



Análisis técnico-económico de la viabilidad de la realización de trabajos con tensión (TCT) utilizando el método a distancia en la expansión de las redes de distribución del Valle de Aburrá.

Andrés Felipe Mesa Martínez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Asesor

Jaime Alejandro Valencia Velásquez, Doctor (PhD) en Área de Ingeniería

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Eléctrica
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

Cita	Mesa Martínez [1]
Referencia Estilo IEEE (2020)	[1] A. F. Mesa Martínez, “Análisis técnico-económico de la viabilidad de la realización de trabajos con tensión (TCT) utilizando el método a distancia en la expansión de las redes de distribución del Valle de Aburrá”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2024.



Coordinador de prácticas Ingeomega S.A.S: Cristian Javier Estrada Figueroa

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga.

Jefe departamento: Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, hermana y novia, quienes siempre me acompañaron a lo largo de todo mi proceso académico y fueron mi apoyo incondicional. A mis compañeros, quienes fueron parte fundamental en mi formación. A los profesores por compartir sus conocimientos y enseñarme el camino para ser un profesional íntegro y a la UdeA por mostrarme otra perspectiva de la vida.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Cristian Javier Estrada, por todo el conocimiento que me brindó durante mis prácticas académicas, por su gran interés en mi formación y por querer hacer de mí un profesional íntegro. También quiero agradecer al profesor Jaime Alejandro Valencia, por sus conocimientos, su buena disposición, su actitud y por brindarme el acompañamiento durante todo mi proceso de prácticas. Y finalmente, agradecer a la empresa Ingeomega S.A.S por la oportunidad de realizar mis prácticas académicas, por hacer de mí un mejor profesional y una mejor persona.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS	11
A. Objetivo general	11
B. Objetivos específicos	11
III. MARCO TEÓRICO	11
IV. METODOLOGÍA	14
V. RESULTADOS	24
VI. ANÁLISIS	25
VII. CONCLUSIONES	26
REFERENCIAS	27

LISTA DE TABLAS

TABLA I: ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y COLECTIVOS.....	22
--	----

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ARL	Administradora de riesgos laborales
Bs	Normativa británica
C.a	Corriente alterna
C.c	Corriente continua
Epm	Empresas públicas de Medellín
Hz	Hertz
Kv	Kilo voltios
RETIE	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
TCT	Trabajos con tensión
V	Voltios

RESUMEN

Ingeomega es la empresa encargada de realizar la expansión y reposición de redes de distribución pertenecientes a Epm en el área metropolitana, redes que tienen niveles de tensión de 44 kV, 13.2 kV y 7.6 kV. Ingeomega utiliza para la expansión de las redes de energía, dos métodos: desenergizado y trabajos con tensión (TCT) por el método a contacto. Existen otros dos métodos para los TCT a parte del utilizado por Ingeomega; estos son: a distancia y a potencial.

Con el objetivo de brindar un servicio de calidad al cliente y responder a todos los retos y problemas que tiene el proceso de expansión de las redes de distribución, surge la necesidad de mejorar y optimizar el proceso.

En este informe se hizo el análisis técnico-económico de la viabilidad de la realización de TCT por el método a distancia por parte de la empresa Ingeomega. Los factores que se tuvieron en cuenta al momento de determinar la viabilidad de implementar el método a distancia en TCT fueron: la necesidad, la inversión y la rentabilidad.

Para esto fue necesario investigar acerca de la normatividad de los TCT en Colombia; los equipos, herramientas y personal utilizados en estos. Concluyendo que para la empresa Ingeomega en estos momentos no es viable la implementación del método a distancia en TCT.

***Palabras clave* — Distribución de energía, análisis técnico-económico, trabajos con tensión, método a contacto, método a distancia.**

ABSTRACT

Ingeomega is the company in charge of carrying out the expansion and replacement of distribution networks belonging to Epm in the metropolitan area, networks that have voltage levels of 44 kV, 13.2 kV and 7.6 kV. Ingeomega uses two methods for the expansion of power grids, de-energized and live work (TCT) by the contact method. There are two other methods for TCTs apart from the one used by Ingeomega; These are: Distance and Potential.

