

# **Guía para la Elaboración y Aprobación de Proyectos Eléctricos**

---

**GP000GC.001 R6**



PARA: GC; GCA; GCS; GCP; GS; GI; GIE; GIR; GO; GOO; GOM; GON

EDICIONES			
REVISIÓN	FECHA	MOTIVO DE LA REVISIÓN	MOFICACIONES
1		Implementación del Sistema de Gestión de Calidad	
2	22.08.2001	Modificaciones generales	Varias
3	20.11.2008	Modificaciones generales	Varias
4	20.04.2009	Modificaciones generales	Varias
5	28.09.2012	Modificaciones generales	Varias
6	30.11.2022	Modificaciones generales	Varias

ELABORADO: REVISADO: APROBADO Y VALIDO DESDE:

NOMBRE: GCP – Carlos Giacoman M. NOMBRE:GA- Alejandro Aguilera M. NOMBRE: GC- Antonio Leigue V.  
FECHA: 30/11/2022 FECHA: 30/11/2022 FECHA: 30/11/2022

## INDICE

<b>1. Capítulo I</b> .....	<b>5</b>
1.1 Introducción.....	5
1.2 Objetivo .....	5
1.3 Campo de Aplicación.....	5
1.4 Definiciones.....	6
1.5 Limites de Propiedad y Responsabilidad.....	10
1.6 Ubicación de los elementos de Protección y Medición .....	10
1.6.1.1 Ubicación de elementos de Protección y Maniobra.....	10
1.6.1.2 Ubicación de elementos de Medición .....	11
1.7 Características de la Red de Distribución.....	11
1.7.1.1 Tensión de Suministro .....	11
1.7.1.2 Nivel Basico de Asilamiento BIL .....	12
<b>2. Capítulo II</b> .....	<b>12</b>
2.1 Tipos de Acometida .....	12
2.1.1.1 Acometidas Aéreas.....	12
2.1.1.2 Acometida Subterránea.....	13
2.1.1.3 Acometida Mixta.....	14
2.2 Tipos de Requerimientos.....	14
2.2.1 Suministros en Baja Tensión.....	14
2.2.1.1 Suministro BT sin Transformador Exclusivo .....	14
2.2.1.2 Suministro en BT con Transformador Exclusivo .....	15
2.2.2 Suministros en Media Tensión .....	16
2.2.2.1 Suministros en MT con Medición en BT .....	16
2.2.2.2 Suministros en MT con Medición en MT .....	17
2.3 Condiciones Especiales de Suministro .....	18
2.3.1 Proyectos para Conexiones Temporales en Media Tensión .....	18
2.3.2 Proyectos para Refinerías y/o Estaciones de Combustibles .....	18
2.3.3 Proyectos para Auto-Productores.....	18
2.3.4 Contratos de Operación para Redes Particulares sobre vía Pública .....	18
2.3.5 Proyectos para Centros de Abastecimiento (Mercados) .....	19
2.3.6 Proyectos con Blindobarras .....	20
2.3.7 Proyectos con Celdas de Distribución.....	21
2.3.8 Proyectos Particulares con Transformador tipo Pedestal.....	21
2.3.9 Proyectos Particulares con Transformador Seco .....	22
2.3.10 Proyectos de Generación Distribuida.....	22
<b>3. Capítulo III</b> .....	<b>23</b>
3.1 Proyecto Eléctrico .....	23
3.1.1 Generalidades .....	23
3.1.2 Condiciones no Permitidas .....	24
3.1.3 Validez de la Aprobación de un Proyecto Eléctrico.....	24
3.1.4 Ingeniero Responsable de Obra (IRO) .....	24
3.1.5 Formato del Proyecto Eléctrico .....	25
3.1.6 Contenido del Proyecto Eléctrico .....	25
3.1.6.1 Carta de Solicitud de Aprobación.....	26

3.1.6.2	Formulario de solicitud de Aprobación de un Proyecto Electrico Particular (Form. F499)	26
3.1.6.3	Formulario de Visado por la SIB-SC	27
3.1.6.4	Formulario de Autorización del Municipio correspondiente	27
3.1.6.5	Formulario de Autorización del Parque Industrial	27
3.1.6.6	Formulario de Solicitud de Modificación de Red (Form. F500)	27
3.1.6.7	Formulario de Solicitud de Proyecto Multiusuario (Form. F416)	27
3.1.6.8	Plano de Ubicación	27
3.1.6.9	Caminos Vecinales	27
3.1.6.10	Detalles de la Ubicación	27
3.1.6.11	Memoria Descriptiva	27
3.1.6.12	Cuadro de Cargas	28
3.1.6.13	Declaración de Potencia	29
3.1.6.14	Diagrama Unifilar	29
3.1.6.15	Planos y Croquis	29
3.1.6.16	Centro de Transformación	29
3.1.6.17	Panel de Medición	30
3.1.6.18	Hojas de Estacado	32
3.1.6.19	Aterramiento	32
3.1.6.20	Protecciones	33
3.1.6.21	Cronograma	34
3.1.6.22	Acometidas de Agua y Gas	34
3.2	Proyecto Multiusuario	34
3.2.1	Requisitos Proyectos Multiusuario	35
3.3	Proyecto Simplificado	36
3.3.1	Contenido Mínimo del Proyecto simplificado	36
<b>4.</b>	<b>Capítulo IV</b>	<b>37</b>
4.1	Centros de Transformación	37
4.2	Potencias y Pérdidas Estandarizadas	37
4.3	Evaluación de Transformación	38
4.4	Medición	39
4.4.1	Medición Directa	40
4.4.2	Medición Semidirecta	40
4.4.3	Medición Indirecta	41
4.4.3.1	Generalidades	41
4.4.4	Paneles de Medición	43
4.4.4.1	Paneles de Medición para multiples medidores en BT	43
4.4.4.2	Paneles de Medición para medición semiindirecta (CT en BT)	45
4.4.4.3	Paneles de Medición para Medición Indirecta (CT y PT en MT)	45
4.5	Protección	46
4.5.1	Protección en Baja Tensión	46
4.5.2	Protección en Media Tensión	46
<b>5.</b>	<b>Reseñas y Notas</b>	<b>47</b>
5.1	Bibliografía	47
5.2	Documentos Co-vigentes	47
<b>6.</b>	<b>Registro de Calidad, Registro de Cumplimiento</b>	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>Sistema de Modificación/Actualización</b>	<b>48</b>
<b>8.</b>	<b>Anexos</b>	<b>48</b>

## 1. Capítulo I

### 1.1 Introducción

De acuerdo con el Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad RSPE, aprobado mediante Decreto Supremo N° 26302; para acceder al servicio el inmueble o lugar para el cual se solicita el suministro de electricidad, se considera lo siguiente:

- a) Debe contar con la acometida en el nivel de tensión del suministro para el medidor de acuerdo con la Norma Boliviana NB 777, y cumplir con los requisitos técnicos del Distribuidor.
- b) Debe contar con medidor(es), que permita(n) la medición de los parámetros requeridos para la facturación del consumo de electricidad, de acuerdo con la categoría tarifaria de consumidor que corresponda.
- c) Debe contar con Informe de Ensayo y/o Certificado de Calibración del Medidor emitido por un laboratorio acreditado; y
- d) Debe contar con espacio físico para la instalación de un puesto de transformación de acuerdo con normas vigentes, cuando el caso lo amerite.

En el presente documento se establecen los requisitos técnicos que deben cumplir los consumidores que requieran del suministro de electricidad en Media Tensión, sea éste con medición directa, indirecta o semidirecta, y para requerimientos en predios con más de 3 medidores en Baja Tensión.

### 1.2 Objetivo

El objetivo principal de la presente normativa es establecer los requisitos técnicos y procedimientos, para la conexión de acometidas de servicio en Media Tensión y conexiones Multiusuario en Baja Tensión a la red de CRE, a fin de garantizar las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones y de la calidad del suministro de energía eléctrica.

Los objetivos específicos son:

- Proporcionar un procedimiento claro para los consumidores que requieran una conexión en Media Tensión y/o Multiusuario.
- Facilitar la labor de ingenieros y personal técnico que participa en la elaboración y presentación de proyectos eléctricos, como en la ejecución de las instalaciones eléctricas para consumidores con acometidas en MT y Multiusuarios en BT.
- Establecer la estandarización técnica adecuada para facilitar la inspección de las instalaciones, evitando una excesiva diversificación en los tipos de conexiones unificando las condiciones de suministro.
- Brindar la seguridad necesaria en las instalaciones eléctricas
- Garantizar la calidad y continuidad del suministro de electricidad

### 1.3 Campo de Aplicación

El presente documento será de aplicación obligatoria para todos los usuarios a conectarse a la red de distribución en Media Tensión, y para suministros con más de 3 medidores en Baja Tensión dentro de la zona de concesión de CRE.

## 1.4 Definiciones

### a) **Acometida**

Son los conductores y accesorios que conectan cualquier punto de la red de distribución, con el punto de suministro o instalación del consumidor.

### b) **Baja Tensión**

Nivel de tensión igual o inferior a mil (1,000) voltios

### c) **BIL (Basic Insulation Level)**

Es el nivel básico de aislamiento por su traducción del inglés, y corresponde al límite hasta el cual un equipo puede soportar el impulso debido a las descargas atmosféricas. El impulso se genera en el aislamiento debido a las sobretensiones debido a las descargas atmosféricas.

### d) **Blindobarras o Busbar**

Es un sistema de distribución eléctrica mediante elementos prefabricados, compuestos por ramales (bus) de barras recubiertos de una carcasa protectora, incluyendo tramos rectos, ángulos, dispositivos, y accesorios.

### e) **Capacidad de salida nominal CT (Burden)**

Es el valor de la potencia aparente expresada en VA a un factor de potencia dado, previsto para ser suministrado por el CT al circuito secundario, a la corriente secundaria nominal y con la carga nominal conectada a éste.

### f) **Capacidad de salida nominal PT (Burden)**

Es el valor de la potencia aparente expresada en VA a un factor de potencia dado, previsto para ser suministrado por el PT al circuito secundario, a la tensión secundaria nominal cuando está conectado a su carga nominal.

### g) **Celdas de Media Tensión**

Es el conjunto de secciones verticales, en las cuales se ubican equipos de maniobra (Interruptor, seccionador), medida (transformadores de potencial y corriente), protección y control (relés); montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa, y que cumple la función de recibir y distribuir la energía eléctrica.

### h) **Consumidor**

Es la persona natural o jurídica que mantiene una relación contractual con el Distribuidor para el suministro de electricidad, sea este Regulado o No Regulado.

### i) **Consumidores Grandes Demandas (GRACOS)**

Son aquellos consumidores conectados en Baja o Media Tensión cuya demanda máxima sea mayor a 50 kW.

### j) **Consumidores Medianas Demandas (GRACOS)**

Son aquellos consumidores conectados en Baja o Media Tensión cuya demanda máxima se encuentra entre 10 kW y 50 kW.

### k) **Consumidores Pequeñas Demandas**

Son aquellos consumidores conectados en Baja o Media Tensión cuya demanda máxima es menor a 10 kW.

### l) **Contrato de suministro**

Convenio escrito por el cual el Distribuidor se obliga a prestar al Consumidor Regulado el servicio público de distribución de electricidad, a cambio de una tarifa, de acuerdo a las disposiciones que regulan el servicio.

### m) **CRE**

Cooperativa Rural de Electrificación R.L.

### n) **Distribuidor**

Es la empresa eléctrica titular de una Concesión de servicio público, que ejerce la actividad de Distribución.

### o) **Disyuntor Termomagnético**

Dispositivo de protección por sobrecorriente contra sobrecarga y cortocircuito, que permite el cierre y apertura de los circuitos eléctricos en Baja Tensión

**p) Instalación de Enlace**

Instalación que realiza la función de unir eléctricamente, una instalación o centro de consumo de energía eléctrica, con la red de distribución de CRE

**q) Ingeniero Responsable de Obra**

Profesional ingeniero eléctrico o electromecánico con registro profesional SIB, responsable de la ejecución del proyecto eléctrico, y de coordinar con CRE la fiscalización y energización respectiva.

**r) Ingeniero Responsable Proyectista**

Profesional ingeniero eléctrico o electromecánico con registro profesional SIB, responsable del diseño del proyecto eléctrico hasta su aprobación en CRE.

**s) Interruptor de Potencia**

Dispositivo de protección por sobrecorriente, destinado a la conexión y desconexión de un circuito eléctrico, en condiciones de operación normal de carga, en vacío, y en condiciones de falla (sobrecarga y cortocircuito).

**t) Ejecutivo de Cuentas Gracos**

Personal de la División Grandes Consumidores de CRE, responsable de la atención de uno o más clientes GRACOS.

**u) Energía activa [kWh/mes]**

Es la energía eficaz consumida por los equipos para producir trabajo mecánico, lumínico, acústico, térmico u otro.

**v) Energía reactiva [kVArh/mes]**

Es la energía magnetizante que no produce trabajo.

