

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PROTOCOLOS DE SEGURIDAD
APLICADOS POR LOS OPERARIOS “LINIEROS” AL MOMENTO DE
REALIZAR UN MONTAJE O MANTENIMIENTO EN UNA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

ING. EDWIN JOSÉ BARRIOS MORENO

ING. MAURICIO RICARDO SANTIAGO RODRÍGUEZ



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA
BUCARAMANGA**

2016

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PROTOCOLOS DE SEGURIDAD
APLICADOS POR LOS OPERARIOS “LINIEROS” AL MOMENTO DE
REALIZAR UN MONTAJE O MANTENIMIENTO EN UNA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

ING. EDWIN JOSÉ BARRIOS MORENO

ING. MAURICIO RICARDO SANTIAGO RODRÍGUEZ

Monografía presentada como requisito para optar al título de:
Especialista en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Director:

MPE. Julio César Chacón Velasco

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA
BUCARAMANGA
2016**

DEDICATORIA

A Dios primeramente, por ser nuestro compañero en este proyecto y el motor de nuestras vidas, permitiéndonos salir adelante y llegar a este logro, fortaleciéndonos día a día a pesar de las circunstancias.

A nuestros padres, porque con su esfuerzo y dedicación nos han formado como personas íntegras y responsables.

A nuestras esposas, compañeras fieles e incansables quienes siempre nos acompañaron en este arduo camino y nos brindaron siempre su cariño, apoyo y afecto.

Por último a nuestros compañeros, quienes estuvieron presentes en nuestra realización como personas y profesionales.

AGRADECIMIENTOS

En la realización de este proyecto, en primer lugar gracias a Dios por darnos sabiduría, paciencia y perseverancia para culminar de forma satisfactoria esta monografía, con miras a obtener la Especialización en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

A la Universidad Industrial de Santander por habernos abierto sus puertas y permitirnos realizar la especialización en tan prestigiosa Institución. De igual manera, reconocimiento a todas aquellas personas que directa e indirectamente han participado en este proceso de formación como profesionales; tanto personal administrativo como cuerpo docente.

Enormes agradecimientos a nuestro asesor MPE. Julio César Chacón Velasco, quien estuvo presente y atento durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación, brindándonos además de sus conocimientos un apoyo incondicional y sincero.

Finalmente agradecemos a familiares, amigos y compañeros, quienes nos motivaron a seguir adelante con esta labor en los momentos más críticos del proceso.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
CAPITULO I	18
ESTADO DEL ARTE (revisión historiográfica)	18
CAPÍTULO II	27
CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD Y SEGURIDAD.....	27
2.1 Definiciones.....	27
CAPÍTULO III	34
RIESGOS ASOCIADOS AL MOMENTO DE REALIZAR UN TRABAJO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	34
3.1 Criterios para trabajos en redes de distribución	34
3.2 Principales riesgo a los que están expuesto el personal para realizar trabajos en redes eléctricas de distribución son:	35
CAPÍTULO IV.....	41
CONCEPTOS DE LEGISLACIÓN Y RESPONSABILIDADES.....	41
4.1 Matrices leyes, resoluciones, decretos, normas y reglamentos descritos en la legislación nacional e internacional.	42
CAPÍTULO V.....	46
PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS, CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LOS MISMOS.	46
5.1 Herramientas, equipos y materiales	46
5.2 Herramientas básicas	49

5.3	Equipos aislados de seguridad para trabajos en línea energizada	50
5.4	Pruebas para equipos aislados.....	51
5.5	Cubridores para conductores de línea	52
5.6	Uso de guantes dieléctricos	53
5.7	Cuidado de las mangas y guantes dieléctricos	53
5.8	Inspección visual	55
5.9	Elementos de protección personal y colectiva para trabajos en línea	57
5.10	Extremidades Inferiores.....	57
5.11	Dotación	57
5.12	Equipos de trabajos en altura	58
CAPÍTULO VI.....		59
TRABAJO CON REDES DESENERGIZADAS.		59
6.1	Reglas de Oro para trabajos eléctricos	59
6.2	Maniobras en trabajos eléctricos desenergizados	61
6.3	Verificación en el lugar de trabajo.....	62
6.4	Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados.....	63
6.5	Lista de verificación para trabajos en condiciones de alto riesgo	64
6.6	Apertura De Transformadores De Corriente Y Seccionadores	65
CAPÍTULO VII.....		66
TRABAJO EN TENSIÓN O CON REDES ENERGIZADAS.....		66
7.1	Trabajo a distancia	66
7.2	Trabajo a contacto	66
7.3	Trabajo a potencial	67
7.4	Organización Del Trabajo	68

7.5 Procedimientos de ejecución.....	68
CAPITULO VIII.....	72
CONCLUSIONES	72
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	73
APÉNDICE I.....	75
APÉNDICE II.....	77
APÉNDICE III.....	81
APÉNDICE IV	85
APÉNDICE V	86

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Puesta a tierra	61
Ilustración 2. Trabajo a distancia segura en líneas energizadas	66
Ilustración 3. Trabajo a contacto con protección, dispositivos y equipos aislantes	67
Ilustración 4. Trabajo en línea de transmisión con vestuario conductivo	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Principales riesgos de exposición del personal para trabajos en redes eléctricas.....	35
Tabla 2 Factores de riesgo eléctrico	37
Tabla 3 Legislación nacional aplicable a los trabajos eléctricos	42
Tabla 4 Legislación nacional referida a la salud ocupacional y seguridad industrial aplicadas al trabajo seguro en alturas	43
Tabla 5 Métodos de trabajo en línea viva.	49
Tabla 6 Prueba de equipos aislados	51
Tabla 7 Distancias mínimas para trabajos cercas elementos en tensión.....	63
Tabla 8 Distancias de seguridad para personas no especialista	64
Tabla 9 Verificación para trabajos en alto riesgo	65

RESUMEN

TITULO: MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PROTOCOLOS DE SEGURIDAD APLICADOS POR LOS OPERARIOS “LINIEROS” AL MOMENTO DE REALIZAR UN MONTAJE O MANTENIMIENTO EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA^{1*}

AUTOR: ING. EDWIN JOSÉ BARRIOS MORENO

ING. MAURICIO RICARDO SANTIAGO RODRÍGUEZ^{**}

PALABRAS CLAVES: Rede de distribución, trabajo en redes energizadas, trabajo en redes desenergizadas, cinco reglas de oro, persona competente, operario redes de distribución de energía eléctrica.

DESCRIPCIÓN: El presente trabajo presenta un manual de procedimientos y protocolos de seguridad para ser tenido en cuenta por los operarios de la red de distribución (linieros) al momento de realizar un montaje o mantenimiento en una red de distribución de energía eléctrica. Describe los riesgos asociados al momento de realizar trabajos en redes de distribución de energía, muestra las regulaciones vigentes en la actualidad para realizar esta actividad, muestra los criterios a seguir para realizar trabajos de montaje y mantenimiento de redes de distribución energizadas y desenergizadas.

La seguridad es un aspecto de suma importancia para las empresas del sector eléctrico, las cuales manejan riesgos muy altos a los que constantemente se

*Monografía

**Facultad de ingenierías físico-mecánica escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones. especialización en sistemas de distribución de energía eléctrica. Director. MPE. Julio César Chacón Velasco.

exponen sus trabajadores; por ello este manual de procesos y procedimientos servirá a los operarios para facilitar la identificación de riesgos, diagnosticando los mismos mediante la ejecución y control de actividades que deben realizar al momento de iniciar una labor que implique un riesgo en altura o un riesgo eléctrico, llevando al trabajador a aplicar procedimientos técnicos seguros y con el claro objetivo de disminuir los accidentes y lesiones ocasionados en los trabajadores que ejecutan estas labores.

Para la elaboración de este manual de procesos y procedimientos se tomó como base la norma para el diseño y construcción de sistemas de distribución de CENS S.A. E.S.P. la cual establece los criterios unificados para que se cumplan las condiciones de calidad en el diseño y construcción de sistemas eléctricos.

ABSTRACT

TITLE: SECURITY PROTOCOL AND MANUAL APPLIED BY THE “LINIEROS” OPERATORS USED AT THE MOMENT OF APPLYING MAINTENANCE OR MOUNTING A NETWORK OF ENERGY DISTRIBUTION. *

AUTHOR: ING. EDWIN JOSÉ BARRIOS MORENO

ING. MAURICIO RICARDO SANTIAGO RODRÍGUEZ.**

KEYWORDS: distribution networks, work on energized networks, work on nets, five golden rules, competent person, electric energy network operator.

DESCRIPTION: the following assignment shows the protocol and procedures security manual to have handy by the operators at the moment of mounting or doing maintenance on a distribution network of electric energy. It describes the risks associated at the moment of working on electric distribution networks, the active regulations to perform this activity and the criteria to follow to perform mounting and maintenance work on energized and de-energized networks of electric energy.

Security is an important aspect for companies in the electricity sector, which handle very high risks to which workers are exposed constantly ; so this manual processes and procedures serve operators to facilitate risk identification , diagnosing them through the implementation and control of activities to be carried out when starting a job that involves a risk in height or an electrical hazard , leading the worker to

* Monograph

** Faculty of Physical-Mechanical Engineerings. School of Electrical Engineering, Electronic and Telecommunication. Specialization in Distribution Systems. Director: MPE. Julio César Chacón Velasco.

apply certain technical procedures and with the clear objective of reducing accidents and injuries caused workers performing these tasks .

For the preparation of this Manual Processes and Procedures if I take as basis of the standard for the design and construction of CENS Distribution Systems S.A. E.S.P. Which establishes the criteria that the conditions para Unified Quality in the design and construction of electrical systems are met.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realizó con el fin de elaborar un manual de procedimientos y protocolos de seguridad el cual pueda ser aplicado por los operarios de la red de distribución “linieros” al momento de realizar un montaje o mantenimiento en una red de distribución de energía eléctrica. El objetivo para la elaboración de este trabajo es concientizar al trabajador acerca del alto riesgo que presenta el desconocer la fundamentación y principios de seguridad aplicados en la ejecución de sus labores rutinarias; y debido a esto, hoy en día se existe una alta tasa de accidentalidad en el desarrollo de actividades de construcción y mantenimiento de redes eléctricas de distribución por parte de los operarios eléctricos los cuales carecen de un nivel mínimo de capacitación ya sea escolarizada o desescolarizada.

Además, se busca inculcar en el trabajador una cultura de prevención y protección logrando evitar incidentes, accidentes de trabajo, perdida de tiempos improductivos, de forma que se puedan controlar y/o disminuir las pérdidas humanas, económicas, sociales, materiales; propiciando así la permanencia de los trabajadores en las empresas, inculcando mediante este manual la responsabilidad por su vida y el auto-cuidado.

Lo que se quiere es que este manual sea una herramienta que logre unificar los criterios establecidos con la reglamentación aplicada a esta área de trabajo en Colombia en un solo documento, de forma que se les facilite la comprensión del mismo a las empresas, contratistas, trabajadores y empleadores sin necesidad de tener un vasto conocimiento en el tema; permitiéndoles así tener un conocimiento claro y preciso acerca del cumplimiento de la reglamentación vigente en Colombia, evitándoles multas, sanciones o en el peor de los casos accidentes de trabajo que puedan llevar a la muerte.

Para lograr esto se unificó lo establecido en la normatividad colombiana aplicada a este tema en un solo documento, teniendo en cuenta las resoluciones, normas técnicas del estado y de los operadores de red, así como las leyes y manuales referentes a esta temática.

CAPITULO I

ESTADO DEL ARTE (revisión historiográfica)

La normatividad y los estándares internacionales aplicados hoy en día a todos los procesos practicados en la cadena de la energía eléctrica, juegan un papel fundamental en el cuidado de la salud y la vida de quienes participan en los trabajos de alto riesgo, como lo son los trabajos en montaje y mantenimiento de redes de distribución de energía eléctrica; pues estos trabajos reúnen el riesgo por el contacto eléctrico y los riesgos en trabajos seguros en alturas los cuales son las dos actividades más peligrosas y que causan más accidentes en la actualidad laboral.

A nivel mundial, organismos internacionales han logrado construir estándares transversales a todos los sectores productivos de bienes y servicios, incluyendo temáticas de capacitación, seguridad y calidad. Esto ha motivado a las empresas dedicadas a la operación de las redes de distribución, quienes han emitido pautas normativas como condiciones especiales en el ámbito laboral del sector eléctrico, dirigido al personal operativo y aspirantes a ejercer en este campo.²

Y es que hoy en día la seguridad es un aspecto de suma importancia para todas las empresas y más si tomamos como referentes a las empresas del sector eléctrico, las cuales manejan riesgos muy altos a los que constantemente se exponen sus trabajadores. En estas empresas se necesita que sus trabajadores operativos sean altamente calificados, con mucha concentración y coordinación en cada uno de sus movimientos³; debido a que cualquier error en alguno de sus procedimientos puede causarle una grave lesión e incluso la muerte.