In order to provide a quality service to the customer and respond to all the challenges and problems that the process of expansion of distribution networks has, the need arises to improve and optimize the process.

In this report, the technical-economic analysis of the feasibility of performing TCT by the remote method by the company Ingeomega was made. The factors that were taken into account when determining the feasibility of implementing the remote method in TCT were: need, investment and profitability.

To this end, it was necessary to investigate the normativity of TCTs in Colombia; the equipment, tools, and personnel used in them. Concluding that for the company Ingeomega at this time it is not feasible to implement the remote method in TCT.

***Keywords* — Energy distribution, technical-economic analysis, work with tension, contact method, distance method.**

I. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es fundamental en el mundo moderno, ya que esta le brinda una mejor calidad de vida a las personas y es una de las bases para el desarrollo de la sociedad, por todo esto es importante conocer y entender cada una de las etapas que tiene la electricidad; las cuales son: la generación, la transmisión, distribución y comercialización. De esta forma, se pueden optimizar procesos y así tener un mejor servicio de energía eléctrica.

Este proyecto está enfocado en la distribución, que es la etapa en la que la energía eléctrica es llevada desde las subestaciones de distribución hasta el usuario final, a través de las redes de media y baja tensión, que pueden ser subterráneas o aéreas. Los operadores de red son quienes se ocupan de esta actividad, en el caso de Antioquia, el operador de red es la empresa Epm, que en distribución opera con redes de 44 kV, 13.2 kV y 7.6 kV en el caso de la media tensión y 220/110V para la baja tensión.

Estos operadores de red deben realizar varias actividades en las redes de distribución, las cuales son: la expansión, mantenimiento, control de pérdidas técnicas y no técnicas y clientes. Estos trabajos los realiza directamente el operador o por medio de terceros, es decir, empresas contratistas.

La expansión de las redes de distribución es el proceso mediante el cual se aumenta y extiende la infraestructura eléctrica, para suministrar energía a nuevas áreas, aumentar la capacidad del sistema para abastecer el crecimiento de la demanda y aumentar la confiabilidad del sistema.

La expansión abarca varios tipos de trabajos en las redes, como: la construcción de nuevas líneas de transmisión, mejoras en la infraestructura existente, cambios de equipos y reubicación de las redes.

Expandir las redes de energía es un gran reto para las empresas que brindan este servicio, ya que hay varios factores que intervienen en la realización de las actividades, como lo son: los ambientales, sociales, económicos, entre otros. Lo que hace que surja la necesidad de mejorar y optimizar el proceso.

La expansión de las redes de energía se hace mediante dos métodos: desenergizado y trabajos con tensión (TCT), los TCT a su vez se dividen en otros 3 métodos que son: a contacto, a distancia y a potencial.

Una de las ventajas de realizar TCT es que no se debe suspender el servicio de energía, lo que ayuda a mejorar los indicadores SAIDI (System Average Interruption Duration Index) y el SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), que son indicadores importantes para las compañías eléctricas y los reguladores, ya que les permiten evaluar el rendimiento de la red eléctrica y tomar medidas para mejorar la calidad del servicio; otra ventaja es que en este tipo de trabajos se disminuye el riesgo eléctrico.

El enfoque de este proyecto es analizar la viabilidad de la realización de TCT en la expansión de las redes de distribución por parte de la empresa Ingeomega S.A.S, que es una empresa contratista de Epm y que está a cargo de la expansión de las redes de distribución en el Valle de Aburrá y Oriente Antioqueño; mediante el método a distancia, ya que en la actualidad Ingeomega S.A.S sólo realiza TCT con el método a contacto.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Analizar la viabilidad de realizar trabajos con tensión (TCT) utilizando el método de trabajo a distancia, en la expansión de las redes de distribución por parte de la empresa Ingeomega S.AS.

