

Especificaciones técnicas para el desarrollo de provisionales de obra

Carlos Morgado Hernández, Erika Paola Becerra Vega

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingenieros Electricistas

Director

Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Doctor en Ciencias con Énfasis en Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones E3T

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo es dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo.

A mi hermana Cindy Natalia Morgado Hernández por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

A toda mi familia y a Natalia Paredes Moreno por apoyarme.

Carlos Morgado Hernández

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por guiarme en este camino y fortalecerme en cada momento que lo necesité.

A mi madre Ligia Vega Castro, quien es mi mayor ejemplo de vida y por quien he logrado llegar hasta donde estoy. Gracias por tanto amor, oración y sacrificio.

A mi familia y amigos, quienes desde todas las formas posibles me apoyaron, acompañaron y guiaron durante este proceso.

A todas aquellos que hicieron parte de este proceso. Gracias por tanto cariño.

Erika P. Becerra Vega

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	12
1.objetivos	15
1.1. Objetivo general	15
1.2. Objetivos específicos	15
2.Contexto reglamentario y normativo para el desarrollo de provisionales de obra.....	16
2.1. Exigencias del RETIE	17
2.2. Exigencias de la NTC 2050.....	19
2.2.1. Acometidas.....	20
2.2.2. Conductores.....	21
2.2.3. Tableros.....	21
2.2.4. Clavijas y tomacorrientes.....	23
2.2.5. Iluminación.	25
2.2.6. Sistema de puesta a tierra.	25
2.3. Exigencias de los operadores de red	25
3. Desarrollo de una provisional de obra eléctrica.....	30
3.1. Diseño	32
3.1.1. Demanda máxima.....	32
3.1.2. Conductores para acometida y circuitos ramales.	33
3.1.3. Transformador.....	34

3.1.4. Tablero eléctrico.....	39
3.1.5. Sistema de puesta a tierra.....	43
3.1.6. Diagrama unifilar.....	48
3.2. Montaje	50
3.2.1. Acometida.....	50
3.2.2. Transformador.....	51
3.2.3. Tablero	52
3.2.5. Extensiones.....	54
3.3. Mantenimiento	56
3.4. Desinstalación	59
4. Guía práctica de una provisional de obra eléctrica	61
5. Conclusiones	62
Bibliografía	63

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Características comparativas entre una instalación temporal y una permanente</i>	17
Tabla 2. <i>Ejemplo de una demanda máxima de una provisional de obra</i>	32
Tabla 3. <i>Clasificación de acometidas para provisionales de obra eléctrica</i>	33
Tabla 4. <i>Cuadro de cargas de una provisional de obra.</i>	36
Tabla 5. <i>Selección de electrodos de puesta a tierra.....</i>	45

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Requerimientos dados por el RETIE para provisionales de obra eléctrica.....	19
<i>Figura 2.</i> Acometida de una provisional de obra eléctrica	20
<i>Figura 3.</i> Tablero eléctrico para obra temporal	21
<i>Figura 4.</i> Tablero de distribución de provisional de obra.....	22
<i>Figura 5.</i> Clavijas y tomacorrientes.....	24
<i>Figura 6.</i> Electrodo de puesta a tierra temporal.....	25
<i>Figura 7.</i> Formato de solicitud del servicio de energía de Codensa.....	29
<i>Figura 8.</i> Proceso de desarrollo de una provisional de obra eléctrica	30
<i>Figura 9.</i> Instalación eléctrica de una provisional de obra	31
<i>Figura 10.</i> Centro de transformación a la intemperie.....	39
<i>Figura 11.</i> Distribución de tableros de una provisional de obra eléctrica.	40
<i>Figura 12.</i> Registro fotográfico de tableros usados en provisionales de obra en la ciudad de Bucaramanga.....	41
<i>Figura 13.</i> Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.	43
<i>Figura 14.</i> Conectores usados en STP temporales.....	46
<i>Figura 15.</i> Puesta a tierra de una instalación temporal en Bucaramanga.	47
<i>Figura 16.</i> Diagrama unifilar de una provisional de obra eléctrica.	49
<i>Figura 17.</i> Fotografías de extensiones usadas en provisionales de obra en Bucaramanga	55
<i>Figura 18.</i> Canalización para protección de extensiones en zonas vehiculares	55
<i>Figura 19.</i> Extensión tipo industrial.	58

Lista de apéndices

(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la base de datos de la biblioteca

UIS)

Apéndice A. Formato de declaración de cumplimiento del RETIE

Apéndice B. Solicitud del servicio.

Apéndice C. Formatos de factibilidad de la ESSA.

Apéndice D. Formatos de factibilidad de la CHEC.

Apéndice E. Provisional de obra eléctrica.

Resumen en español

Título: Especificaciones técnicas para el desarrollo de provisionales de obra.*

Autor: Carlos Morgado Hernández, Erika Paola Becerra Vega.**

Palabras claves: instalación provisional, procedimientos, especificaciones.

Descripción

Las provisionales de obra eléctrica son instalaciones comúnmente usadas debido a que se requieren para suministrar el servicio de energía a obras civiles, demoliciones o proyectos de investigación. No obstante, en Colombia no existen lineamientos claros para su completo desarrollo desde el diseño hasta su desinstalación final, lo que hace que su ejecución sea desarrollada sin tener en cuenta los criterios normativos, aumentando el riesgo eléctrico para personas, equipos, animales y medio ambiente

En este trabajo de grado se describe los procesos para el diseño, montaje, mantenimiento y desinstalación de una provisional de obra eléctrica, detallando las especificaciones dadas por la reglamentación y normativa, los procesos frente a los operadores de red, selección de materiales y acciones necesarias para que la instalación funcione en condiciones seguras.

El análisis toma como punto de partida la revisión de la reglamentación y normativa vigente en Colombia aplicable al desarrollo de este tipo de obras que está contemplada en el RETIE, NTC 2050, las normas específicas de cada uno de los operadores de red presentes en Colombia, y las normas internacionales que son adoptadas o permitidas dentro de la reglamentación colombiana. Finalmente, para dar cumplimiento a nuestros objetivos se elaboró un manual con todas las especificaciones técnicas y procedimientos necesarios para el desarrollo de una instalación de obra temporal, siendo un material didáctico y práctico que tiene como objetivo facilitar y concientizar a los interesados en este tipo de instalación específica el puntual cumplimiento de la normativa vigente.

Title: Technical specifications for the development of provisional works.*

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones
Director: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga Doctor en Ciencias con Énfasis en Ingeniería Eléctrica

Resumen en inglés

Author: Carlos Morgado Hernández, Erika Paola Becerra Vega.**

Keywords: provisional installation, procedures, specifications

Abstract

Provisional electricity works are facilities commonly used due to that they are required to supply the energy service to civil works, demolitions or research projects. However, in Colombia, there are no clear guidelines for its complete development from design to final uninstallation, which makes its execution to be developing without regard to normative criteria, increasing the electrical risk to people, equipment, animals and the environment.

This final undergraduate project describes the processes for the design, assembly, maintenance and uninstallation of a provisional electrical work, detailing the specifications given by the regulations and regulations, the processes in front of the network operators, selection of materials and necessary actions for the installation to operate in safe conditions.

The analysis takes as a starting point the review of the regulations and standards in force in Colombia applicable to the development of this type of works, which is contemplated in the RETIE, NTC 2050, the specific norm of each of the network operators present in Colombia, and international norms that are adopted or allowed within Colombian regulations.

Finally, to comply with our objectives, a manual was elaborated with all the technical specifications and procedures necessary for the development of provisional work installation, being an educational and practical material that aims to facilitate and raise awareness among those interested in this type of facility specifies the timely compliance with current regulations.

* Degree work.

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering
Director: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga Doctor of Science with Emphasis in Electrical Engineering

Introducción

En el campo de la energía eléctrica, una instalación provisional es una obra temporal de importancia debido a que está destinada a prestar el servicio de energía eléctrica, por un periodo definido, a proyectos en construcción o instalaciones transitorias como ferias, espectáculos, montajes de equipos, demoliciones y proyectos de investigación (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Este tipo de obra eléctrica presenta determinadas características que la diferencian de las instalaciones básicas y especiales, entre estas se encuentra que las instalaciones están a la intemperie y, generalmente, están hechas a partir de materiales reutilizables bajo ciertos requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE); asimismo, el mayor porcentaje de la instalación es movable y presenta un alto riesgo eléctrico si no se ejecuta de manera adecuada desde su diseño hasta su desinstalación final.

La reglamentación y normativa vigente en Colombia aplicable al desarrollo de este tipo de obras está contemplada en el RETIE, el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050), las normas específicas de cada uno de los operadores de red (OR) presentes en Colombia, y las normas internacionales que son adoptadas o permitidas dentro de la reglamentación del país. El principal objetivo de esa reglamentación es minimizar los riesgos eléctricos presentes para personas, animales, equipos y medio ambiente.

Como todo tipo de obra eléctrica presenta un riesgo, es necesario que las instalaciones provisionales se ejecuten de acuerdo con un diseño elaborado por profesionales competentes. Para las labores de montaje se deben respetar las indicaciones dadas en los análisis de riesgo y la seguridad en el trabajo; así mismo, se deben exigir las certificaciones de conformidad de los productos necesarios para la instalación, y desarrollar los protocolos para la operación de la instalación provisional hasta su desmantelamiento. Para llevar a cabo esto, es necesario capacitar

al personal en obra y exigir el uso de elementos de protección personal conforme a cada trabajo específico; con lo cual se logra mitigar riesgos y disminuir la probabilidad de accidentes laborales.

Por otro lado, es necesario resaltar que, si bien existe reglamentación y normativa para este tipo de instalaciones, normalmente estas provisionales se construyen sin considerar los criterios reglamentarios y normativos. Por esta razón, se plantea este trabajo de grado con el fin de estudiar en detalle el desarrollo completo de una provisional de obra eléctrica.

Dentro de este trabajo se encontrarán en detalle las exigencias de la normativa vigente para el desarrollo de la provisional de obra demandada por el RETIE, la NTC 2050 y los diferentes operadores de red en Colombia; así como el desarrollo total de la obra, con énfasis en el diseño, montaje, mantenimiento y la desinstalación final, que guía a los interesados a las buenas prácticas ingenieriles y logra así la disminución de los riesgos eléctricos dentro de este tipo de obra. Como objetivo final, se elaborará un manual donde se muestre lo mencionado anteriormente con el fin de que las personas interesadas en el tema de provisionales puedan guiarse, desarrollar sus obras y cumplir a cabalidad lo demandado normativamente.

1.Objetivos

Los objetivos propuestos para el trabajo de grado se citan a continuación.

1.1. Objetivo general

Desarrollar una guía con las especificaciones técnicas para el diseño, montaje, mantenimiento y desinstalación de provisionales de obra, haciendo énfasis en las exigencias reglamentarias.

1.2. Objetivos específicos

1. Documentar las exigencias reglamentarias, normativas y especificaciones técnicas para el montaje y la legalización de provisionales de obra, tanto a nivel de materiales como a nivel de instalación.

2. Describir los procedimientos para la operación, mantenimiento y desmonte de unas provisional de obra.

3. Proponer una guía resumen para el desarrollo de provisionales de obra que contenga los lineamientos para el diseño, el montaje, la operación, el mantenimiento y el desmonte.