² V. Q, German E. Análisis de aplicaciones relativas a la estabilidad de sistemas de potencia basadas en unidades de medición fasorial. *Tesis de grado de maestría de ingeniería eléctrica, 2009*, pág. 26.

³ V. Q, German, op. cit.

Pero no siempre se tuvieron estándares o normas que definieran los aspectos básicos para la seguridad en el trabajo. A finales del siglo XIX, el mundo estaba en pleno desarrollo pero debido a la carencia en ese entonces de herramientas y equipos apropiados para las diferentes labores realizadas por los operarios eléctricos, estos constantemente se veían expuestos a un alto riesgo. Debido a esto se iniciaron la conformación de sindicatos; los cuales fueron los encargados de velar por la seguridad de los empleados, apoyando en principio la creación de espacios especializados de aprendizaje. Igualmente, estas organizaciones buscaron la promulgación de normas y procedimientos útiles, para crear conciencia en los técnicos sobre la prevención de accidentes. Uno de los primeros sindicatos fue el International Brotherhood of Electrical Worker IBEW en Estados Unidos y Canadá⁴.

Debido a esto, en el mundo se promulgo la creación de normas las cuales garantizaran la seguridad de los trabajadores. Como primer documento se puede mencionar la NFPA 70E, Standar for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces, 2000 Edición el año de 1890, los trabajadores de instalación y reparación de redes eléctricas⁵, la cual fue preparada por el comité técnico sobre requerimientos de seguridad eléctrica para empleados en los sitios de trabajo y redactada por la National Fire Protección Association, Inc., entre el 14 y 17 de Noviembre de 1999 en la ciudad de New Orleans, la cual cubre lo relacionado con los fundamentos para establecer un ambiente de trabajo eléctricamente seguro, adoptando para ello cuatro estrategias básicas a través del documento, y que se mencionan a continuación:

- Establecer unas condiciones de trabajo eléctricamente seguras.

⁴ Canada's Building Trades Unions. Disponible en: <http://www.buildingtrades.ca/what-we-do/our-affiliates/international-brotherhood-electrical-workers-ibew>, 2015.

⁵ V. Q., German E. Análisis de aplicaciones relativas a la estabilidad de sistemas de potencia basadas en unidades de medición fasorial. *Tesis de grado de maestría de ingeniería eléctrica*, 2009, pág. 26.

- Entrenamiento.
- Planeación del trabajo.
- Equipo de protección personal.

Esta edición de la NFPA 70E fue aprobada como norma nacional americana el 11 de Febrero del año 2000.

Otro documento clave para la seguridad y salud del trabajador es el Electrical Safety Handbook⁶, realizado por el departamento de energía de Estados Unidos DOE en diciembre de 2004 y que viene a reemplazar la versión emitida en el año de 1998. Este documento fue realizado en la ciudad de Washington, DC, y contiene material explicativo desarrollado con el apoyo de OSHA sobre seguridad para trabajos de campo en los cuales se involucra el uso de la electricidad; y se ha realizado con el fin de establecer una guía de seguridad para lograr una reducción o eliminación de los riesgos asociados con el uso de la energía eléctrica y es parte del sistema de directivas del departamento de energía, que se emite para proporcionar la información necesaria con respecto a las expectativas que se tienen sobre los requisitos en materia de seguridad eléctrica contenidos en otras normas como el National Electrical Safety Code ANSI - C2, 2002 entre otros⁷.

Por otra parte también se cuenta como referencia con el código O&M: SAFETY OF ELECTRICAL TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEMS ⁸, emitido el 16 de Enero de 2004 y realizado con el apoyo del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos, el comando de ingenieros de la marina y la agencia de apoyo en ingeniería civil de la fuerza aérea de los Estados Unidos, con

⁶ L., M. V. Unidad de medición fasorial PMU , su desarrollo, aplicaciones y empleo en América Latina. *Trabajo de grado de la Universidad de Costa Rica* , 2009, pag 34.

⁷ RAMÓN LEÓN, J. E.. Proyecto sistema de respaldo nacional ante eventos de gran magnitud SIRENA. *Seminario oscilaciones en Colombia XM los expertos en mercados* ,2010.

⁸ SAIKAT CHAKRABARTI, E. K. Measurements get together . *IEEE power & energy magazine*, 2009, 7 (1) . pp, 41-49.

el fin de establecer una guía general sobre las consideraciones asociadas con la seguridad en el manejo de los sistemas de transmisión eléctrica y de distribución. Este criterio de unificación de información aplica para todos los elementos de servicio de la armada de los Estados Unidos y sus contratistas.

Este documento es revisado y actualizado periódicamente y se hace disponible para todo el personal del departamento de defensa de los Estados Unidos con el fin de proporcionar criterios técnicos que faciliten y permitan la resolución adecuada de todas las operaciones militares en este país.

En el ámbito nacional, el Congreso de la Republica de Colombia mediante la ley 9 del 24 de enero de 1979 denominada Código Sanitario Nacional o Marco de la Salud Ocupacional; introdujo en Colombia el contexto normativo de una vida laboral con responsabilidad de ofrecerle al trabajador un sitio de seguro y saludable, cumpliendo así con el objetivo principal de preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en el marco de sus puestos de trabajo.

Basados en esta ley, la Comisión Nacional de Seguridad Industrial del Sector Eléctrico elaboro el Código de Seguridad del Sector Eléctrico Colombiano⁹, el cual fue publicado en el año de 1982 y se creó para establecer una serie de pautas sobre seguridad eléctrica, que se debían seguir para proveer seguridad a los empleados de las diferentes compañías del sector eléctrico dentro del territorio colombiano. En este documento se mencionan de manera concisa las técnicas para trabajos en línea desenergizada y energizada, con el fin de dar una visión más clara sobre los procedimientos que se deben seguir cuando se intervienen líneas de transmisión y redes de distribución y se hace énfasis en la importancia de la planeación dentro de las prácticas de trabajo cuando se involucra la energía

⁹ FARROK AMINIFAR, M. F.-F. Contingency-Constrained PMU Placement in power networks. *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol 25, N°1, Febrero 2010, 516-523.

eléctrica. Por otra parte, a estos documentos se suma el Código Eléctrico Colombiano, el cual está basado en la norma técnica NFPA 70, y el cual se implementó en Colombia para buscar regular el ejercicio de la actividad eléctrica en Colombia.¹⁰

Otro documento de gran importancia a el cual el gobierno nacional le ha apostado en harás de garantizar una normativa que aplique a todos los sectores de la cadena de la energía eléctrica, es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE¹¹. Este reglamento expedido por el Ministerio de Minas y Energía, busca garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Su primera versión nace con la resolución 180389 del 7 de abril del 2004, posteriormente sufrió unas modificaciones con la resolución 181294 del 6 de agosto de 2008 y actualmente con su última reforma está en vigencia la resolución 90708 de 2013.

RETIE, es un reglamento técnico legal, de obligatorio cumplimiento; que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o al ejercicio de la libre empresa, permite establecer y garantizar las condiciones técnicas y de seguridad a las instalaciones, equipos y productos utilizados en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, con base en su buen funcionamiento, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y equipos.

Otro actor importante en el marco de la regulación y elaboración de normas y requisitos que aportan para la elaboración de este manual es el Ministerio de la

¹⁰ NIKOLAOS M. Manousakis, G. N. Taxonomy of PMU Placement Methodologies. *IEEE Transactions on power Systems*, Vol 27, N° 2, Mayo 2012, 1070-1077.

¹¹ PHADKE, A. Synchronized phasor measurements in power systems. *Computer Applications in Power, IEEE*, Vol 6, N° 2, 1993, 10-15.

Protección Social de Colombia. Este ministerio en atributo de las facultades legales y en el contexto del Sistema General de Riesgos Profesionales el cual tiene como objetivo la promoción de la salud ocupacional y la prevención de riesgos laborales, para evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, emitió la resolución 003673 de 2008 con la cual se promulgo la creación de un Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas; el cual se complementaría con la resolución 736 de 2009 la cual modifica la anterior resolución. Posteriormente el Ministerio del Trabajo de Colombia promovería la creación de la Resolución 1409 de 2012, la cual derogaría la resolución 736 de 2009 en el artículo 29 de dicha resolución expedida en Julio de 2012. Esta resolución establece un reglamento de seguridad para la protección contra caídas en trabajo en alturas, amarrándose al artículo 18 de la resolución 90708 de septiembre del 2013, por la que se expide el Reglamento técnico de instalaciones Eléctricas – RETIE.^{12,13}

A estas resoluciones se suma la resolución 1348 de 2009, la cual fue emitida por el Ministerio de la Protección Social y en ella establece el reglamento de salud ocupacional en los procesos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en las empresas del sector eléctrico.

En estas resoluciones emitidas por el gobierno colombiano, se dan las directrices que establecen la reglamentación vigente del trabajo seguro en alturas para nuestro país y su aplicación rige a todos los empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los

¹² PHADKE, A.G J. T. Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. *New York: Springer Science Business Media, LLC*, 2008.

¹³ PHADKE, A. Synchronized phasor measurements in power systems. *Computer Applications in Power,IEEE, Vol 6, N° 2,1993*, 10-15.

sectores formales e informales de la economía, que desarrollen trabajos en alturas con peligro de caídas en el territorio colombiano.^{14, 15, 16}

En el ámbito regional, uno de los objetivos a los que le apuntan las empresas dedicadas a la distribución de energía eléctrica en sus departamentos técnicos se centra en garantizar el buen funcionamiento de sus activos eléctricos sin comprometer la continuidad del servicio a los usuarios finales¹⁷. A esto se suma que la labor del liniero de redes de energía eléctrica es catalogada como una de las profesiones laborales con más alto riesgo de accidentalidad, pues en ella se mezclan tanto los riesgos eléctricos como los riesgos de trabajos en alturas ocurridos al momento de realizar una actividad rutinaria de su trabajo. Además, los linieros de redes de energía carecen de un documento que reúna los aspectos más importantes de seguridad aplicados a los trabajos eléctricos y que en él se resalten los procesos y procedimientos que se deben aplicar al momento de realizar un trabajo de forma segura en redes de distribución; debido a que muchos de ellos han aprendido su labor de forma empírica y muchas veces no aplican todos los protocolos y procedimientos de seguridad necesarios al realizar un trabajo.

Debido a esto, las empresas distribuidoras de energía eléctrica implementan en sus departamentos técnicos una filosofía de trabajo, que les permita garantizar la operación y mantenimiento de sus equipos por personal competente, el cual sea prenda de garantía de confiabilidad y seguridad al momento de realizar cualquier

¹⁴ LOZANO, Carlos A. F. C. Unidades de medición fasorial PMU. *Revista El hombre y la maquina N°38, Escuela de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad del Valle*, Abril 2012, pág 67 .

¹⁵ PHADKE, A. T.. A new measurement technique for tracking voltage phasors, local system frequency, and rate of change of frequency. *IEEE Transactions on PAS. Vol 102, N° 5*, Mayo 1983, 1025-1038.

¹⁶ CIMADEVILLA, R. Fundamentos de la medición de sincrofanores. *XIII ERIAC*, 1, 2009.

¹⁷ PHADKE, A. T op. cit.

tipo de maniobras de mantenimiento o instalación¹⁸. Para solventar estas situaciones, los operadores de red han diseñado una serie de normas que guían al liniero al momento de ejecutar una labor ya sea montaje o mantenimiento, pero pese a que este documento es de gran ayuda; el hecho de que el personal operativo no esté consciente de los riesgos a los que se expone al realizar un proceso o una maniobra sin aplicar los conceptos básicos de seguridad y salud en este tipo de trabajos, puede ocasionar que no solo se comprometa la salud y vida de los operarios, sino también pueden estar en riesgo los equipos instalados en la red, así como reducir su vida útil de operación.¹⁹

Para la elaboración de este manual de procesos y procedimientos se tomó como base la norma para el diseño y construcción de sistemas de distribución de CENS S.A. E.S.P. la cual establece los criterios unificados para que se cumplan las condiciones de calidad en el diseño y construcción de sistemas eléctricos, contribuyendo a la disminución de accidentes que se puedan presentar en el proceso de utilización de la energía eléctrica. Esta norma se desarrolló para garantizar la prestación del servicio mediante el aprovechamiento de la infraestructura instalada, ampliación de la calidad, cobertura y empleo de nuevas tecnologías y es exigida en cualquier proyecto u obra ejecutada en el departamento de Norte de Santander, Sur del Cesar y Sur de Bolívar en donde CENS es el operador de red.²⁰

Actualmente todos los operadores de red del país cuentan con manuales de ejecución para procedimientos aplicados en redes de distribución, garantizando la calidad en la ejecución de las obras y seguridad en cada uno de los procesos;

¹⁸ PHADKE, A.G J. T. Synchronized Phasor Measurements and Their Applications. *New York: Springer Science Business Media, LLC*, 2008.