B. Objetivos específicos

Investigar la normatividad para el personal, las herramientas, los equipos y los procedimientos en la realización de los TCT en la expansión de las redes de distribución con el método a distancia.

Consultar sobre la implementación del método a distancia en los TCT en redes de distribución por parte de referentes en Colombia.

Hacer la comparación de los costos/beneficios y los tiempos de ejecución de los TCT en redes de distribución, entre los métodos a contacto y a distancia

III. MARCO TEÓRICO

A. Redes de distribución eléctricas

Las redes de distribución eléctricas utilizan cables subterráneos y centros de transformación que permite hacer llegar la energía desde las subestaciones hasta el usuario final [1]. Las redes de distribución pueden ser de dos tipos: aéreas y subterráneas

Redes de distribución aéreas: El conductor va soportado a través de aisladores instalados en crucetas, ubicados en postes que pueden ser de madera, concreto o metálico [4].

Redes de distribución subterráneas: Este sistema cuenta con ductos, cables, cámaras, empalmes uniones y terminales. Este sistema se emplea en zonas donde no es aconsejable la red de distribución área dada las condiciones de seguridad dela zona, la congestión o la estética [4].

B. Contacto eléctrico

Acción de cerrar un circuito eléctrico con la unión de dos elementos [2].

C. Contacto eléctrico directo

Contacto que se tiene con conductores energizados de una red eléctrica [2].

D. Trabajos con tensión

Se considera trabajo con tensión todo aquel que se ejecute sobre una instalación o equipo energizado con tensión eléctrica igual o superior a 25 voltios; también será considerado con tensión, aquel elemento no puesto a tierra en su parte activa antes de ser intervenido, como parte de las reglas de oro de seguridad eléctrica [5].

Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del campo electromagnético que este produce, bien sea con una parte de su cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula [5].

Hay 3 métodos de trabajo con tensión: trabajo a distancia, trabajo a contacto y trabajo a potencial.

E. Trabajo a distancia

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

F. 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.

G. Trabajo a potencial

En el cual el operario queda al potencial de la línea de transmisión en la cual trabaja, mediante vestuario conductor.

H. System Average Interruption Duration Index (SAIDI)

SAIDI que traduce al español (Duración promedio de las interrupciones percibidas por un usuario) es un indicador que mide la duración promedio de las interrupciones de energía eléctrica en horas, para asegurar la calidad del servicio anualmente [3].

I. System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)

SAIFI que traduce al español (cantidad de veces promedio que se presenta una interrupción para un Usuario) Indicador que contabiliza la frecuencia de las interrupciones del suministro eléctrico, para asegurar la calidad del servicio anualmente [3].

IV. METODOLOGÍA

A. Normalización TCT Colombia

La operación de todas las instalaciones eléctricas de Colombia está regida por el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), que es un conjunto de normativas técnico-legales expedido por el Ministerio de Minas y Energía. Este documento debe ser aplicado en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica en todo el territorio de la República de Colombia, sus aguas territoriales y su plataforma continental.

Su principal objetivo es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, vida animal y vegetal, y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico [5].

El RETIE aplica para instalaciones eléctricas públicas o privadas, y que estén en los límites de tensión y frecuencia establecidos en este, es decir, tensión nominal mayor o igual a 24 V en corriente continua (c.c.) o más de 25 V en corriente alterna (c.a.) con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz [5].

Los lineamientos de seguridad y salud en el trabajo con energía eléctrica están dados por la resolución 5018 de 2019.

Resolución 5018 de 2019

Lineamiento de seguridad y salud en el trabajo con energía eléctrica

Objetivo. La resolución 5018 tiene por objeto expedir los lineamientos en seguridad y salud en el trabajo para las actividades ejecutadas en los procesos de generación de energía a través de fuentes convencionales y no convencionales de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, para las empresas que presten o hagan uso del sistema eléctrico colombiano contenido en el anexo técnico que forma parte integral de la misma [5].