**w) Factor de Carga (Fc)**

$$F_c = \frac{\text{Potencia Media}}{\text{Potencia Máxima}}$$

**x) Factor de Demanda (Fd)**

$$F_d = \frac{\text{Potencia Máxima (en el periodo considerado)}}{\text{Potencia Instalada}}$$

**y) Factor de Potencia (Fp)**

Es un indicador del uso eficiente de las instalaciones eléctricas con relación al consumo, entre la energía activa kWh y la energía reactiva kVArh, el mismo que debe ser mayor o igual a 0.9, para evitar cargos por bajo factor de potencia en los usuarios que se encuadran en las categorías INDUSTRIAL II o ESPECIAL.

$$F_p = \text{Cos} \left[ \text{Arctg} \left( \frac{\text{kVArh}}{\text{kWh}} \right) \right]$$

**z) Factor de Utilización (Fu)**

$$F_u = \frac{\text{Potencia Media}}{\text{Potencia Instalada}}$$

- aa) Fusible**  
Componente eléctrico hecho de un material conductor generalmente estaño, que tiene un punto de fusión muy bajo, y se coloca en un punto del circuito eléctrico para interrumpir la corriente cuando esta es excesiva.
- bb) Horario de Punta**  
Periodo comprendido entre las 18:00 y las 23:00 Hrs.
- cc) Horario Fuera de Punta**  
Periodo comprendido entre las 00:00 a 18:00 Hrs. y entre las 23:00 a 24:00 Hrs.
- dd) Media Tensión**  
Nivel de tensión superior a mil (1.000) voltios y menor a sesenta y nueve mil (69.000) voltios
- ee) Medición Directa**  
Sistema de medida en el cual se conectan directamente a la bornera del medidor los conductores de la acometida
- ff) Medición Indirecta**  
Tipo de conexión en el cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor, provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de tensión (TP) y de corriente (TC), utilizados para transformar las tensiones y corrientes que recibe la carga.
- gg) Medición Semidirecta**  
Tipo de conexión en el cual las señales de tensión que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga, y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente (TC) utilizados para transformar la corriente que recibe la carga.
- hh) Medidor de energía eléctrica**  
Dispositivo trifásico o monofásico, destinado a la medición de la energía eléctrica utilizada por los consumidores.
- ii) Medidor Inteligente**  
Equipo de medición bidireccional y multifuncional capaz de registrar diferentes parámetros eléctricos tales como la energía activa (kWh), energía reactiva (kVArh), tensión (V), corriente (A), demanda (kW), y eventos propios de la red en tiempo real y con intervalos de tiempo. Tienen la opción de enviar y recibir información a través de una red de comunicación, desde y hacia un centro de procesamiento de datos de la empresa, para diferentes fines en beneficio del usuario y la Distribuidora.
- jj) Medidor Prepago**  
Medidor que permite la entrega al consumidor de una cantidad predeterminada de energía, por la cual paga anticipadamente.
- kk) Norma Boliviana NB777**  
Es la normativa aprobada por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), para el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas interiores de baja tensión de propiedad del consumidor.
- ll) Pararrayos**  
Son elementos de protección contra descargas atmosféricas (rayos).
- mm) Periodo de integración del SMEC**  
Intervalo de tiempo que tiene una duración de quince (15) minutos, que sirve como base de tiempo para integrar los valores de energía y/o potencia dentro del Sistema de Medición Comercial; considerándose específicamente para cada hora cuatro periodos de integración, los mismos están fijados a los 15, 30, 45 y 60 minutos.
- nn) Piso Técnico**  
Son pisos o plantas de un edificio (uno o más pisos), destinados para la instalación de equipos utilizados para el funcionamiento de ciertos sistemas y servicios dentro del edificio, como ser: sistema de climatización, sistema de control del equipamiento del edificio, sistema de bombeo de agua, sistema de generación alternativo de electricidad y subestaciones y centros de transformación para el suministro eléctrico al edificio.



**oo) Potencia**

Es la capacidad que tiene un equipo o maquina eléctrica para desarrollar trabajo

**pp) Potencia activa [kW]**

Representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de energía eléctrica en trabajo mecánico, lumínico, acústico, térmico u otro.

**qq) Potencia de Punta**

Es la demanda máxima de potencia en kW, integrada de quince (15) minutos consecutivos de registro, que se produce durante el horario de punta, en cada punto de suministro y en el respectivo nivel de tensión.

**rr) Potencia Instalada**

Suma aritmética de las potencias nominales de los equipos instalados

**ss) Potencia Media (Pmed)**

$$F_{med} = \frac{kWh \text{ Consumidos (en el periodo considerado)}}{\text{Tiempo en horas (en el periodo considerado)}} [kW]$$

**tt) Potencia Máxima**

Es la demanda máxima de potencia en kW, integrada de quince (15) minutos consecutivos de registro, que se produce durante un periodo determinado, en cada punto de suministro y en el respectivo nivel de tensión.

**uu) Potencia reactiva [kVAR]**

Esta potencia no tiene capacidad de producir trabajo, solo produce campos electromagnéticos.

**vv) Punto de Medición**

Es el punto físico donde están conectados los sistemas de medición

**ww) Punto de Suministro**

Es el punto físico donde la acometida se conecta con la red del Distribuidor

**xx) SIGETEC**

Sistema de Información de Gestión Técnica de las redes eléctricas de CRE

**yy) Sistema de Medición Comercial (SMEC)**

Es el conjunto de equipos y componentes necesarios para la medición del suministro de energía activa, reactiva, demandas máximas y de otros parámetros involucrados en el servicio público de suministro de electricidad.

**zz) Transformador de Corriente (TC)**

Equipo destinado a reducir niveles de corriente eléctrica, en Media o Baja Tensión, a valores estandarizados que pueden ser conectados a las entradas de los instrumentos de medida y los relés de protección.

**aaa) Transformador de Distribución**

Equipo que suministra la última etapa de transformación en la red de distribución de energía eléctrica, al reducir la tensión usada en los circuitos de distribución al nivel de tensión usado por el cliente.

**bbb) Transformador de Potencial (TP)**

Equipo destinado a reducir niveles de potencial o tensión, a valores estandarizados que pueden ser conectados a las entradas de los instrumentos de medida y los relés de protección.

**ccc) Transformador Seco**

Los transformadores tipo seco son equipos que utilizan el aire ambiente como medio de refrigeración – así como de aislamiento – de sus devanados y demás componentes. Estos transformadores se usan en lugares donde las subestaciones se encuentran dentro de edificios, como pueden ser hospitales, edificios de oficinas, hoteles, centros comerciales, etc.

### **ddd) Transformador tipo Pedestal**

El Transformador tipo Pedestal es una subestación que integra protección en media y baja tensión. Dispone de una estructura envolvente que hace posible su instalación a la altitud del piso sin que sea necesaria la incorporación de una valla de protección. Por otro lado, está diseñado de forma compacta con tal de que ocupe el menor espacio posible.

## **1.5 Límites de Propiedad y Responsabilidad**

El límite de responsabilidad para el mantenimiento de las instalaciones está delimitado por el punto de suministro. Es responsabilidad del consumidor regulado realizar y mantener las instalaciones internas del inmueble, con arreglo a lo establecido en la norma boliviana NB777, así como es responsabilidad del Distribuidor el mantenimiento de las acometidas y medidores que sean de propiedad del Distribuidor; tal como se establece en el Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad RSPSE.

Para suministros en Media Tensión con transformadores no pertenecientes al Distribuidor, se permitirá el uso compartido hasta una cantidad de tres (3) consumidores o medidores individuales, bajo las mismas condiciones de suministro.

Cuando la cantidad de consumidores o medidores sea mayor a tres (3), éstos serán clasificados en Baja Tensión y para este efecto CRE podrá instalar un transformador de su propiedad, previa presentación de un proyecto multiusuario por parte del solicitante. Para el caso de transformadores existentes de propiedad de terceros, se podrá suscribir un contrato de operación y mantenimiento entre partes del transformador instalado, y CRE podrá reemplazarlo cuando corresponda.

Para el caso de proyectos aprobados por CRE con la tecnología de Blindobarras, será responsabilidad del(os) consumidor(es), la operación y mantenimiento de la red de distribución interna de su propiedad.

La estructura desde donde se realice la derivación (acometida) para un nuevo consumidor, necesariamente será de la red de distribución de CRE (no se puede conectar desde una línea particular). Esta primera estructura de la derivación se instalará lo más próxima posible al punto de conexión, y a una distancia máxima de 10 metros. En la primera estructura de la derivación se instalará el seccionamiento y protección de las instalaciones del consumidor.

Como criterio general, se establece que en toda conexión de este tipo debe instalarse un dispositivo de protección y maniobra, dimensionado en función a la capacidad instalada, y ubicado en el límite entre las instalaciones de CRE y del Consumidor.

## **1.6 Ubicación de los elementos de Protección y Medición**

### **1.6.1.1 Ubicación de elementos de Protección y Maniobra**

Para seleccionar la ubicación de los equipos de protección y maniobra se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) La distancia entre los equipos de protección, instalados por el solicitante en su propiedad privada y la red de CRE deberá ser la más corta posible, siempre que sea una solución factible desde el punto de vista técnico. Adjuntar planos de planta y perfil en el proyecto eléctrico.
- b) Con el fin de facilitar el montaje de las nuevas instalaciones y las posteriores operaciones de mantenimiento, los elementos de protección y maniobra se situarán en una zona de fácil acceso de personas, grúas y vehículos cumpliendo con las distancias mínimas de seguridad establecidas.
- c) Los elementos de maniobra deben tener necesariamente un acceso directo desde la vía pública. En los casos en que esto no fuera posible, se deberá coordinar con CRE una solución técnicamente viable, que facilite la aprobación del proyecto.
- d) Deben evitarse ubicaciones en lugares con condiciones de terreno adversas y/o agresivas, por ejemplo, lugares propensos a inundaciones, lugares expuestos a mucha contaminación, etc.

- e) En el caso de edificios de obra, los equipos de protección y maniobra deben estar en un espacio que no sea subterráneo para evitar posibles anegamientos de las instalaciones.

### 1.6.1.2 Ubicación de elementos de Medición

La ubicación de los sistemas de medición debe seleccionarse considerando los siguientes aspectos:

- Los encargados de tomar la lectura deben poder acceder a los medidores sin necesidad de tener que ingresar en el interior de los recintos donde están los equipos de protección y maniobra, centros de transformación, etc.
- Los equipos de medida se instalarán con libre y permanente acceso para personal de CRE y /o contratistas desde la vía pública. Si no fuera posible, se podrá sustituir con un acceso desde vía privada con libre y permanente tránsito.
- Para el caso de proyectos aprobador por CRE con Blindobarras y en los que los medidores se encuentren situados al interior de las instalaciones particulares, se deberán utilizar equipos de medición inteligente AMI.
- Los sistemas de medición deben instalarse lo más cercanos posibles al punto de suministro, salvo proyectos en los que se justifique técnicamente la disposición.

## 1.7 Características de la Red de Distribución

Existen casos especiales, como ser los consumidores Multiusuarios, Temporales, Surtidores de combustibles, Sistemas de Riego, Auto-productores, Transferencias de Redes, entre otros.

### 1.7.1.1 Tensión de Suministro

Dentro de la zona de concesión de CRE existen las siguientes tensiones de suministro en Media Tensión:

Sistema	Descripción
10.5 kV	Sistema trifásico 10.5 kV conexión Delta. Existe dentro del cuarto anillo en el Sistema Área Integrada y en parte de los Sistemas Regionales de Cordillera, Charagua y Velasco.
13.8 kV	Sistema trifásico 13.8 kV conexión estrella con neutro multiterrado. Existe en el Sistema Regional Pantanal con frecuencia 60 Hz
24.9/14.4 kV	Sistema trifásico 24.9 kV y monofásico 14.4 kV conexión estrella con neutro multiterrado. Existe fuera de cuarto anillo en el Sistema Área Integrada y en parte de los Sistemas Regionales Velasco, Valles y Cordillera.
34.5/19.9 kV	Sistema trifásico 34.5 kV y monofásico 19.9 kV conexión estrella. Existe en los Sistemas Regionales Las Misiones, Chiquitos, Velasco y Pantanal.

**Tabla 1: Tensiones de Suministro de CRE**

### 1.7.1.2 Nivel Básico de Aislamiento BIL

El Nivel Básico de Aislamiento (BIL) mínimo que debe cumplir el equipamiento de los proyectos eléctricos particulares que se conecten a la red de CRE, se presenta a continuación.

Tensión de Red	Nivel Básico de Aislamiento (BIL)
10.5 kV	95 (kV)
13.8 kV	125 (kV)
24.9/14.4 kV	125 (kV)
34.5/19.9 kV	150 (kV)

**Tabla 2: Nivel Básico de Aislamiento BIL**

## 2. Capítulo II

### 2.1 Tipos de Acometida

Se entenderá por acometida, todas aquellas instalaciones de extensión de red que deban construirse desde la red de distribución de CRE, para posibilitar la conexión del usuario final. De acuerdo con el Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad RSPSE, son los conductores y accesorios que conectan cualquier punto de la red de distribución con el punto de suministro o instalación del consumidor.

Toda acometida en Media Tensión derivada de la red de distribución de CRE dentro del segundo anillo de circunvalación de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, y que atraviese una calle o avenida, deberá construirse en forma subterránea de acuerdo con las normas técnicas vigentes. Fuera del segundo anillo de esta ciudad, el cruce para la acometida podrá ser aéreo o subterráneo, de acuerdo con los requerimientos del consumidor o las características de la zona. Ambas formas de acometer deben cumplir con las normas técnicas de CRE y los Manuales de Estructuras en la tensión correspondiente.

#### 2.1.1.1 Acometidas Aéreas

Las acometidas aéreas en MT deben cumplir con las normas técnicas de CRE y las siguientes condiciones constructivas:

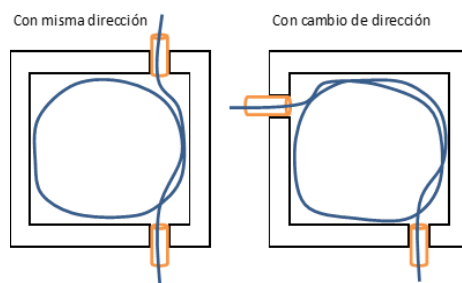
- El poste desde donde se realiza la derivación particular deberá ser de la red de distribución de CRE ubicada sobre vía pública.
- La primera estructura particular luego de la derivación deberá estar lo más próxima posible al poste de derivación de CRE y a una distancia máxima de 10 m.
- La primera estructura de la acometida debe ser un vano flojo con su respectiva estructura de tensión y riendas o postes autosustentados (excepto cuando existan cruces de calles, avenidas, carreteras y/o vías férreas).
- En la primera estructura de la derivación se instalará el seccionamiento y protección de la instalación del consumidor. Este elemento podrá ser bloqueado por CRE en estado abierto, si resulta necesario por motivos de seguridad y/o operación de la red.
- El poste de CRE desde donde se realiza la derivación deberá ser calculado nuevamente teniendo en cuenta las condiciones mecánicas adicionales a las que estará expuesto. Como consecuencia de ese cálculo y si fuese necesario, deberá ser sustituido o modificado como parte del proyecto, según las normas técnicas de CRE.
- La acometida no debe atravesar terrenos de terceros, techos de casas, edificios, construcciones, galpones u otros (salvo proyectos con autorización expresa del propietario debidamente notariada, respetando las distancias de seguridad de acuerdo con las normas técnicas de CRE).

