específicos

- Conocer cuáles son los elementos que conforman la estructura.
- Permitir al operario asociarse con las herramientas y materiales.
- Relacionar al operario con el trabajo de montaje de líneas aéreas.

Desarrollo

Para la realización de este procedimiento es necesario el uso de los equipos de protección personal adecuados para cada uno de los operarios como casco, guantes aislantes, ropa ignífuga, zapatos dieléctricos, gafas de seguridad y el uso del equipo de maniobras trepadoras para poste de hormigón y cinturón de seguridad, además de tener un conocimiento previo de las herramientas llaves 15/16" (24mm) o pico de loro, alicates con aislamiento y materiales para el montaje como crucetas de acero galvanizado, pie amigo de acero galvanizado, abrazadera de acero galvanizado, aisladores ANSI 55-5, pernos máquina 5/8 X 1 1/2", perno pin punta de poste y perno U de 5/8 x 6" el ensamblaje se muestra en la Figura 2.

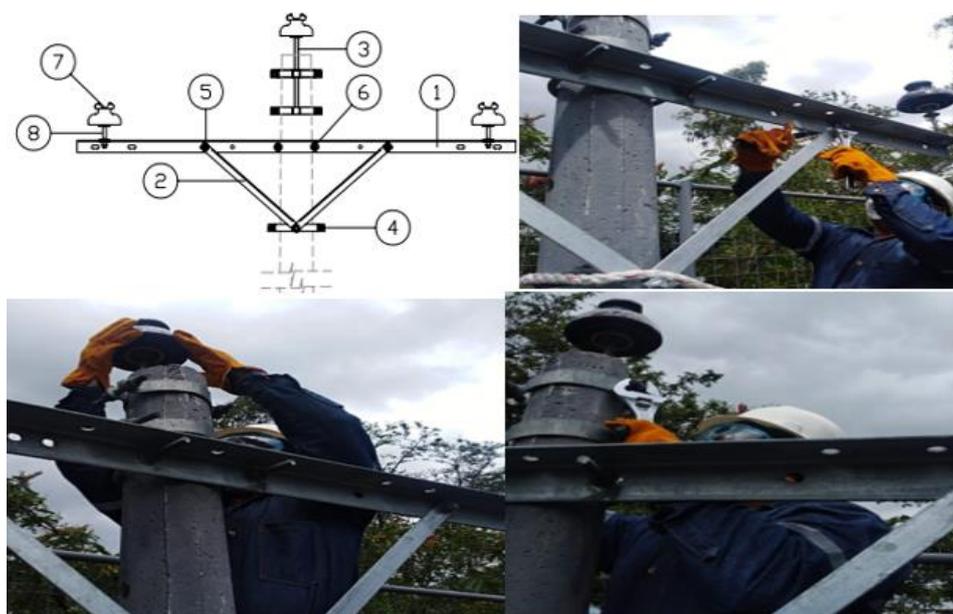


Figura 2 Procedimiento N°2

Especificación técnica del procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a realizarse por parte de los operarios bajo la supervisión del responsable a cargo cada uno de estos ítems debe ser desarrollado correctamente como especifica la Tabla 7.

Tabla 7 Procedimiento para estructura centrada pasante.

Procedimiento para estructura centrada pasante.		
Ítem	Actividades por ejecutarse	Tiempo de cada actividad
1	Informar y solicitar autorización al responsable a cargo.	3 minutos
2	Verificar el uso correcto de los Equipos de Protección Personal.	5 minutos
3	Revisión de los equipos, herramientas manuales, materiales a utilizar incluido los postes antes de los procedimientos.	5 minutos
4	Traslado de material desde la bodega al poste en zona de fácil acceso y armada de estructura bajo el poste.	5 minutos
5	Ascenso al poste por el estudiante utilizando trepadoras, EPP, línea de vida.	2 minutos
6	Subir el equipo necesario para realizar el ascenso de elementos.	2 minutos
7	Montaje del perno pin punta de poste fijando muy bien las abrazaderas.	5 minutos
8	Montaje de la estructura en el poste, fijando los diagonales y cruceta.	30 minutos
9	Realizar el descenso de acuerdo con el trabajo seguro en alturas.	2 minutos
10	Retiro de herramientas y equipos de seguridad del sitio de trabajo.	2 minutos
11	Informar al personal a cargo de las actividades que se ha ejecutado el ensamblaje de las estructuras.	2 minutos
	Tiempo total utilizado para la practica	63 minutos

Fuente (Autor)

Estos procedimientos deberán llevarse a cabo con la finalidad de desarrollar un ensamblaje óptimo y seguro para el operario evitando accidentes.