¹⁹ ARIAS, M. C. Ubicación óptima de unidades de medición fasorial aplicando Swarm Intelligence. *Congreso IEEE Latino Americano T&D 2010*.

²⁰ Centrales Eléctricas del Norte de Santander. *Manual para el diseño y construcción de sistemas de distribución, Noviembre 2004*.

pero dichos manuales son de uso exclusivo de los operadores de red y hasta la presente no están disponibles para el público.

Por tal motivo se requiere de un documento guía didáctico en el cual se unifiquen los diferentes criterios y conceptos acerca de la seguridad en los trabajos en alturas y con riesgos eléctricos, establecidos en cada resolución y que a la vez sirva como manual de procesos y procedimientos a los operarios para facilitar la identificación de riesgos, diagnosticando los mismos mediante la ejecución y control de actividades a realizar al momento de iniciar una labor que implique un riesgo en altura o un riesgo eléctrico, llevando al trabajador a aplicar procedimientos técnicos seguros y con el claro objetivo de disminuir los accidentes y lesiones ocasionados en los trabajadores que ejecutan estas labores.

Lo que se busca es que este manual se convierta en una herramienta indispensable la cual se unifique los diferentes criterios y conceptos que les permitan tener conocimiento acerca de los riesgos eléctricos y los peligros de los trabajos en alturas a los que constantemente están expuestos los trabajadores y las empresas dedicadas al montaje y mantenimiento de redes de distribución de energía eléctrica; con un único fin, garantizar la seguridad de los trabajadores y disminuir los accidentes laborales causados por el desconocimiento o malas prácticas al momento de trabajar en alturas o con electricidad.

En este documento se dictan las directrices para la elaboración de dicho manual, el cual se concebirá como un manual de procesos y procedimientos para facilitar la identificación de riesgos, de libre circulación y de fácil entendimiento, con el cual el liniero que tenga poco conocimiento en el tema al leer y aplicar el manual pueda identificar los riesgos presentes al momento de iniciar una labor que implique un riesgo en altura o un riesgo eléctrico, logrando así que el trabajador aplique procedimientos técnicos seguros y de igual forma se disminuya el riesgo de accidentes y lesiones ocasionados

CAPÍTULO II

CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD Y SEGURIDAD.

En este capítulo se dan las definiciones de los términos comúnmente aplicados en el diseño y construcción de sistemas de distribución de energía eléctrica. Estas definiciones corresponden a las establecidas en las resoluciones 003673 de 2008, 001409 de 2012, NFPA 70E Edición 2000 y 90708 de 2013 y son vitales para garantizar la a seguridad de la vida humana, la cual debe ser un compromiso que va más allá de la prestación del servicio de energía eléctrica.

2.1 Definiciones.

Accidente: Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.²¹

Cuadrilla: Grupo de trabajo o brigada.

Dispositivo: Elemento de un sistema eléctrico destinado a transportar la energía eléctrica, pero no a utilizarla.²²

Dispositivo de maniobra: Dispositivo diseñado para: cerrar, abrir, o cerrar y abrir, uno o más circuitos eléctricos.²³

²¹ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

²² National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©, 2000.

²³ National Fire Protection Association, op. Cit,

Dispositivos de maniobra.

Cortacircuito. Ensemble de un soporte para fusible con un portafusible, o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como la cuchilla de desconexión al incluir un elemento no fusible.²⁴

Cortacircuito en aceite (cortacircuito lleno de aceite). Cortacircuito en el cual todo o parte del soporte para fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión están montados en aceite con inmersión completa de los contactos y de la parte fundible del elemento conductor (elemento fusible), de modo que la interrupción del arco por la rotura del elemento fusible o la apertura de los contactos, ocurrirá dentro del aceite.²⁵

Interruptor automático. Dispositivo de maniobra capaz de cerrar y abrir un circuito y de transportar corriente en condiciones normales, y de cerrar y transportar corriente durante un tiempo determinado y de abrir un circuito en determinadas condiciones anormales, como en caso de un corto circuito.²⁶

Interruptor de desconexión (o aislamiento) (seccionador). Dispositivo mecánico de maniobra usado para independizar un circuito o equipo de una fuente de potencia.

Interruptor en aceite. Interruptor cuyos contactos operan sumergidos en aceite (o askarel o en otro líquido adecuado). Medios de desconexión. Dispositivo, grupo de dispositivos, u otros medios, a través de los cuales los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación. Seccionador de operación bajo carga (interrupter switch). Interruptor capaz de establecer, conducir, e interrumpir, corrientes específicas.²⁷

²⁴ National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los Empleados en los Lugares de Trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©,2000.

²⁵ National Fire Protection Association, op. Cit.

²⁶ National Fire Protection Association, op. Cit.

²⁷ National Fire Protection Association, op. Cit.

Fusible: Dispositivo de protección contra sobrecorriente, con una parte fundible para apertura de un circuito, que se calienta y rompe por el paso de una sobrecorriente a través de ella.²⁸

Intensidad de corriente (Corriente eléctrica): La intensidad de corriente se define como el flujo de electrones que pasa a través de un conductor en la unidad de tiempo (un segundo). La intensidad de corriente eléctrica se expresa en AMPERIOS que, por definición, es el número de culombios por segundo

Liniero: Profesional que realiza labores de instalación, reparación y mantenimiento de líneas de distribución.

Material Aislante: Los materiales aislantes ofrecen resistencia al paso del flujo eléctrico, por ejemplo: el vidrio, el caucho (hule), el plástico y la madera seca.

Material Conductor: Es todo material que permite el paso del flujo de electrones a través de él gracias a que presenta poca oposición a la corriente eléctrica. Los filamentos metálicos utilizados en los cables utilizados en todo tipo de instalación eléctrica son conductores.

Persona advertida: Persona suficientemente informada y supervisada por personas calificadas que le permitan evitar los riesgos que podría generar al desarrollar una actividad relacionada con la electricidad.²⁹

²⁸ National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©,2000.

²⁹ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá,2013

Persona calificada: Persona natural que demuestre su formación (capacitación y entrenamiento) en el conocimiento de la electrotecnia y los riesgos asociados a la electricidad.³⁰

Persona habilitada: Profesional competente, autorizado por el propietario o tenedor de la instalación, para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su conocimiento y no presente incapacidades físicas o mentales que pongan en riesgo su salud o la de terceros.³¹

Persona jurídica: Según el artículo 633 del Código Civil, se llama persona jurídica una persona ficticia, capaz de ejercer derechos y contraer obligaciones civiles y de ser representada judicial y extrajudicialmente. Sujeto susceptible de adquirir y ejercer derechos y de aceptar y cumplir obligaciones, ya lo sea por sí o por representante.³²

Persona natural: Según el artículo 74 del Código Civil Colombiano son personas todos los individuos de la especie humana, cualquiera que sea su edad, sexo, extirpe o condición.³³

Puesto a tierra: Conectado a tierra, o, a cualquier cuerpo conductor que pueda actuar como tierra.³⁴

Puesto a tierra, eficazmente: Conectado intencionalmente a tierra a través de una conexión o conexiones de puesta a tierra de impedancia suficientemente baja

³⁰ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

³¹ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

³² Ministerio de Minas y Energía, op.cit

³³ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

³⁴ National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©, 2000.

y con capacidad de conducción de corriente suficiente para evitar la aparición de tensiones que puedan provocar riesgos indebidos a las personas o a los equipos conectados.³⁵

Red de distribución: Conjunto de circuitos y subestaciones, con sus equipos asociados, destinados al servicio de los usuarios de un municipio.³⁶

Resistencia eléctrica: Es la propiedad de un objeto de oponerse al paso de una corriente eléctrica. La unidad de la resistencia eléctrica es el Ohmio, que es la resistencia de un conductor si es recorrido por una corriente de un amperio cuando se le aplica una tensión de 1 voltio. La abreviatura habitual para la resistencia eléctrica es R, y el símbolo del ohmio es la letra griega omega Ω .

Riesgo: Probabilidad de que en una actividad, se produzca una pérdida determinada, en un tiempo dado.³⁷

Riesgo de electrocución: Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica mortal a través de un ser vivo.³⁸

Riesgo eléctrico: Todo tipo de riesgo originado por la energía eléctrica. Este riesgo es aquel susceptible de ser producido por instalaciones eléctricas, partes de las mismas, y cualquier dispositivo eléctrico bajo tensión, con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución y quemaduras.³⁹

³⁵ National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©,2000.

³⁶ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá,2013.

³⁷ Ministerio de Minas y Energía, op. cit

³⁸ Ministerio de Minas y Energía, op. cit

³⁹ Ministerio de Minas y Energía, op. cit

Señalización de seguridad: El objetivo de señalización de seguridad es transmitir mensajes de prevención, prohibición o información en forma clara, precisa y de fácil entendimiento para todos, en una zona en la que se ejecutan trabajos eléctricos o en zonas de operación de máquinas, equipos o instalaciones que entrañen un peligro potencial.⁴⁰

Tensión a tierra: Para circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o conductor del circuito que está puesto a tierra; para los circuitos no puestos a tierra, es la mayor tensión entre el conductor dado y cualquier otro conductor del circuito.⁴¹

Tensión de paso: Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede hacer que fluya corriente de un pie a otro a través del cuerpo.⁴²

Tensión de toque: Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede producir flujo de corriente de una mano a otra, o mano a pie, a través del cuerpo.⁴³

Tensión (de un circuito): La mayor diferencia media cuadrática (eficaz, rms) de potencial entre dos conductores cualesquiera de un circuito.⁴⁴

Tensión, nominal: Valor nominal asignado a un circuito o sistema, para designar convenientemente su nivel de tensión (por ejemplo: 120/240 V, 480 Y/277 V, 600 V). La tensión real a la que funciona un circuito puede variar con respecto a la

⁴⁰ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁴¹ Ministerio de Minas y Energía, op. cit

⁴² National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©, 2000.

⁴³ National Fire Protection Association, op.cit

⁴⁴ National Fire Protection Association, op.cit

nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

Trabajo a mano desnuda: La técnica de hacer trabajos en partes energizadas, después de que el empleado ha sido elevado al potencial de la parte energizada.⁴⁵

Trabajo cerca a (partes energizadas): Cualquier actividad dentro de la frontera de aproximación limitada.⁴⁶

Trabajo sobre (partes energizadas): En contacto con partes energizadas con: las manos, pies, u otras partes del cuerpo, con: herramientas, sensores, o con equipo de prueba, sin tener en cuenta el equipo de protección personal que la persona pueda tener puesto.⁴⁷

Trabajo en Alturas: Se refiere a todo tipo de actividad o desplazamientos con riesgo de caída a una distancia igual o superior de 1.5 metros respecto al plano horizontal inferior más próximo. Todo trabajador que se encuentra ubicado en esta distancia igual o superior, bien sea en los apoyos, escaleras, cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la canastilla de un camión, deben estar sujetos permanentemente al equipo o estructura, mediante un sistema de protección contra caídas, atendiendo la reglamentación del Ministerio del Trabajo.⁴⁸

⁴⁵ National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©,2000.

⁴⁶ Ministerio de Minas y Energía, op. Cit

⁴⁷ Ministerio de Minas y Energía, op. Cit

⁴⁸ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá,2013.

CAPÍTULO III

RIESGOS ASOCIADOS AL MOMENTO DE REALIZAR UN TRABAJO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Previamente a realizar cualquier tipo de actividad correspondiente a trabajos en redes eléctricas de distribución, se debe realizar una identificación y evaluación de los riesgos a los cuales está expuesto el personal de la cuadrilla.

El personal que realiza la identificación y evaluación de los riesgos debe ser competente en la electrotecnia y debe tener en cuenta los siguientes:

3.1 Criterios para trabajos en redes de distribución

- a) Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; equipos, productos o conexiones defectuosas; insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica; violación de distancias de seguridad; materiales combustibles o explosivos en lugares donde se pueda presentar arco eléctrico; presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.
- b) Que el peligro tenga un carácter inminente, es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al factor de riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.
- c) Que la gravedad sea máxima, es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes de la instalación o de su entorno.