Campo de aplicación. Los lineamientos en seguridad y salud en el trabajo para los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, para las

empresas que presten o hagan uso del sistema eléctrico colombiano contenidos la resolución 5018, los cuales serán de obligatorio cumplimiento en todo proceso de generación, transmisión, distribución, y comercialización de energía eléctrica, que adelanten las empresas públicas y privadas, contratantes de personal bajo modalidad de contrato civil, comercial o administrativo, trabajadores dependientes e independientes, organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo, a las agremiaciones o asociaciones que afilien trabajadores independientes al Sistema de Seguridad Social, a las empresas de servicios temporales, Administradoras de Riesgos Laborales (ARL); la Policía Nacional en lo que corresponde a su personal no uniformado y al personal civil de las Fuerzas Militares; y demás personas que tengan que ver con estos procesos que involucren peligro eléctrico [5].

Anexo técnico

Título I

De la seguridad y salud en el trabajo en el sector eléctrico y actividades relacionadas

Capítulo I – Generalidades

Capítulo II - Distancias de seguridad

Capítulo III – Transformación

Capítulo IV - Áreas de trabajo

Capítulo V - Atención de emergencias

Capítulo VI - Transporte

Capítulo VII - Trabajo en alturas

Capítulo VIII - Elementos de protección individual, colectiva y herramientas de seguridad

Capítulo IX - Disposiciones para la habilitación del personal en desarrollo de la actividad laboral en el sector eléctrico

Título IV

Redes de distribución

Capítulo I – Generalidades

Capítulo II - Trabajos en baja y media tensión

Capítulo III - Trabajos en redes de distribución subterráneas

Título V

Comercialización

Capítulo I – Generalidades

Capítulo II - Medición, corte, suspensión, reconexión, reinstalación

Capítulo III - Cuentas nuevas, revisiones

Capítulo IV - Lectura de medidores.

La resolución busca garantizar la salud y seguridad en los trabajos del sector eléctrico y actividades relacionadas, sólo se hará enfoque en los temas relacionados con los TCT en las redes de distribución (Media tensión).

Artículo 6. Método de Trabajo con Tensión (TCT). Se da la definición de los TCT; también se define en que situaciones se podrá realizar trabajos con equipos energizados, el personal autorizado para realizar trabajos con tensión.

Artículo 7. Perfil ocupacional para el personal habilitado en trabajos con tensión. define el perfil del personal habilitado para realizar este tipo de trabajos.

Artículo 8. Medidas de Prevención en Trabajos con Tensión (TCT). Se da una serie de medidas y acciones para la prevención.

Artículo 9. Operación y consignación de equipos y circuitos. Se establecen los procedimientos que deben seguir las empresas para coordinarse con los centros de control.

Artículo 10. Procedimientos, diagnóstico, planeación, programación, ejecución, supervisión y control del trabajo. Etapas o directrices que establecen las empresas para ejecutar sus trabajos y garantizar su cumplimiento.

Artículo 73. Ejecución de trabajos con tensión. 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 de las redes debe instalarse progresivamente iniciando por la zona más próxima a las personas habilitadas, 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 TCT;

g) No se debe trabajar con la técnica de TCT en un circuito que presente falla;

h) Cuando por circunstancias especiales, diferentes a fallas, se produzca la desenergización del circuito, el personal de TCT debe continuar realizando trabajos en dicha red, asumiendo que el circuito esta energizado y aplicará todas las técnicas de TCT;

i) Los trabajos con tensión en media tensión y superiores solo deben ser realizados cuando las condiciones de luz natural lo permitan y no esté lloviendo.

Parágrafo. Solo se podrán intervenir equipos, en horario nocturno en niveles de baja tensión (25 V a 1000 V) siendo necesario para ello contar con sistemas de iluminación auxiliar que garanticen el control visual del área de trabajo. Los trabajos en horario nocturno para los demás niveles de tensión se deben ejecutar con línea desenergizada.