2. Contexto reglamentario y normativo para el desarrollo de provisionales de obra

Una provisional de obra eléctrica debe ejecutarse bajo la supervisión de profesionales en el área y, según el tamaño de la instalación, requerirá de un diseño cuyo desarrollo parte de información básica como ubicación, superficie del terreno, calles y edificios aledaños, servicios básicos disponibles, posible potencia que requerirán las cargas para suplir la iluminación y energización de la maquinaria a utilizar. Con esta información se pueden adelantar los esquemas eléctricos requeridos por el operador de red en la solicitud de factibilidad del servicio y solicitud del punto de conexión.

Una instalación temporal es tan importante como una instalación permanente, pero de acuerdo con sus condiciones especiales el nivel de riesgo eléctrico presente en ellas es más alto. Por ende, es necesario tener presente las características típicas de este tipo de obra para lograr así definirla para iniciar su desarrollo.

La buena comunicación con los profesionales encargados de la obra civil es la clave para la ubicación de los centros de carga que garantizarán el suministro de energía en las diferentes zonas de la obra que lo requieran: la bodega de materiales y la iluminación de la primera etapa de la obra (normalmente movimiento de tierras). Además, el análisis periódico del avance de la obra ayudará a que la parte eléctrica y civil no presenten demoras frente a posibles cambios, previniéndolos en caso de requerir la adquisición de nuevos materiales y maquinaria.

En Colombia, las instalaciones provisionales de obra eléctrica deben ejecutarse de acuerdo con lo especificado en el RETIE, en donde se encuentran los requisitos mínimos que deben tener los materiales y equipos, así como los requisitos de instalación para cualquier obra eléctrica. La tabla 1 presenta una comparación de los requerimientos generales que demanda el

RETIE entre las instalaciones provisionales y las permanentes. El conocimiento de estas características facilitará el desarrollo de la obra provisional.

Tabla 1. *Características comparativas entre una instalación temporal y una permanente*

Característica	Instalación temporal	Instalación permanente
Diseño de la instalación	Diseño simple o detallado dependiendo del tamaño de la obra	Diseño detallado
Desarrollado por personas con las competencias profesionales	Sí	Sí
Conformidad RETIE de la instalación	Sí	Sí
Certificado de conformidad RETIE de los materiales	Sí	Sí
Movilidad de la obra eléctrica	Sí	No
Limitación de tiempo en el desarrollo de la obra	Sí	No
Control de riesgos eléctricos	Sí	Sí
Constantes modificaciones	Sí	No

Dentro del RETIE las provisionales de obra son un tipo de instalación de uso final que se realiza con el único propósito de suministrar el servicio de energía con un tiempo de vigencia limitado hasta la energización definitiva (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

2.1. Exigencias del RETIE

El artículo 28.2 del RETIE establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones temporales y enfatiza que, además, estas deben cumplir lo especificado en la sección 305 de la NTC 2050. Las exigencias definidas en el RETIE son:

- Cada obra provisional debe estar a cargo de una persona que esté entrenada en identificar y eliminar todos los riesgos eléctricos que aparecen durante las rutinas diarias de conexión y desconexión de equipos, así como de instruir a los trabajadores en la operación de los mismos. La persona debe ser un profesional en electrotecnia (ingeniero

electricista, técnico o tecnólogo), que haya recibido la capacitación y entrenamiento necesarios y posea matrícula que lo acredite.

- Por su carácter transitorio y las continuas modificaciones que presentan este tipo de instalaciones, no se requiere certificación, la cual es reemplazada por el documento de control de riesgos registrado por el personal responsable del cumplimiento.
- Prohíbe de forma clara la utilización de la obra provisional como la obra definitiva.
- La provisional de obra eléctrica debe tener un sistema de distribución o un tablero con protección de falla a tierra. Todos los elementos usados en el desarrollo de la obra deben estar conectados a tierra con su correspondiente protección para uso a la intemperie y de sobrecorriente para todo circuito, encerramientos apropiados contra contactos directos o indirectos de personas. Las partes vivas de fácil acceso o tableros deben estar cubiertas siempre.
- Toda provisional de obra eléctrica debe contar con dispositivos que impidan los efectos de cortocircuitos y sobrecargas, el cual es un requisito normativo del RETIE. Estos dispositivos deben resguardar a los trabajadores de los posibles daños al tener contactos directos o indirectos a partes energizadas, evitando así daños en la maquinaria y riesgo de los trabajadores durante la construcción.
- Está prohibida la instalación directa en el piso de cables que puedan ser pisados por peatones o vehículos, a menos que estén certificados para este uso. Las herramientas eléctricas portátiles deberán tener los cables en perfectas condiciones y contar con sus correspondientes tomacorrientes GFCI con su encerramiento apropiado y cables con línea de puesta a tierra (en caso de no existir protección general de falla a tierra). Las

extensiones deberán ser de doble aislamiento y deberán estar en perfecto estado de conservación.

- El operador de red podrá desenergizar aquellas instalaciones temporales que presenten peligro inminente para las personas (Ministerio de Minas y Energía, 2013).



Figura 1. Requerimientos dados por el RETIE para provisionales de obra eléctrica

2.2. Exigencias de la NTC 2050

La NTC 2050 en su sección 305 especifica las disposiciones para provisionales de obra eléctrica, y aclara que a toda obra temporal se le deben aplicar los requisitos de las instalaciones

permanentes, excepto en los aspectos que son modificados en la sección 305. Esta sección de la NTC 2050 aclara que la obra temporal tiene vigencia solamente durante el periodo de construcción de las instalaciones definitivas, obras de rehabilitación, actividades de mantenimiento, reparación o demolición de obras estructurales. Esta provisional debe ser desmontada una vez concluida la obra definitiva o terminado el propósito por el cual fue instalada.

Dentro de las exigencias contenidas en la sección 305 de la NTC 2050 se destacan:

2.2.1. Acometidas. Las acometidas son los conductores que interconectan la red de distribución del operador de red con la instalación del usuario. Usualmente, se realizan fijando los conductores al poste más cercano de propiedad del operador de red y va hasta el medidor de energía o tablero que contenga el primer medio de desconexión de la instalación provisional.

En la sección 230 de la NTC 2050 se prohíbe la alimentación de una provisional de obra desde otra edificación o estructura y también prohíbe la fijación de los conductores de acometida a través del interior de estructuras o edificaciones.



Figura 2. Acometida de una provisional de obra eléctrica

De acuerdo con la sección 220 de la NTC 2050, es necesario realizar el cálculo de la carga instalada, la cual se determina el tipo de acometida necesaria para la obra, ya sea monofásica, bifásica o trifásica, según el número de circuitos ramales, maquinaria y equipos a utilizar; con lo anterior se determina la alimentación hasta el cuadro principal. Los circuitos de alimentación se deben proteger según la sección 240, se permiten cables con las especificaciones de la tabla 400-4 de la NTC 2050 para uso pesado o extrapesado.

2.2.2. Conductores. La NTC 2050 especifica en la sección 240 que acepta los conductores identificados en la tabla 400-4 para uso pesado o extrapesado de un calibre adecuado para la carga que se va a alimentar, que incluya conductor de puesta a tierra de equipos. Los cables se deben proteger contra daños accidentales y ser resistentes a la intemperie con protecciones de fábrica o seguridad adecuada para este uso. Los cables que entren y salgan de cajas o tableros con terminaciones se deben sujetar a la caja con herrajes diseñados para ese uso.

2.2.3. Tableros. En el caso específico de los tableros usados para provisional de obra eléctrica, la NTC 3278 da los requerimientos para los tableros usados en provisionales temporales de baja tensión y la NTC 2050 para los tableros de media y baja tensión.



Figura 3. Tablero eléctrico para obra temporal

Tomado: www.directindustry.es

En grandes obras se deben recorrer largas distancias para distribuir la electricidad, y las caídas de tensión pueden presentar un problema, es por eso que en las instalaciones provisionales generalmente se usa un tablero principal y una cantidad de tableros secundarios de mayor movilidad en toda la obra; los números varían de acuerdo con el tamaño de la obra, plantas de servicios o medios auxiliares que se requieran. El tablero general es el encargado de alimentar los tableros de distribución y los tableros finales responsables de suministrar tensión a las herramientas portátiles.

El grado de protección IP hace referencia a los diferentes grados de protección en los datos técnicos de equipos. IP X_1X_2 : Donde X_1 es el nivel de protección contra ingreso de objetos sólidos (toma los siguientes valores 0-6) y X_2 es el nivel de protección contra ingreso de agua (toma los siguientes valores 0-9). Entre más alto el número mayor es la protección. El tablero encapsulado que se usa usualmente en provisionales de obra, deberá tener un grado de protección mínimo IP2X y para los de uso exterior sin protección suplementaria mínimo IPX3, teniendo como protección suplementaria un techo que lo proteja.



Figura 4. Tablero de distribución de provisional de obra

Las partes de los tableros destinadas a la conducción de corriente en régimen normal deben cumplir con lo siguiente:

- Las partes fijas deben ser construidas de cobre, aleaciones de cobre, aluminio u otro material que se haya comprobado útil para la aplicación; el hierro y el acero quedan prohibidos en partes que deben conducir corriente en régimen normal.
- La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la máxima corriente de carga proyectada o la capacidad de los conductores alimentadores del tablero, excepto si tiene protección local incorporada.
- Todos los barrajes incluido neutro y tierra aislada se deben montar sobre aisladores.
- El tablero debe tener un barraje para la conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos en derivación.

Las conexiones exteriores del tablero podrán ser trifásicas o monofásicas de acuerdo con las necesidades diferenciándose por colores: rojo para trifásicas y azul para monofásicas.

2.2.4. Clavijas y tomacorrientes. Para el cumplimiento de las especificaciones dadas para clavijas y tomacorrientes la normativa vigente en la NTC 1650 adapta de otras normas internacionales las características que deben aplicar los fabricantes a la hora de su diseño, como se muestra a continuación.

Accesorios. El conductor usado deber ser tipo flexible con la capacidad de corriente adecuada pero nunca podrá ser menor al calibre 14 AWG, los que se utilicen en lugares húmedos deben estar recubiertos de plomo o ser de tipos RHW, TW, THW, THHW, THWN o XHHW; el conductor debe estar debidamente marcado con tinta permanente o en sobre relieve informando el número de conductores, calibre y tipo de aislamiento. Adicional, debe tener una etiqueta con la

marca del fabricante y valores nominales en voltios (V), amperios (A) y vatios (W) (Ministerio de Minas y Energía, 2013).



Figura 5. Clavijas y tomacorrientes.

Tomado: http://www.famatel.com/media/descargas/catalogo_baja.pdf

Clavijas: Las clavijas deben garantizar una correcta conexión eléctrica y, a la vez, imposibilitar que se puedan abrir con la mano quedando unidos con el conductor de manera permanente, de tal forma que, si se llega separar, quede totalmente inservible. Deben tener una resistencia de aislamiento no menor a $5\text{ M}\Omega$, ser resistentes a la corrosión, a la abrasión y a la humedad. Deben fabricarse en materiales termoplásticos auto extinguidos, resistentes a impactos y corrosión (ICONTEC, NTC 1650).