- g) Se deben cumplir las distancias mínimas de seguridad exigidas entre las estructuras energizadas y las edificaciones (paredes, techos, balcones, límites de terrenos, etc.) de acuerdo con las normas técnicas de CRE.
- h) Si el puesto de transformación está a una distancia igual o mayor a 300 m de la derivación, se debe colocar protección tanto en la partida como en el puesto de transformación.

### 2.1.1.2 Acometida Subterránea

Las acometidas subterráneas en MT deben cumplir con el Manual de Estructuras Subterráneas de CRE y con los siguientes requerimientos constructivos:

- a) Tener estructura de apoyo para los cables, muflas, terminales y otros en Media Tensión.
- b) Tener terminales y muflas herméticas a los extremos del cable, entrada y salida.
- c) Los bajantes del cable armado se harán por ducto de cañería galvanizada de una sola pieza, de acuerdo con el diámetro del conductor (no menor a 4 pulgadas), de seis (6) metros como mínimo y sujeto al poste por abrazaderas también metálicas. El mismo que deberá continuar hasta un metro de profundidad por debajo de la superficie, acoplado a una curva suave de PVC (pudiendo ser dos codos de 45°) y de 4" de diámetro, donde existirá una cámara de inspección que permitirá la instalación correcta del cable subterráneo.
- d) Los ductos de paso o cruce de vía de tráfico liviano y moderado deberán ser instalados como mínimo a un metro de profundidad, utilizando tubo PVC clase 9 o cañería de tubo galvanizado de 4", cumpliendo distancias de seguridad con el equipamiento de otros servicios. Deberán prever un ducto de reserva.
- e) Deben construirse cámaras de inspección en los puntos donde los ductos de la acometida realizan una desviación angular (90°). El radio de curvatura del cable debe ser mayor a veinte veces el diámetro externo del conductor.
- f) En la base de las cámaras debe ser colocada una camada gruesa de ripio o grava, como sistema de drenaje pluvial, siendo que el fondo de esta no debe ser concretada, sino directo a tierra.
- g) Las dimensiones mínimas internas de las cámaras de paso de la acometida en Media Tensión son las siguientes:
  - Largo: 1.0 m
  - Ancho: 1.0 m
  - Profundidad: 1.2 m
- h) En cada cámara debe dejarse la reserva del cable de potencia. Los tubos de ingreso y salida de las cámaras deben ser colocados lo más próximo a una esquina de esta, de tal manera que el conductor pueda realizar el giro contornando las paredes de la cámara con un arco suave, para no dañar el conductor.



Ver diseño para acometida subterránea en MT y cámara de paso en lámina de anexos.

Para acometidas subterráneas con distancias mayores a 20 metros se deben colocar cámaras de inspección intermedia.

Para otras secciones de cables, se debe dimensionar las cámaras conforme a normas de uso universal. Ver cuadro en Anexos.

- i) El diseño y construcción de las cámaras deben ser ejecutados según manual NTCRE- 036/02.

### 2.1.1.3 Acometida Mixta

Se llamará acometida mixta a la combinación de una acometida aérea y subterránea o viceversa. Cuando las condiciones lo ameriten, se podrá aprobar la conexión de suministros con acometidas mixtas.

## 2.2 Tipos de Requerimientos

### 2.2.1 Suministros en Baja Tensión

Se considera suministro en Baja Tensión, cuando el consumidor está conectado con su acometida directamente a la Red de Baja Tensión de propiedad de CRE, u operada por CRE.

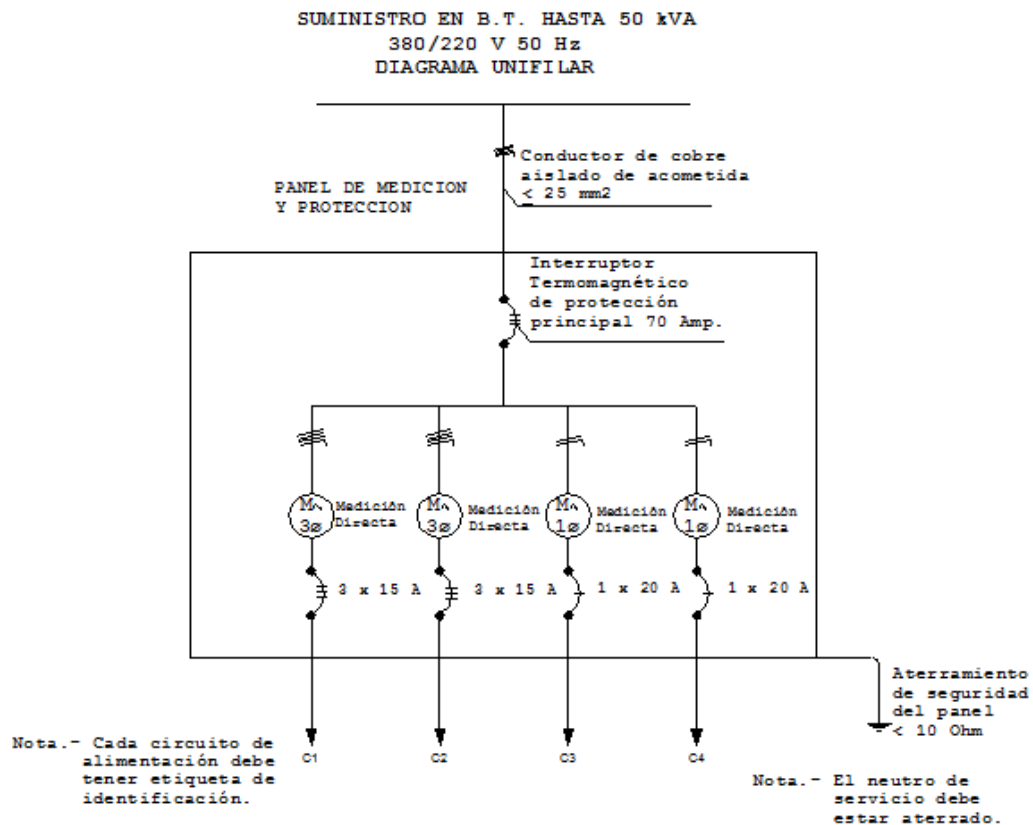
Cuando el requerimiento de potencia no supere los 50 kVA, el suministro de electricidad en Baja Tensión podrá realizarse sin la necesidad de un transformador de uso exclusivo, conectándose directamente de la red de Baja Tensión de propiedad de CRE u operada por CRE.

Para requerimientos en los cuales la potencia supere los 50 kVA, se deberá instalar un transformador de uso exclusivo, en conformidad con la Norma NB777.

Para todos los casos en los que se requiera el suministro en Baja Tensión para más de 3 medidores, se deberá presentar un Proyecto Eléctrico Multiusuario.

#### 2.2.1.1 Suministro BT sin Transformador Exclusivo

Cuando se requiera instalar más de 3 medidores en un mismo predio, deberá presentarse un Proyecto Eléctrico Multiusuario. Si la demanda conjunta no supera los 50 kVA, el suministro podrá realizarse directamente de la red de distribución de CRE.



Un esquema general típico de una instalación con suministro en Baja Tensión desde la red pública deberá contar con las siguientes características:

- a) La acometida que ingresa al panel de medición debe estar dentro de un tubo galvanizado.
- b) La acometida debe ser trifásica, con sección del conductor de acuerdo con la demanda máxima. Solo se podrá instalar una acometida por predio según la norma boliviana NB 777.
- c) Si las edificaciones a suministrar están separadas en varios bloques y se tiene red de CRE en baja tensión en diferentes calles, el suministro con dos o más acometidas al predio estará sujeto a aprobación de CRE.
- d) Los conductores utilizados en la acometida eléctrica deben tener una sección de 10 ó 16 mm<sup>2</sup> con cable concéntrico. En casos extraordinarios se podrá aceptar cable cuádruplex.
- e) La acometida debe ser lo más directa posible al panel evitando curvas innecesarias.
- f) En el caso donde la arquitectura del predio no lo permita, el circuito de entrada podrá realizarse a través de un tubo de 2" empotrado en la pared en forma de curva suave de 90° y colocandó un aislador en la entrada, con una distancia máxima de 10 metros hasta el aislador o rack del poste de derivación. Se debe colocar el cable guía para la posterior instalación de la acometida.
- g) En casos excepcionales se podrá aceptar una acometida subterránea en Baja Tensión previa autorización de CRE, siempre que cumpla las normas vigentes (NT CRE-019) y exigiendo que los materiales sean los adecuados para la situación.
- h) La protección general de baja tensión deberá ser realizada a través de un disyuntor termomagnético tripolar, instalado dentro del compartimiento 1 del panel de medición, con una capacidad de ruptura por cortocircuito mínima de 10 kA.
- i) La capacidad nominal del disyuntor termomagnético principal no debe superar los 63 Amperios. Este disyuntor termomagnético no debe ser regulable.
- j) Toda instalación trifásica que alimente motores o equipos trifásicos debe tener protección por falta de fase, sobretensión y subtensión, conforme a lo indicado en la Norma Boliviana NB777.
- k) Debe contar con aterramientos sólidos del neutro de la instalación eléctrica, y el de seguridad del panel.

### 2.2.1.2 Suministro en BT con Transformador Exclusivo

Cuando se requiera instalar más de 3 medidores en un mismo predio, deberá presentarse un Proyecto Eléctrico Multiusuario. Si la demanda conjunta es igual o mayor a 50 kVA, el suministro deberá realizarse a través de un transformador de uso exclusivo que será provisto por CRE.

Las capacidades de transformadores disponibles para proyectos Multiusuario se muestran a continuación.

N°	N° de Fases	Potencia (kVA)
1	Trifásico	75
2	Trifásico	112,5
3	Trifásico	150
4	Trifásico	225
5	Trifásico	315

**Tabla 3:** Capacidades disponibles para transformadores multiusuario

El equipamiento que deberá ser provisto por el solicitante y por CRE se detalla en el punto 3.2 Proyecto Multiusuario.

## 2.2.2 Suministros en Media Tensión

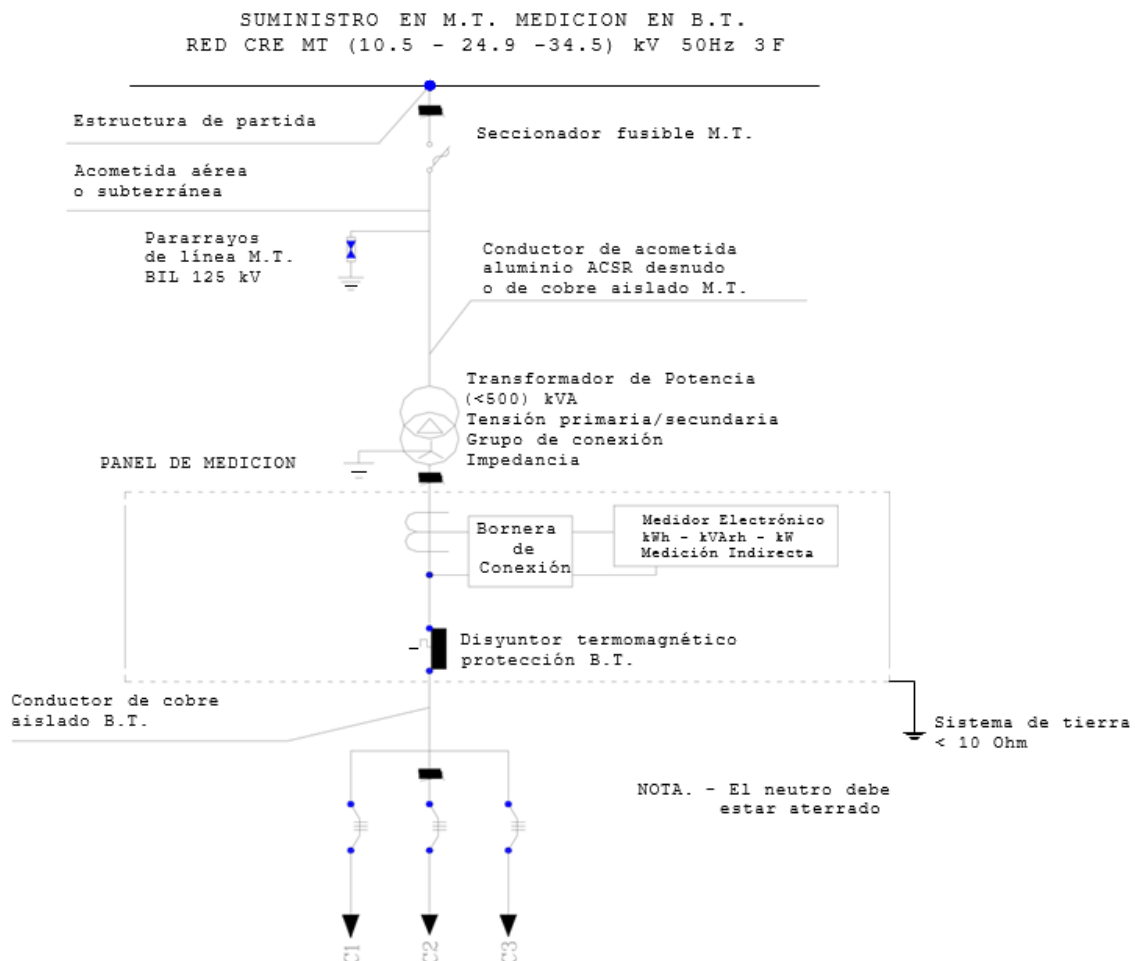
Se considera suministro en Media Tensión, cuando el consumidor está conectado con su acometida directamente a la Red de Media Tensión de propiedad de CRE, u operada por CRE.