Procedimiento N°3

Tema: Montaje de estructura trifásica centrada retenida.

Objetivo General

- Realizar el montaje de una estructura trifásica centrada retenida.

Objetivos específicos

- Conocer cuáles son los elementos que conforman la estructura.
- Permitir al operario asociarse con las herramientas y materiales.
- Relacionar al operario con el trabajo de montaje de líneas aéreas.

Desarrollo

Para la realización de este procedimiento es necesario el uso de los equipos de protección personal adecuados para cada uno de los operarios como casco, guantes aislantes, ropa ignífuga, zapatos dieléctricos, gafas de seguridad y el uso del equipo de maniobras trepadoras para poste de hormigón y cinturón de seguridad, además de tener un conocimiento previo de las herramientas llaves 15/16" (24mm) o pico de loro, alicates con aislamiento y materiales para el montaje como crucetas de fibra de vidrio o acero galvanizado, pie amigo galvanizado, tuerca de ojo, abrazadera de acero galvanizado, perno máquina 5/8 x 1 x 1/2", perno rosca corrida, aislador ANSI DS-15, horquillas de acero galvanizado y grapa de aleación de aluminio el ensamblaje se muestra en la Figura 3.

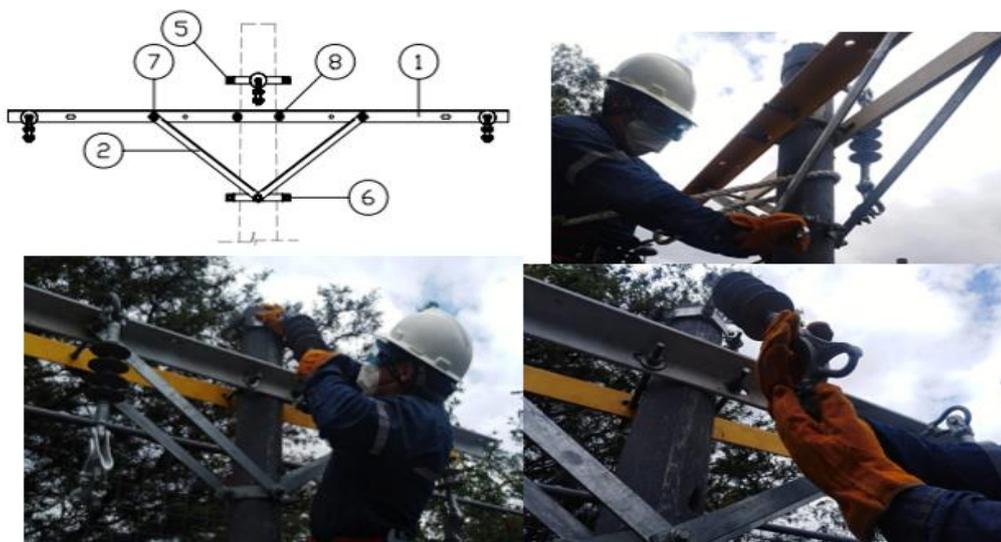


Figura 3 Procedimiento N°3

Fuente (Autor, 2021)

Especificación técnica del procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a realizarse por parte de los operarios bajo la supervisión del responsable a cargo cada uno de estos ítems debe ser desarrollado correctamente como especifica la Tabla 8.

Tabla 8 Procedimiento para centrada retenida.