- d) Que existan antecedentes comparables, el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.⁴⁹

3.2 Principales riesgo a los que están expuesto el personal para realizar trabajos en redes eléctricas de distribución son:

Tabla 1 Principales riesgos de exposición del personal para trabajos en redes eléctricas.

RIESGO	CAUSA
Electrocución	Corriente eléctrica, falta de EPP y/o uso inadecuado de los mismos
Caída	Postes en mal estado, EPP en mal estado,
Asfixia	Inhalación de gases en registros, falta de oxígeno
Radiación solar	Exposición a rayos solares

Debido a la gran cantidad de accidente e incidentes causado por la corriente eléctrica la resolución 90708 de 2013, incluyó el concepto de Electropatología, el cual define como *disciplina que estudia los efectos de corriente eléctrica, potencialmente peligrosa, que puede producir lesiones en el organismo, así como el tipo de accidentes que causa. Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo humano pueden ocasionar desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto; sin embargo, debe tenerse en cuenta que en general la muerte no es súbita.*⁵⁰ Las diferentes reacciones que pueden producirse en el organismo humano tras el contacto con conductores bajo tensión son las siguientes:

- Choque Eléctrico
- Fibrilación Ventricular / Paro cardíaco / Infarto
- Paro respiratorio

⁴⁹ FENOSA, G. N. *Trabajos en líneas energizadas*. Barranquilla, 2010

⁵⁰ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

- Quemaduras Graves
- Tetanización (Contractura Muscular)
- Hemorragias Internas
- Quemadura de los Órganos Internos

Estas reacciones, dependen de cierto número de elementos, los cuales son:

- La intensidad de la corriente.
- La resistencia eléctrica del cuerpo.
- La tensión de la corriente.
- La frecuencia y forma de la corriente.

Los seres humanos expuestos a riesgo eléctrico, se clasifican en individuos tipo "A" y tipo "B".

El tipo "A": Es toda persona que lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón en procesos invasivos; para este tipo de paciente, se considera que la corriente máxima segura es de 80 μ A.



El tipo "B": es aquel que está en contacto con equipos eléctricos y que no lleva conductores directos al corazón. Se estima como máxima corriente segura 24 mA para un tiempo prolongado.⁵¹

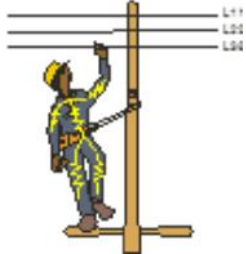



El factor de riesgo eléctrico siempre está latente cuando se desarrolla cualquier tipo de actividad correspondiente a la realización de trabajos en redes eléctricas de distribución, ya sea tareas que impliquen manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión; operaciones de mantenimiento de este tipo de instalaciones y reparación de aparatos eléctricos.

⁵¹ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.


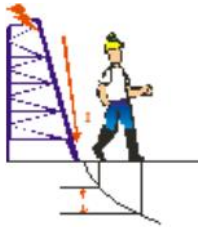
La resolución 90708 de 2013 ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección, como muestra a continuación:

Tabla 2 Factores de riesgo eléctrico

Factores de riesgos eléctricos más comunes	
	<p>ARCOS ELÉCTRICOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p>
	<p>AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas</p>

	<p>ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p>
	<p>CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.</p>
	<p>CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
	<p>CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p>
	<p>ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p>

	<p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p>
	<p>EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.</p>
	<p>RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p>
	<p>SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.</p>

	<p>TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>
	<p>TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p>

Fuente: Resolución 90708 del 2013

CAPÍTULO IV

CONCEPTOS DE LEGISLACIÓN Y RESPONSABILIDADES.

Las normatividad y estándares internacionales, juegan hoy en día un papel fundamental en el cuidado de la salud y la vida de quienes participan en los trabajos de alto riesgo, como lo son los trabajos en montaje y mantenimiento de redes de distribución de energía eléctrica; pues estos trabajos reúnen el riesgo por el contacto eléctrico y los riesgos en trabajos seguros en alturas los cuales son las dos actividades más peligrosas y que causan más accidentes en la actualidad laboral. Debido a esto, es para cada trabajador relacionado con el área de la electricidad y el trabajo en alturas; de suma importancia conocer la legislación referente a su trabajo, pues con esto el operario podrá garantizar el éxito en su día a día, de forma que pueda prevenir los riesgos que impliquen el trabajo que está realizando así como conocer las sanciones en caso de no cumplir con la reglamentación vigente.

A continuación se presentaran las leyes, resoluciones, decretos, normas y reglamentos descritos en la legislación nacional e internacional; las cuales están encargadas de regular el trabajo seguro en alturas y las actividades relacionadas con la distribución de energía eléctrica.

4.1 Matrices leyes, resoluciones, decretos, normas y reglamentos descritos en la legislación nacional e internacional.

Tabla 3 Legislación nacional aplicable a los trabajos eléctricos

MATRIZ LEGISLACIÓN NACIONAL APLICABLE A LOS TRABAJOS ELÉCTRICOS		
CLASE DE NORMATIVIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN
Norma Técnica Colombiana	NTC 2050	Código Eléctrico Nacional
Ley	Ley 142 de 1994	Ley de servicios públicos
Resolución	Resolución 070 del 8 de junio de 1998, expedida por la CREG	Código de redes colombiano.
Resolución	Resolución 033 de enero de 2000 expedida por el DAPD	Indican el uso de redes aéreas y subterráneas
Resolución	Resolución 180398 de 2004 Ministerio de Minas y Energía	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)
Norma	Norma técnica de construcción	Norma para el diseño y construcción de sistemas de distribución de CENS S.A. E.S.P.

Tabla 4 Legislación nacional referida a la salud ocupacional y seguridad industrial aplicadas al trabajo seguro en alturas

MATRIZ LEGISLACIÓN NACIONAL REFERIDA A LA SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL APLICADAS AL TRABAJO SEGURO EN ALTURAS Y LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
CLASE DE NORMATIVIDAD	TITULO	DESCRIPCIÓN
Ley	Ley 9 de 1979	Ley Marco de Salud Ocupacional. Cuyo objetivo básico es preservar y mejorar la salud de los trabajadores, protegiéndolos de los factores de riesgo derivados de las condiciones laborales. (Art 84).
Resolución	Resolución 2413 de 22 de mayo de 1979 Art. 40 y 41	Reglamento de Higiene y Seguridad para la industria de la construcción. Medidas para disminuir los riesgos de caída libre de altura.
Norma	ANSI Z359 de 2007	En esta norma se establece un nivel de seguridad para todos los equipos de protección contra caídas.
Resolución	Resolución 3673 del 26 de Septiembre de 2008. Reglamento Técnico de	Tiene por objeto establecer el reglamento técnico para trabajo seguro en alturas y

	Trabajo Seguro en Alturas.	aplica a todos los empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los sectores formales e informales de la economía, que desarrollen trabajos en alturas mayores a 1.5 metros con peligro de caídas.
Resolución	Resolución 736 de 2009	Mediante la cual el Ministerio de la Protección Social modifica parcialmente algunas disposiciones del Reglamento Técnico de Trabajo Seguro en Alturas contenido en la Resolución 3673.
Circular	000070 de 2009	Por la cual se establecen los procedimientos e instrucciones para trabajo en alturas.
Resolución	Resolución 1348 de 2009	Por la cual se adopta el Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico.

Resolución	Resolución 2291 de 2010	Por la cual se amplía el plazo establecido en el artículo 4° de la resolución 000736 del 2009 y se dictan otras disposiciones.
Resolución	Resolución 1409 de Julio de 2012	Por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para Protección contra Caídas en Trabajo en Alturas”.

CAPÍTULO V

PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS, CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LOS MISMOS.

Este capítulo tiene como fin, el que todo el personal que trabaje en líneas energizadas conozca y se concienticen de los riesgos a los cuales están expuestos cuando se está trabajando en instalaciones eléctricas bajo tensión. Se describen actividades y se establecen los lineamientos básicos de seguridad que se deben tener en cuenta para evitar y minimizar los factores de riesgo al estar trabajando con tensión. Se establecen las condiciones y requisitos de seguridad que deben reunir la preparación y realización de trabajos de conservación, mantenimiento preventivo y modificación en instalaciones eléctricas bajo tensión.

5.1 Herramientas, equipos y materiales

Todos los elementos utilizados deben estar homologados o certificados o haber sido ensayados previo uso, debiendo disponer de los documentos que certifiquen sus condiciones de trabajo. Se deben utilizar herramientas para trabajos en líneas energizadas cuando sea necesario realizar trabajos en circuitos o aparatos energizados que transporten voltajes de más de 110V. Cuando se trabaje con herramientas para trabajos en tensión, se debe tener cuidado para garantizar que los trabajadores se mantengan a una distancia segura de las partes energizadas. Cuando sea necesario (debido al poco espacio disponible), se deben utilizar dispositivos de protección adecuados todas las herramientas, equipos y materiales tienen que cumplir con las exigencias técnicas para trabajar bajo tensión y deben poseer las características de exigencia para trabajar en condiciones extremas. Las herramientas y equipos deben ser revisados periódicamente y cumplir con las

pruebas pertinentes de seguridad, cada herramienta o accesorio debe tener una ficha técnica con la explicación de su uso y de las revisiones hechas.⁵²

Para trabajos en líneas energizadas deben ser cuidadas de la siguiente manera:

- a) Antes de utilizar una herramienta para trabajos en líneas energizadas, se debe asegurar que tenga una fecha de evaluación y/o inspección válida. Las herramientas rellenas de espuma deben ser limpiadas, enceradas y revisadas visualmente cada seis meses. Las herramientas huecas para trabajos en líneas energizadas deben ser limpiadas, enceradas y probadas dieléctricamente cada seis meses.
- b) Las herramientas para trabajos en tensión deben ser revisadas visualmente y limpiadas de cualquier tipo de contaminación antes de ser utilizadas.
- c) Deben estar protegidas cuando no estén siendo utilizadas y deben ser manejadas para conservar su resistencia dieléctrica.
- d) No deben ser utilizadas para trabajos diferentes para los cuales fueron diseñadas.
- e) Toda herramienta para trabajo en tensión defectuosa debe ser retirada de servicio.
- f) La reparación y evaluación de las herramientas para trabajos en vivo deben ser realizadas por personal autorizado y calificado.

El responsable del trabajo indicará a los operarios la ubicación correcta tanto de los conos, avisos y cintas de demarcación y/o encerramiento, dando cumplimiento a la norma establecida por las autoridades de tránsito y de seguridad establecido, para que terceros y vehículos realicen con seguridad el trabajo.⁵³

⁵² FENOSA, G. N. *Trabajos en líneas energizadas*. Barranquilla, 2010.

⁵³ FENOSA, op.cit

- Conos de Seguridad: 6 Unidades
- Cinta Bicolor de Encerramiento: 100 m mínimo por brigada.
- Vallas de Señalización: 2 Unidades
- Lámpara exploradora: 1 unidad.
- Binóculo: 1 unidad.
- Termo de agua de 5 galones: 1 unidad.
- Botiquín portátil de primeros auxilios.
- Extintor de polvo químico seco ABC o BC de 20 libras por brigada o vehículo.
- Camilla rígida con inmovilizadores.

Cuando sea necesario prevenir o desviar el tráfico vehicular, los avisos y conos deben ser colocados a distancia prudencial a cada lado del área de trabajo, de modo tal que permita a los conductores disminuir la velocidad con suficiente tiempo.⁵⁴

El método usado para un trabajo específico debe ser seguido así como fue planeado. Cualquier variación en la técnica para la labor a realizar debe ser explicada al personal, por el responsable del trabajo y debe comprobarse de que haya sido entendido por cada uno de los operarios.

⁵⁴ FENOSA, G. N. *Trabajos en líneas energizadas*. Barranquilla, 2010.

Tabla 5 Métodos de trabajo en línea viva.