Artículo 74. Grupo de trabajo. El mantenimiento en líneas energizadas se realizará por un grupo de trabajo el cual debe estar conformado como mínimo por de la siguiente manera:

a) A contacto: 3 operarios técnicos y un jefe de grupo o supervisor;

b) A distancia: 4 operarios técnicos y un jefe de grupo o supervisor.

Parágrafo. La conformación con un número menor solo se hará en condiciones especiales dependiendo de la complejidad del trabajo, tecnología disponible y el análisis del riesgo, soportados por procedimientos específicos, documentados y aprobados por la instancia responsable del diseño de normas y procesos y el personal de SST bajo responsabilidad de la empresa.

Normativa internacional

IEEE 516 – Estados Unidos

BS EN 50110-1:2013 - Europa

B. Personal para la ejecución de los TCT

El RETIE establece que sólo podrán ejecutar trabajos con tensión los trabajadores que estén debidamente calificados, es decir que estén formados, capacitados y entrenados, deben contar con la habilitación por parte de la empresa, previo cumplimiento del perfil ocupacional y además su certificado laboral por competencias para estar labor debe estar vigente.

En la resolución 5018, artículo 7. Perfil ocupacional para el personal habilitado en trabajos con tensión, se establecen las condiciones que debe cumplir el personal para garantizar la ejecución segura y eficiente de trabajos con tensión. se requiere personal habilitado y con certificado de competencia laboral vigente de acuerdo con la actividad a realizar, entre las condiciones se encuentran.

- a. Alto grado de habilidad manual, buena coordinación visual y motora, capacidad de concentración, gran sentido de responsabilidad y compañerismo, desarrollo normal del sistema propioceptivo y funcionamiento normal del sistema vestibular [5].
- b. Alto grado de compatibilidad para el trabajo en grupo que le permita una buena coordinación y sincronización en el trabajo a desarrollar [5].
- c. Conocer los dispositivos de corte eléctrico y sus características. Tener conocimientos de seguridad eléctrica [5].

Artículo 72. Trabajos con tensión. Requisitos para el personal. Para realizar una actividad o trabajo En media tensión se requiere:

- a) El aspirante a ser OPERARIO TÉCNICO DE TCT en media tensión debe tener:
 1. Experiencia mínima de 2 años en mantenimiento o construcción de redes de media tensión sin tensión.
 2. La formación para el aspirante debe estar claramente definida en el proceso de habilitación. En el que además deberá estipularse un período de tiempo de trabajo con acompañamiento activo por parte de personal habilitado para TCT no inferior a 120 horas;
- b) Para que un trabajador pase de conformar un equipo de Trabajo con tensión a realizar trabajos en línea desenergizada debe recibir una reinducción previa que permita el afianzamiento a los procedimientos y adaptación al trabajo en línea desenergizada; lo anterior debe ser avalado por la empresa;

c) El personal de Trabajo con tensión 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.

Parágrafo. El personal que realice trabajos con tensión debe encontrarse en condiciones óptimas tanto físicas como psicológicas.

El empleador es el encargado de realizar los exámenes médicos y psicológicos en el momento de la selección del personal, para garantizar que los aspirantes cuenten con las aptitudes necesarias para el cargo, también debe realizar la capacitación y formación del personal nuevo y el reentrenamiento para el personal antiguo.

El personal debe estar habilitado, en el caso de Colombia la principal institución encargada de la certificación en TCT es el SENA.

C. Equipos y herramientas

Se debe contar con los equipos y herramientas adecuados para la ejecución de los TCT.

Equipos y herramientas diseñados y aprobados para su uso específico

Procedimiento de inspección y mantenimiento periódico

Pruebas periódicas de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del fabricante

Criterios de reemplazo por termino de vida útil.

Para cumplir con el procedimiento de inspección y mantenimientos de los equipos y herramientas estos deben tener una ficha técnica y una hoja de vida.

Las herramientas y equipos para realizar los TCT son:

Protección de la Cabeza y Cuerpo.