### 2.2.2.1 Suministros en MT con Medición en BT

Los suministros en Media Tensión podrán tener instalados los equipos de medición en el lado de Baja Tensión, siempre y cuando la potencia instalada sea menor a 500 kVA.

Un esquema general típico de una instalación en Media Tensión con medición en el lado de Baja Tensión deberá contar con los siguientes elementos:

- Acometida en MT
- Equipamiento de protección y maniobra en MT
- Transformador de potencia
- Sistema de Medición
- Transformadores de corriente (TC's), si corresponde
- Sistema de Protección en BT





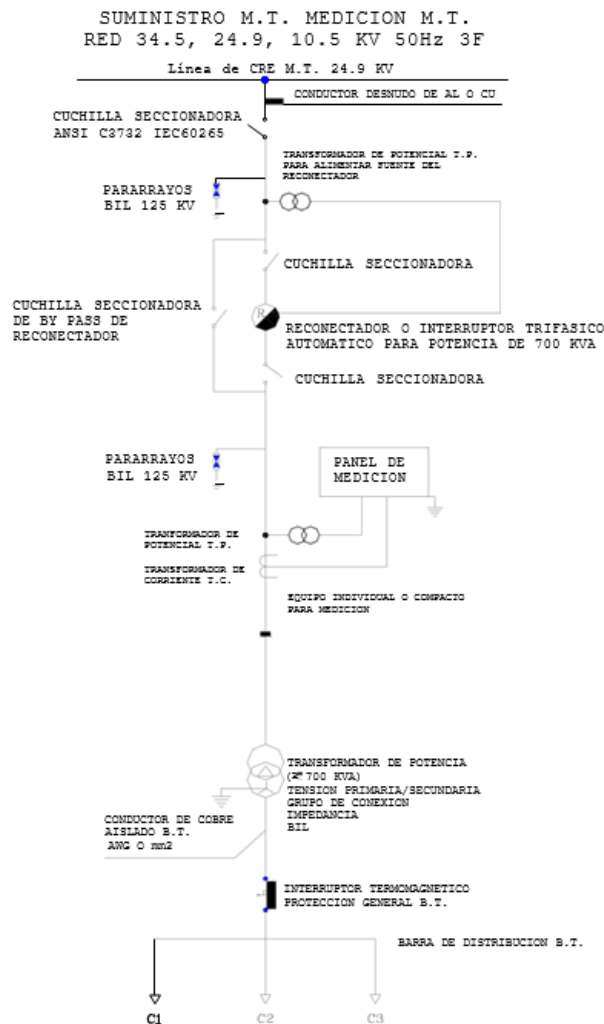
### 2.2.2.2 Suministros en MT con Medición en MT

Un esquema general típico de una instalación con medición en Media Tensión debe contar con los siguientes elementos:

- Acometida en MT
- Equipamiento de protección y maniobra en MT
- Transformador de potencia
- Sistema de Medición en MT ( TC's y TP's)
- Sistema de Protección en BT

La medición en MT para una demanda igual o mayor a 500 kVA, puede ser realizada también a través de una Unidad Compacta de Medición, que incluye internamente los transformadores de medición correspondientes.

Para suministro con demanda igual o mayor a 500 kVA en el Área Integrada, o 200 kVA en cualquiera de los Sistemas Regionales, el interesado debe realizar una solicitud de Disponibilidad de Potencia mediante carta dirigida a la Subgerencia de Gracos y Proyectos, adicionando a la misma el formulario F798 con toda la información requerida.



## **2.3 Condiciones Especiales de Suministro**

### **2.3.1 Proyectos para Conexiones Temporales en Media Tensión**

Las conexiones temporales en Media Tensión son aquellas que solicitan el suministro eléctrico por un máximo de 15 días calendario, para realizar una actividad temporal o provisional, para lo cual el solicitante debe presentar un proyecto eléctrico completo y cumplir con las normas técnicas y de seguridad vigentes, anexando al mismo las aprobaciones municipales u otras, que autoricen la actividad a desarrollar y el asentamiento en el lugar donde se solicita el suministro.

### **2.3.2 Proyectos para Refinerías y/o Estaciones de Combustibles**

El suministro eléctrico a refinerías y a estaciones de combustibles, sean líquidos o gaseosos, requiere contar con las autorizaciones emitidas por las instituciones correspondientes (Ministerio de Hidrocarburos y Energías, Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH, Gobernaciones, Municipios, etc.) así como el cumplimiento estricto de las normas técnicas de construcción, seguridad y procedimentales requeridas para cada actividad.

CRE por su parte exige la presentación del proyecto eléctrico completo, incluyendo el detalle de las cotas y distancias de seguridad de todo el sistema eléctrico con las instalaciones de la refinería y/o surtidor, aprobado por las instancias regulatorias del rubro mencionado. Adicionalmente, el proyecto debe incluir las especificaciones técnicas de los materiales eléctricos a ser utilizados, adecuados a la actividad, incluyendo las certificaciones de las entidades correspondientes.

Lo mismo procede para las industrias químicas, petroquímicas o similares.

### **2.3.3 Proyectos para Auto-Productores**

El suministro eléctrico a consumidores que vayan a acceder a la categoría Auto-productores puede ser provisto por CRE, si el solicitante cumple las siguientes condiciones:

- a) Abastecer preponderantemente sus necesidades de electricidad con generación propia, siendo que el 80 % de su requerimiento de energía semestral es autoabastecido y el 20 % como máximo, lo retira de la red de CRE.
- b) Que el factor de carga promedio mensual del periodo de retiro de la red de CRE sea menor a 0.40
- c) Presentación de un proyecto eléctrico completo.
- d) Construcción de sus instalaciones civiles y eléctricas, de acuerdo con las normas técnicas vigentes y a la presente norma.
- e) Colocación de sistema de medición de energía y potencia en ambos suministros, el de CRE y el de generación, proporcionando mensualmente a CRE la información registrada en el medidor del parque generador, o permitiendo al personal de lectura de CRE acceder a dicho medidor.
- f) Instalación de llave de transferencia interna que no permita, en ninguna circunstancia, el paralelismo entre los dos sistemas de provisión de energía.

### **2.3.4 Contratos de Operación para Redes Particulares sobre vía Pública**

Red en Media y/o Baja Tensión en vía pública, camino vecinal o en urbanizaciones y/o condominios, para posteriormente acceder al servicio eléctrico de CRE, se deberá firmar un contrato de Operación y Mantenimiento con CRE.

Previo a la construcción de la red el solicitante deberá cumplir varios requisitos como se detalla a seguir:

- a) Presentar un proyecto eléctrico que contemple toda la información técnica de la nueva red, aérea o subterránea, que irá a construir en vía pública o en una urbanización. El proyecto debe ser elaborado considerando los Manuales y Especificaciones de materiales, equipos, diseños,

- construcciones, etc, vigentes en CRE. No se debe construir sin previa aprobación del diseño del proyecto por parte de CRE.
- b) Presentar los formularios correspondientes, de solicitud de aprobación del proyecto y otros que amerite el proyecto.
  - c) Licencia Ambiental para proyectos con distancias mayores a 50 km, según Ley Medio ambiental.
  - d) Permiso de desmonte otorgado por la ABT para proyectos sobre camino vecinal
  - e) Planos de ubicación aprobados por el Plan Regulador del Municipio correspondiente
  - f) Croquis de ubicación
  - g) Planos del trazado de la nueva red
  - h) Hoja(s) de estacado
  - i) Planos con coordenadas
  - j) Protocolos del fabricante del (los) transformador(es) a ser instalado(s)
  - k) Certificado de cada transformador que se encuentra libre de PCB
  - l) Listado detallado y especificaciones de los materiales a ser utilizados
  - m) Para casos de Urbanizaciones Privadas Cerradas UPC, debe presentar adicionalmente al proyecto eléctrico de redes MT/BT, un proyecto del sistema de alumbrado interno de la urbanización, el cual debe ser suministrado a través de uno o más medidores de energía eléctrica, ubicados a una distancia máxima de cinco (5) metros del (o de los) transformador (es), siendo que cada medidor instalado para este fin debe ser declarado como “Alumbrado interno de Áreas Comunes” de la urbanización. El diseño de la red debe ser elaborado según normas técnicas de CRE.
  - n) En caso de urbanizaciones o condominios, los transformadores deben ser revisados en el laboratorio de CRE, cumpliendo lo exigido en la presente norma y en la NT-CRE-006.

Una vez aprobado el proyecto de la nueva red y los materiales y equipos inspeccionados, CRE autorizará la construcción de la obra de acuerdo con lo aprobado. Posteriormente CRE inspeccionará la nueva red construida y aprobará su energización, solo si se hubiera cumplido todo lo aprobado en el proyecto.

Tal como se indicó inicialmente, se firmará un contrato entre partes, el mismo que estipula las condiciones de la administración en Operación y Mantenimiento.

En los casos en los que la red construida en vía pública sea para suministrar electricidad a un consumidor particular, éste debe presentar adicional al proyecto de la red MT un proyecto particular de las instalaciones dentro del predio.

Se hace notar que no se deben construir las redes MT/BT sin la aprobación previa del proyecto por parte de CRE. Cualquier acción anterior y/o su consecuencia, será de plena responsabilidad del proyectista.

### **2.3.5 Proyectos para Centros de Abastecimiento (Mercados)**

Los centros de abastecimiento públicos, municipales y/o particulares, pueden optar por dos formas de suministro en función a la cantidad de medidores y a la potencia instalada:

1. Particular (hasta tres medidores y con transformador propio, si supera 50 kVA)
2. Multiusuario (con cuatro o más medidores, ninguno de ellos puede superar los 40 kW, CRE dotaría el transformador y acometida aérea). Si el puesto de transformación es en cabina, el solicitante dota y coloca el cable armado en forma subterránea y las muflas de conexión. Las obras civiles internas y externas referentes a la acometida MT subterránea, cabina del puesto de transformación, soportes, barras, centros de medición, etc., son responsabilidad del solicitante.

Para la elaboración y ejecución de proyectos eléctricos de centros de abastecimiento municipales o privados, suministrados como Particulares, con transformador propio y con medición única por puesto de transformación, se deben considerar también las siguientes disposiciones:

- a) Un centro de abastecimiento podrá tener uno o más puntos de medición de energía y más de una acometida, los cuales corresponderán a uno o más puestos de transformación (dependiendo de la demanda y de la magnitud de la obra).
- b) Con el propósito de brindar seguridad y fácil acceso a los equipos de medición y de transformación, se debe mantener un acceso expedito para su mantenimiento en cualquier momento, para el ingreso del personal de lectura como también de camiones grúas, montacargas u otro equipo similar, para realizar reemplazo de materiales o equipos y/o prestar asistencia técnica.
- c) El solicitante es responsable de la ejecución de todas las obras civiles y eléctricas que se requieran construir dentro de los predios de acuerdo con el proyecto eléctrico aprobado por CRE, para obtener el suministro eléctrico.

Para la elaboración y ejecución de proyectos eléctricos de centros de abastecimiento municipales y particulares suministrados como Multiusuario, con medición múltiple por puesto de transformación (cuando supera 50 kVA), se deben considerar las siguientes disposiciones adicionales:

- a) El solicitante es responsable de la ejecución de todas las obras civiles y electromecánicas que se requieran construir al interior y exterior de los predios del centro de abastecimiento para albergar el equipamiento eléctrico de CRE en Media Tensión, de acuerdo con el proyecto aprobado.
- b) La totalidad de las obras eléctricas en Baja Tensión, así como los materiales utilizados en las mismas son de responsabilidad del solicitante. CRE solo aprueba y fiscaliza hasta el panel de medidores.
- c) Cuando se requiera CRE se reserva el derecho en instancias de la aprobación del proyecto eléctrico, de reubicar físicamente tanto los puntos de medición como el puesto de transformación.
- d) Se recomienda elaborar el proyecto considerando un medidor por cada caseta o puesto de venta, concentrándolos en un panel de medición. En caso de puestos de venta agrupados en un sector o que se encuentren en un solo ambiente (sin divisiones naturales o de corredores de circulación pública) se puede proyectar un medidor por módulo, respetando la capacidad nominal del equipo de medición y agrupando los usuarios por áreas y actividad, de acuerdo con el requerimiento.
- e) Los compartimientos del panel, asignados a operación solamente de CRE, deben disponer de un dispositivo que permita la colocación de un candado, adicional al existente para el precinto de seguridad.
- f) Con la finalidad de prever futuras ampliaciones o redistribución de las cargas internas dentro del centro de abastecimiento, el panel debe ser dimensionado con reserva, de tal manera que prevea un crecimiento futuro. De igual forma, se deben considerar futuros cambios de medidores monofásicos a trifásicos.
- g) El panel de medidores debe estar bajo techo, para protegerlo del deterioro de la humedad.
- h) El panel de medición y sus protecciones son propiedad y responsabilidad del usuario.
- i) El mantenimiento predictivo y/o correctivo de la acometida y las instalaciones en el panel de medición son de entera responsabilidad del (los) propietario(s).

### 2.3.6 Proyectos con Blindobarras

De acuerdo con la NEMA (National Electrical Manufacturers Association), este sistema de distribución se define como: “Un sistema de distribución eléctrica mediante elementos prefabricados compuestos por ramales (bus) de barras recubiertos de una carcasa protectora, incluyendo tramos rectos, ángulos, dispositivos y accesorios”.

Las Blindobarras, son sistemas de distribución de electricidad utilizados dentro de edificaciones verticales y horizontales, con el fin de reducir costos y espacio en cableado desde los puestos de transformación y tableros de medición hasta los usuarios finales. El mecanismo es llevar la energía mediante barras desde el puesto de transformación hasta los demás pisos de la edificación. Los tableros de medición pueden distribuirse a lo largo de la edificación según el diseño del proyectista.