METODO	EQUIPO BÁSICO	MEDIO DE ASCENSO	MEDIO DE ANCLAJE
Contacto Directo	Guantes, mangas y plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • Escalera dieléctrica • Pretales 	<ul style="list-style-type: none"> • Arnés de seguridad • Eslinga
	Guantes, mangas y Canasta	<ul style="list-style-type: none"> • Carro Canasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Arnés de seguridad • Eslinga
Distancia	Bastones aislados Cruceta Auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> • Escalera Dieléctrica • Pretales. • Escalerilla Seccionada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arnés de seguridad • Eslinga
A Potencial	Traje Metalizado	<ul style="list-style-type: none"> • Carro Canasta • Cuerdas • Estructuras de la torre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arnés de seguridad • Eslinga

Fuente: Manual de trabajo en líneas energizadas, Gas Natural Fenosa

5.2 Herramientas básicas

- Agarradora para cable de #2 a la 4/0 AWG en adelante.
- Alicata aislado de 9"
- Almadena de 4 libras (maceta).
- Aparejos aislados de 5/8".
- Barra de punta y pala.
- Barreno de vástago para 3/4".
- Berbiquí.
- Brocas de Berbiquí 1/2", 3/4", 5/8".
- Caja metálica para herramienta con candado.
- Cepillo de acero en V para limpieza de conductores con cabeza universal.
- Cinceles de acero
- Cinta métrica de 50 m.
- Cizallas aisladas de 18 y de 36".
- Destornilladores aislados de pala de 6" y 8".
- Dinamómetro.
- Empalmadora (Ponchadora) manual con dados para calibre 4 a 4/0.
- Estrobos 36" y 48".

- Estrobos de acero de 3/8", 5/8" 1/2".
- Hoyadora "tijera para extracción de tierra".
- Lima plana de 6".
- Limatón redondo de 6".
- Juego de copas largas 9/16", 5/8", 3/4", 1" con mando de 1/2".
- Llaves mixtas tipo corona y fija para 1/2", 9/16", 5/8", 3/4, 7/8" y 1".
- Llaves de expansión de 10" - 12".
- Manila de 1/2". (20 metros).
- Marco aislado de segueta con hoja.
- Pala o garlancha.
- Pica
- Plomada de punto.
- Zunchadora.
- Todas aquellas que la compañía solicite según el trabajo que se vaya a realizar.

5.3 Equipos aislados de seguridad para trabajos en línea energizada

- Detector de voltaje con adaptador para pértiga.
- Gancho para cuerda auxiliar.
- Garrucha aislada.
- Jumper para 15kv calibre # 2/0 x 3mt.
- Jumper para 15kv calibre # 2 x 3mt.
- Jumper para 34.5kv calibre # 2/0 x 3mts
- Manila de polipropileno de 1/2" x 100mts
- Pinzas Plásticas
- Pinza Voltiamperimétrica
- Poleas dobles y triples.
- Secuencimetro.
- Mangueras o cubridor de línea (tripas).

- Conectores para manguera
- Vehículo carro canasta según tensión a trabajar – min. 46kv.
- Talega para canasta
- Mantas de caucho cerradas
- Mantas de caucho ranuradas
- Cubridores de cortacircuito
- Cubridor de Poste
- Cubridor de Cruceta
- Cubridor de Punta de cruceta.
- Cubridor rígido para cadena de aisladores.
- Cubridor para aislador de pin.
- Pértiga escopeta.
- Pértiga de acople universal.
- Bastón aislado de gancho espiral y argolla
- Colgador aislado
- Bolsa porta herramienta.
- Bolsa para mangas y guantes dieléctricos.
- Conjunto de puesta a tierra.

5.4 Pruebas para equipos aislados

– Prueba de mangas, guantes y equipo de cubrimiento.

Tabla 6 Prueba de equipos aislados

TENSIÓN DE TRABAJO	TENSIÓN PRUEBA
13.8 KV	20 KV
34.5 KV	40 KV

Fuente: Manual de trabajo en líneas energizadas, Gas Natural Fenosa

– *Prueba del barril de la canasta:*

- Llenar con agua por debajo del borde superior a 15 cm del borde superior
- Instalar lamina exterior.
- Instalar electrodo de prueba interior
- Aplicar tensión de prueba durante 3 minutos
- Se aprueba con una tensión de 46kV para trabajar en 13.8 y 34,5 Kv.

5.5 Cubridores para conductores de línea

- Se deben utilizar mangueras, mantas o dispositivos protectores de línea, para cubrir los conductores en el área de trabajo inmediata, excepto en la parte del conductor en el cual se está trabajando. El área de trabajo inmediato debe incluir el área en la cual una persona podría entrar en contacto, si el equipo se deslizará de su posición.
- Los equipos energizados que estén más cerca al operario deben ser cubiertos primero, para luego empezar a desplazarse hasta llegar al sitio necesario. Para retirar el equipo de protección, se debe empezar con el elemento que esté más alejado.
- Cuando se trabaje con conductores o aparatos energizados, los objetos aterrizados cercanos, tales como el poste, cruceta, neutro, retenidas a tierra, tierra del poste, conductores telefónicos y demás elementos en el área de trabajo inmediata deben ser cubiertos con el equipo de protección.
- No se debe hacer contacto físico con las cubiertas de protección que sean instaladas en circuitos primarios energizados.
- Los dispositivos de protección deben ser inspeccionados visualmente antes de ser utilizados.
- Las cubiertas de protección deben ser aseguradas firmemente con pinzas, para que no se muevan accidentalmente.
- Todos los elementos de protección deben mantenerse limpios.

- Los elementos de protección que se utilicen para cubrir los equipos energizados, deben tener una fecha vigente en la que fueron probados.

5.6 Uso de guantes dieléctricos

- Se deben usar guantes dieléctricos de la tensión adecuada
- Cuando se realicen trabajos manuales en cualquier equipo eléctrico energizado, a voltajes superiores o iguales a 110 V.
- Cuando se trabaje cerca de un conductor o aparato energizado. (Por debajo de la distancia de seguridad)
- Cuando se manipulen conductores, cables o carretes cerca de aparatos energizados, aun cuando se conserve la distancia de seguridad.
- Cuando se esté a una distancia en la que se pueda tocar involuntariamente circuitos o aparatos energizados o aquellos que se puedan energizar (No aterrizados)
- Cuando se manipulen interruptores de circuitos primarios energizados o disyuntores manuales (aun cuando estén aterrizados).
- Cuando se manipulen postes cerca de conductores o equipos energizados.
- Cuando se realicen empalmes en el piso de conductores no aterrizados.
- Cuando se realice la apertura o el cierre de un cortacircuito con pértiga.
- Cuando el líder del trabajo lo considere conveniente para la seguridad del personal.

5.7 Cuidado de las mangas y guantes dieléctricos

- Se deben utilizar guantes dieléctricos con el grado de aislamiento apropiado y con la fecha vigente en la que fueron probados.
- Los guantes dieléctricos no deberán ser dejados al revés, para evitar deformación del caucho en las zonas de los extremos de los dedos, del punto de unión a éstos y en los extremos, tanto del canto como del pulgar,

lo que acelerará el deterioro del caucho. Además los guantes y las mangas dieléctricas nunca deberán ser usados al revés.

- Los guantes y las mangas deberán ser lavados frecuentemente para quitarles la suciedad y la salinidad, debida a la transpiración. Para facilitar esta labor es conveniente voltear los implementos al revés y utilizar para el lavado agua con jabón o suave (neutro). Estos equipos deberán ser enjuagados completamente, para evitar posible irritación debida a los residuos de jabón, luego secarlos en zona de corrientes de aire normales y finalmente, proceder a voltearlos para dejarlos en su posición normal.
- Se debe evitar que los guantes y mangas dieléctricos se sequen directamente al sol, por la posibilidad de deterioro por ozono.
- Los guantes interiores de algodón también deberán ser lavados frecuentemente, para evitar que se presenten problemas de dermatitis.
- Entre las características para determinar el deterioro de los guantes dieléctricos, se encuentran el agrietamiento, las protuberancias, el reblandecimiento, el endurecimiento y la transformación del material en algo pegajoso o inelástico.
- Si las mangas o guantes llegasen a estar en contacto con aceite de transformadores, inhibidores o cualquier otro producto a base de petróleo, deberán ser completamente limpiados, una vez terminada la labor. Si estos productos no son removidos prontamente, pueden producirle ampollas o hinchazones al caucho. Aunque estas protuberancias no afectan apreciablemente las propiedades dieléctricas del caucho, si reducen en gran medida, hasta en un 25%, la resistencia mecánica al desgarre.
- Un talco antiséptico suave, refrescante y lubricante deberá espolvorearse en el interior del guante, para facilitar la postura y el retiro de los mismos. El talco deberá ser de características tales que absorba la humedad y la transpiración, pero sin que sea nocivo para la piel o disminuya las características dieléctricas del guante de caucho. El uso permanente del talco ayuda a evitar que los guantes se vuelvan pegajosos. Después de

cada limpieza y prueba de los guantes y mangas, siempre se deberá espolvorear este talco en el interior de éstos.

- Para obtener la más alta protección y vida de los guantes aislantes de caucho, estos deberán ser usados siempre con guantes de cuero, para obtener la protección mecánica necesaria contra cortes, pinchazos o raspaduras.

5.8 Inspección visual

Los guantes dieléctricos deberán ser inspeccionados con aire por medio de aparatos infladores especiales. Otra forma de efectuar la prueba, es especialmente en el terreno, consiste en enrollar el guante, en el lado del borde, e ir apretando fuertemente hacia los dedos, de forma tal que el aire atrapado estire el caucho, para comprobar de esta manera si el guante está en buen estado o si por el contrario, tiene alguna fuga que determinaría su retiro inmediato del servicio. En la realización de la anterior operación se puede poner un poco de agua dentro del guante, antes de efectuar la prueba de aire, para conseguir mejores resultados de ésta, puesto que si hubiera aunque fuera un pequeñísimo escape, brotaría un chorro de agua, localizando de esta forma el agujero. (Fenosa, 2012)

Es conveniente que las mangas y los guantes dieléctricos sean de dos colores, preferiblemente amarillo interior y negro exterior, de tal modo que faciliten la inspección visual, debido a las ventajas del contraste de colores. Las mangas pueden ser inspeccionadas visualmente al estirarlas, enrollándolas entre los dedos, para revelar fallas como hendiduras, huecos, cortes o grietas, o materias extrañas incrustadas en sus superficies, especialmente del tipo metálico como pequeñas virutas o astillitas punzantes, las cuales no son detectadas fácilmente si las mangas se hallan extendidas. La inspección deberá hacerse tanto al interior como al exterior de la manga.⁵⁵

⁵⁵ FENOSA, G. N. *Trabajos en líneas energizadas*. Barranquilla, 2010.

Las mangueras deben ser inspeccionadas completamente por dentro y por fuera. Para examinarlas interiormente, las mangueras deben ser sostenidas primeramente, por un extremo, en la mano izquierda y con la derecha coger un sector de la manguera un poco distante del área aferrada por la mano izquierda, con la abertura longitudinal de la manguera hacia arriba y proceder entonces a doblar hacia abajo la manguera, para con la ayuda del pulgar derecho lograr desplegarla completamente, de modo tal que la apertura permita visualizar enteramente la parte inferior de la manguera entre las dos manos. Mientras la manguera está sostenida firmemente con ambas manos, la mano izquierda puede ser movida hacia arriba y la derecha hacia abajo, manteniendo siempre la manguera combada, hasta inspeccionar la parte interior de la manguera hasta la cima de la curvatura formada. Posteriormente, se sostiene el otro extremo de la manguera con la mano derecha, mientras con la izquierda se procede a desplegar el interior de la manguera, en forma igual a la realizada en el primer sector de la manguera, para proceder a hacer la inspección del otro sector., deslizando la mano derecha hacia arriba y la mano izquierda hacia abajo. En esta forma la manguera es inspeccionada de un extremo al otro. La manguera deberá ser rechazada si se encuentran daños que excedan el 1/3 del espesor natural de la misma.⁵⁶

Los cubridores de aisladores deberán ser primero inspeccionados completamente por el lado exterior, para luego inspeccionar el interior para detectar posibles fallas. Los cubre-aisladores con averías que excedan el 1/3 de su espesor deben ser rechazados.⁵⁷

No es posible inspeccionar de un solo vistazo sobre la superficie de las mantas. Para lograr detectar grietas profundas, rajaduras, cortaduras, cortes corona, las mantas deberán ser enrolladas doblando fuertemente una superficie sobre la otra,

⁵⁶ FENOSA, G. N. *Trabajos en líneas energizadas*. Barranquilla, 2010.

⁵⁷ FENOSA, op. cit

empezando por dos extremos de la manta e ir deslizando este enrollamiento, con las dos manos hasta llegar a los otros dos extremos de la manta. Tan pronto se ha examinado un lado de la manta, se volteará para revisar el otro lado de ésta. Las mantas que se encuentren en mal estado al ser inspeccionadas, deberán ser retiradas inmediatamente de servicio.