Casco de seguridad dieléctrico

Protección ocular o facial con clasificación de arco eléctrico

Prendas para protección contra arco eléctrico protección

Ropa conductora para trabajos con tensión hasta 800 kv ac y 600 dcen

Vestimentas aislantes de protección

Guantes, Mangas y Calzado

Guantes aislantes de caucho

Protectores de cuero para guantes y mitones aislantes

Mangas aislantes de caucho

Mantas, tapetes y cubiertas de protección aislante

Tapetes Dieléctricos de Caucho

Mantas aislantes de caucho

Telas vinílicas

Cubiertas aislantes de caucho

Cubiertas aislantes de pvc

Cubiertas para conductor y cubiertas

Cobertores aislantes de caucho para aisladores

Cubiertas aislantes de caucho para conductores

Cuidado de cubiertas aislantes para conductores y cobertores (equipos en servicio)

Equipamiento de Plástico (Rígido)

Cubiertas protectoras rígidas para trabajos bajo tensión en a.c. instalaciones.

Pértigas, Puentes de Conexión (Jumper) y Soga Aislante

Barras y tubos plásticos reforzados con fibra de vidrio para herramientas para trabajos con tensión

Pértigas aislantes y dispositivos adaptables

Pértigas telescópicas tubos huecos aislantes para fines eléctricos.

Pértigas telescópicas de medición y Trabajos con Tensión

Puentes aislados y flexibles para conexión temporal

Cuerdas aislantes

Puestas a tierra temporal para trabajos en redes desenergizadas

Dispositivos Sistemas Acceso

Dispositivos aéreos elevadores y rotativos montados sobre vehículos (hidro elevador aislado)

Plataforma de trabajo aislante montado sobre estructura

Escalera de material aislante para trabajos con tensión

Banquetas aislantes para trabajos eléctricos

TABLA I
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y COLECTIVOS

Descripción	Prueba o ensayo	Plazo mínimo de prueba o ensayo	Norma
Guantes aislantes	Rigidez dieléctrica	Cada 6 meses	ASTM F-496, IEC 60903
Mangas aislantes	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM F-496, IEC 60984
Traje conductivo	Resistencia eléctrica	Cada 12 meses	IEC 60895, IEEE 1067
Mantas aislantes	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM F-479, IEC 61112
Tapetes aislantes	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM D-178, IEC 61111
Cobertores aislantes flexibles	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM F-478, IEC 61112
Cobertores aislantes rígidos	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM F-712, IEC 61229
Pértigas, tubos y varas aislantes	Rigidez dieléctrica	Cada 24 meses	ASTM F-3121, ASTM F-711, IEC 60855
Jumper aislante	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM F-2321
Camión canasta	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ANSI SAIA A92.2
Camión canasta	Estabilidad mecánica (Izaje)	Cada 12 meses	ANSI SAIA A92.2
Banqueta aislante	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	UNE N°204001
Andamios aislantes	Rigidez dieléctrica	Cada 24 meses	ASTM F-3121, ASTM F-711, IEC 60855
Escalera aislante	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	IEC 61478, EN50528
Plataforma aislante	Rigidez dieléctrica	Cada 12 meses	ASTM F-3121, ASTM 1564

Nota: Elementos de protección personal y colectivos. Fuente: CENFEL.

Beneficios de los trabajos con tensión

1. Mejora en los indicadores de calidad del servicio (SAIFI y SAIDI).
2. Reduce las pérdidas técnicas al sobrecargar otro circuito para dar suplencia.
3. Mayor regularidad en los ciclos de mantenimiento.
4. Aumento en las utilidades por cargos por uso y disponibilidad de los activos.
5. Detección y reparación temprana de fallas.

6. Profesionalización de la técnica.

Trabajos con tensión en Ingeomega S.A.S

Ingeomega S.A.S es una empresa contratista de Epm encargada de la expansión y reposición de las redes de distribución del Valle de Aburra, dados los múltiples beneficios que trae realizar trabajos con tensión, gran parte de los trabajos realizados por la empresa son de este tipo.