Procedimiento para centrada retenida.		
Ítem	Actividades por ejecutarse	Tiempo de cada actividad
1	Informar y solicitar autorización al responsable a cargo.	3 minutos
2	Verificar el uso correcto de los Equipos de Protección Personal.	5 minutos
3	Revisión de los equipos, herramientas manuales, materiales a utilizar incluido los postes antes de los procedimientos.	5 minutos
4	Traslado de material desde la bodega al poste en zona de fácil acceso y armada de estructura bajo el poste.	5 minutos
5	Ascenso al poste por el estudiante utilizando trepadoras, EPP, línea de vida	2 minutos
6	Subir el equipo necesario para realizar el ascenso de elementos.	2 minutos
7	Montaje de polímero fijando muy bien las abrazaderas.	5 minutos
8	Montaje de la estructura en el poste, fijando los diagonales y cruceta.	50 minutos
9	Realizar el descenso de acuerdo con el trabajo seguro en alturas.	2 minutos
10	Retiro de herramientas y equipos de seguridad del sitio de trabajo.	2 minutos
11	Informar al personal a cargo de las actividades que se ha ejecutado el ensamblaje de las estructuras.	2 minutos
	Tiempo total utilizado para la practica	83 minutos

Fuente (Autor)

Estos procedimientos deberán llevarse a cabo con la finalidad de desarrollar un ensamblaje óptimo y seguro para el operario evitando accidentes.

Procedimiento N°4

Tema: Montaje de estructura trifásica volada pasante.

Objetivo General

- Realizar el montaje de una estructura trifásica volada pasante.

Objetivos específicos

- Conocer cuáles son los elementos que conforman la estructura.
- Permitir al operario asociarse con las herramientas y materiales.
- Relacionar al operario con el trabajo de montaje de líneas aéreas.

Desarrollo

Para la realización de este procedimiento es necesario el uso de los equipos de protección personal adecuados para cada uno de los operarios como casco, guantes aislantes, ropa ignífuga, zapatos dieléctricos, gafas de seguridad y el uso del equipo de maniobras trepadoras para poste de hormigón y cinturón de seguridad, además de tener un conocimiento previo de las herramientas llaves 15/16" (24mm) o pico de loro, alicates con aislamiento y materiales para el montaje como crucetas de acero galvanizado, pie amigo galvanizado, abrazadera de acero galvanizado, perno maquina 5/8 x 1 1/2", perno U 5/8 x 6 " y aislador ANSI 55-5 como se muestra en la Figura 4.

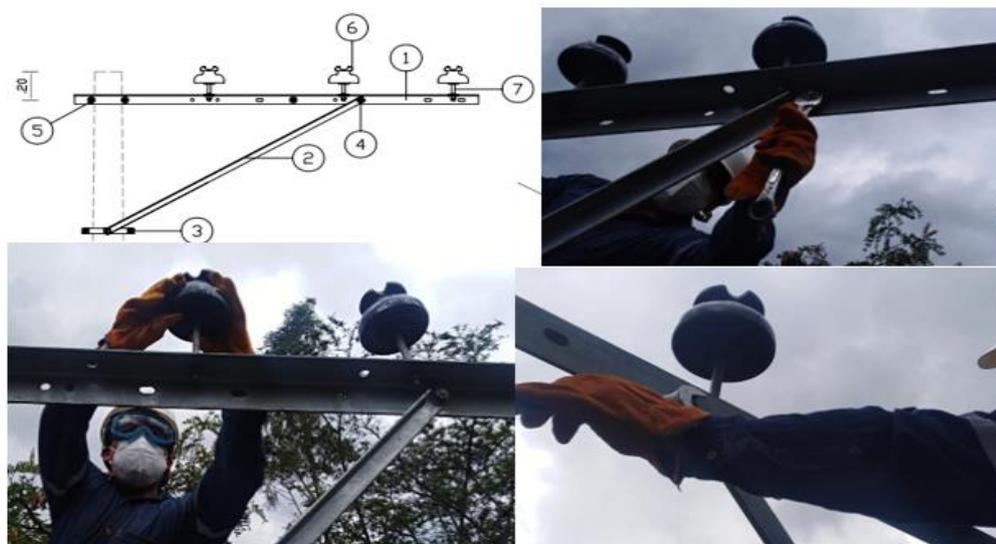


Figura 4 Procedimiento N°4

Fuente (Autor, 2021)

Se aprecia la realización del ensamblaje de la estructura volada con los materiales normados antes detallados y el uso adecuado de los equipos de protección personal.

Especificación técnica del procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a realizarse por parte de los operarios bajo la supervisión del responsable encargado cada uno de estos ítems debe ser desarrollado correctamente como especifica la Tabla 9.