5.9 Elementos de protección personal y colectiva para trabajos en línea

Todo el personal que participe en cualquier trabajo eléctrico con y sin tensión, debe estar dotado del equipo de protección tanto individual como colectivo requerido para el trabajo a desarrollar:

- Cabeza: Casco Dieléctrico con Barbuquejo.
- Cara (ojos): Monogafas con filtros UV y protección Cromática, Grado 6º protección arcos eléctricos.
- Extremidades Superiores:
 - Guantes Dieléctricos para 20.000V (clase 2) en líneas de 13.8kV
 - Guantes Dieléctricos para 40.000V (clase 4) en línea de 34.5Kv
 - Guantes en cuero de protección y de hilo.
 - Mangas Dieléctricas para 20.000V (clase 2) en líneas de 13.8kV
 - Mangas Dieléctricas para 40.000 v (clase 4) en línea de 34.5Kv
 - El tamaño debe ser de acuerdo a la contextura física del operario
- Tronco y Tórax:
 - Arnés con Protección Pélvica (dieléctrico).
 - Eslinga de seguridad de 1,8 m (dieléctrica).

5.10 Extremidades Inferiores

Botas dieléctricas. (Sin remaches ni ojaletes metálicos, tensión de prueba 25 Kv)

5.11 Dotación

La dotación está constituida por la Camisa manga larga, y jeans, 100% en algodón y las botas dieléctricas.

5.12 Equipos de trabajos en altura

- Los arneses y eslingas de seguridad deben mantenerse limpios y secos, y ser inspeccionados diariamente.
- Las cintas y arnés deben ser protegidos contra altas temperaturas. Si el equipo se humedece, se debe dejar que se seque normalmente; no debe ser secado con calor artificial, ni puestos a exposición directa del sol.
- Se deben utilizar arneses y eslinga de seguridad cuando se labore en un poste, torre o estructura y dentro del barril del carro canasta. Antes de colocar cualquier peso en una correa de seguridad, se debe determinar que los herrajes y sujetadores estén firmemente asegurados, cerciorándose que esté asegurado en el anillo en “D”.
- Los arneses de seguridad deben ser sometidos a inspecciones periódicas. Los que tengan defectos deben ser reemplazados.
- Los empleados deben mantener el control de sus equipos de seguridad mientras estén realizando trabajos en el aire.
- Cuando se realicen trabajos en áreas supremamente contaminadas tales como refinerías o plantas químicas, se debe tomar precauciones adicionales en las inspecciones de los arneses, las cuales deben llevarse a cabo con mayor frecuencia.
- No se permite el uso de ganchos de alambre improvisados que sean sujetados y enganchados al arnés corporal para transportar cintas y otros materiales similares.
- Para trabajos en líneas energizadas, está prohibido el uso de escalera sin importar su fabricación.

CAPÍTULO VI

TRABAJO CON REDES DESENERGIZADAS.

El trabajo en redes de distribución desenergizadas es realizado solo en casos extremos ya que esto ocasiona el corte de energía, esta actividad consiste en la desenergización del circuito a operar, efectuando una apertura visible en el circuito e instalando avisos que adviertan el proceso para prevenir accidentes.

Una vez el circuito se encuentra desenergizado se debe cumplir las cinco reglas de oro establecidas en la resolución 90708 del 2013 “Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas”.

Al igual que para el trabajo en línea energizadas, los operarios encargados de realizar trabajos en líneas desenergizadas, deben contar con el equipo de protección personal y colectiva, además de ser entrenados para este tipo de trabajo; los operarios que realizan mantenimiento en líneas desenergizadas no deben alterar trabajos en línea viva y viceversa.

6.1 Reglas de Oro para trabajos eléctricos

Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes “Reglas de oro”:

- a) *Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión*, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.⁵⁸
- b) *Condenación o bloqueo*, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos indicando “No energizar” o “prohibido

⁵⁸ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013

maniobrar” y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.⁵⁹

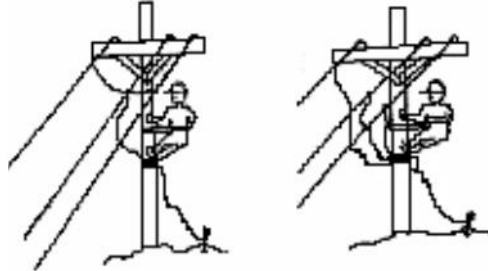
- c) *Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases*, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.⁶⁰
- d) *Puesta a tierra y en cortocircuito* de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra. En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran como si estuvieran energizados a su tensión nominal. Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación. Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa. Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo. Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan adquirir potencial durante el trabajo. Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a “abrirse” un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados. Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipo, serán

⁵⁹ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁶⁰ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

responsables de coordinar la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.⁶¹

Ilustración 1. Puesta a tierra



Fuente: Resolución 90708 del 2013

- e) *Señalizar y delimitar la zona de trabajo.* Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente. El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas. Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo de la cuadrilla atrás del área de trabajo y señalizar en ambos lados de la vía.⁶²

6.2 Maniobras en trabajos eléctricos desenergizados

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico, claro y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados por error, un accidente o sin advertencia. Se prohíbe la apertura de cortacircuitos con cargas

⁶¹ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁶² Ministerio de Minas y Energía, op.cit

que puedan exponer al operario o al equipo a un arco eléctrico, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco.⁶³

6.3 Verificación en el lugar de trabajo

El jefe de grupo debe realizar una inspección detenida con base en lo siguiente:

- Que los equipos sean de la clase de tensión de la red.
- Que los operarios tengan puesto su equipo de protección individual.
- Que los operarios se despojen de todos los objetos metálicos.
- Cuando se utilice camión canasta, verificar el correcto funcionamiento tanto de los controles en la canasta como los inferiores.
- Que se efectúe una inspección de los guantes.
- Que los operarios se encuentren en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.
- Que los espacios de trabajo tengan las dimensiones adecuadas y no presenten obstáculos que pongan en riesgo al trabajador.
- Antes de entrar a una cámara subterránea, la atmósfera debe ser sometida a prueba de gases empleando la técnica y los instrumentos para detectar si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles.
- Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por fuera de ella, por lo menos durante 10 minutos, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para iniciar el trabajo.⁶⁴

⁶³ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁶⁴ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

6.4 Trabajos cerca de circuitos aéreos energizados

Cuando se instalen, trasladen o retiren postes cerca de líneas aéreas energizadas, se deben tomar precauciones a fin de evitar el contacto directo con las fases. Los trabajadores que ejecuten dicha labor deben evitar poner en contacto partes de su cuerpo con el poste.

Los trabajadores ubicados en tierra o que estén en contacto con objetos conectados a tierra, deben evitar el contacto con camiones u otro equipo que no esté puesto a tierra de manera efectiva y que estén siendo utilizados para mover o retirar postes en o cerca de líneas energizadas, a no ser que dispongan de aislamiento aprobado para el nivel de tensión.

Se considera distancia mínima de seguridad para los trabajos en tensión a efectuarse en la proximidad de las instalaciones no protegidas de alta o media tensión, la existente entre el punto más próximo en tensión y el operario, herramienta o elemento que pueda manipular con movimientos voluntarios o involuntarios. En consecuencia quienes trabajan cerca de elementos en tensión deben acatar las siguientes distancias mínimas:

Tabla 7 Distancias mínimas para trabajos cercas elementos en tensión

Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia mínima (m)
Hasta 1	0,80
7,6 / 11,4 / 13,2 / 13,8	0,95
33 / 34,5	1,10
44	1,120
57,5 / 66	1,40
110 / 115	1,80
220 / 230	2,8
500	5,5

Fuente: Resolución 90708 del 2013

Nota 1. Las distancias de la tabla anterior aplican hasta 900 msnm, para trabajos a mayores altura y tensiones mayores a 57,5kV, debe hacerse la corrección del 3% por cada 300 m.

Nota 2. Se podrán aceptar las distancias para trabajo en líneas energizadas establecidas en el estándar 516 de la IEEE.

Personal no calificado o que desconozca los riesgos de las instalaciones eléctricas, no podrá acercarse a elementos energizados a distancias menores a las establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 8 Distancias de seguridad para personas no especialista

Tensión de la instalación	Distancia (m)
Instalaciones aisladas menores a 1000 V	0,4
Entre 1 y 57,5 kV	3
Entre 57,5 y 110 kV	4
Entre 110 y 230 kV	5
Mayores a 230 Kv	8

Fuente: Resolución 90708 del 2013

Nota 1. Esta tabla indica el máximo acercamiento permitido a una red sin que la persona esté realizando labores sobre ella u otra red energizada cercana.

Nota 2. No se deben interpolar distancias para tensiones intermedias a las citadas.

Nota 3. Las distancias mínimas de seguridad indicadas pueden reducirse si se protegen adecuadamente las instalaciones eléctricas y la zona de trabajo, con aislantes o barreras.

6.5 Lista de verificación para trabajos en condiciones de alto riesgo

La siguiente lista de verificación es un prerrequisito al trabajo mismo, que debe ser diligenciada por un vigía de salud ocupacional, por el jefe del grupo de trabajo, por un funcionario del área de salud ocupacional o un delegado del comité paritario de

la empresa encargada de la obra y debe ser diligenciada en todos los casos donde se deba trabajar en condiciones de alto riesgo.⁶⁵

Tabla 9 Verificación para trabajos en alto riesgo

Lista de verificación para trabajos en condiciones de alto riesgo	Si	No
• ¿Se tiene autorización escrita o grabada para hacer el trabajo?	Si	No
• ¿Se encuentra informado el ingeniero o supervisor?	Si	No
• ¿Se han identificado y reportado los factores de riesgo que no pueden obviarse?	Si	No
• ¿Se intentó modificar el trabajo para obviar los riesgos?	Si	No
• ¿Se instruyó a todo el personal la condición especial de trabajo?	Si	No
• ¿Se designó un responsable de informar al área de salud ocupacional, al Comité Paritario o al jefe de área?	Si	No
• ¿Se cumplen rigurosamente las reglas de oro?	Si	No
• ¿Se tiene un medio de comunicación?	Si	No
• ¿Se disponen y utilizan los elementos de protección personal?	Si	No

Fuente: Resolución 90708 del 2013

6.6 Apertura De Transformadores De Corriente Y Seccionadores

El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto bajo ninguna condición, mientras se encuentre energizado. En el caso que no pueda desenergizarse todo el circuito, antes de empezar a trabajar con un instrumento, un relé u otra sección del lado secundario, el trabajador debe conectarlo en derivación con puentes.

Los seccionadores no deben ser operados con carga, a menos que estén certificados para esta condición o que se realice con un equipo especial para apertura con carga.⁶⁶

⁶⁵ Ministerio de Minas y Energía. Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas". Bogotá, 2013.

⁶⁶ Ministerio de Minas y Energía. Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas". Bogotá, 2013.

CAPÍTULO VII

TRABAJO EN TENSIÓN O CON REDES ENERGIZADAS.

Los métodos de trabajo más comunes, según los medios utilizados para proteger al operario y el nivel de tensión son trabajo a distancia, trabajo a contacto y trabajo a potencial.

7.1 Trabajo a distancia

En este método, el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes.

Su principio básico es mantener una distancia segura de líneas y equipos energizados al liniero. No necesita equipo de protección especial.

Ilustración 2. Trabajo a distancia segura en líneas energizadas



Fuente: Seguridad del personal trabajando en líneas de distribución eléctrica primarias.

7.2 Trabajo a contacto

En este método, el operario se aísla del conductor en el que trabaja y de los elementos tomados como masa por medio de elementos de protección personal, dispositivos y equipos aislantes.

Con este método el liniero puede realizar los trabajos directamente con la mano.

Ilustración 3. Trabajo a contacto con protección, dispositivos y equipos aislantes



Fuente: Seguridad del personal trabajando en líneas de distribución eléctrica primarias.

7.3 Trabajo a potencial

En el cual el operario queda al potencial de la línea de transmisión en la cual trabaja, mediante vestuario conductivo. Este método se emplea para realizar trabajos a redes de transmisión. Su principio básico es la jaula de Faraday.

Ilustración 4. Trabajo en línea de transmisión con vestuario conductivo



Fuente: Seguridad del personal trabajando en líneas de distribución eléctrica primarias.

7.4 Organización Del Trabajo

Todo trabajo en tensión está subordinado a la aplicación de un procedimiento previamente estudiado, el cual debe comprender:

- Un título que indique la naturaleza de la instalación intervenida, la descripción precisa del trabajo y el método de trabajo.
- Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.
- Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones concretas.
- Croquis, dibujos o esquemas necesarios.