El método utilizado por la empresa es, a contacto, lo que limita que los TCT realizados por la empresa, ya que no se pueden realizar trabajos en líneas que superen los 13.2 kV.

Los trabajos con tensión en las líneas de 44kV son realizados por Epm con el método a distancia, ya que estos cuentan con los equipos y el personal para este tipo de prácticas.

A continuación, se hará un análisis de los costos de Línea viva, que es el área encargada de realizar los TCT en la empresa Ingeomega S.A.S.

El primer insumo con el que se debe contar para la realización de los TCT es el personal apto para este tipo de actividad, dado que la empresa Ingeomega S.A.S lleva varios años operando en el mercado, cuenta con varios grupos conformados para la elaboración de estos trabajos. Dichos grupos reciben el nombre de cuadrilla de línea viva y cada cuadrilla está conformada por 1 encargado y por 3 oficiales. La conformación de una cuadrilla requiere una inversión en el reclutamiento y la capacitación del personal, en el caso de las cuadrillas conformadas sólo habría que invertir en la certificación y capacitación del personal, ya que las certificaciones tienen un tiempo de vigencia.

Otro factor importante a tener en cuenta, es los equipos, herramientas y elementos de protección personal, lo cual sería una inversión inicial muy grande, en el caso de Ingeomega la inversión inicial no sería tan grande, ya que la empresa cuenta con gran parte de estos elementos.

Inversión de la realización de TCT con el método a distancia.

Tanto para este análisis como para los análisis pasados se han tenido en cuenta diferentes factores técnico-económicos, pero en cuánto a lo económico no se han dado cifras exactas ya que estas son información clasificada de Epm y de Ingeomega S.A.S

Para la empresa Ingeomega S.A.S realizar TCT por el método a distancia, debe contar con las herramientas y el personal adecuado.

La inversión en el personal incluye la conformación de una cuadrilla y la capacitación y certificación del personal.

La otra inversión sería en las herramientas, equipos y elementos de protección personal. Hay que tener en cuenta que gran parte de los elementos utilizados en los TCT a contacto, se pueden utilizar en los TCT a distancia, la principal inversión estaría en las pértigas universales, las cuales en combinación con accesorios universales son las utilizadas en las TCT a distancia y las mantas, ya que estas varían dependiendo el nivel de tensión en el que se trabaje.

En general la inversión no sería tan grande en este aspecto, la principal inversión estaría en el personal, ya que habría que conforma un nuevo grupo de trabajo para realizar este tipo de trabajos dada la disponibilidad de los equipos ya existentes dentro de la empresa.

V. RESULTADOS

La empresa Ingeomega S.A.S al ser una empresa del sector privado busca a través de la prestación de sus servicios contribuir al desarrollo del país, y además obtener una rentabilidad anual por la prestación de dichos servicios. La empresa espera obtener por medio de los TCT en el proyecto de expansión y reposición de redes de distribución una rentabilidad efectiva anual del 20%, para cumplir con su meta, tiene en cuenta varios aspectos, pero lo más importantes serían el costo de operación de la cuadrilla, y la cantidad de trabajos realizados diariamente por la cuadrilla. Dadas las actividades que realizan las cuadrillas de línea viva y la cantidad de redes de distribución que hay de 13.2 kV y 7.6 kV en el área metropolitana, la empresa realiza TCT todos los días, algunos más rentables que otros, pero todos los días operan las cuatro cuadrillas de línea viva con las que cuenta la empresa.

Este punto es clave en la viabilidad de realización de TCT a distancia por parte de la empresa, ya que estos trabajos sólo aplican para las líneas de distribución de 44kV, las líneas de 13.2 kV y 7.6 kV se trabajan por el método a contacto. Esto hace que menos del 5% de los TCT que realiza la empresa requieran la intervención en líneas de 44kV.