Tabla 9 Procedimiento para montaje de estructura volada pasante.

Procedimiento para montaje de estructura volada pasante.		
Ítem	Actividades por ejecutarse	Tiempo de cada actividad
1	Informar y solicitar autorización al responsable a cargo.	3 minutos
2	Verificar el uso correcto de los Equipos de Protección Personal.	5 minutos
3	Revisión de los equipos, herramientas manuales, materiales a utilizar incluido los postes antes de los procedimientos.	5 minutos
4	Traslado de material desde la bodega al poste en zona de fácil acceso y armada de estructura bajo el poste.	5 minutos
5	Ascenso al poste por el estudiante utilizando trepadoras, EPP, línea de vida.	2 minutos
6	Subir el equipo necesario para realizar el ascenso de elementos.	2 minutos
7	Montaje de la estructura en el poste, fijando los diagonales y cruceta.	45 minutos
8	Realizar el descenso de acuerdo con el trabajo seguro en alturas.	2 minutos
9	Retiro de herramientas y equipos de seguridad del sitio de trabajo.	2 minutos
10	Informar al personal a cargo de las actividades que se ha ejecutado el ensamblaje de las estructuras.	2 minutos
	Tiempo total utilizado para la practica	73 minutos

Fuente (Autor)

Estos procedimientos deberán llevarse a cabo con la finalidad de desarrollar un ensamblaje óptimo y seguro para el operario evitando accidentes.

Procedimiento N°5

Tema: Montaje de estructura monofásica centrada angular.

Objetivo General

- Realizar el montaje de una estructura monofásica centrada angular.

Objetivos específicos

- Conocer cuáles son los elementos que conforman la estructura.
- Permitir al operario asociarse con las herramientas y materiales.
- Relacionar al operario con el trabajo de montaje de líneas aéreas.

Desarrollo

Para la realización de este procedimiento es necesario el uso de los equipos de protección personal adecuados para cada uno de los operarios como casco, guantes aislantes, ropa ignífuga, zapatos dieléctricos, gafas de seguridad y el uso del equipo de maniobras trepadoras para poste de hormigón y cinturón de seguridad, además de tener un conocimiento previo de las herramientas llaves 15/16" (24mm) o pico de loro, alicates con aislamiento y materiales para el montaje como aislador ANSI 55-5, perno pin punta de poste el ensamblaje se muestra en la Figura 5.

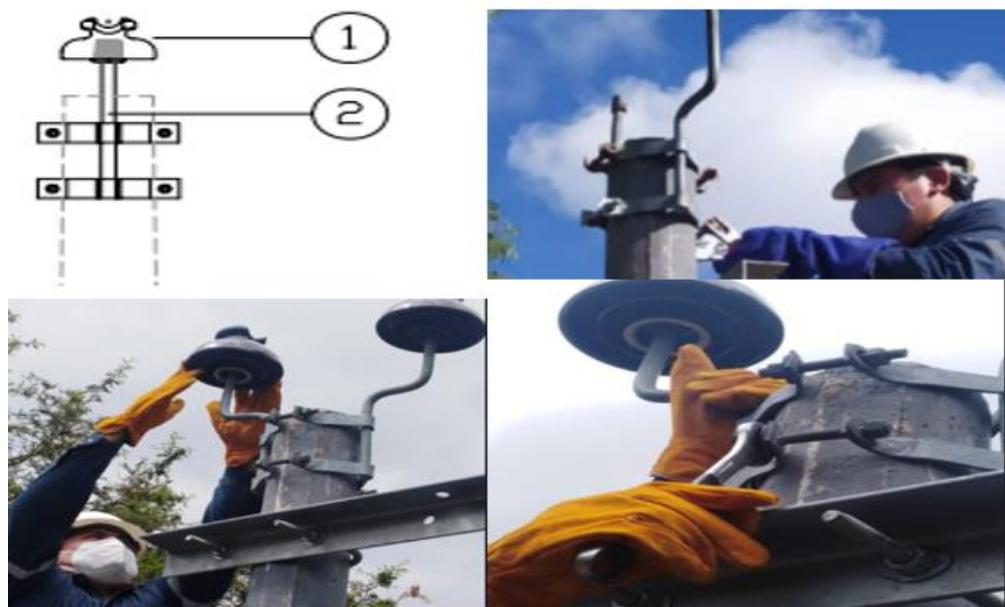


Figura 5 Procedimiento N°5

Fuente (Autor, 2021)

Especificación técnica del procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a realizarse por parte de los operarios bajo la supervisión del responsable a cargado cada uno de estos ítems debe ser desarrollado correctamente como especifica la Tabla 10.