Tomacorrientes. Los tomacorrientes usados en provisionales de obra eléctrica deben tener buena resistencia de aislamiento y ser fabricados con protección GFCI. Para las obras a la intemperie o tomacorrientes de un grado de protección mayor o igual a IP20, es necesario el uso de tapas de tomacorrientes con sus respectivos orificios de entrada de los contactos macho fabricadas en un material resistente a la corrosión como, por ejemplo, el acero inoxidable. Si estos están suspendidos en una pared u otras superficies de la obra deben estar diseñados de tal forma que los medios de suspensión no permitan acceso a partes vivas. Sus materiales tienen que garantizar la protección contra daños mecánicos, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad, de modo que no altere su desempeño y afecte la seguridad (ICONTEC, NTC 1650).

2.2.5. Iluminación. Las lámparas para iluminación dentro de la obra deben estar provistas de alguna protección contra contacto accidental o rotura mediante pantalla de protección, aquellas que se encuentren en la intemperie deberán tener un grado de protección IP55 como mínimo. Se recomienda usar porta bombillas con protector. Los porta bombillas deben conectarse a tierra si son metálicos. Se recomienda la utilización de los no metálicos.

2.2.6. Sistema de puesta a tierra. Todos los requerimientos que establece la NTC 2050 para el sistema de puesta a tierra se encuentran en la sección 250, en donde se especifica puntualmente los conductores usados para puesta a tierra de acuerdo con la tabla 250-95, el conductor del electrodo de SPT en la tabla 250-94, los métodos de puesta a tierra, las especificaciones de la puesta a tierra de los equipos de acuerdo con la tabla 250-95.

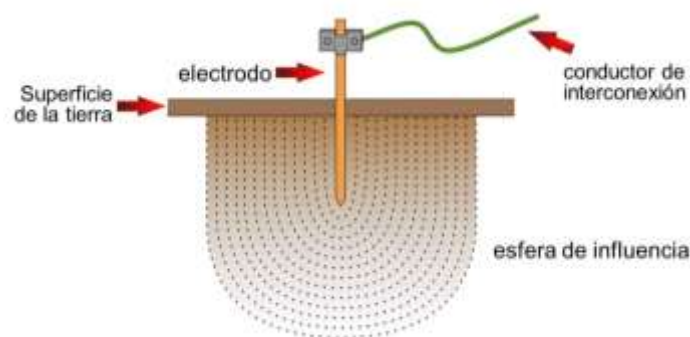


Figura 6. Electrodo de puesta a tierra temporal.

Tomado: ASTM F 855 (2019).

2.3. Exigencias de los operadores de red

En concordancia con lo establecido en el RETIE y la NTC 2050, los operadores de red pueden desarrollar sus propias normas en donde establecen requisitos para las instalaciones que se van a conectar a su sistema de distribución local, lo cual incluye a las provisionales de obra

eléctrica. Antes de solicitar el servicio de energía para una provisional de obra eléctrica es necesario conocer la carga que se necesita para el desarrollo de la obra permanente, cada operador de red tiene límites de cargas para dar el servicio de energía por baja tensión o media tensión ya sea para zonas veredales o para cascos urbanos, los cuales hacen que el procedimiento a desarrollar sea diferente.

El servicio de energía es entregado por cada operador de red dependiendo de la carga necesaria para la obra permanente con la que decidirá dar el servicio por baja tensión (cargas pequeñas) o media tensión (cargas consideradas) y para el cual cada operador de red dentro de sus normas especifica los límites de cargas.

La solicitud del servicio de energía para provisionales de obra de cargas debe realizarse acompañado de los siguientes documentos:

- Carta de solicitud firmada por el propietario y/o representante legal en el que se indica el tiempo de duración y la carga a instalar (Grupo ENEL, 2018) (Grupo EPM, 2018).
- Fotocopia de la cédula del propietario y/o representante legal (Grupo EPM, 2018), (Grupo ENEL, 2018).
- Carta de autorización del propietario y/o representante legal al ingeniero y/o técnico electricista para realizar el trámite frente al operador de red (Grupo ENEL, 2018).
- Fotocopia de la tarjeta profesional y cédula del ingeniero y/o técnico responsable de la obra quien firmará el control de riesgos eléctricos (Grupo EPM, 2018).
- Auto declaración del cumplimiento del RETIE de la provisional de obra. Según el RETIE toda instalación eléctrica debe demostrar el cumplimiento de este mediante la *Declaración de cumplimiento*, el cual es obligatorio para que el operador de red preste su servicio de energía. No realizar este proceso por parte del responsable de la obra o

energizar una obra sin que se demuestre su conformidad ocasionan multas y sanciones por parte de los organismos de control correspondientes (Ministerio de Minas y Energía, 2013), (Grupo ENEL, 2018). En el apéndice A se puede evidenciar el formato de declaración de cumplimiento del RETIE que utilizan los diferentes operadores de red en Colombia.

- Certificado de estratificación socioeconómica no mayor a 30 días de expedición (Grupo EPM, 2018), (Grupo ENEL, 2018).
- Copia de autorización para el uso del espacio público (administraciones, alcaldías) (EBSA Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, 2018).
- Procedimiento de control de riesgos eléctricos, firmado por el profesional acreditando que construirá la instalación (Grupo ENEL, 2004), (Grupo EPM, 2018).

En los casos de obra eléctrica provisional con cargas considerables se debe realizar la factibilidad del servicio de energía.

La factibilidad de servicio de energía eléctrica es un estudio realizado por el operador de red el cual determina desde qué punto de la red se obtendrá la energía que alimentará la instalación donde se requiere el servicio. Además, determina la necesidad de expansión de redes donde el operador no ha tenido presencia describiendo las especificaciones técnicas que se deben tener para construirlas o el protocolo que deberá seguir el encargado de la obra para finalizar exitosamente su conexión (Grupo ENEL, 2004), (Grupo EPM, 2018). Esta solicitud podrá ser presentada por cualquier persona donde informará al operador de red la localización del inmueble, la potencia máxima requerida, el tipo de carga y el nivel de tensión al que desea conectarse. En caso de no hacerlo, el operador de red podrá decidir el punto más conveniente desde una vista técnica.

La documentación necesaria para la obtención del estudio de factibilidad dado por los diferentes operadores de red es el siguiente:

- Carta de solicitud de factibilidad
- Planos de conexiones
- Formato de factibilidad
- Certificado de libertad y tradición del inmueble.

Los tiempos de respuesta varían según el material entregado al operador de red, normalmente estos no superan los 30 días de acuerdo con la Comisión de Regulación De Energía y Gas (CREG) 071 del 10 de julio de 2008 (ESSA Electrificadora de Santander S.A E.SP, 2018). Realizado este proceso y teniendo una respuesta positiva, el operador de red le informará el punto de conexión a la red disponible para su diseño, llamado técnicamente código de apoyo.

Algunos operadores de red como por ejemplo CENS y ESSA permiten una regulación máxima de 2% (CENS Centrales Eléctricas de Norte de Santander, 2018), (ESSA Electrificadora de Santander S. A ESP, 2018).

La figura 7 muestra el formato de factibilidad usado por el operador de red Codensa, los demás operadores de red utilizan formatos similares en los que se recopila información necesaria para la solicitud de factibilidad, tal como: datos del solicitante, datos del propietario, información de la obra y observaciones de ley específicas que apropia cada operador de red¹.

Cuando la carga a conectar es alta, es necesario entregar al operador de red un diseño detallado de la obra y la certificación RETIE hasta la acometida (EBSA Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, 2018). La cancelación y desconexión de la provisional de obra eléctrica se

Ver apéndice B de solicitud del servicio

Ver apéndice C y D de otros formatos de factibilidad usados por otros operadores de red en Colombia.

realizará por medio de una solicitud de cancelación ante el operador de red en donde se generará la orden de desconexión una vez se valide el estado comercial de la cuenta (Grupo ENEL, 2018).


		SOLICITUD DE SERVICIO		RG05-PC024 Versión 1 - Dic-14	
DATOS GENERALES					
Fecha Solicitud		Número de Solicitud de Servicio			
Tipo de Solicitud	Seleccione Tipo de solicitud				
Porque se Requiere Estudio Preliminar	Seleccione un Pre-requisito				
DATOS CLIENTE Y PREDIO					
Nombre del Cliente o Propietario		Número de Cuenta - NIE			
Dirección					
NIT o CC Propietario		Celular			
Nombre del Proyecto		E mail			
Municipio	Seleccione Municipio	Localidad	Seleccione Localidad		
Barrio		Estrato	Seleccione Estrato		
Indicaciones de Acceso al Predio					
Firma del Propietario					
DATOS SOLICITANTE					
Nombre		Nit o C.C			
Dirección		Teléfono			
Email		Celular			
Firma Solicitante					
DETALLE SERVICIO					
Servicio Solicitado	Seleccione Servicio				
Estado Actual de la Cuenta		Carga Existente			
Actividad Económica Asociada a la Solicitud	Seleccione Actividad Económica				
DETALLE CARGA SOLICITADA					
Voltaje Solicitado	Seleccione Voltaje	Potencia Máxima Requerida	##kw		
Tipo Carga / Clase Carga	Monofásicas	Bifásicas	Trifásicas		
Residenciales					
Comerciales					
Industriales					
Oficiales					
Provisional Obra					
Total tipo y clase de cuentas		TOTAL	0		
OBSERVACIONES:					

Figura 7. Formato de solicitud del servicio de energía de Codensa.

3. Desarrollo de una provisional de obra eléctrica

En general, cualquier tipo de obra eléctrica demanda que sea dirigida, supervisada y ejecutada directamente por profesionales competentes; tanto las memorias de cálculo como los planos o diagramas deben contemplar en forma legible nombres, apellidos y número de matrícula profesional de las personas que la diseñaron, en donde aceptan que se da cumplimiento a los requerimientos normativos con su respectiva firma.

En la figura 8 se muestra el proceso que se desarrolla para llevar a cabo una obra eléctrica temporal, comenzando con el diseño (diagrama unifilar y especificaciones de los materiales), montaje (Operación de todos los equipos), mantenimiento para prevenir fallas y la adecuada desinstalación teniendo en cuenta que el RETIE y la NTC 2050 demandan que en ninguna circunstancia se debe dejar una instalación de este tipo como la definitiva.