Se podrán instalar sistemas con Blindobarras en instalaciones internas para proyectos eléctricos particulares o multiusuarios, en edificaciones verticales u horizontales, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Se deberán instalar sistemas de medición inteligente AMI para todos los proyectos con sistemas Blindobarras con la finalidad de no dificultar los procesos de lectura mensual del consumo de electricidad, y las actividades de corte y reconexión.
- b) Queda establecido que el mantenimiento del sistema interno de Blindobarras es de responsabilidad del consumidor, conforme a lo establecido en el Reglamento de Servicio Público de Electricidad RSPSE.

### **2.3.7 Proyectos con Celdas de Distribución**

Para suministros en Media Tensión (No así en proyectos Multiusuario) se podrán utilizar Celdas de Distribución en las instalaciones internas del consumidor.

Las Celdas de Distribución Secundaria en Media Tensión con aislación en aire o SF6 para uso interior, destinadas a instalarse en centros de transformación, maniobra, protección y/o medición de instalaciones de cliente, deben cumplir con las normas técnicas de CRE y/o normativas internacionales.

Cada Celda deberá llevar de forma clara indeleble y fácilmente legible una placa de características de acuerdo con estándares internacionales, conteniendo mínimamente los siguientes datos:

- Nombre del Fabricante
- Número de Serie
- Año de Fabricación
- Tensión de servicio
- Nivel de Aislamiento BIL
- Corriente de servicio
- Corriente admisible de corta duración
- Corriente admisible de cresta

La responsabilidad del mantenimiento de las Celdas de Distribución Secundaria estará a cargo del consumidor o una empresa especializada contratada por él, conforme a lo establecido en el Reglamento de Servicio Público de Electricidad RSPSE.

### **2.3.8 Proyectos Particulares con Transformador tipo Pedestal**

Para suministros en Media Tensión, podrán instalarse transformadores tipo pedestal en las instalaciones internas de propiedad del consumidor. Los transformadores deben cumplir con las normas técnicas de CRE y normas internacionales.

La ubicación del transformador debe seleccionarse en función a las condiciones que presenta el inmueble, cumpliendo las normas técnicas y de seguridad exigidas por CRE.

La ubicación del transformador debe permitir un acceso rápido y expedito, para tareas de mantenimiento y/o reemplazo de responsabilidad del consumidor.

La responsabilidad del mantenimiento de los transformadores tipo pedestal de propiedad del consumidor estará a cargo del consumidor o una empresa especializada contratada por él, conforme a lo establecido en el Reglamento de Servicio Público de Electricidad RSPSE.

### **2.3.9 Proyectos Particulares con Transformador Seco**

Para suministros en Media Tensión, podrán instalarse transformadores tipo seco en las instalaciones internas de propiedad del consumidor. Los transformadores deben cumplir con las normas técnicas de CRE y/o normas internacionales.

La ubicación del transformador debe seleccionarse, en función a las condiciones que presenta el inmueble cumpliendo las normas técnicas y de seguridad exigidas por CRE.

La ubicación del transformador debe permitir un acceso rápido y expedito para tareas de mantenimiento y/o reemplazo de responsabilidad del consumidor.

La responsabilidad del mantenimiento de los transformadores tipo seco de propiedad del consumidor, estará a cargo del consumidor o una empresa especializada contratada por él, conforme a lo establecido en el Reglamento de Servicio Público de Electricidad RSPSE.

### **2.3.10 Proyectos de Generación Distribuida**

Mediante el Decreto Supremo N° 4477, del 24 de marzo del 2021, se establecieron en Bolivia las condiciones generales para normar la actividad de Generación Distribuida en los sistemas de distribución de energía eléctrica.

Conforme a lo establecido en la Resolución AETN N° 485/2022 del 01 de septiembre del 2022, se ha elaborado un procedimiento técnico comercial para el registro e incorporación de generadores distribuidos a la red de distribución de CRE. Este procedimiento se actualizará con todas las disposiciones regulatorias que surjan y estará detallado en un documento específico.

### 3. Capítulo III

#### 3.1 Proyecto Eléctrico

##### 3.1.1 Generalidades

Se exigirá presentar un Proyecto Eléctrico a:

- a) Toda instalación particular que requiera de un transformador para acceder al servicio de energía eléctrica.
- b) Toda instalación eléctrica con demanda igual o superior a 50 kVA, la misma que debe incluir transformador para acceder al servicio de energía eléctrica, de acuerdo con la Norma Boliviana NB777.
- c) Toda instalación con actividades especiales, tales como refinerías de combustibles, surtidores de combustibles líquidos o gaseosos, industrias químicas, petroquímicas, etc., quienes deben cumplir las normas de seguridad eléctricas aplicables a su rubro.
- d) Toda instalación que requiera de un aumento o disminución de la potencia instalada en transformación que supere en (+ -) 25% a la anterior.
- e) Toda instalación con requerimiento mayor a 3 medidores, sean estos monofásicos, trifásicos o la combinación de ambos.
- f) Toda instalación existente bajo la modalidad Electroagro que pasa a ser Particular instalando su propio transformador, posterior al trámite legal con CRE por la propiedad y devolución de las instalaciones eléctricas de Media Tensión.
- g) Toda instalación existente que requiera de un aumento de potencia, y supere la potencia instalada de 500 kVA con medición en Media Tensión.
- h) Toda instalación que requiera un aumento de potencia, y supere la potencia instalada de 700 kVA con medición y protección en Media Tensión.
- i) Toda instalación que requiera de un traslado externo del puesto de transformación sea con cambio de actividad o no.

No se requerirá la presentación de un proyecto eléctrico en los siguientes casos:

- a) Cuando por razones de mantenimiento en una instalación en servicio, se requiera realizar un cambio de transformador por otro de la misma capacidad. Debiendo presentarse una carta de solicitud adjuntando el formulario de Solicitud de Desconexión de Fusibles F498 y el protocolo de ensayos del nuevo transformador; coordinando los trabajos con su Ejecutivo de Cuentas Graco de CRE.
- b) Cuando en una instalación en servicio se requiera realizar un cambio de transformadores de medida TC y/o TP por otros de la misma relación y tecnología. Debiendo presentarse una carta de solicitud adjuntando ensayos de laboratorio de CRE y coordinando los trabajos con su Ejecutivo de Cuentas Graco de CRE.
- c) Cuando se requiera energizar un centro de transformación que estuvo fuera de servicio por un tiempo menor a seis (6) meses. Debiendo presentarse una carta de solicitud firmada por el propietario y el ingeniero responsable, el protocolo de ensayos del transformador y el formulario de conclusión de obras F862, coordinando los trabajos con su Ejecutivo de Cuentas Graco de CRE y con la correspondiente inspección técnica del puesto de medición.

### 3.1.2 Condiciones no Permitidas

- a) No está permitida la extensión de las instalaciones de un consumidor más allá de los límites de su propiedad.
- b) No está permitida la instalación de dos o más acometidas dentro de un mismo predio para instalaciones con suministro en Baja Tensión, salvo en los casos especificados en la Norma Boliviana NB777.
- c) No está permitida la instalación de puestos de transformación a distancias menores a 6 m. de compresores de gas en surtidores de combustibles u otros. Lo mismo para áreas con manejo de sustancias explosivas o altamente inflamables (según Código NEC 1996 Artículos 500 al 516)
- d) Las redes de distribución dentro de urbanizaciones particulares a ser transferidas a CRE con contratos de Operación y Mantenimiento deben ser trifásicas.
- e) No está permitido que un consumidor, dentro del área de concesión de CRE, realice la venta de energía eléctrica a terceros.
- f) No está permitida la violación de los precintos colocados por CRE en el panel de medición, en la bornera o en el medidor, ni acceder a los compartimientos 1 y 2 de los paneles con múltiples medidores. El incumplimiento de cualquiera de estas condiciones será pasible a las sanciones de ley.
- g) No es permitido realizar ampliaciones de red en vía pública sin la respectiva aprobación del trazado y de las características técnicas de la línea por parte de CRE, para lo cual el interesado debe presentar previo a la construcción de la línea, un proyecto de la ampliación requerida.
- h) No está permitido realizar la derivación desde una acometida particular existente. El poste desde donde se realiza la derivación particular deberá ser de la red de distribución de CRE ubicada sobre vía pública.
- i) No está permitido tomar el suministro eléctrico desde una línea particular en vía pública, si el propietario de ésta no tiene firmado un contrato de Operación & Mantenimiento con CRE.
- j) No está permitido instalar transformadores sin válvula de alivio o cámara de expansión, según corresponda, en propiedades particulares o urbanizaciones.
- k) No está permitido que el panel de medidores de electricidad en Baja Tensión o el cable de alimentación en BT al mencionado panel, se encuentren a una distancia menor que 0,70 m a cualquier punto del sistema de distribución de gas natural o de su caja de medición, como también, mínimo a 6 m de cualquier instalación energizada en Media Tensión.

### 3.1.3 Validez de la Aprobación de un Proyecto Electrico

La validez de la aprobación de un proyecto eléctrico es de un (1) año calendario. Si el proyecto no es ejecutado dentro de este tiempo, se deberá presentar un nuevo proyecto para la fiscalización y energización correspondiente.

### 3.1.4 Ingeniero Responsable de Obra (IRO)

Todo proyecto eléctrico necesariamente deberá contar con un Ingeniero Responsable de Obras (IRO), que coordine y fiscalice la ejecución hasta el punto de medición de la energía a ser entregada, siendo de su entera responsabilidad la calidad de los trabajos y materiales utilizados en las instalaciones eléctricas. El Ingeniero Responsable de Obras (IRO) debe ser un profesional Ingeniero Eléctrico o Electromecánico debidamente acreditado por la SIB, quien será la persona responsable de la entrega técnica a CRE de las instalaciones en instancias de la fiscalización y energización, para ello presentará firmado el “Listado de



Obras Ejecutadas” anexo a la solicitud de fiscalización, una vez todas las instalaciones eléctricas anteriores al punto de medición hayan sido completamente concluidas.

La solicitud de inspección técnica de fiscalización debe ser realizada mediante carta firmada por el Ingeniero Responsable de Obras (IRO) y por el propietario del predio, una vez aprobado el proyecto y concluidas las obras eléctricas, adjuntando el Formulario de Conclusión de Obras F862 correspondiente.

El Ingeniero Responsable de Obras (IRO) puede o no ser el mismo profesional que elaboró el proyecto.

### 3.1.5 Formato del Proyecto Eléctrico

El proyecto comprende toda la documentación técnica y legal exigida en la presente normativa, el mismo que debe ser elaborado y firmado por un Ingeniero Eléctrico o Electromecánico, con el registro profesional RNI otorgado por la Sociedad de Ingenieros de Bolivia.

Los documentos del proyecto eléctrico a ser presentado a CRE para su aprobación deben respetar el siguiente formato:

- a) Deben ser elaborados en tamaño de hoja oficio o carta, sólo se aceptarán en otro tamaño los planos arquitectónicos y de obras civiles.
- b) Presentar a CRE en forma digital en formato PDF toda la documentación técnica y legal referente al proyecto, mediante el correo electrónico: [correspondencia@cre.com.bo](mailto:correspondencia@cre.com.bo). El tamaño límite de los archivos a ser enviados no debe exceder los 10 MBytes.
- c) Todos los documentos referentes al proyecto deben enviarse en una sola carpeta al correo electrónico antes mencionado.
- d) Para los proyectos de ampliaciones de redes sobre vía pública y/o urbanizaciones y condominios horizontales, además del proyecto en formato digital, se deben ingresar las carpetas de proyectos en formato físico. Tres (3) ejemplares, un original y dos copias.
- e) Serán observados los proyectos que presenten documentos o archivos con escrituras borrosas, manchas y/o ilegibles.
- f) No se aceptarán hojas, formularios, croquis, gráficos y otros documentos, con escritura manuscrita.

### 3.1.6 Contenido del Proyecto Eléctrico

El contenido mínimo de un Proyecto Eléctrico y la secuencia de presentación de la documentación debe ser la siguiente:

- Carta de solicitud de aprobación
- Formulario de solicitud de aprobación de proyecto eléctrico (Form. F499)
- Formulario de visado por la SIB-SC
- Plano de ubicación
- Detalles de la ubicación
- Memoria Descriptiva
- Cuadro de Cargas

- Declaración de Potencia
- Diagrama unifilar
- Planos y Croquis
- Diseño de Acometida
- Subestación de Transformación
- Panel de Medición
- Hojas de Estacado
- Aterramiento
- Protecciones
- Cronograma
- Acometidas de agua y gas
- Documentos Legales
- Formulario de autorización del municipio correspondiente (Si corresponde)
- Formulario de autorización del Parque Industrial (Si corresponde)
- Formulario de solicitud de modificación de red (Form. F500) (Si corresponde)
- Formulario de solicitud de Proyecto Multiusuario (Form. F416) (Si corresponde)

### **3.1.6.1 Carta de Solicitud de Aprobación**

La solicitud de aprobación del Proyecto Eléctrico debe realizarse mediante carta dirigida a la Subgerencia de Gracos y Proyectos de CRE, firmada por el Ingeniero Responsable Proyectista acompañada del Formulario F499 (ver en Anexos o en la página WEB de CRE).

En el formulario y en el proyecto se deben detallar el nombre, dirección, número telefónico, fax, correo electrónico tanto del propietario como del Ingeniero Responsable Proyectista a efecto de coordinar cualquier requerimiento de CRE durante el proceso de aprobación. El formulario debe incorporar la firma del propietario e Ingeniero Responsable Proyectista.

### **3.1.6.2 Formulario de solicitud de Aprobación de un Proyecto Electrico Particular (Form. F499)**

En el formulario F499 se declaran las potencias Máxima y de Punta que serán demandadas y facturadas por un año calendario, mientras no sean superadas por las registradas en el medidor. Este documento tiene valor de declaración jurada y debe tener la firma del propietario solicitante del suministro eléctrico.

Conforme a lo establecido en el punto 1.6 de la Norma de Aplicación de Tarifas de Distribución NATD, antes de iniciarse la prestación del servicio de suministro eléctrico, los consumidores de las categorías Mediana Demanda y Gran Demanda, deben dar a conocer al Distribuidor por escrito la “potencia máxima” y/o la “potencia de punta” a demandarse durante el primer año. Esta información será proporcionada como declaración jurada en el formulario de solicitud de aprobación de proyectos particulares Form. F499.