Tabla 10 Procedimiento para montaje de estructura centrada angular.

Procedimiento para montaje de estructura centrada angular.		
Ítem	Actividades por ejecutarse	Tiempo de cada actividad
1	Informar y solicitar autorización al responsable a cargo.	3 minutos
2	Verificar el uso correcto de los Equipos de Protección Personal.	5 minutos
3	Revisión de los equipos, herramientas manuales, materiales a utilizar incluido los postes antes de los procedimientos.	5 minutos
4	Traslado de material desde la bodega al poste en zona de fácil acceso y armada de estructura bajo el poste.	5 minutos
5	Ascenso al poste por el estudiante utilizando trepadoras, EPP, línea de vida.	2 minutos
6	Subir el equipo necesario para realizar el ascenso de elementos.	2 minutos
7	Montaje de pin punta de poste fijando muy bien las abrazaderas.	25 minutos
9	Realizar el descenso de acuerdo con el trabajo seguro en alturas.	2 minutos
10	Retiro de herramientas y equipos de seguridad del sitio de trabajo.	2 minutos
11	Informar al personal a cargo de las actividades que se ha ejecutado el ensamblaje de las estructuras.	2 minutos
	Tiempo total utilizado para la practica	53 minutos

Fuente (Autor)

Estos procedimientos deberán llevarse a cabo con la finalidad de desarrollar un ensamblaje óptimo y seguro para el operario evitando accidentes.

2.6 Procedimiento N°6

Tema: Montaje de estructura de 4 vías vertical retención.

Objetivo General

- Realizar el montaje de una estructura de 4 vías vertical retención.

Objetivos específicos

- Conocer cuáles son los elementos que conforman la estructura.
- Permitir al operario asociarse con las herramientas y materiales.
- Relacionar al operario con el trabajo de montaje de líneas aéreas.

Desarrollo

Para la realización de este procedimiento es necesario el uso de los equipos de protección personal adecuados para cada uno de los operarios como casco, guantes aislantes, ropa ignífuga, zapatos dieléctricos, gafas de seguridad y el uso del equipo de maniobras trepadoras para poste de hormigón y cinturón de seguridad, además de tener un conocimiento previo de las herramientas llaves 15/16" (24mm) o pico de loro, alicates con aislamiento y materiales para el montaje como abrazadera de acero galvanizado, aislador tipo rollo ANSI 53-2, bastidor de acero galvanizado el ensamblaje se muestra en la Figura 6.



Figura 6 Procedimiento N°6

Fuente (Autor, 2021)

Especificación técnica del procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a realizarse por parte de los operarios bajo la supervisión del responsable a cargado cada uno de estos ítems debe ser desarrollado correctamente como especifica la Tabla 11.

Tabla 11 Procedimiento para montaje de estructura 4 vías vertical pasante

Procedimiento para montaje de estructura 4 vías vertical pasante.		
Ítem	Actividades por ejecutarse	Tiempo de cada actividad
1	Informar y solicitar autorización al responsable a cargo.	3 minutos
2	Verificar el uso correcto de los Equipos de Protección Personal.	5 minutos
3	Revisión de los equipos, herramientas manuales, materiales a utilizar incluido los postes antes de los procedimientos.	5 minutos
4	Traslado de material desde la bodega al poste en zona de fácil acceso y armada de estructura bajo el poste	5 minutos
7	Montaje de pin punta de poste fijando muy bien las abrazaderas.	25 minutos
10	Retiro de herramientas y equipos de seguridad del sitio de trabajo.	2 minutos
11	Informar al personal a cargo de las actividades que se ha ejecutado el ensamblaje de las estructuras.	2 minutos
	Tiempo total utilizado para la practica	47 minutos

Fuente (Autor)

Estos procedimientos deberán llevarse a cabo con la finalidad de desarrollar un ensamblaje óptimo y seguro para el operario evitando accidentes.