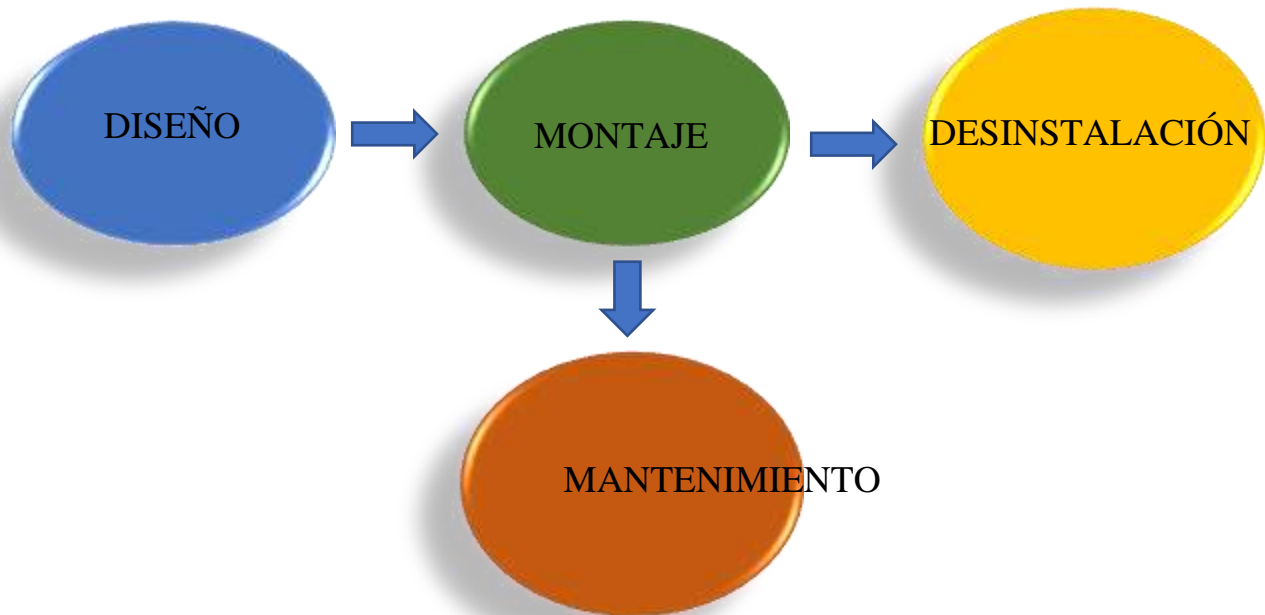


Figura 8. Proceso de desarrollo de una provisional de obra eléctrica

Cada uno de los procesos anteriormente nombrados es indispensable para llevar a cabo una obra provisional exitosa como la mostrada, a muy grandes rasgos, en la figura 9. Escoger cada uno de los materiales y equipos para su correcta ejecución y funcionalidad será el trabajo que debe realizar el ingeniero encargado, pero para llegar a esa correcta elección es necesario tener de antemano las características normativas permitidas para este tipo de obra eléctrica específica.

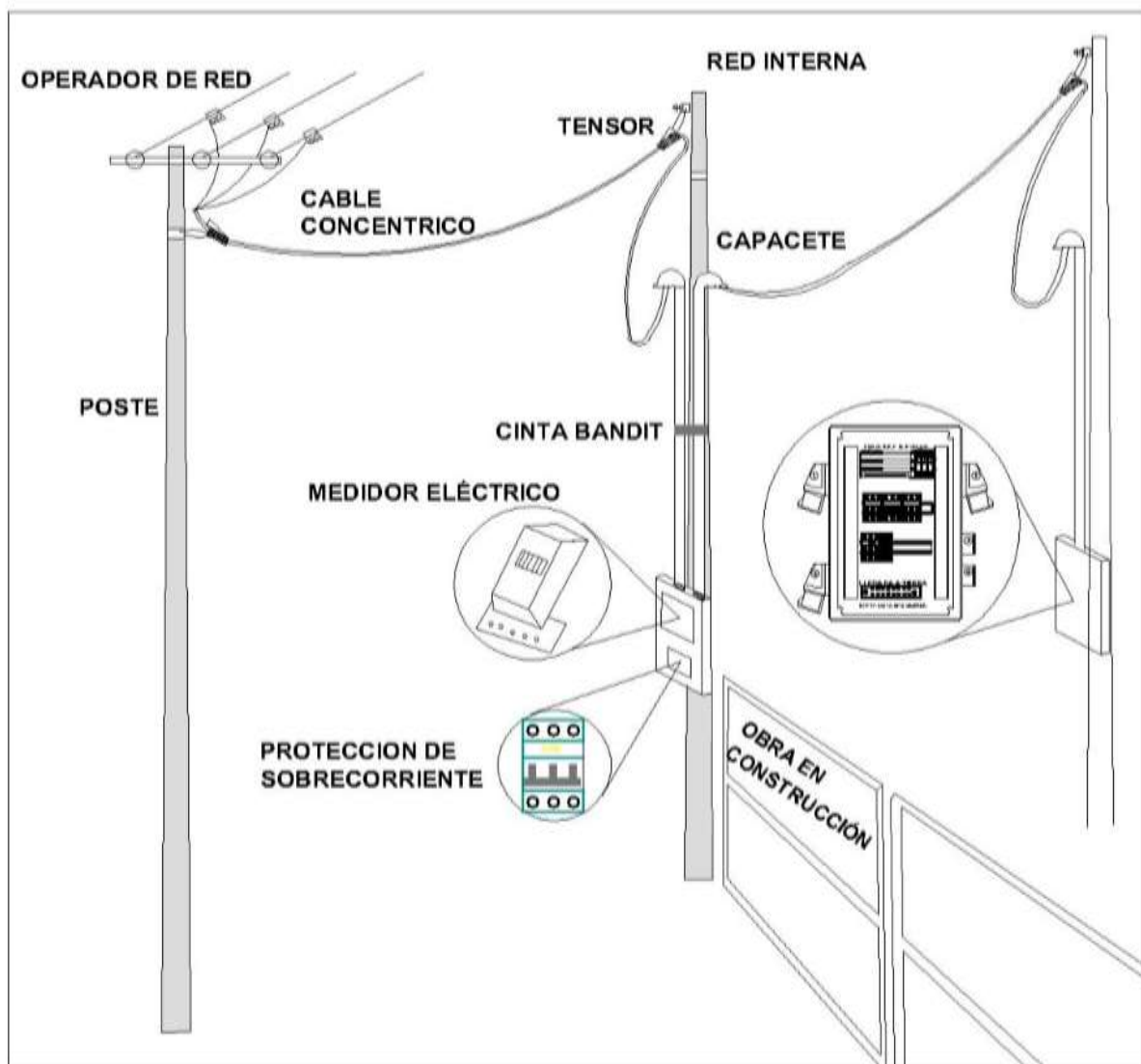


Figura 9. Instalación eléctrica de una provisional de obra

3.1. Diseño

La empresa encargada del diseño de la obra provisional empezará su trabajo teniendo a mano los planos arquitectónicos, la ubicación del inmueble y la información de los servicios básicos para la obra. En el desarrollo del diseño de la provisional de obra, esta empresa en particular se encargará de presentar los estudios eléctricos para lograr obtener la factibilidad de servicio ante el OR, entre ellos la empresa entregará el diagrama unifilar para la provisional de obra, la memoria de cálculos entre los que se tendrá el cálculo de la demanda máxima provisional, el cálculo del transformador (si la obra lo necesita), la regulación de tensión ya sea para BT y/o MT, cálculo de ductería para acometida, circuitos ramales y cálculo del burden.

3.1.1. Demanda máxima. A partir de los planos estructurales y la visión de lo que será la construcción final, los diseñadores realizan una demanda máxima para la obra provisional teniendo en cuenta los criterios de alumbrado, tomacorrientes y cargas especiales, con los cuales se suplirá toda la obra provisional. En la tabla 2 se muestra un ejemplo de una demanda máxima para una provisional de obra en el departamento de Santander, el cual debe ser entregado ante el OR ESSA.

Tabla 2. *Ejemplo de una demanda máxima de una provisional de obra*

DEMANDA MÁXIMA EN kVA										
PROVISIONAL DE OBRA										
Tomas GFCI (VA)			Alumbrado (VA)			Cargas especiales (VA)			Demand a máxima	
Tipo	Potencia	Factor demanda	Total	Potencia	Factor demanda	Total	Potencia	Factor demanda	Total	
Provisional	1800,00	1,00	1800,00	2400,00	1,00	2400,00	37600,00	1,00	37600,00	41800,00
CARGA TOTAL (VA)										41800,00
DEMANDA MAX EN kVA										41,800
DEMANDA MAX EN kW										37,620

Nota: Tanto las cargas de alumbrado, tomacorrientes y especiales fueron tomadas a una carga del 100% según lo especificado por la ESSA en su norma (ESSA Electrificadora de Santander S.A E.SP, 2018).

3.1.2. Conductores para acometida y circuitos ramales. Por lo general los OR clasifican las acometidas de acuerdo con el nivel de tensión y la potencia requerida por la carga; según se muestra en la tabla 3, de acuerdo con el tipo de acometida, tensión de suministro y potencia máxima demandada por la carga se escoge el tipo de cable y el calibre requerido para la acometida de la provisional de obra, el cual debe cumplir con ciertas características en cuanto a su aislamiento, para impedir fugas perjudiciales de corriente deben ser de tipo atmosférico y antifraude (Grupo EPM, 2018).

Tabla 3. *Clasificación de acometidas para provisionales de obra eléctrica*

Tipo de acometida	Tensión de suministro (V)	Potencia máxima (kVA)	Tipo de cable	Calibre requerido cobre AWG	Calibre requerido aluminio
Monofásico bifilar	120	10	Concéntrico	# 8	# 6
Monofásico trifilar	120/240	14	Concéntrico	# 8	# 6
Monofásico trifilar	120/208	14	Concéntrico	# 8	# 6
Trifásico trifilar	120/208	30	Concéntrico o cable aislado	# 4	N/A
Trifásico tetrafilar	120/208	30	Concéntrico o cable aislado	# 4	N/A
Trifásico trifilar o tetrafilar	120/208	Mayores a 30	Cable aislado subterráneo	De acuerdo con el cálculo de regulación de tensión	N/A

Tomado de CELSIA Empresa de energía del Grupo ARGOS.

Dependiendo de cada operador de red podrán ser acometidas aéreas hasta cierto límite de demanda como, por ejemplo, el operador ESSA para quien la demanda máxima es menor o igual a 30 kVA, de lo contrario será acometida subterránea (ESSA Electrificadora de Santander S.A E.SP, 2018).

3.1.3. Transformador. Es común que el área de construcción quede a una distancia considerable del sistema de distribución del operador de red por lo que se hace necesario considerar como equipo de la acometida un transformador que se instalará dentro de la zona a construir, es muy común que este sea alquilado debido a su alto costo y solo sea necesario durante la construcción.

Para llegar a esto es necesario el desarrollo de un cuadro de cargas para la provisional de obra en donde se haga el respectivo balance de cargas por fases que establezca circuitos específicos para tomacorrientes, otros para iluminación y otros para equipos bifásicos y trifásicos.

Calcular el transformador necesario de la provisional de obra depende directamente de la potencia proyectada de la obra, ya sea definitiva o temporal, esto debido a los altos costos de los transformadores. Es por esta razón que normalmente se compra el transformador para dejarlo en la obra definitiva, el cual también brindará energía a la provisional de obra.

La relación de transformación es escogida de acuerdo con los niveles de tensión requeridos para la maquinaria a utilizar, seguido de la suma todas las cargas instaladas para determinar la potencia del transformador, teniendo en cuenta que no se recomienda que un transformador trabaje al 100% de su capacidad pues existe un margen de utilización permanente que no puede rebasar el 80%, esto se establece para evitar el sobrecalentamiento de sus arrollamientos por consiguiente pérdidas eléctricas, por lo que se recomienda sobredimensionar la potencia nominal del transformador.

Todo transformador debe disponer de DPS para protegerse contra sobretensiones transitorias a las que puedan ser sometidas todos los equipos. La protección de sobrecorriente se debe localizar en el primario del transformador utilizando seccionadores portafusible tipo

cañuela para facilitar su desenergización, es muy común que el OR lo haga dentro de sus redes de distribución.