En caso de proyectos eléctricos para Aumentos de Potencia en un código fijo existente, en el formulario de aprobación de proyectos eléctricos F499 debe indicarse la potencia máxima que tendrá la instalación sumando la potencia histórica consumida en el predio y la nueva potencia a incorporarse.

En caso de proyectos eléctricos para aumentos de potencia con un nuevo código fijo dentro del mismo predio, el formulario F499 debe indicar solamente la potencia máxima que demandará el nuevo medidor.

En el marco del artículo 57 del Reglamento de Precios y Tarifas RPT, los consumidores deberán realizar el pago de un Depósito de Garantía en su primera factura, equivalente a un tercio de la factura mensual estimada conforme a la información de demanda declarada por el solicitante en el Formulario F499.

### **3.1.6.3 Formulario de Visado por la SIB-SC**

Para todo proyecto eléctrico se debe anexar el formulario de visado de responsabilidad y firma del proyectista ante la SIB, que acredite la competencia profesional (código formulario PP-09-F04).

### **3.1.6.4 Formulario de Autorización del Municipio correspondiente**

Cuando corresponda, se deberá adjuntar la autorización del municipio correspondiente para proyectos eléctricos a desarrollarse en dependencias bajo responsabilidad municipal como ser áreas verdes, espacios deportivos municipales, etc.

### **3.1.6.5 Formulario de Autorización del Parque Industrial**

Si el suministro de energía requerido está ubicado en un Parque Industrial, se debe presentar el certificado de conformidad y autorización de la instalación eléctrica, extendido por la Administración del Parque Industrial correspondiente, sea este un proyecto Completo o Simplificado.

Este mismo certificado debe ser presentado para proyectos de aumento de potencia, y traslados internos de cualquiera de las instalaciones eléctricas, como ser: Puesto de transformación, sistema de medición, sistema de protección, etc.

### **3.1.6.6 Formulario de Solicitud de Modificación de Red (Form. F500)**

Cuando el proyecto así lo requiera, se deberá presentar el formulario de solicitud de modificación de red Form.F500.

### **3.1.6.7 Formulario de Solicitud de Proyecto Multiusuario (Form. F416)**

Si la solicitud se enmarca en la modalidad de proyecto multiusuario, se deberá presentar el formulario de proyecto multiusuario Form.F416.

### **3.1.6.8 Plano de Ubicación**

Cada proyecto debe estar acompañado del plano municipal aprobado del predio donde se requiere el suministro eléctrico.

### **3.1.6.9 Caminos Vecinales**

En lugares del área rural en donde la cartografía disponible de la vía, no este establecida como camino vecinal, y se pretenda construir un tramo de red perteneciente al proyecto; se debe presentar una certificación por parte de la autoridad competente que certifique que la misma se trata de una vía pública, sin restricciones para construir una red de distribución eléctrica.

### **3.1.6.10 Detalles de la Ubicación**

Se debe incluir en el proyecto un detalle de la ubicación donde se requiere el suministro que incluya mínimamente un código fijo, o un código de ubicación de CRE próximo al predio y las coordenadas geográficas del predio.

### **3.1.6.11 Memoria Descriptiva**

La memoria descriptiva deberá detallar como mínimo los siguientes aspectos:

1. Datos generales del proyecto, como ser, nombre del proyecto, nombre del propietario, teléfonos y dirección electrónica del propietario y del ingeniero responsable proyectista, etc.
2. El tipo de proyecto a desarrollar, así como la actividad para la cual se requiere el suministro de energía eléctrica.

3. Cronograma estimado para la ejecución de las obras, etapas de implementación, fecha estimada de requerimiento del servicio eléctrico a CRE, etc.
4. Valores de la demanda máxima de potencia inicial de operación.
5. Ubicación geográfica referida a algún equipo de la red eléctrica de CRE existente más próximo al lugar del nuevo suministro, mencionando el código identificador del equipo, un código fijo y las coordenadas geográficas de los postes que comprendan la ampliación en vía pública o dentro de la propiedad privada.
6. Nivel de tensión de suministro.
7. Descripción general del proyecto incluyendo tipo de proyecto, tipo de acometida, tipo y potencia nominal del transformador, tipo y características de la protección, tipo y características de la medición, panel de medición, sistema de aterramiento, indicar distancias de seguridad, características de la instalación interior, etc.
8. El Ingeniero Responsable Proyectista debe incluir en el punto Conclusiones y Recomendaciones, las recomendaciones técnicas de sistemas de protección de equipamiento interno especial, sistemas de suministro alternativo en caso de fallas, sistemas ininterrumpibles de potencia UPS, etc.

#### **3.1.6.12 Cuadro de Cargas**

Debe contener un cuadro de carga general y cuadros de cargas por circuito de medidor, además de la siguiente información:

##### **Información requerida (obligatoria)**

1. Detalle, cantidad y especificaciones de los equipos y maquinas eléctricas existentes y/o a ser instalados en todo el predio
2. Detalle, cantidad y especificaciones de los equipos y maquinas eléctricas existentes y/o a ser instalados, por cada consumidor
3. Valores aplicados para los diferentes factores de consumo
4. Detalle del cálculo del consumo mensual estimado de Energía (kWh) y Potencia (kW).
5. Potencia total instalada y demandada kVA.
6. Cuadro de equilibrio de cargas en las fases, siendo que la variación debe ser menor o igual a 10 % de acuerdo con artículos 110 al 250 del código NEC NFPA 70.
7. Sección en mm<sup>2</sup> del alimentador principal y del cableado del panel de medición, mencionando la capacidad de conducción de cada uno.
8. En caso de un transformador particular que suministra a dos o tres medidores, se debe incluir un cuadro de carga por medidor especificando el porcentaje de carga del transformador. Este mismo porcentaje debe estar indicado en el formulario de aprobación F499.
9. La longitud del alimentador en BT desde el transformador al panel de medición no debe ser mayor a 10 m. Otras distancias podrán ser aprobadas con la debida justificación técnica.

##### **Información recomendable**

1. Longitud del alimentador y su caída de tensión, menor o igual a 2 %,
2. Capacidad de reserva del circuito
3. Circuitos de reserva para futuras ampliaciones (cantidad de acuerdo con detalle adelante)
4. Previsión de corrección de factor de potencia

5. Previsión de arranques Estrella-Triangulo, arrancadores suaves u otros, para cargas de elevada potencia, de acuerdo con las normas específicas para este tema.
6. Protección contra falta de fase, para equipos trifásicos.

La instalación interna del predio posterior a la medición, debe cumplir la norma boliviana NB 777, y no hace parte del proyecto eléctrico a presentar.

Estas instalaciones internas no las aprueba CRE, son responsabilidad del Ingeniero Responsable Projectista y del Ingeniero Responsable de Obra.

#### **3.1.6.13 Declaración de Potencia**

Conforme a lo establecido en el punto 1.6 de la Norma de Aplicación de Tarifas de Distribución NATD, antes de iniciarse la prestación del servicio de suministro eléctrico, los consumidores de las categorías Mediana Demanda y Gran Demanda, deben dar a conocer al Distribuidor por escrito la “potencia máxima” y/o la “potencia de punta” a demandarse durante el primer año. Esta información será proporcionada como declaración jurada en el formulario de solicitud de aprobación de proyectos particulares Form. F499.

La potencia declarada por los consumidores nuevos de las categorías Mediana Demanda y Gran Demanda será considerada para la facturación durante el primer año, de acuerdo con el procedimiento establecido en los puntos 4.2.1 y 4.3.1 de la Norma de Aplicación de Tarifas de Distribución NATD.

#### **3.1.6.14 Diagrama Unifilar**

El proyecto debe contener un diagrama unifilar que muestre los detalles desde la acometida hasta el panel de medición, en el cual estará incluido lo siguiente:

1. Diseño de acometida.
2. Cantidad de conductores, longitud y sección transversal correspondiente a la acometida
3. Potencia del Transformador
4. Relación de transformación de los transformadores de medida, para Media o Baja Tensión.
5. Detalle de la distribución de circuitos en Media y Baja Tensión.
6. Especificaciones técnicas de los equipos a instalar (de acuerdo con diagrama en Anexos).

#### **3.1.6.15 Planos y Croquis**

El proyecto debe incluir planos y croquis de las instalaciones eléctricas a ser instaladas: acometida en media tensión, centro de transformación, puesto de medición, acometidas de otros servicios como gas y agua, distancias de seguridad, vistas en corte y en planta de la subestación y equipamiento eléctrico, etc.

#### **3.1.6.16 Centro de Transformación**

El diseño, distribución y ubicación del Centro de Transformación debe ser realizado en base a las condiciones que presenta el inmueble, siempre y cuando se enmarque en las normas técnicas y de seguridad exigidas por CRE.

Por razones de seguridad, mantenimiento y/o reemplazo, la ubicación de la subestación transformadora debe ser tal que permita un acceso rápido y expedito en todo momento de un camión grúa u otro sistema de transporte similar, que posibilite un rápido reemplazo del transformador, o una ágil prestación de asistencia técnica.

Todo proyecto eléctrico con puesto de transformación se debe presentar en escala mínima de 1:100, incluyendo el diseño constructivo vista en planta, corte longitudinal y corte transversal respectivamente, detallando las disposiciones constructivas de los mismos, y mostrando las cotas y distancias de seguridad

de puntos energizados a muros, techos, construcciones, cañerías de gas, cañerías de agua y de otras instalaciones del predio.

Las dimensiones y distancias mínimas de seguridad de una cabina tipo se muestran en Anexos.

La cabina debe ser de uso exclusivo del centro de transformación y equipamiento eléctrico respectivo.

De igual forma, se debe anexar los siguientes detalles constructivos con sus respectivas cotas:

- a) Detalle de cruces aéreos o subterráneos de avenidas, calles, líneas férreas, etc.
- b) Estructuras tipo, cámaras de paso y acometidas en Media Tensión.
- c) Plano arquitectónico general debe incluir la ubicación de la subestación transformadora.
- d) Distancias mínimas de seguridad de puntos energizados a los muros, cercos olímpicos, techos, balcones, tinglados, límites de terreno con el vecino o a red existente en MT o BT.
- e) Detalles de la ubicación física del transformador y planos de la obra civil para la base y depósito de aceite, cuando éste sea ubicado en el piso con fundación de H° A° (Hormigón Armado).
- f) No deben existir cañerías de agua potable, pluviales, aguas servidas, gas combustible, etc., por encima, aldaños, debajo o próximo al puesto de transformación y/o de su acometida eléctrica.
- g) Detalles de aterramientos de servicio, neutros de transformador y de los paneles, así como también los aterramientos de seguridad que no forman parte de los circuitos energizados.
- h) Si la cabina de transformación no se encuentra dentro del edificio y está a la intemperie, ésta debe estar techada con una losa de concreto. Las paredes de la cabina deben ser de muro revestido y la puerta debe ser metálica, de dos hojas de un metro de ancho, con celosías de ventilación y apertura hacia afuera. La altura de la puerta debe ser de mínimo 2.50 m.
- i) La altura mínima de la cabina debe ser de 2,80 m para subestaciones con un solo transformador.
- j) La altura mínima de la cabina con más de un transformador y que utilice barramiento debe ser de 3,50 m.
- k) Para el caso de centros de transformación que no se encuentren ubicados a nivel del suelo, se debe ubicar el aterramiento y las cámaras de aceite en un lugar técnicamente viable.

Debe colocarse como mínimo una ventana para ventilación de la cabina, con celosías, de acuerdo con el diseño mostrado en Anexos.

### **3.1.6.17 Panel de Medición**

Las cajas y paneles de medición deben cumplir con las especificaciones técnicas de acuerdo con la norma NB 148001-2-3. Ver diseños de paneles en anexos.

El diseño del panel debe mostrar lo siguiente:

- a) Tipo y cantidad de los medidores que se instalarán (Monofásicos, Trifásicos, Electromecánicos y/o Electrónicos)
- b) Diseño de la caja o panel de medición, para medición directa o indirecta, o panel para medición para múltiples consumidores. Debe incluirse las cotas y medidas de todo el panel. Ver en Anexos.
- c) En el panel para medición múltiple, cada compartimento asignado a un medidor debe tener una descripción numérica, la misma que debe coincidir con el correspondiente medidor indicado en el diagrama unifilar.
- d) En un panel con múltiples medidores monofásicos y/o trifásicos, el visor para lectura de consumo de energía del(los) medidor(es) superior(es) debe(n) estar a la altura de 1,70 metros del piso terminado y el último inferior no menor a 0,50 metros.