Todo trabajo en circuitos energizados de más de 450 voltios debe hacerse con un grupo de trabajo de al menos dos (2) personas. Los grupos de trabajos que realicen labores en circuitos por encima de 1000 V deben contar con al menos dos (2) operarios y un (1) jefe que coordine y supervise las labores estando atento del trabajo del grupo para controlar cualquier riesgo que los pueda afectar en el desarrollo del trabajo. Se exceptúan de este requisito, los trabajos de desenergización y energización de transformadores, ramales de redes en MT, cambios de fusibles en cortacircuitos, maniobra y operación de interruptores o seccionadores que podrá hacerlo un solo operador, siempre que use las herramientas adecuadas y protocolos seguros.⁶⁷

7.5 Procedimientos de ejecución

- Todo liniero de línea viva, es decir, capacitado para trabajos en tensión, debe haber recibido una formación especial y estar habilitado para tal fin, lo cual deber ser demostrado mediante certificación.⁶⁸

⁶⁷ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁶⁸ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

- Todo liniero de línea viva, debe estar afiliado a la seguridad social y riesgos profesionales. Además, debe practicarse exámenes periódicos para calificar su estructura ósea o para detectar deficiencias pulmonares, cardíacas o psicológicas. Enfermedades como la epilepsia, consumo de drogas y alcoholismo también deben ser estudiadas por el médico.⁶⁹
- El jefe del trabajo, una vez recibida la confirmación de que se tomaron las medidas precisas y antes de comenzar el trabajo, debe reunir y exponer a los linieros el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su función y que cada uno comprende cómo se integra en la operación conjunta.⁷⁰
- El jefe del trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten la seguridad. Al terminar los trabajos, verificará su correcta ejecución y comunicará al centro de control el fin de los mismos.⁷¹
- Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión si no dispone en la zona de trabajo de sus elementos de protección personal, que comprende: En todos los casos: Casco aislante y guantes de protección y en casos particulares, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, entre otros: botas dieléctricas o calzado especial con suela conductora para los trabajos a potencial, dos pares de guantes aislantes,

⁶⁹ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁷⁰ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁷¹ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.⁷²

- Cada operario debe cuidar de la conservación de su dotación personal. Estos materiales y herramientas deben conservarse en seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimientos previstos para este uso. No deben sacarse de los mismos hasta el momento de su empleo.⁷³
- Antes de trabajar en un conductor bajo tensión, el operario debe unirse eléctricamente al mismo para asegurar su equipotencialidad con el conductor.⁷⁴
- En el caso de presentarse lluvia o niebla, se pueden realizar los trabajos cuando la corriente de fuga por los elementos aislantes esté controlada y se mantenga por debajo de $1\mu\text{A}$ por cada kV nominal de la instalación. En caso de no realizar control de la corriente de fuga y si la tensión es superior a 34,5kV, estos trabajos deben ser interrumpidos inmediatamente.⁷⁵
- En caso de tormentas eléctricas, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se interrumpirán. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se debe retirar al personal y se podrán dejar los dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables.⁷⁶

⁷² Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁷³ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁷⁴ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁷⁵ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁷⁶ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

- Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios deben llevar guantes aislantes revestidos con guantes de protección mecánica y guantes de algodón en su interior.⁷⁷
- Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección total tipo Jaula de Faraday.⁷⁸
- Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del productor. A cada elemento de trabajo debe abrirsele y llenársele una ficha técnica.⁷⁹
- Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacerseles un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, mínimo dos veces al año.⁸⁰
- Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer mínimo un ensayo de aislamiento al año.⁸¹
- Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes no conductoras, mínimo una vez al año.⁸²

⁷⁷ Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogotá, 2013.

⁷⁸ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁷⁹ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁸⁰ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁸¹ Ministerio de Minas y Energía, op.cit

⁸² Ministerio de Minas y Energía, op.cit

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

El anterior manual de procedimientos concientiza al personal que realiza labores de montaje y mantenimiento de redes de distribución acerca del alto riesgo que presenta el desconocimiento de los fundamentos y principios de seguridad al momento de realizar esta actividad.

Por otro lado, proporciona la herramienta necesaria y de fácil comprensión para que su lector comprenda las normas y principios que deben seguir para minimizar la posibilidad de accidentes o incidentes durante la ejecución de labores de montajes y mantenimiento de redes de distribución eléctricas.

De igual forma generar en las personas que trabajan en una red de distribución de energía la concientización de prevención y protección, reflejados en la reducción de costos ya sea por tiempos de ocio, accidentes, incidentes, entre otros.

Además de ello, este proyecto sirve como instructivo o guía para la realización de trabajos de campo, material de referencia en investigaciones, y conocimiento de las leyes, normas, sanciones que actualmente rigen en Colombia en el tema de seguridad para la realización de trabajos en redes de distribución de energía.

- L., M. V. Unidad de medición fasorial PMU , su desarrollo, aplicaciones y empleo en América Latina. *Trabajo de grado de la Universidad de Costa Rica* , 2009, pag 34.
- Ministerio de Minas y Energía. *Resolución 90708 de 2013 "Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas"*. Bogota,2013
- National Fire Protection Association, I. *NFPA 70E Norma para los Requisitos de Seguridad Eléctrica de los empleados en los lugares de trabajos*. Quincy, Massachusetts: Copyright ©,2000
- NIKOLAOS M. Manousakis, G. N. Taxonomy of PMU Placement Methodologies. *IEEE Transactions on power Systems, Vol 27, N° 2, Mayo 2012, 1070-1077*.
- PHADKE, A. Synchronized phasor measurements in power systems. *Computer Applications in Power, IEEE, Vol 6, N° 2, 1993, 10-15*.
- PHADKE, A. T.. A new measurement technique for tracking voltage phasors, local system frequency, and rate of change of frequency. *IEEE Transactions on PAS. Vol 102, N° 5, Mayo 1983, 1025-1038*.
- RAMÓN LEÓN, J. E.. Proyecto sistema de respaldo nacional ante eventos de gran magnitud SIRENA. *Seminario oscilaciones en Colombia XM los expertos en mercados* ,2010
- SAIKAT CHAKRABARTI, E. K. Measurements get together . *IEEE power & energy magazine, 2009, 7 (1) . pp, 41-49*.

APÉNDICE I

Para la ejecución de los trabajos se debe tener en cuenta:

- a) El responsable del trabajo informará a la central, subestación o centro de control correspondiente los trabajos a realizar, asegurando las comunicaciones en doble vía, repitiendo el mensaje.
- b) Solicitar la normalización del circuito, esperando la confirmación y verificando su funcionamiento. En zonas geográficas del país donde no haya acceso a comunicaciones el responsable del trabajo debe informar previamente la zona en la que va a laborar y después de terminados los trabajos reportar lo realizado.
- c) Para garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial, en la intervención de líneas y redes de baja y media tensión en altura, se debe contar como mínimo con dos trabajadores laborando en conjunto.
- d) Cuando se ejecuten trabajos sobre circuitos que vayan paralelos o se crucen con otros de mayor o menor tensión y no se garanticen las distancias de seguridad establecidas en el presente reglamento, se deben desenergizar los circuitos involucrados o aislarlos eléctricamente por medio de cubiertas según el nivel de tensión. Este trabajo debe ser realizado por cuadrillas de línea viva.
- e) Para realizar trabajos sobre capacitores, una vez desconectados se esperará el tiempo definido, de acuerdo a las características del equipo, luego se cortocircuitarán sus terminales y se aterrizarán a la carcasa o tierra del capacitor antes de iniciar los trabajos. Los condensadores no se deben abrir con tensión.
- f) Cuando se va a trabajar un circuito donde se desenergizó a través de la apertura de un reconectador, asegurar que se encuentre bloqueado el recierre remoto y el local.

- g) Cuando se instalen equipos de seccionamiento que no tengan corte visible, se deben instalar adicional a estos, seccionadores que permitan la realización del corte visible.
- h) Los cortacircuitos, seccionadores o cuchillas se deben operar sin carga, para lo cual se debe solicitar la desenergización del circuito. Si esto no es posible se deben operar utilizando un equipo que extinga el arco.
- i) Las empresas deben documentar sus procedimientos para el montaje o desmontaje de los elementos del sistema, en los cuales aparecerá de manera secuencial el orden de conexiones o desconexiones y las acciones a seguir en caso de identificar una condición de riesgo.
- j) En las actividades de tendido y tensionado de conductores además del uso de los equipos y elementos de protección es necesario:
- Utilizar ayudas, mecánicas, mantener visibilidad del área y comunicaciones adecuadas.
 - Verificar clase de conductor, calibre, peso, resistencia mecánica y longitud del vano o tramos a tensionar para minimizar el riesgo de ruptura.
 - Aterrizar los conductores desnudos a tensionar.
- k) Siempre que se realice reposición o cambio de fusibles se debe tener en cuenta:
- Todo fusible debe ser reemplazado por otro de igual capacidad, jamás usar alambres o reforzar un fusible y nunca instalarlo sin su portafusible correspondiente.
 - Revisar el estado de los fusibles de las demás protecciones que estén en el mismo punto de la falla, así estas no se hayan accionado.
 - Buscar y eliminar, en la red o en el transformador, la falla que ocasionó la fusión de la protección.

APÉNDICE II

Para realizar una actividad o trabajo con tensión se requiere:

- a) El aspirante a ser liniero de línea viva debe tener una experiencia mínima de 2 años en mantenimiento o construcción de líneas de media tensión.
- b) Para que un trabajador pase de línea viva a desenergizada debe recibir una reinducción previa que permita el afianzamiento a los procedimientos y adaptación al trabajo en línea desenergizada.
- c) El personal de línea energizada, debe recibir una reinducción y actualización anual, específica para esta labor, el total de horas de capacitación debe ser superior a 40.
- d) Se le debe practicar exámenes médicos de ingreso y periódico anual para constatar su estado de salud, condición física y mental y su aptitud para este tipo de trabajo. No son aptos para el oficio personas con marcapasos, prótesis u órtesis metálicas. El personal que trabaje en línea viva debe encontrarse en condiciones óptimas tanto físicas como psicológicas.

Para la ejecución de trabajos con tensión se requiere:

- a) El trabajo será realizado tal y como fue planeado. Cualquier variación en lo planeado debe ser explicada por el jefe de trabajos de forma detallada al personal, verificando que haya sido entendida.
- b) Cada integrante del grupo tendrá la responsabilidad del cumplimiento de todas las normas de seguridad, procedimientos, técnicas y métodos de trabajo.
- c) El cubrimiento debe instalarse progresivamente iniciando por la zona más próxima a los operarios, sin dejar en su recorrido puntos descubiertos. De igual forma, las cubiertas se irán retirando a medida que se vaya “saliendo” de la zona de trabajo.
- d) Nunca se trabajará en dos fases simultáneamente, ni en dos puntos de diferente potencial. Para ello se deben mantener los equipos y conductores

de las otras fases, que puedan ser alcanzados en forma accidental o voluntaria, completamente cubiertos. Los trabajadores deben evitar tocar o recargarse en las mantas o cubiertas aislantes instaladas, mientras se encuentran tocando al mismo tiempo una superficie a diferente potencial.

- e) En los casos de circuitos en postes o estructuras de madera, debe tenerse en cuenta que todas las partes de madera se encuentran potencialmente a tierra.
- f) Bajo ninguna circunstancia debe sacrificarse la seguridad por la rapidez en la ejecución de trabajos en labores de mantenimiento de redes en línea viva.
- g) No se debe trabajar con la técnica de línea viva en un circuito que presente falla.
- h) Cuando por circunstancias especiales, diferentes a fallas, se produzca la desenergización del circuito, el personal de línea viva debe continuar realizando trabajos en dicha red, asumiendo que el circuito está energizado y aplicará todas las técnicas de línea viva.
- i) Los trabajos en línea energizada sólo deben ser realizados cuando las condiciones de luz natural lo permitan y no esté lloviendo.

El mantenimiento en líneas energizadas siempre se realizará por un grupo de trabajo el cual como mínimo debe estar conformado de la siguiente manera:

- a) A contacto: 3 linieros y un jefe de grupo.
- b) A distancia: 4 linieros y un jefe de grupo. La conformación con un número inferior sólo se hará en condiciones especiales, soportadas por procedimientos específicos aprobados y bajo responsabilidad de la empresa.