El transformador en poste se podrá instalar sin ningún tipo de encerramiento siempre y cuando cumpla con las características para esto, teniendo en cuenta el peso del transformador en kgf y la resistencia de rotura del poste, debe contar con dispositivos de fijación que soporten por lo menos 2,5 veces el peso de este (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Los transformadores deben poseer un dispositivo de puesta a tierra para conectarse sólidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con las características que requiera su operación, además de poseer un dispositivo para facilitar su transporte.

En la tabla 4 se muestra un cuadro de cargas a modo de ejemplo con el que la empresa encargada del diseño especifica el calibre de la acometida y de los circuitos ramales de una obra realizada en el departamento de Santander.

Tabla 4. Cuadro de cargas de una provisional de obra.

CUADRO DE CARGAS PROVISIONAL DE OBRA						
N.º	BALANCE DE FASES [W]			VA	I MÁX	I para el cálculo del conductor
Circuito	R	S	T		[A]	NTC 2050
1	720			757,89	6,31	7,89
2		540		568,42	4,73	5,92
3			540	568,42	4,73	5,92
4	3250	3250		7647,05	36,76	45,95
5	3250	3250		7647,05	36,76	45,95
6	3000	3000	3000	10588,23	29,39	36,73
7	3000	3000	3000	10588,23	29,39	36,73
8	1500			1764,7	14,7	18,38
9	1500			1666,66	13,88	17,36
Salidas	16220	13040	6540	41796,69	116,01	145,02
37684,21						

CUADRO DE CARGAS PROVISIONAL DE OBRA				
N.º	CONDUCTORES	DUCTERIA	PROTECCIÓN	DESCRIPCIÓN
Circuito	Cu THHN		[A]	
1	1#12F+1#12N +1#12T	3/4" EMT	1x20 A, 10 kA	Tomas monofásicas servicios generales
2	1#12F+1#12N +1#12T	3/4" EMT	1x20 A, 10 kA	Tomas monofásicas servicios generales
3	1#12F+1#12N +1#12T	3/4" EMT	1x20 A, 10 kA	Tomas monofásicas servicios generales
4	2#6F+1#6N +1#10T	1 1/2" EMT	2x50 A, 10 kA	Equipos bifásicos
5	2#6F+1#6N +1#10T	1 1/2" EMT	2x50 A, 10 kA	Equipos bifásicos
6	3#8F+1#8N +1#10T	1" EMT	3x40 A, 10 kA	Equipos trifásicos
7	3#8F+1#8N +1#10T	1" EMT	3x40 A, 10 kA	Equipos trifásicos
8	1#12F+1#12N +1#12T	3/4" EMT	1x20 A, 10 kA	Iluminación
9	1#12F+1#12N +1#12T	3/4" EMT	1x20 A, 10 kA	Iluminación
Salidas	3#1/0F+1#1/0N +1#6T	2" PVC	3X125,25kA	Acometida

Todo transformador debe poseer una placa de material resistente a la corrosión fijada en un lugar visible con los siguientes datos:

- Marca o razón social del productor o proveedor
- Número de serie dado por el productor
- Año de fabricación
- Clase de transformador
- Número de fases
- Frecuencia nominal
- Potencias nominales, de acuerdo con el tipo de refrigeración
- Tensiones nominales
- Corrientes nominales
- Impedancia de cortocircuito
- Peso total en kilogramos
- Grupo de conexión
- Diagrama de conexiones (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Los transformadores aislados en aceite o tipo seco instalados dentro de la zona de construcción, que se encuentren expuestos a daños físicos, se deben proteger con las medidas adecuadas para reducir la posibilidad de daños por causas externas, los cuales se deberán instalar en una bóveda o carcasa envolvente que los proteja contra inserción accidental de objetos extraños.

La ubicación del transformador debe ser en una zona donde se permita el fácil acceso con grúa o montacargas, debido a su ruido se recomienda que no sea contigua a sitios como oficinas o, en general, a cualquier sitio con ocupación permanente de personas.



Figura 10. Centro de transformación a la intemperie.

Tomado: <http://fotosdeelectricidad.es>

Las bóvedas deberán estar ubicadas, en lo posible, en sitios que dispongan de ventilación natural o con un sistema de refrigeración; para su operación normal, sus paredes, techos y pisos se deben construir con materiales que tengan una resistencia estructural adecuada para las condiciones atmosféricas y de incendio, sus puertas deben abrir hacia afuera y estar dotadas de cerradura antipático, que permita solo el acceso a personal calificado.

3.1.4. Tablero eléctrico. El tablero general es el encargado de alimentar los tableros de distribución que alimentarán la maquinaria estática incluyendo la alimentación a container de oficinas y casino de alimentación; los tableros finales son los responsables de suministrar tensión a las herramientas portátiles.

En la actualidad se admite la construcción de tableros de distribución con encerramiento plástico o una combinación metal-plástico siempre que sean auto extingüibles y resistan los esfuerzos mecánicos y/o eléctricos con su respectiva cerradura para fines de seguridad; es necesaria la utilización de recubrimientos apropiados para impedir los efectos de la humedad y

corrosión, estos recubrimientos actúan como protector a la superficie expuesta en los contactos de clavijas y tomacorrientes.

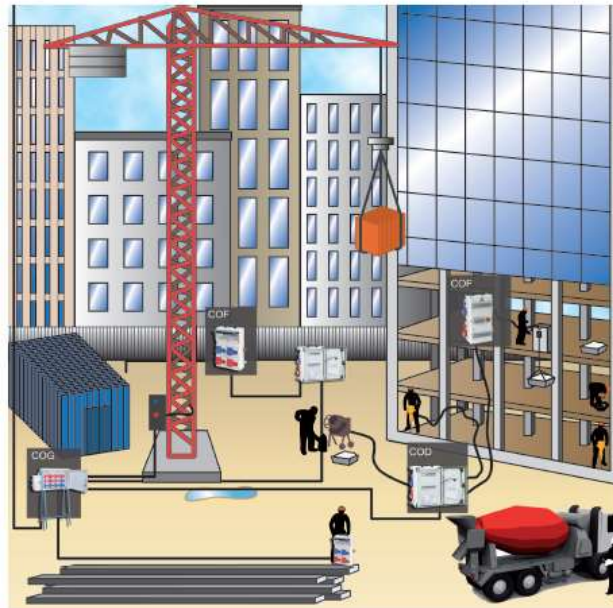


Figura 11. Distribución de tableros de una provisional de obra eléctrica.
Tomado del catalogo de Cahors, disponible en <https://www.sesaelec.com/catalogos/17/cahors>

Los tableros de una obra provisional ya sean de exterior, interior o móviles deberán tener su correspondiente placa de características dada por el fabricante, elaborada en un material inoxidable, localizada en una zona visible y legible con la siguiente información como mínimo: tensión nominal, símbolo de riesgo eléctrico, cuadro para identificar los circuitos, diagrama unifilar actualizado. Las conexiones externas del tablero podrán ser trifásicas o monofásicas de acuerdo con las necesidades diferenciándose por colores: rojo para trifásicas y azul para monofásicas.

A continuación, se muestran algunos tableros usados en diferentes obras provisionales reales en la ciudad de Bucaramanga, en los que se analiza que no se cumple a cabalidad la normativa vigente aumentando con esto el riesgo eléctrico de la obra:



Figura 12. Registro fotográfico de tableros usados en provisionales de obra en la ciudad de Bucaramanga

Cabe resaltar que para reutilizar un tablero o cualquier otro componente, este debe cumplir con una serie de pruebas para poder ser usado en el desarrollo de una provisional de obra eléctrica y obtener el certificado de conformidad del producto. Dentro de los tableros se debe contar con dispositivos que impidan los efectos de cortocircuitos y sobrecargas. Estos dispositivos deben resguardar a los trabajadores de los posibles daños al tener contacto directo o indirecto con partes energizadas, evitando así daños en la maquinaria y riesgo de los trabajadores durante la construcción.

Otro dispositivo es el interruptor diferencial, el cual es capaz de detectar la diferencia de la corriente de entrada y salida en un circuito, interrumpiendo el flujo de corriente cuando esta diferencia supera el valor específico para el cual fue determinado. Normativamente, se establece que se debe usar este tipo de interruptor cuando las áreas donde está la provisional de obra genere vulnerabilidad de la persona al paso de la corriente, como lugares húmedos.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor se debe garantizar por un dispositivo de interrupción automático con curva térmica de corte, capacitado para restablecer o interrumpir el suministro de corriente al accionar su palanca. Se hace obligatorio que en el tablero de distribución se encuentre un interruptor automático general, y que cada circuito ramal se encuentre protegido contra cortocircuito cuya capacidad de corte esté de acuerdo con las sobreintensidades que se puedan presentar en el punto de su conexión.

El interruptor automático seleccionado debe cumplir:

- Con un componente de libre disparo indicando la posición de cerrada y la posición de abierta, los cuales deben ser visibles por la vista frontal del interruptor; aquellas partes no conductoras deben estar fabricadas con materiales que garanticen las características mecánicas, dieléctricas y un nivel de aislamiento con base a la tensión nominal de la red, que no sea susceptibles de inflamarse o de propagar el fuego.
- La intensidad por interrumpir no debe ser superior a la capacidad de corriente del conductor utilizado en el circuito a proteger: 15 amperios para 14 AWG, 20 amperios para 12 AWG, y 30 amperios por 10 AWG de cobre; o 15 amperios para 12 AWG y 25 amperios para aluminio 10 AWG.
- En los circuitos ramales individuales la capacidad nominal debe ser de 15, 20, 30, 40, y 50 amperios que estén alimentando cargas continuas y no continuas; la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no continua más el 125% de la carga continua (NFPA National Fire Protection association, 2019).

3.1.5. Sistema de puesta a tierra. Dentro de toda obra eléctrica el SPT es de obligatorio cumplimiento para garantizar la operación normal de los equipos y la seguridad de las personas ante corrientes anormales. Este sistema consiste en un conjunto de elementos formados por electrodos enterrados, cables desnudos y recubiertos, conexiones, soldadura que permiten conducir y disipar una corriente no deseada hacia tierra.

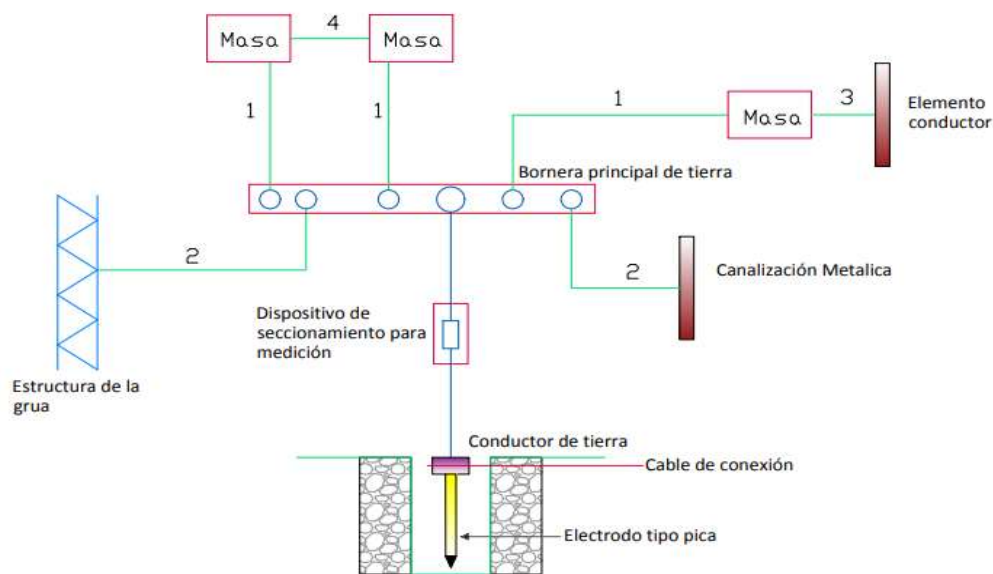


Figura 13. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.