Otro factor a tener en cuenta es el tiempo que requiere la ejecución de los TCT por el método a contacto y el tiempo requerido para realizar los TCT por el método a distancia. En el método a contacto los trabajos se realizan de forma más eficiente, dado que el operario tiene contacto directo con el conductor, la ejecución del trabajo se hace de forma más ágil y rápida, mientras que en el

método a distancia se reduce la maniobrabilidad del oficial, lo que hace que los trabajos tomen más tiempo.

VI. ANÁLISIS

Hay muchos factores importantes al momento de determinar la viabilidad de la realización de los TCT por el método a distancia por parte Ingeomega. Los más determinantes e influyentes son:

La necesidad: Ingeomega como empresa contratista trabaja para un cliente, en el caso de la expansión y reposición de redes de distribución, el cliente es Epm. El contrato entre cliente y contratista está regido por un pliego en el que están definidos los alcances de la empresa contratista. Según el pliego, Ingeomega sólo puede operar redes de distribución hasta 13.8 kV, en el caso de que haya que operar redes de mayor voltaje, caso de las redes de 44kV, Epm que es el cliente deberá hacerse cargo. Lo que significa que Ingeomega no tiene la necesidad de operar en las redes de 44kV.

La inversión: Para implementar el método de TCT a distancia, la empresa debe realizar una inversión. Como ya se ha analizado sería una inversión alta, ya que debe invertir en la conformación de una nueva cuadrilla de TCT, dado que las cuadrillas existentes no cuentan con disponibilidad por la cantidad de trabajos que realizan a diario. Adicional a esto, se debe invertir recursos en la capacitación y formación del personal, ya que las certificaciones y formaciones en TCT con las que cuenta la empresa, es para niveles de tensión de máximo 36 kV.

Rentabilidad: Para saber que tan rentable es la realización de TCT por el método a distancia por parte de la empresa Ingeomega, no sólo se debe tener en cuenta la inversión, sino que también un factor muy importante que es la cantidad de trabajos realizados en la empresa que requieran la intervención en líneas de 44kV. La mayor parte de redes primarias de distribución del área metropolitana están conformadas por redes de 13.2kV y 7.6kV, lo que hace que menos del 5% de los TCT realizados por la empresa sean en líneas de 44kV, esto significaría que gran parte del tiempo la cuadrilla conformada para realizar TCT a distancia estaría sin realizar actividades por lo que esta cuadrilla se comportaría como un egreso y no como ingreso para la empresa.

VII. CONCLUSIONES

Desde lo económico no es viable para la empresa Ingeomega S.A.S realizar TCT por el método a distancia porque no habría retorno a la inversión.

Teniendo los alcances de Ingeomega como contratista, la empresa no tiene la necesidad de implementar TCT a distancia en la ejecución de las obras.

Dado el crecimiento de la demanda energética y la cantidad de TCT por el método a contacto que realiza a diario Ingeomega, sería más viable para la empresa invertir en la conformación de una nueva cuadrilla para los TCT a contacto.

Como los costos y las ganancias son información confidencial de Epm y del contratista, no se tienen cifras económicas para realizar un mejor análisis.

El análisis realizado tiene en cuenta los principales factores que influyen la viabilidad de la realización del TCT a distancia por parte de Ingeomega, por lo que es una buena guía para realizar un análisis más completo teniendo cifras económicas exactas.

REFERENCIAS

- [1] Endesa, “Red de distribución.” Disponible en: [¿Qué es la red de distribución y qué elementos la componen? \(fundacionendesa.org\)](http://fundacionendesa.org).
- [2] Epm, “Análisis de riesgos eléctricos plan de evaluación de riesgos.” Disponible en: https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-016.pdf.
- [3] Uninorte, “Prototipo indicador de calidad de energía SAIDI y SAIFI para usuarios residenciales.” Disponible en: <https://manlgar.uninorte.edu.co/handle/10584/11276#page=1>
- [4] Ramírez-Castaño, S. (2004). “Redes de distribución de energía,” https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7095/958-9322-86-7_Parte1.pdf?sequence=4&isAllowed=yRETIE
- [5] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - *RETIE*, Resolución 90708, Ministerio de minas y energía, Bogotá, 2013.