En las actividades relacionadas con medición, corte y reinstalación, suspensión y reconexión del servicio de energía eléctrica, se deben cumplir además de las indicaciones aplicables descritas en el presente trabajo, las siguientes:

- a) Para realizar actividades en línea desenergizada se deben cumplir las 5 reglas de oro.
- b) Debe respetarse las distancias mínimas de seguridad respecto a las partes energizadas.
- c) En circuitos de baja tensión, no podrá hacerse contacto directo con puntos de los que no se tenga la certeza que efectivamente no tienen tensión, a menos que se utilicen guantes aislantes adecuados al nivel de tensión.
- d) Las cajas o encerramientos metálicos, en los que no se pueda evidenciar la puesta a tierra, se considerarán como energizadas a la tensión más alta de los circuitos que contengan, por lo tanto se debe verificar que no estén energizadas y luego proceder a aterrizarlas.
- e) La instalación o retiro de medidores se hará siempre desconectando previamente la carga y usando herramienta aislada, guantes aislantes según nivel de tensión y protección para arco eléctrico.
- f) En la instalación de medidores con tensión en la acometida se debe aterrizar el medidor, conectar el neutro y posteriormente las fases, una a una, según su marcación.
- g) En el retiro de medidores con tensión en la acometida se deben desconectar las fases, una a una según su marcación, luego el neutro y finalmente la puesta a tierra.
- h) El corte y reinstalación, suspensión y reconexión del servicio de energía se hará preferiblemente sin carga, de no ser posible, la empresa debe tener un procedimiento para hacer cortes con carga que incluye el uso de herramientas aisladas a mayor distancia y el uso de elementos de protección al arco eléctrico.
- i) En el corte o suspensión del servicio de energía se deben desconectar las fases, una a una según su marcación y luego el neutro.
- j) En la reconexión o reinstalación del servicio de energía se debe conectar primero el neutro y luego las fases, una a una según su marcación.

- k) Para medición de corrientes con pinza voltiamperimétrica de gancho, se retirarán previamente las puntas para medición de tensión.
- l) Cuando se retire un medidor, se deben dejar aislados y señalizados debidamente los conductores de fase, neutro y tierra, para facilitar su debida identificación en maniobras posteriores.

APÉNDICE III

De acuerdo al panorama de factores de riesgo, la empresa identificará si sus instalaciones subterráneas se configuran como espacios confinados y desarrollará el procedimiento de seguridad respectivo el cual debe constar por escrito.

Antes de empezar a realizar un trabajo en instalaciones subterráneas se deben seguir las siguientes indicaciones:

- a) Señalización y demarcación del área de trabajo.
- b) Abrir cámara para permitir escape de gases y ventilación natural.
- c) Garantizar que el equipo de trabajo cuente con un sistema de monitoreo de gases durante todo el tiempo de permanencia en la cámara subterránea.
- d) Antes de entrar a una cámara subterránea, su atmósfera interior deberá ser evaluada para determinar si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles y la concentración de oxígeno mínima. Si la concentración del gas es superior al valor límite permisible se implementará un sistema de ventilación forzada continua hasta llegar al nivel permitido. Mientras la concentración de oxígeno esté por fuera de los valores límites permisibles, no se efectuará el trabajo.
- e) Inspeccionar las condiciones detectando deficiencias en la estructura y otros peligros, con el fin de implementar las medidas que deben adoptarse para evitar accidentes.
- f) Drenar cuando exista acumulación de agua.
- g) Planear la posible acción de rescate que resulte necesaria, de acuerdo a los riesgos existentes y a las características de la instalación. Se debe garantizar que el equipo de trabajo cuente con un procedimiento de rescate en situaciones de emergencia.

- h) Previo al ingreso a una cámara subterránea el trabajador debe tener un sistema de protección contra caída que permita su rescate desde el exterior en caso de accidente.
- i) Para ingresar a la cámara de inspección o subestación de sótano deben utilizarse escaleras de material no conductor que apoye firme y completamente en el piso. No deben utilizarse los cables o estructuras como peldaños para bajar.
- j) Antes de iniciar cualquier trabajo, es obligatorio identificar todos los circuitos, trayectorias, circuitos de alimentación, transformadores y medios de seccionamiento que involucren los trabajos a desarrollar.

En los trabajos de pruebas, operación y mantenimiento de redes subterráneas se deben cumplir las siguientes indicaciones:

- a) Es requisito indispensable que los cables de media y de baja tensión, transformadores y equipos asociados se encuentren debidamente identificados de acuerdo a normas vigentes, debiendo coincidir con lo señalado en los planos de las instalaciones.
- b) Cuando se encuentre una instalación que no cumpla con el requisito anterior debe reportarse de inmediato a la dependencia correspondiente, y no se debe realizar ningún trabajo hasta tanto sean debidamente identificados los circuitos involucrados.
- c) Antes de realizar cualquier trabajo de pruebas u operación de equipos de distribución subterráneos se debe verificar que se encuentren desenergizados (verificación de ausencia de tensión) y puestos a tierra en todos los extremos del cable.
- d) Cualquier corte de cable subterráneo, debe realizarse con los equipos especializados para tal fin, los cuales permitan realizar el primer corte del mismo desde el exterior de las cámaras; una vez realizado el primer corte se pueden utilizar las herramientas convencionales de corte.

- e) Para la realización de pruebas de resistencia de aislamiento a los cables de media y baja tensión deben seguirse las siguientes reglas:
- 1) Antes de aplicar tensión, chequear ausencia de tensión, verificar que los extremos estén aislados y no tengan equipos conectados, deben protegerse los extremos del cable bajo prueba, utilizando barreras y avisos preventivos y evitar el acceso de personas ajenas a las pruebas que se realizan.
 - 2) El personal que participa en las pruebas debe respetar las distancias mínimas de seguridad respecto a circuitos energizados establecidas en el presente reglamento.
 - 3) Al término de la prueba se debe apagar el equipo y antes de retirar las conexiones, descargar a tierra el cable con una pértiga aislada.
- f) Cuando por condiciones de falla u otro motivo se deje fuera de servicio un transformador, equipo de seccionamiento, o cable de media o baja tensión, deben colocarse avisos preventivos que adviertan claramente las condiciones existentes.
- g) Antes de reparar un neutro abierto se debe abrir el circuito, utilizando los elementos y los medios de protección necesarios para controlar los riesgos presentes y potenciales.
- h) Antes de mover cables de media tensión se debe verificar visualmente su estado y moverlos con un elemento aislante. Cuando se deje en consignación un cable de media tensión, siempre deben aterrizar sus dos extremos, utilizando las terminales adecuadas, y colocando los avisos preventivos correspondientes.
- i) Todos los equipos de seccionamiento normalmente abiertos, en las transiciones de las redes subterráneas, deben considerarse como energizados a su tensión nominal, debiendo instalarse en ellos avisos preventivos permanentes, que señalen esta condición.

Antes de energizar una instalación subterránea, debe comprobarse que no hay partes vivas expuestas. Para la entrada en operación de acometidas y equipos en media tensión, deben haberse efectuado las correspondientes pruebas de aislamiento.

Para poner en paralelo dos circuitos de la misma o diferente fuente de alimentación o de transferencia de cargas, debe hacerse únicamente bajo supervisión de personal autorizado para coordinar este tipo de maniobras, quienes tendrán conocimiento previo de los circuitos involucrados, deben contar con los equipos adecuados y acatar las siguientes indicaciones:

- a) Al iniciar el trabajo verificar funcionamiento correcto del equipo de prueba de paralelo.
- b) Verificar presencia de tensión en los extremos.
- c) Verificar paralelo.

En las maniobras de paralelaje, dependiendo del tipo de equipos de seccionamiento, se realizará la actividad con tensión o sin tensión. Todo cambio en la configuración de los circuitos, derivado de maniobras de paralelaje o transferencia de cargas o por cualquier otro motivo, se registrará oportunamente, manteniéndose los planos correspondientes actualizados.

APÉNDICE IV

Se debe tener en cuenta y acatar la verificación preliminar para realizar trabajos en redes de distribución de acuerdo a:

- Verificación de EPP

ÍTEM A EVALUAR	OK	N.A.	Mal	OBSERVACIONES
Casco				
Barbuquejo				
Botas dieléctricas				
Guantes				
Tapa-oidos				
Tapa-bocas				
Gafas				
ARP y EPS				
Otro:				

- Verificación de condiciones seguras

ÍTEM A EVALUAR	Ok	N.A.	No	OBSERVACIONES
¿Las condiciones en el sitio son seguras para realizar la labor?				
¿Se informa al ingreso los posibles riesgos del proyecto?				
¿El personal que acompaña en la inspección cuenta con EPP, ARP Y EPS?				
¿Existen personal y equipos (extintores, botiquín, etc.) destinados a la atención de emergencias?				

APÉNDICE V

RIESGOS Y CONSECUENCIAS ASOCIADAS AL TRABAJO CON REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Trabajo en tensión o con redes energizadas.	Trabajo sin tensión o con redes desenergizadas.	Trabajos de Mampostería	Supervisión	Trabajos de Altura
Caídas al tropezar: Contra objetos móviles e inmóviles, con herramientas, conductores eléctricos, materiales, al subir y bajar escaleras, hundimientos de suelos en zanjas y pozos.	X	X	X	X	
Caídas de personas y objetos por desplome, desprendimiento o manipulación: Fracturas, contusiones, lesiones temporales o permanentes, hasta fatales.	X	X	X	X	X
Atrapamiento entre piezas: Causado por el uso de ropa inadecuada o accesorios, puede resultar en heridas, fisuras, hematomas, etc.	X	X	X	X	
Golpes y caída de herramientas: Fractura, pérdida de miembros, hemorragia interna.	X	X	X	X	X
Cortes y amputaciones: Pérdida de miembros por arco eléctrico o mala manipulación de herramientas y equipos, infecciones, hemorragias, incapacidad temporal o total.	X	X	X		
Heridas por punción (clavos en manos, pies al pisar puntillas): Hemorragias, infecciones, incapacidad y cicatrización dolorosa.	X	X	X	X	
Exposición a sustancias nocivas por contacto: Contacto de la piel con sustancias químicas o irritantes, aceites que contienen PCBs, pueden producir dermatitis, erupciones, sangrado, ampollas. Contacto de ojos con sustancias o proyección de partículas, dolor, picazón, conjuntivitis, pérdida de la visión. Inhalación de sustancias químicas y polvillo, enfermedades respiratorias (asma, rinitis fibrosis pulmonar, pérdida de capacidad respiratoria).	X	X	X		
Proyecciones de fragmentos o partículas: Por el manejo de maquinaria que proyecta viruta, partículas de polvo o metálicas, contacto con chispas y partículas de metal fundido, causan heridas, cortes, quemaduras, irritación, incrustación de partículas y pérdida parcial o total de la visión.	X	X	X		
Ruido: Uso de lijadora, compresor, etc. La exposición prolongada o repetitiva a			X	X	

ruidos por encima de 85 dB puede causar zumbidos, dolor de cabeza y pérdida auditiva definitiva.					
Exposición a agentes físicos: Derivados de la operación de maquinaria o herramientas que transmiten vibraciones fuertes durante su operación (percutores, martillos hidráulicos, etc). Se pueden producir lesiones osteo-musculares, neurológicas o vasculares.	X		X		
Riesgos por sobre esfuerzo y ergonómicos: Se producen al levantar y transportar cargas en exceso o por permanecer mucho tiempo en la misma posición o en posiciones incómodas. Pueden generar lesiones traumáticas y trastornos musculo esqueléticos.		X	X		
Riesgos eléctricos: Dolor y contracción muscular, dificultad respiratoria, quemaduras, problemas cardiacos, trastornos nerviosos.	X		X	X	
Contactos térmicos: Causados por el contacto con cuerpos, productos, piezas o desechos cuya temperatura supera 65°C (metales fundidos, sopletes, entre otros), puede generar quemaduras, destrucción celular, inflamación e infecciones.	X		X		
Explosiones o incendios: Ambientes inflamables, con focos de ignición y materiales combustibles, pueden implicar quemaduras en piel y tejidos, intoxicación, pérdida de conciencia, asfixia y ser fatales.			X	X	
Exposición a temperaturas ambientales extremas: El exceso de calor produce estrés y agotamiento por calor, mareos, convulsiones y pérdida de conciencia.	X	X	X	X	
Exposición a radiaciones: Ionizantes y no ionizantes, infrarrojas, ultravioletas, pueden generar conjuntivitis, quemaduras en la piel, daños oculares permanentes, cáncer de piel.	X	X	X		
Inhalación de humos o gases tóxicos: Humos metálicos y gases provenientes de la soldadura de piezas y sus recubrimientos, generan irritación en la piel y ojos, dolor de cabeza, mareos, falta de reflejos, náuseas, pérdida de conciencia, intoxicación, asfixia, lesiones en el aparato respiratorio y desarrollo de tumores malignos.			X		
Atropellos y golpes con vehículos: Contusiones, fracturas y lesiones traumáticas.	X		X	X	