Convenciones: conductor de protección (1), conductor de unión equipotencial principal (2), conductor de equipotencialidad suplementaria entre masas y elementos conductores (3), conductor de equipotencialidad suplementaria entre masas (4).

De acuerdo con la normativa vigente para realizar el diseño del SPT temporal, es necesario seguir un procedimiento básico sugerido por los mismos: en primera instancia, es importante tener a mano las características del terreno en donde se llevará a cabo la obra, especialmente el valor de la resistividad, la corriente máxima de falla a tierra (valor que es entregado por OR), el tiempo máximo de despeje de la falla en simulaciones, calcular de forma inicial la resistencia de puesta a tierra y las tensiones de paso, contacto y transferidas.

Medición de la resistividad aparente. Para la medición de la resistividad aparente el RETIE acepta el método tetraeléctrico de Wenner, el cual consiste en enterrar cuatro electrodos en el terreno a una distancia semejante y a la misma profundidad en lo posible y, por medio de la ecuación dada en la sección 15.5.1 del RETIE, encontrar el valor de la resistividad aparente medida en Ω/m (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Medición de la resistencia de puesta a tierra. La medición de la resistencia de puesta a tierra se puede encontrar a partir del método de caída de potencial dado por el RETIE, el cual consiste en enterrar dos electrodos, uno como auxiliar de corriente que debe tener 6,5 veces mayor dimensión que el auxiliar de tensión; la resistencia se calcula con V/I (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Medición de tensión de paso y de contacto. Esta medición se realiza simulando con electrodos los pies de la persona, el cual debe hacer una fuerza de 250 N y la inyección de la corriente por medio de fuentes de alimentación de potencia haciendo la prueba lo más real posible para que no queden medidas falsas.

A partir de lo anterior, el ingeniero diseñador deberá seleccionar los materiales del SPT temporal, los cuales deben ser certificados y tener como características que el SPT temporal debe estar construido por uno o varios electrodos ya sea tipo varilla, tubos, placas, alambres o cables desnudos en materiales como cobre, acero, aleaciones especiales, pero nunca aluminio; la característica principal del material del electrodo es que la resistencia a la corrosión sea alta y certificado para tal fin. Los OR permiten un electrodo barreno de longitud mínima de 1,5 m con su correspondiente identificación de la razón social o marca del fabricante; la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo 15 cm sobresaliendo de la superficie con el fin de ser accesible (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Los conductores desnudos deben estar enterrados a una profundidad no menor a 50 cm del nivel del suelo natural. A partir de la tabla 5 el ingeniero podrá tomar referencia para poder escoger el electrodo de acuerdo con el tipo que necesita y, así, seleccionar cuidadosamente que la abrazadera o conector de tierra con el electrodo, no sean materiales que lleven a cabo una corrosión galvánica.

Tabla 5. Selección de electrodos de puesta a tierra

TIPO DE ELECTRODO	MATERIALES	DIMENSIONES MINIMAS			
		Diámetro mm	Área mm	Espesor mm	Recubrimiento Um
Varilla	Cobre	12,7			
	Aleación de cobre	12.7			
	Acero inoxidable	15			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			250
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje o cinta solida	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		100	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable trenzado	Cobre o cobre estañado	1,8 para cada hilo	50		
	Acero galvanizado en caliente	1,8 para cada hilo	70		
	cobre	8	50		
Alambre redondo	Acero galvanizado	10	78,5		70
	Acero inoxidable	10			
	Acero recubierto de cobre	10			250
Placa solida	Cobre		250000	1,5	
	Acero inoxidable		360000	6	

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE

Conductor a tierra de equipos. Los conectores son los elementos usados para unir el conductor con el fin de equipotencializar la obra mediante conectores mecánicos que se pueden ajustar comprimiéndolos y logrando una unión mecánica sólida que no se dañe con el tiempo o la soldadura exotérmica con la que se funden los cables entre sí para asegurar la continuidad.

Para la selección del conductor de protección o conductor a tierra de equipos se debe seleccionar bajo los criterios de la tabla 250-95 de la NTC 2050 en el caso de BT. Estos conductores deben acompañar a los conductores activos durante todo su recorrido hasta cada equipo e ir por la misma canalización.

Cada conductor anteriormente seleccionado debe ser continuo quedando mecánica y eléctricamente seguros mediante soldadura o conectores certificados para tal uso. Se instalan en color verde o verde con rayas amarillas, plenamente identificados en los extremos o puntos de inspección.



Figura 14. Conectores usados en STP temporales.

Tomado de Reglas básicas para una correcta puesta a tierra. disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=3Zgk1M6dkQE>

En el desarrollo de las conexiones exotérmicas, solo se permite personal capacitado para aplicar la soldadura ya que la pólvora es el iniciador y es un material inflamable. Se realiza con la protección adecuada: guantes de cuero, máscara contra humo, moldes adecuados y aprobados para este uso. Si la porosidad alcanza el 20%, la soldadura debe repetirse (Ministerio de Minas y Energía, 2013).



Figura 15. Puesta a tierra de una instalación temporal en Bucaramanga.

Toda la zona en construcción debe contar con una iluminación conjunta confiable que sirva como una guía de visibilidad en las zonas de alta accidentalidad como movilización de grúa y excavaciones. Es indispensable que todo tablero eléctrico dentro de la obra se encuentre iluminado y permita ver los obstáculos evitando el riesgo eléctrico.

La iluminación artificial debe ser de un color que no influya en la comodidad visual de los trabajadores, debe cumplir con un nivel de iluminación en zonas como oficinas de al menos 400 luxes medidos a la altura del trabajo y en zonas de la construcción puede variar entre 40 a 100 luxes dependiendo si son zonas comunes y zonas de trabajo concentrado, respectivamente, estas medidas serán tomadas al nivel del piso o dependiente la altura del plano de trabajo.

Las lámparas para iluminación dentro de la obra deben estar provistas de alguna protección contra contacto accidental o rotura mediante pantalla de protección, aquellas que se encuentren en la intemperie deberán tener un grado de protección IP de 55 como mínimo.

Para la iluminación exterior se recomienda instalar reflectores con sus respectivos elementos de fijación a más de tres metros de altura y por debajo de acometidas aéreas con un

calibre mínimo de 12 AWG, a menos que incluyan un cable mensajero y estén sostenidos con aisladores; en caso de que el alumbrado sea subterráneo se deberá canalizar en PVC y ser enterrada a 50 cm mínimo por debajo del suelo. En circuitos de iluminación se debe contar con un sistema de encendido y apagado ya sea interruptor automático o fotocelda; está prohibido conectar tomacorriente al circuito.

3.1.6. Diagrama unifilar. El diagrama unifilar es una representación gráfica sencilla del sistema eléctrico dentro de una obra, ya sea permanente o temporal, donde se puede representar de forma fácil los transformadores, protecciones, medidores, cableado y todo elemento representativo del sistema con una figura establecida para que pueda ser entendido por diferentes profesionales de la electrotecnia.

En la figura 16 se muestra un diagrama unifilar en forma de ejemplo para una obra provisional en la que se especifica la forma de conexión al sistema de distribución del operador de red, el calibre de los conductores necesarios para la acometida y conexiones (estudios previos en las memorias de cálculo), los posibles nuevos postes necesarios para la nueva construcción, protecciones, sistema de conexión a tierra, medidores y, finalmente, los tableros ya sean fijos y/o móviles.

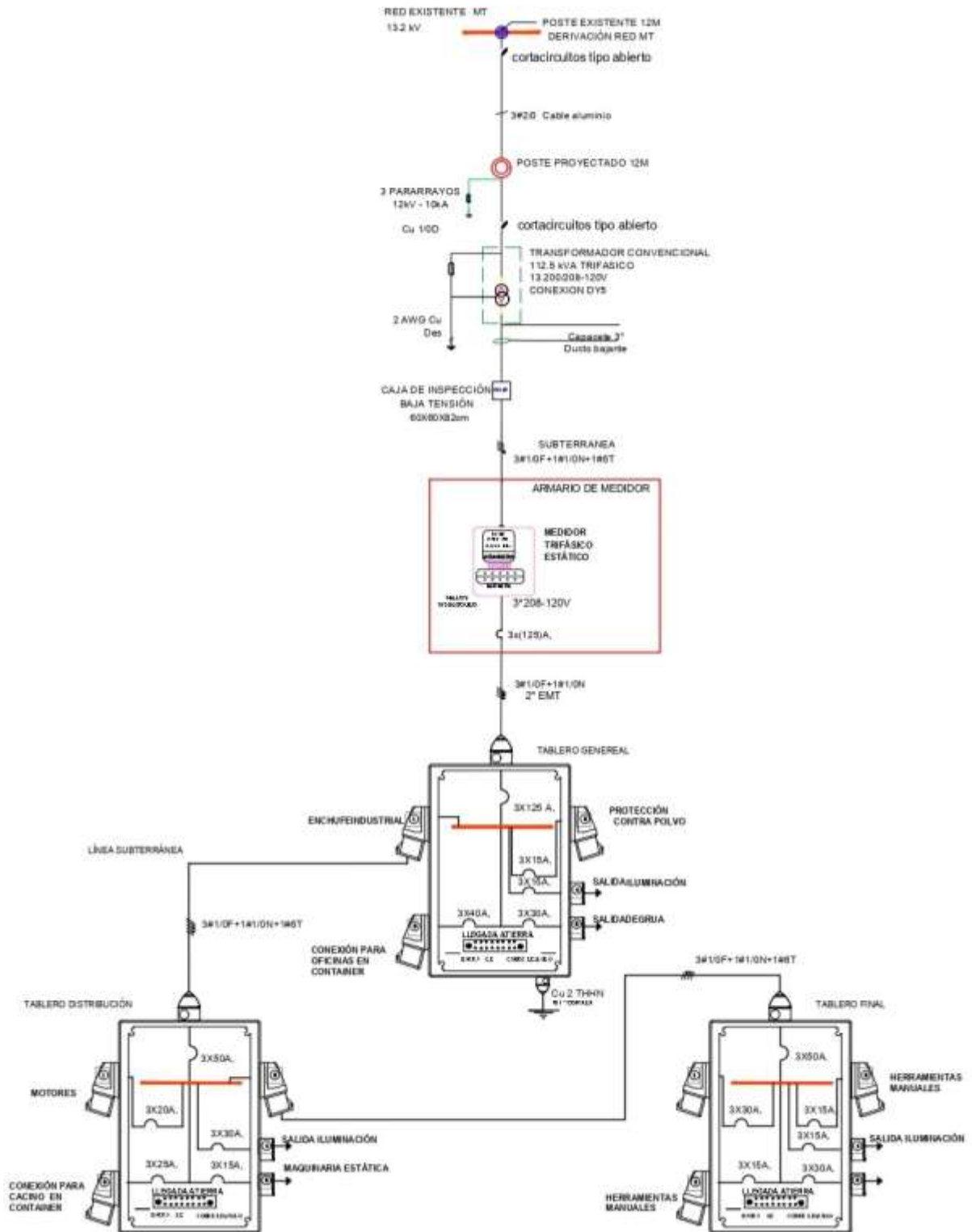


Figura 16. Diagrama unifilar de una provisional de obra eléctrica.