- e) Para un panel múltiple, por cada columna solo se permite instalar
- o cuatro medidores monofásicos
  - o tres medidores trifásicos
  - o cuatro medidores en la combinación de ambos, con dos trifásicos y dos monofásicos, siendo que los trifásicos deben ir siempre en la parte superior.
- f) En un panel de múltiples medidores suministrado en BT sin transformador exclusivo, en una cantidad de hasta seis medidores se puede considerar que el compartimiento 1, de las barras y de la llave general, pueda ubicarse en la parte superior del panel. En el mismo compartimiento debe considerarse un espacio para un medidor de control. Para estos casos, el compartimiento 3 debe ubicarse en la parte inferior.
- g) En proyectos con suministro en MT con múltiples medidores, se debe considerar en el compartimiento 1, arriba de las barras y de la llave general, un espacio para un medidor de control y la instalación de los transformadores de medida y de una bornera de conexión.
- h) El panel de medición, el cableado y sus protecciones, son propiedad y responsabilidad del usuario.
- i) El ancho del compartimiento para la instalación de los termomagnéticos de carga de los consumidores debe ser mínimo de 30 cm., de tal manera que se pueda realizar de manera cómoda y segura la medición de carga mediante instrumento (pinza).
- j) El panel con múltiples medidores debe ser instalado bajo techo como protección contra la lluvia.
- k) El panel de medidores en proyectos con suministro en BT debe estar instalado sobre la línea municipal y debe ser de libre acceso en cualquier momento. No puede estar instalado dentro del inmueble o pasillo de ingreso.
- l) En el proyecto eléctrico debe presentarse fotografías de la fachada del predio y del lugar donde será instalado el panel de medición.
- m) La caja o panel de medición no debe ser instalado a más de 10 metros del transformador instalado dentro del predio.
- n) Se requiere que para cada panel de múltiples medidores se debe dejar una cantidad de espacios de reserva para la instalación de futuros medidores. Las cantidades mínimas sugeridas se muestran en el cuadro a seguir:

Actividad	Domiciliaria		Oficinas Independ.		Comercios y Servicios		Mercados Públicos		Actividades Mixtas	
	%	Reserva	%	Reserva	%	Reserva	%	Reserva	%	Reserva
Hasta 6	20	1	30	2	30	2	50	3	20--30	1--2
Hasta 10	20	2	30	3	30	3	50	5	20--30	2--3
Hasta 20	15	3	25	4	25	5	40	8	15--25	3--5
Hasta 36	12	4	20	7	20	7	30	10	12--20	4--7
Hasta 50	10	5	15	8	18	9	25	12	10--18	5--9
Mayor a 50	12	6	18	9	20	10	30	15	12--20	6--10

**Tabla 4: Cantidades Mínimas de Seguridad Sugeridas**

**Notas. –**

- a) El ejecutivo a cargo de la aprobación de proyectos eléctricos y el Ingeniero Responsable del Proyecto consensuarán la cantidad de medidores de reserva que se debe dejar en cada panel de múltiples medidores en base a la tabla anterior.

- b) Los medidores de reserva deben estar contemplados en el diagrama unifilar y en el cuadro de carga general.
- c) La aprobación del proyecto por parte de CRE solamente contempla instalaciones hasta el punto de medición y ello no genera responsabilidad alguna para CRE sobre las instalaciones eléctrica internas derivadas a partir del medidor.
- d) Toda instalación interna del consumidor de energía debe cumplir con la Norma NB777.

### 3.1.6.18 Hojas de Estacado

Las hojas de estacado deben ser elaboradas según manuales y procedimientos vigentes en CRE e incluir imprescindiblemente la siguiente información:

Nombre y datos del proyecto en encabezado.

- a) Estructuras existentes.
- b) Tipo de postes a instalar, mover y/o retirar detallando ángulo y distancia al vano anterior.
- c) Tipos de estructuras a instalar, mover y/o retirar.
- d) Tipo y cantidad (en metros) de conductores a instalar, mover y/o retirar desagregados en línea primaria, secundaria y de neutro.
- e) Tipo y cantidad de equipos eléctricos a instalar, mover y/o retirar.
- f) Croquis gráfico geo-referenciado de la hoja de estacado (coordenadas en formato UTM y/o coordenadas geográficas).
- g) Para toda instalación en Media Tensión se debe anexar a la hoja de estacado, un gráfico, croquis o plano geo-referenciado, mostrando claramente los postes existentes y los nuevos a instalar, con la línea de MT, la acometida y el puesto de transformación, indicando las referencias existentes, como ser, caminos, vía férrea, gasoducto o carretera correspondiente, la línea de MT, la acometida y poste, con el código de placa del puesto de transformación o fusibles de derivación más cercanos, especificando las coordenadas geográficas de éstos y del poste de servicio del cual se derivará al nuevo puesto de transformación. En lo posible adjuntar el código de ubicación del vecino más cercano.
- h) Detallar las alturas mínimas de los vanos cuando exista algún cruce de carretera, vía férrea, etc. Mismas que deben estar dentro de los límites establecidos en el Manual de Estructuras de CRE.
- i) La distancia máxima entre postes de una acometida MT debe ser de 100 m. En predios rurales puede ser máximo de 110 m siempre y cuando se cumpla con las normas de CRE.
- j) Toda acometida particular en MT debe estar aterrada como máximo cada 500 m.
- k) En caso se requieran realizar trabajos de poda y corte de árboles presentar aprobación por parte del Ente responsable (Ej. Alcaldías, Gobernaciones, etc.). Ejecutar según procedimientos, regulaciones, leyes medio ambientales.

### 3.1.6.19 Aterramiento

El sistema de conexión a tierra exigido para las instalaciones eléctricas interiores y atendidos desde la red pública de alimentación, es el sistema de conexión a tierra TT, de acuerdo con la Norma NB 777.

- a) La resistencia de la malla de aterramiento debe ser menor a 10 Ohm.
- b) Todas las partes metálicas, normalmente no energizadas, como carcasas de equipos, blindaje de los cables subterráneos, panel de medición, cuba del transformador, estructuras metálicas o cualquier otro equipo o accesorio, deben ser conectados al sistema de aterramiento de seguridad a través de conductores de cobre de una sección mínima de 25 mm<sup>2</sup>.



- c) Para las cabinas de transformadores, debe ser construida una malla de aterramiento con electrodos (jabalinas) de cobre de 2,4 m X  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, donde la parte superior de las mismas debe estar enterrada a 30 cm por abajo del nivel del suelo. Cada electrodo debe tener el conector correspondiente de acuerdo con la norma.
- d) Se debe construir una cámara para la inspección del electrodo de aterramiento, para realizar las pruebas de resistencia de tierra, conforme al diseño mostrado en Anexos. Las paredes internas de la cámara deberán ser revocadas y el fondo contener grava, para absorber las aguas de lluvias.
- e) La eficiencia de cualquier electrodo de aterramiento depende de las condiciones locales del suelo, se deben instalar uno o más electrodos de acuerdo con las condiciones del suelo y al valor de la resistencia de aterramiento debe ser menor a 10 ohms. La distancia entre los electrodos interconectados en la malla no debe ser menor a 3 metros.
- f) Debe diferenciarse el aterramiento de servicio (neutro del sistema o instalación eléctrica) del aterramiento de seguridad, este último para descargar las fallas eléctricas o retornos de corriente que energicen el panel, pilastra, o partes eléctricas no energizadas. Funcionalmente, ambos sistemas de aterramiento deben tener conexiones separadas, sin embargo, pueden utilizar la misma malla de aterramiento.
- g) Los empalmes entre la varilla y los bajantes de los sistemas de aterramiento deberán ser mediante conectores a compresión (tipo C), o soldadura exotérmica.
- h) Los cables de la bajante de aterramiento de los pararrayos, del neutro y de la interconexión a las varillas de aterramiento, deben ser de cobre, sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de aterramiento deben ser protegidos, en su descenso a lo largo del poste o de la pared, por un electroducto de PVC rígido. El cable bajante de tierra no debe ir dentro de tubo metálico.

- i) Los conductores de aterramiento deben ser protegidos, en su descenso a lo largo del poste o de la pared, por un electroducto de PVC rígido y reforzado de 3 m de altura mínima.
- j) Los sistemas de puesta a tierra deben ejecutarse bajo normas IBNORCA NB777, IEEE Std 80-86
- k) Cuando no se pueda obtener la resistencia de aterramiento requerida, el interesado podrá adoptar algunas de las siguientes combinaciones hasta lograr el valor mínimo requerido:
  - Ampliación del aterramiento (malla de tierra) fuera de los límites de la subestación, usando varillas alineadas y conectadas entre sí con cable de cobre, con valores de profundidad y espaciamiento ya mencionados.
  - Realizar tratamiento químico del suelo o reemplazar el material del área de aterramiento.
  - Utilizar varillas más profundas, en caso de que la resistividad del suelo disminuya con la profundidad.

**Nota. - Para potencias mayores o iguales a 700 kVA, el proyecto debe incluir el esquema y diseño del sistema de aterramiento.**

### 3.1.6.20 Protecciones

- a) Para acometidas para paneles de más de 3 medidores conectadas a la red de Baja Tensión, la corriente nominal del disyuntor principal instalado debe ser máximo de 63 Amperios.
- b) La protección principal del panel de medición debe ser a través de un disyuntor termomagnético no regulable.
- c) En el diagrama unifilar de los proyectos de Baja Tensión, debe indicarse la capacidad de cada uno de los equipos de protección a instalar.

- d) En caso de proyectos de Media Tensión debe indicarse las características técnicas de los pararrayos, seccionadores fusibles, aisladores y otros equipos. Esto es aplicable también a seccionadores cuchilla, interruptores y reconectador cuando corresponda, indicando el BIL y clase de estos.
- e) Cuando la instalación requiera de un reconectador se debe contemplar la instalación de un transformador de potencial monofásico para alimentar permanentemente la batería de la caja de control del mismo.
- f) En los proyectos que incluyan Reconectador, se debe ingresar la caja de control para ensayos y programación en el laboratorio de protecciones de CRE, y el equipo actuador al taller de transformadores de CRE. Estos servicios deben ser coordinados con el Ejecutivo de Proyectos asignado.

#### **3.1.6.21 Cronograma**

El proyecto debe incluir un cronograma de ejecución que incluya la fecha de inicio y final de las obras relacionadas con el suministro eléctrico.

#### **3.1.6.22 Acometidas de Agua y Gas**

En el diseño se deben detallar las acometidas de otros servicios como agua y gas, donde se puedan verificar las distancias de seguridad al equipamiento eléctrico.

### **3.2 Proyecto Multiusuario**

Se designa así a proyectos para requerimientos de 4 o más consumidores (medidores) con suministro en Baja Tensión, siempre y cuando ninguno de los consumos supere los 50 kVA. Los proyectos multiusuario pueden alimentarse desde la red de distribución de Baja Tensión o a través de un transformador de uso exclusivo provisto por CRE e instalado dentro de los predios de los solicitantes.

Para el suministro eléctrico a proyectos Multiusuario, CRE realizará la dotación de cierto equipamiento en Media Tensión, de la siguiente manera:

- a) Para puestos de transformación instalados en forma aérea (en poste), con acometida en Media Tensión aérea, CRE dota e instala el puesto de transformación completo, incluyendo la acometida y la estructura de derivación en MT en la red de distribución.
- b) Para puestos de transformación instalados en cabina con acometida subterránea en MT, CRE dota e instala el transformador y la cruceta acompañada de los seccionadores de la partida, sin embargo, la estructura de derivación en el poste de partida, el cable aislado para la acometida en MT, los terminales del cable (mufla), seccionadores, pararrayos y obras civiles deberán ser adquiridos e instalados por el propietario del predio.
- c) El puesto de transformación debe ser ubicado de tal forma a facilitar el acceso para poder realizar los trabajos de mantenimiento y operación del equipo.
- d) CRE dispone de módulos de transformación convencionales de hasta 315 kVA para instalar en sistemas Multiusuario según tabla 3. En caso de que el predio requiera mayor potencia instalada se instalarán módulos adicionales que sumen la potencia requerida.
- e) La potencia del proyecto multiusuario será revisada por el Ejecutivo de Proyecto asignado y de ser necesario deberá ajustarse a valores dentro de los índices establecidos en la norma NB777 de acuerdo con la actividad.

Las exigencias técnicas son básicamente las mismas que para aquellos consumidores suministrados en Media Tensión y medidos en Baja Tensión.

### 3.2.1 Requisitos Proyectos Multiusuario

El proyecto eléctrico Multiusuario debe cumplir las mismas exigencias de un proyecto eléctrico particular y adicionalmente algunos requisitos que se detallan a continuación:

- a) Solicitar adjuntando a la carta el formulario F499, “Evaluación del proyecto como sistema Multiusuario”, adjuntando el formulario respectivo de aprobación de proyecto PLLI001, (ver formularios en Anexos), con la información solicitada en el mismo.
- b) El propietario solicitante de la modalidad Multiusuario debe otorgar a CRE, mediante documento escrito que lo avale como propietario y/o representante legal, servidumbre voluntaria dentro de su terreno para que CRE construya las instalaciones eléctricas en Media Tensión que el proyecto requiera. Esta autorización de servidumbre no tiene término ni caducidad mientras el servicio bajo ésta modalidad de suministro esté vigente, aunque cambie de propietarios o tenedores del predio. Estas concesiones serán incluidas en un Contrato de Tiempo Pactado, utilizado para programar la ejecución de las obras eléctricas por parte de CRE. Adicionalmente, en el mismo documento también se mencionan las obligaciones, responsabilidades y derechos de cada una de las partes.
- c) El propietario solicitante del proyecto Multiusuario debe hacer construir todas las obras civiles necesarias y suficientes para albergar las instalaciones eléctricas que realizará CRE, tales como, cabina de transformación, tendido de ductos para cables en MT y BT, cámaras de inspección, plataforma de H°A° para el transformador si este fuese a ser instalado en cabina, soporte metálico para sujetar los cables de MT incluyendo las barras aéreas de derivación en MT si el diseño las contempla, malla de aterramiento, cabina o cerco interno de malla olímpica para separación de áreas en la subestación, etc. Las obras civiles deben ser ejecutadas desde el punto de entrega de la red distribución de CRE.
- d) Estas obras deben ser construidas de acuerdo con normas técnicas vigentes y ser planteadas y ejecutadas desde sus inicios en coordinación con CRE, para la fiscalización y corrección oportuna de las mismas, caso surjan observaciones, como también para la programación e instalación de todo el equipamiento eléctrico que el proyecto Multiusuario contemple. En caso no haya tal coordinación, CRE no se responsabiliza por atraso en la instalación, fiscalización y energización de los equipos. La construcción de las obras sólo debe iniciarse posterior a la aprobación del proyecto por parte de CRE.
- e) Es responsabilidad del propietario solicitante, el cuidado y seguridad del equipamiento instalado por CRE en sus predios y éste será cobrado en caso de pérdida o daño donde se compruebe negligencia en su uso o en el cuidado de este.
- f) Para proyectos multiusuario con acometidas subterráneas se exigirá la instalación de un ducto de reserva adicional con las mismas dimensiones hasta la cabina del transformador desde el punto de entrega de la red distribución de CRE hasta la cabina del puesto de transformación.
- g) Para proyectos multiusuario con acometidas subterráneas se exigirá la instalación de la bajante desde el transformador con tubo galvanizado de 4”.
- h) Para proyectos multiusuario donde algún tramo del ducto de acometida en MT se encuentre instalada externamente en subsuelo o en lugares donde exista circulación vehicular, se exigirá la utilización de tubo galvanizado de 4”, tanto para la acometida como para el ducto auxiliar, siempre respetando las distancias de seguridad. Se debe construir según NTCRE 036/02 (obras civiles).
- i) En proyectos multiusuario, CRE deberá poder acceder a las instalaciones eléctricas en forma irrestricta al objeto de realizar mediciones o mantenimiento de equipos, para ello deberá existir un acceso expedito en todo momento, para el ingreso de equipos hidro-elevadores u otros utilizados para cambiar, retirar o instalar el transformador.