Basado en el estudio presentado por la empresa encargada del diseño los diferentes OR, en donde analizan la posibilidad de factibilidad y como sería el desarrollo de esta de tal forma que no afecte su sistema.

3.2. Montaje

El desarrollo del montaje de la provisional de obra se debe cumplir con especificaciones eléctricas, las cuales muchas veces no se encuentran descritas en el plano de diseño debido a las condiciones del terreno a construir y se deben cumplir necesariamente con el fin de lograr una buena instalación asegurando un servicio continuo confiable y seguro.

3.2.1. Acometida. El primer paso del montaje es la debida conexión con el sistema de distribución del OR el cual prestará el servicio de energía. La derivación de la acometida desde el vano de la red de distribución aérea se hará desde un poste usando tensor y cruceta como apoyo de los conductores aéreos sujetos con abrazaderas metálicas que soporten los esfuerzos del conductor hasta el equipo de medida, estos conductores deben ser identificados en el poste utilizando una placa en lámina de tipo atmosférico que indique dirección o nombre del proyecto; esta placa debe ir fijada con una cinta de acero inoxidable. Está prohibido que la obra se alimente de otra acometida que no pertenezca únicamente a la zona a construir y tampoco puede pasar muy cerca de la zona de otro edificio.

Todas las canalizaciones metálicas deben utilizar capicete de modo que no entre agua, los bajantes se deben sujetar al poste con cinta bandit además deben ir conectadas al sistema de puesta a tierra.

Los conductores de alimentación subterránea pasarán por un canal o tubo de superficie interna lisa que permita la colocación de los cables con la mayor facilidad posible, no se deben instalar canalizaciones metálicas en ambientes que se encuentren con humedad permanente, que no estén apropiadamente protegidos contra la corrosión y que no cumplan con la resistencia al impacto y al aplastamiento requerido. Deben estar enterrados a 45 cm por debajo del nivel del cero del terreno y estar señalizados con una cinta amarilla de peligro colocada sobre la zanja 30

cm debajo del nivel del terreno para poder identificar las canalizaciones en caso de excavaciones futuras, después de colocados los cables se taponará el orificio de paso dentro de la caja de inspección con un tapón , para evitar la entrada de cualquier animal e impedir humedad, se utilizarán materiales duros que no deterioren el conductor, se recomienda espuma de poliuretano.

En áreas vehiculares por donde pase la acometida aérea los conductores deben estar sólidamente ajustados a la estructura o soporte tanto como a la red de distribución y a la construcción a alimentar, a una altura no menor a 5,5 m y debidamente señalizada con cinta amarilla de peligro amarrada por tramos que cuelguen del conductor para poder ser visualizada por conductores y elementos de carga. En caso de que la estructura en construcción no alcance esa altura se debe instalar un poste o una tubería galvanizada tipo pesado de diámetro considerable y resistencia adecuada para soportar el peso y fuerza mecánica del vano de la acometida.

3.2.2. Transformador. Es de suma importancia su ubicación ya que no debe estar cerca de lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce u otros metales de características similares, ni sitios cercanos a ocupación permanente de personas, debido al peligro de incendio.

La conexión de los conductores con el transformador debe contar con una rigidez mecánica que no le permita moverse para evitar arcos eléctricos con partes que no se deben energizar, como también disponer de espacio suficiente para permitir el radio de curvatura normalizado; en caso de transformadores refrigerados con flujo de aire natural, estos deben contar con separación de la pared o celda de al menos 30 cm para facilitar la circulación del aire permitiendo el ingreso por la parte inferior de las paredes y la salida por la parte superior de estas.

En las bóvedas no se permitirá cruzar tubería o canalizaciones de agua, alcantarillado o gas o cualquier otro tipo diferentes a las eléctricas a excepción de las tuberías que hacen parte de la extinción de fuego, en ningún caso se podrán utilizar para almacenar materiales; también debe contar con un drenaje (foso) que impida la inundación y estar debidamente impermeabilizada. Es de importancia que en las partes vivas expuestas en el trafomador se marque la tensión de funcionamiento, como también se debe indicar por anuncios o marcas visibles de advertencia de tensión y peligro eléctrico las puertas de las bóvedas o celdas.

3.2.3. Tableros. El punto de conexión se debe hacer en un tablero de inspección que esté localizado en una zona comunal a la cual acceda solo el personal autorizado, y que contenga un mecanismo de corte general, barrajes perforados en el interior para poder alimentar los diferentes tableros de distribución y desde el exterior solo estarán accesibles los tomas de corriente y los botones de mando, nunca las protecciones ya sean diferenciales o magnetotérmicas. Se debe identificar con una placa característica y encontrarse debidamente marcado con símbolo de precaución.

El tablero principal de la obra se debe sujetar a una estructura estable que soporte fuerzas externas que puedan ser ejercidas sobre el gabinete a una altura adecuada para su correcta manipulación, en el caso de los tableros secundarios móviles estos se deben anclar adecuadamente al piso para facilitar su movilidad.

Los barrajes deben ser rígidamente sujetos a la estructura del encerramiento sobre materiales aislantes para la máxima tensión que pueden recibir. Para asegurar los barrajes se deben utilizar tornillos y tuercas con revestimiento que los proteja de la corrosión y certificados para cualquier esfuerzo producido por corrientes de falla. La posición de las fases en los barrajes, en caso trifásico, debe ser en el orden A, B, C, tomada desde la parte superior a la inferior o de

izquierda a derecha con su respectivo código de colores y cada conductor debe conectarse a su barraje mediante terminales que pueden ser a presión o de sujeción por tornillo.

Todas las partes externas del tablero deben estar sólidamente conectadas a tierra incluyendo una conexión entre la envolvente y la tapa movable debido a que las bisagras en ocasiones son engrasadas, lo cual interrumpe la correcta conexión a tierra. Los interruptores de sobrecorriente deberán ser completamente cerrados impidiendo el contacto a partes energizadas, por lo que se prohíbe el uso de cuchillas. Cada protección deberá estar dentro de un tablero marcado y con su respectivo cuadro de cargas.

En caso tal que el dispositivo contra sobrecorriente de una máquina quede muy lejano y se haga necesario que se encuentre cerca de la carga, se puede hacer que sea fácilmente accesible y su valor nominal en amperaje debe ser menor que la protección de sobrecorriente del alimentador; el dispositivo seleccionado no debe tener un valor nominal superior al porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga de la placa característica del motor. Cabe resaltar que cada interruptor automático reutilizado debe contar con el conjunto de pruebas que certifique su funcionalidad, realizados después de haber sido utilizado.

El interruptor automático debe ser rotulado sobre la parte externa del mismo dispositivo de manera permanente, claramente visible y legible con los siguientes datos: corriente nominal, indicación de las posiciones de abierto y cerrado, tensión de operación nominal.

3.2.4. **Sistema de puesta a tierra.** El correcto montaje de un SPT garantiza que los operarios y equipos se encuentren protegidos en todo momento en su área de trabajo, por lo tanto, el montaje del electrodo se debe realizar a una profundidad adecuada que garantice buenos niveles de humedad y buen contacto con el suelo.

Los elementos metálicos de la instalación eléctrica no pueden formar parte de los conductores del SPT, a excepción de aquellos que se conectan por seguridad como lo son algunos elementos de soporte, refuerzos estructurales de la obra y torre de la grúa. Las conexiones que van bajo el suelo solo se podrán realizar con soldadura exotérmica dejando puntos de conexión accesibles a futuras inspecciones.

3.2.5. Extensiones. La realización del montaje de clavijas y tomacorrientes debe realizarse por personal técnico el cual debe ayudarse de la guía de instalación del fabricante; normalmente, la instalación de estos elementos es simple y se realiza con herramientas comunes. Solo podrán ser conectadas a un circuito ramal aquellos conductores que tengan la capacidad de soportar la corriente de todas las cargas conectadas en simultáneo y una longitud apropiada donde no afecte la caída de tensión de manera que las cargas se vean afectadas.

Las acometidas hacia tráiler de oficinas muchas veces son alimentadas de los tomacorrientes de los tableros por medio de una extensión con su hembra y macho, estos tomacorrientes deben ser debidamente marcados para no presentar confusión a la hora de movilidad del tablero y no alimentar otra maquinaria diferente a las casetas.

Las extensiones dedicadas a alimentar las distintas maquinarias deben ser específicas de obra y nunca de uso doméstico, se evitará en la medida de lo posible que el cableado vaya por zonas húmedas o a nivel del piso debido al alto riesgo de accidentes como caídas o pérdidas de aislamiento; se recomienda dejarlos a una altura mínima de 50 cm. En el caso de zonas con paso de vehículos o trabajadores, se realizará su correspondiente protección especial contra daños mecánicos y contra contactos con elementos de la construcción con canalizaciones especiales para este uso, nunca con llantas desechadas o materiales que no cumplen con este propósito.

Por seguridad, las extensiones deben ser continuas e ininterrumpidas, en el caso de realizar empalmes estos deben ser ejecutados por personal competente utilizando cinta autovulcanizante no permitiéndose el uso de esparadrapo o cinta aislante normal.



Figura 17. Fotografías de extensiones usadas en provisionales de obra en Bucaramanga

Existen múltiples canalizaciones para proteger las extensiones y que no sufran daño en sus aislamientos, a continuación, se muestra una de ellas junto con un paso para vehículos.



Figura 18. Canalización para protección de extensiones en zonas vehiculares

Se debe asegurar que todos los espacios alrededor de los equipos de acometida, tableros de distribución paneles de control de los motores instalados en el interior de la obra queden iluminados, y que las señales de ruta de evacuación sean visibles; en general, toda el área de

construcción debe estar iluminada marcando el límite, lo cual es de gran utilidad para la guardia de seguridad.

Es necesario verificar que todo el sistema de iluminación en el exterior como lámparas y conductores quede situado por debajo de las acometidas y transformador, permitiendo un fácil mantenimiento; se debe tener presente que la instalación se haga con personal calificado que posea su respectivo certificado de alturas.

3.3. Mantenimiento

El mantenimiento de la provisional de obra eléctrica tiene como finalidad garantizar el correcto desarrollo de esta, logrando así una instalación segura para los trabajadores y equipos. Debido a la limitación de tiempo presente en este tipo de obra, se recomienda realizar el mantenimiento de manera mensual y en el caso puntual de alguna falla.

En las acometidas el mantenimiento se realiza con el fin de reducir la probabilidad de falla, prolongar la vida útil y evitar accidentes, por lo que se hace necesario la compañía del ingeniero a cargo o una persona calificada; antes de realizar cualquier trabajo, es necesario desenergizar la acometida y verificar ausencia de tensión e instalar un candado sobre el dispositivo del sistema evitando la energización de la misma, señalar la zona a intervenir, utilizar equipos de peligro y suministrar un ambiente seguro con personas.

El mantenimiento del transformador se ejecuta realizando la desconexión de los interruptores de AT y BT, colocando en corto los borne del mismo y llevándolos a tierra con el objetivo de dejar fuera de servicio el transformador; lo siguiente sería una inspección visual, verificando fugas de aceite, golpes y oxidaciones, con lo cual es posible verificar el estado general del transformador, seguido de la revisión del aislamiento comparando los valores

obtenidos con el catálogo del proveedor ya que su revisión provee información relativa del estado de sus partes luego de apretar las conexiones para evitar puntos calientes y limpieza si hay presencia de corrosión.

Cabe resaltar que lo anterior debe ser realizado por personal calificado que sea capaz de interpretar los resultados. En caso de que existan fallas o mal funcionamiento, se requiere un mantenimiento correctivo, el equipo sale de funcionamiento para llevar a cabo una serie de ensayos y si es posible ser reparado. Si en el mantenimiento se le realiza alguna reparación o modificación a uno de sus componentes debe suministrarse una placa para indicar el año de reparación y sus modificaciones efectuadas.

Seguido del mantenimiento al transformador, se procede a su reinstalación y verificación de la secuencia de las tres fases, por ejemplo, ABC O BCA, con el fin de determinar la correcta rotación de motores, realizando el respectivo apriete de tornillos en sus conexiones según lo especificado por el fabricante.

La inspección del tablero se hace con el fin de identificar y verificar que cada dispositivo de protección se encuentre debidamente marcado y su valor nominal de disparo esté acorde con la carga y calibre del conductor. Si una protección se ha desenclavado, no busque aumentar su valor nominal de disparo; en primer lugar, por seguridad deberá detectar y eliminar la falla, este mantenimiento correctivo es muy común en los tráileres de oficina ya que los circuitos internos del mismo se sobrecargan con neveras y con regletas múltiples.

Para el caso puntual del SPT temporal, la verificación es visual o en casos extremos de reparación o expansión del sistema se debe realizar una inspección de registro de equipotencialidad, medición de resistencia de puesta a tierra, condiciones generales de los conductores, estado de las conexiones y nivel de corrosión.

La limpieza de los aislantes es muy importante ya que si no permanece limpio y seco perderá su efectividad como aislador, es de suma importancia revisar si ha perdido sus características de rotura y pérdida de aislante. Las extensiones y multitomas son los elementos más usados facilitando así la conexión de las herramientas de los trabajadores. El mantenimiento necesario de estos elementos es la inspección visual periódica para descartar daños físicos, verificación de su aislante, correcta conexión por parte de las clavijas y tomacorrientes y equipos al SPT.



Figura 19. Extensión tipo industrial.

Tomado: Catalogo Famatel. Disponible en: http://www.famatel.com/media/descargas/catalogo_baja.pdf

Antes de realizar cualquier mantenimiento al sistema de iluminación se debe comprobar la desconexión del suministro eléctrico del circuito para proceder a cambiar los fluorescentes dañados sin ningún tipo de riesgo, se debe hacer una limpieza removiendo el polvo y suciedad como concreto y basuras adherida a las lámparas, reflectores, artefactos y accesorios que las sujetan. Se recomienda realizar este mantenimiento periódico cada tres meses para que el nivel de iluminación se mantenga, comprobando fijación de las piezas de soporte que sostiene las lámparas y conexiones eléctricas.

3.4. Desinstalación

La desinstalación de cada uno de los elementos que pertenece a la obra eléctrica provisional es de obligatorio cumplimiento debido a que el RETIE es enfático en prohibir el uso de una obra provisional como una definitiva. Este proceso debe ser realizado por personal calificado en vocería del ingeniero encargado de la obra, el cual ejecute y verifique los diferentes procedimientos realizados por los trabajadores en la desinstalación de cada elemento presente en la obra evitando riesgos eléctricos. Adicional a esto, se resalta que, para cada operación realizada en la obra, ya sea en la instalación, manipulación o desinstalación es obligatorio el uso de los diferentes elementos de seguridad según la labor a realizar (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Normativamente, no existe un orden de desinstalación de los elementos de la obra eléctrica, pero en el proceso de esta las extensiones y multitomas son instaladas y desinstaladas frecuentemente logrando así la practicidad de conexión de los equipos de trabajo para el desarrollo de la obra civil. Es importante visualizar si la extensión o multitoma están conectados de alguna fuente de energía antes de su correcta movilidad, no se debe arrastrar porque el conductor pierde propiedades.

La desconexión de la acometida al sistema de distribución de energía se realizará de la siguiente forma: comprobar ausencia de tensión en la caja de protección de la acometida y retirar fusibles, aislar la zona de trabajo en tensión procediendo de arriba hacia abajo comenzando por el conductor de la fase A, seguida por la B, la C y, finalmente, el neutro es el último conductor en desconectarse.

En el caso del SPT se debe revisar el tablero general de protección donde se encuentre la acometida comprobando ausencia de tensión seguido de las fases hasta el electrodo de tierra.

Si la obra utiliza transformadores, para su desconexión es primordial verificar que esté desconectado de todos los puntos y posibles alimentaciones para proceder a desatornillar ya sean los pernos en caso de ser tipo pedestal o crucetas en caso de ser tipo poste; para su movilidad se debe asegurar la sujeción con la grúa o montacargas verificando que no sufra daños o interfiera con los bujes de alimentación, al momento de transportarlo, los trabajadores deben estar atentos a los movimientos del transformador y nunca situarse debajo. Es seguro demarcar y señalizar la zona por donde la grúa o montacargas va a circular para el retiro del transformador restringiendo el paso de terceros y evitando el peligro de los trabajadores.

Para lograr la desinstalación de los tableros se debe asegurar, en primer lugar, que se encuentre totalmente desenergizados de su fuente de alimentación, hacer limpieza para así poder asegurar el funcionamiento de los equipos a futuro, soltar tornillos y, por último, retirar los equipos internos.

4. Guía práctica de una provisional de obra eléctrica

La guía práctica desarrollada presenta de forma detallada y concreta los requerimientos necesarios para el desarrollo total de la obra temporal, la cual incluye diseño, montaje, mantenimiento y desmontaje de la misma cumpliendo en cada uno de ellos con lo especificado en la normativa vigente.

El objetivo de esta guía es ser apoyo para el y/o los encargados de la obra, facilitando la interpretación de las normas presentes para este tipo de obra puntual, cumpliendo con los estándares de calidad y servicio necesarios para evitar accidentes de riesgo eléctrico y dar cabalidad a lo demandado en el RETIE. En el apéndice E se puede ver en más detalle la guía.

5. Conclusiones

El desarrollo de una provisional de obra eléctrica es tan importante como cualquier instalación de uso final debido al riesgo eléctrico que conlleva su mala ejecución. Evidenciamos las exigencias reglamentarias y normativas con las que se caracteriza la instalación temporal, facilitando los procesos legales frente a los diferentes operadores de red y especificando los adecuados componentes de un buen diseño.

Se logró describir a detalle los procedimientos de cada una de las etapas que compone la instalación temporal, tanto a nivel de diseño, montaje, mantenimiento y desinstalación con la finalidad de seleccionar adecuadamente cada uno de sus componentes, la ubicación de los principales puntos de energía, descripción de su correcta instalación, garantizando el buen funcionamiento de la obra en operación y la respectiva desinstalación, logrando así disminuir el riesgo eléctrico; enfatizando que cada etapa debe realizarse bajo la supervisión de profesionales competentes.

Se elaboró un manual con todas las especificaciones técnicas y procedimientos necesarios para el desarrollo de una instalación de obra temporal, siendo un material didáctico y práctico que tiene como objetivo facilitar y concientizar a los interesados en este tipo de instalación específica el puntual cumplimiento de la normativa vigente.

Con lo anterior se da cumplimiento a los objetivos propuestos para este proyecto de grado.

Bibliografía

- ASTM F 855. (17 de 02 de 2019). *Sistema de puesta a tierra temporales*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/372260639/Puestas-a-Tierra>
- CELSIA Empresa de energía del Grupo ARGOS. (28 de 11 de 2018). *Norma de medición de acometida*. Obtenido de <https://www.celsia.com/Portals/0/contenidos-celsia/proveedores/pdf/politicas-generales/norma-medicion-acometida-v7-2.pdf>
- CENS Centrales Eléctricas de Norte de Santander. (2018). *Acometidas eléctricas*. Obtenido de Grupo EPM: https://www.cens.com.co/Portals/2/Documentos/Norma_Actualizada/CAPITULO%205_Acometidas%20El%C3%A9ctricas%20CENS%20-%20Norma%20T%C3%A9cnica%20-%20CNS-NT-05.pdf
- CENS Centrales Electricas de Norte de Santander. (27 de 03 de 2019). *Parametro de diseño*. Obtenido de https://www.cens.com.co/Portals/2/Documentos/Norma_Actualizada/CAPITULO%202_Par%C3%A1metros%20de%20Dise%C3%B1o%20CENS-Norma%20T%C3%A9cnica%20-%20CNS-NT-02.pdf
- EBSA Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P. (30 de 10 de 2018). *Servicios provisionales de energía*. Obtenido de <https://www.ebsa.com.co/servicios-provisionales-de-energia/>
- ESSA Electrificadora de Santander S.A E.SP. (8 de 10 de 2018). *Estudio de Factibilidad Técnica de Proyectos ESSA*. Obtenido de <http://www.essa.com.co/site/Portals/14/Docs/Estudio%20de%20factibilidad%20t%C3%A9cnica%20de%20proyectos%20telem%C3%A1ticos.docx>

- ESSA Electrificadora de Santander S.A E.SP. (14 de Febrero de 2018). *Normas para cálculo y diseño de sistemas de Distribución*. Obtenido de <https://www.essa.com.co/site/Portals/14/Docs/Norma%20tecnica/Norma%20T%C3%A9cnica%20ESSA.pdf>
- Grupo ENEL. (1995). *Acometida aérea instalación de caja menor en poste*. Obtenido de <https://likinormas.micodensa.com/Home/DownloadPDF/1002>
- Grupo ENEL. (2004). *Solicitudes de factibilidad*. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/manual-de-proyectos-mt-ybt/4563280/>
- Grupo ENEL. (18 de 11 de 2018). *Provisionales de obra*. Obtenido de <https://www.enel.com.co/es/empresas/enel-codensa/conexiones-electrica/suministros-energia-proyecto-electrico.html>
- Grupo EPM. (10 de 12 de 2018). *Factibilidad del servicio*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/hogares-y-personas/energ%C3%ADa/tr%C3%A1mites/factibilidad-del-servicio
- Grupo EPM. (2018). *Instalación acometida aérea y subterránea*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/020/RA8-020_Instalacion_acometida_a%C3%A9rea_y_subterranea.pdf
- Grupo EPM. (10 de 11 de 2018). *Servicios temporales de energía*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/hogares-y-personas/energ%C3%ADa/tr%C3%A1mites/servicios-temporales
- Grupo EPM. (01 de 2019). *Puesta a tierra de redes de distribución*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratista

s/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montajes_complementarios/NORMARA6-010junio.pdf

ICONTEC. (20 de 9 de 2018). *Norma Técnica Colombiana NTC 2050*. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>

ICONTEC NTC 3278. (31 de 10 de 2001). *NTC 3278 PANELES DE MANIOBRA Y CONTROL DE BT. PANALES TIPO ENSAYADO*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/gesanonu/184544417-ntc3278>

ICONTEC, NTC 1650. (s.f.). *CLAVIJAS Y TOMACORRIENTES* . Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1650.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (30 de 08 de 2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/retie>