- j) En caso de que uno o más consumidores supere la potencia de 50 kVA, debe prever la instalación de una nueva acometida y suministro en MT independiente del multiusuario. Para lo cual no podrá utilizar el ducto de reserva del multiusuario para este nuevo punto de suministro.
- k) En caso de requerir des-energizar transformador(es) en operación, se debe requerir un corte programado mediante nota escrita al ejecutivo de Grandes Consumidores de CRE con una anticipación mínima de 7 días, adjuntando autorización del corte de suministro firmado por todos los consumidores que serán afectados.

### 3.3 Proyecto Simplificado

Se podrá presentar un proyecto eléctrico simplificado en lugar de un proyecto eléctrico completo para los siguientes casos:

- a) Proyectos aprobados y no ejecutados con más de un (1) año calendario de aprobación y que no presenten cambios significativos en el proyecto.
- b) Proyecto eléctrico aprobado, donde se requiera realizar alguna modificación simple del proyecto.
- c) Traslados internos dentro de sus predios del panel de medición o del puesto de transformación, sin modificaciones técnicas.
- d) Toda instalación en Media o Baja Tensión que requiera de un aumento o disminución de la cantidad de medidores en un máximo de 25% a la cantidad anterior.
- e) Se realizan en el predio “Obras Menores”, como ser:
  - Traslados internos de equipos y/o circuitos eléctricos (antes de la medición)
  - Traslado interno de la subestación
  - Otro tipo de modificaciones simples que involucren al suministro eléctrico

#### 3.3.1 Contenido Mínimo del Proyecto simplificado

- Carta solicitando aprobación de las modificaciones a realizarse
- Formulario de solicitud de aprobación de proyecto eléctrico (Form. F499)
- Memoria descriptiva específica, con el motivo de la solicitud, obras a ejecutar, cronograma, etc.
- Ubicación (adicionalmente la referencia de un código fijo consumidor de CRE, del vecino u otro más cercano y/o número de placa de un transformador particular o de CRE).
- Planos y croquis acotados de las modificaciones a realizar (del existente y del modificado)
- Si corresponde, diagrama unifilar de la instalación eléctrica existente y la nueva a implementar
- Si corresponde, hoja de estacado.
- Si corresponde, formulario de autorización del municipio correspondiente (sección edificaciones).
- Si corresponde, cuadros de cargas, en detalles y resumen, mostrando las modificaciones
- Si corresponde, planos y croquis acotados, de las instalaciones sujetas a modificaciones, etc.
- Si corresponde, detalles de las nuevas estructuras o del nuevo panel a ser instalados
- Si corresponde, presentación de protocolos y/o especificaciones de los equipos a reemplazarse

## 4. Capítulo IV

### 4.1 Centros de Transformación

Todo proyecto presentado para aprobación que contemple transformadores nuevos deberá contar con el protocolo de ensayos del fabricante.

Para los proyectos que contemplen la instalación de transformadores usados, estos deben ser ingresados al taller de transformadores de CRE para su revisión. Asimismo, deben contar con una placa de identificación con datos nítidos, claros y legibles, mostrando mínimamente lo establecido en la norma IEEE C57.12.00 o IEC 60076-1:

- Potencia nominal del transformador
- Marca
- Número de serie
- Tensión nominal primaria
- Tensión nominal secundaria
- Año de fabricación
- Frecuencia
- Impedancia del cortocircuito
- BIL
- Grupo de conexión o polaridad y esquema de conexionado
- Elevación de temperatura
- Volumen de aceite
- Peso de transformador
- Norma de fabricación
- País de procedencia

**Nota.** – La revisión y ensayos de rutina para los transformadores usados a realizarse en el Laboratorio de Transformadores de CRE, en primera instancia no tendrá ningún costo para el cliente (propietario). En caso de que el transformador ingresado resulte observado por un cumplir alguno de los ensayos, éste deberá ser retirado por el solicitante. El propietario podrá solicitar posteriormente un nuevo ensayo, cubriendo los costos vigentes de CRE.

### 4.2 Potencias y Pérdidas Estandarizadas

La presentación de transformadores para los diferentes proyectos eléctricos, se debe realizar tomando en cuenta los valores de Potencia Nominal recomendadas en IEEE Std. C57.12.00 o NBR 5440.

Asimismo, con el fin de promover el mayor rendimiento energético de los transformadores instalados en el sistema eléctrico de CRE, la evaluación de las pérdidas máximas en los transformadores, estará basada en los valores recomendados en IEC TS 60076-20, y que están contempladas por la AETN a través de la Resolución SSDE-039/2000.

Los valores de potencias nominales y pérdidas máximas recomendadas se muestran en la Tabla 5.

**PÉRDIDAS EN TRANSFORMACIÓN**  
**RESOLUCION SSDE N° 039/2000**

Potencia del Transformador kVA	Pérdidas en Vacío kWh/mes	Pérdidas en Vacío [W]	Pérdidas en Carga [%]	Pérdidas en Carga [W]
5	27	37	2.6%	130
10	45	62	2.2%	220
15	62	85	2.0%	300
20	77	105	1.9%	380
25	91	125	1.8%	450
30	104	142	1.7%	510
37.5	124	170	1.6%	600
50	154	211	1.5%	750
60	177	242	1.4%	840
75	210	288	1.4%	1050
100	261	358	1.3%	1300
112.5	285	390	1.2%	1350
125	309	423	1.2%	1500
150	355	486	1.1%	1650
160	374	512	1.1%	1760
175	400	548	1.1%	1925
200	443	607	1.1%	2200
225	485	664	1.0%	2250
250	525	719	1.0%	2500
300	603	826	1.0%	3000
400	751	1029	0.9%	3600
500	890	1219	0.9%	4500
630	1062	1455	0.8%	5040
750	1212	1660	0.8%	6000
1000	1510	2068	0.7%	7000
1250	1789	2451	0.7%	8750
1500	2056	2816	0.7%	10500
2000	2560	3507	0.6%	12000
2500	3034	4156	0.6%	15000

**Tabla 5:** Potencias Nominales y Pérdidas Máximas Recomendadas

Un transformador que no cumple con los requisitos de esta especificación técnica puede cumplir con los requisitos de otras normas de la serie IEC 60076.

### 4.3 Evaluación de Transformación

La evaluación para aceptación de transformadores se hará de acuerdo con el protocolo de ensayos en fábrica en caso de Transformadores nuevos. Para transformadores usados o reconstruidos por talleres de reparación, se hará de acuerdo al reporte de ensayos del Laboratorio de Transformadores de CRE. En los dos casos los parámetros a evaluar son los que muestran en el siguiente cuadro:

Parámetro	Criterio de Evaluación
Potencia Nominal	Debe estar contemplada en los valores de la Tabla 5 de esta guía
Impedancia de Cortocircuito	Debe estar de acuerdo a los valores recomendados en IEEE Std. C57.12.24 y dentro de las tolerancias permitidas en IEEE Std. C57.12.00 o IEC 60076-1 Tabla 1
Relación de Transformación	Debe estar dentro las tolerancias permitidas en IEEE Std. C57.12.00 o IEC 60076-1 Tabla 1
Pérdidas en Carga	Deben ser similares a las contempladas en la Tabla 5 de esta guía y estar dentro las tolerancias permitidas en IEEE Std. C57.12.00 o IEC 60076-1 Tabla 1
Pérdidas en Vacío	Deben ser similares a las contempladas en la Tabla 5 de esta guía y estar dentro las tolerancias permitidas en IEEE Std. C57.12.00 o IEC 60076-1 Tabla 1
Corriente de Excitación	No debe superar el 4% de la corriente nominal

**Nota.** - Para evaluación y aprobación de las pérdidas máximas en los transformadores también se procederá dependiendo del tipo de medición que corresponde al proyecto eléctrico presentado.

#### 4.4 Medición

En función al nivel de tensión y la magnitud de la carga, la medición puede ser directa, semidirecta o indirecta.

Todos los sistemas de medición deben contar con el tipo de conexión acorde con el nivel de tensión y el consumo de energía que se va a medir.

Todos los transformadores de medida sean de corriente o de potencial, sea en Baja o Media Tensión, sean nuevos o usados, necesariamente deben ingresar al Laboratorio de Medidores y/o al Taller de Transformadores, según corresponda, para que se les realicen los ensayos correspondientes y su validación en el sistema, a fin de proseguir con la energización de las instalaciones del consumidor.

En función al nivel de tensión de suministro y el nivel de tensión de la medición se pueden presentar los siguientes tipos de medición.

Nivel de Tensión de Suministro	Nivel de Tensión de Medición	Potencia Instalada 3F (kVA)	Tipo Medición
BT	BT	≤50	Directa
MT	BT	≤50	Directa
MT	BT	>50; ≤500	Semidirecta (CT)
MT	MT	≥500	Indirecta (CT y PT)

**Tabla 6:** Tipo de Medición según Tensión de Suministro

#### 4.4.1 Medición Directa

La medición directa es posible solo si la carga no sobrepasa los 100 amperios por fase. Se puede utilizar medición directa para sistemas monofásicos con potencia instalada de hasta 20 kVA y hasta 50 kVA en sistemas trifásicos.

#### 4.4.2 Medición Semidirecta

Se denomina medición semidirecta al tipo de conexión en la cual las señales de tensión que recibe el medidor son las mismas que recibe la carga y las señales de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de corriente (TC) utilizados para transformar la corriente que recibe la carga.

Cuando la potencia instalada en centros de transformación sobrepase los límites para medición directa se deberán instalar transformadores de corriente (CT's) para realizar la medición de forma semidirecta.

Los transformadores de corriente (CT's) deben cumplir con las especificaciones técnicas detalladas en anexos.

Los transformadores de corriente CT's en baja tensión deben ingresar al Laboratorio de Medidores de CRE para la realización de los ensayos correspondientes.

La relación de transformación de los transformadores de corriente CT's se deberá realizar con base en la Norma IEEE-C57.13 según el detalle siguiente:

Burden CT: 10 VA					
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico	Termomagnético (Máx.)
75	113.95	100/5	0.6	1.2	100-125
100	151.93	150/5	0.6	1.2	150
112.5	170.93	150/5 – 200/5	0.6	1.2	150-175
150	227.90	200/5-250/5	0.6	1.2	225-250
200	303.87	250/5-300/5	0.6	1.2	300
225	341.85	300/5	0.6	1.2	300-350
250	379.84	400/5	0.6	1.2	400
300	455.80	400/5-500/5	0.6	1.2	400-450
315	478.59	500/5	0.6	1.2	500
350	531.77	500/5	0.6	1.2	500
400	607.74	600/5	0.6	1.2	600
450	683.70	700/5	0.6	1.2	700

**Tabla 7:** Relación de TC's para Medición Semidirecta – Tensión Trifásica 380 V

Burden CT: 10 VA					
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico	Termomagnético (Máx.)
25	113.95	100/5	0.6	1.2	100-125
30	136.4	100/5 – 150/5	0.6	1.2	125-150
37.5	170.45	150/5 – 200/5	0.6	1.2	150-175



50	227.7	200/5 – 250/5	0.6	1.2	225-250
75	341.85	300/5	0.6	1.2	300-350

**Tabla 8: Relación de TC's para Medición Semidirecta – Tensión Monofásica 220 V**

#### 4.4.3 Medición Indirecta

Se denomina medición indirecta al tipo de conexión en la cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de tensión y de corriente utilizados para transformar las tensiones y corrientes que recibe la carga.

Cuando la potencia instalada sea igual o mayor a 500 kVA se deberá contar con un único punto de medición en Media Tensión con medición indirecta.

##### 4.4.3.1 Generalidades

- a) Los transformadores de potencial y transformadores de corriente deben cumplir con las especificaciones técnicas de CRE o con las normas IEC 60044; 60186 o la norma IEEE Std. C57.13.
- b) Los transformadores de corriente y transformadores de potencial en Media Tensión deben ingresar al Taller de Transformadores y Laboratorio de CRE para la realización de los ensayos correspondientes.
- c) No se deberá exceder la corriente nominal primaria de los transformadores de corriente fuera de los límites permisibles. En caso de considerar un futuro incremento de carga, se deberá prever la instalación de transformadores multi-relación.
- d) El punto de trabajo del transformador de corriente deberá seleccionarse de tal forma que la carga real del circuito secundario este comprendida entre el 25% y el 100% de su valor.
- e) Se deberá dimensionar la corriente primaria de los transformadores de corriente de tal manera que la corriente máxima circulante por los mismos supere el 60% de su corriente nominal. En caso de disminución de la potencia contratada y/o si la corriente máxima circulante no supere el 30% de la corriente nominal del CT, se deberá modificar la relación de transformación o realizar el cambio de CT en un plazo máximo de 20 días hábiles.
- f) La distancia entre los transformadores de medida y el panel de medición no debe superar los 10 metros
- g) La conexión tanto en el lado de Media Tensión como en el lado de Baja Tensión de los transformadores de tensión o potencial debe ser estrella-estrella
- h) El panel de medición debe llevar una bornera de conexiones de CT's y PT's de acuerdo con especificación técnica NT CRE 018/03, la misma que debe permitir la instalación de precintos
- i) El cableado desde los transformadores de corriente y potencial hacia la bornera de conexiones del panel de medición debe ser de cable de cobre flexible aislado tipo multifilar o cable armado de 4 x 2.5 mm<sup>2</sup> para corriente y de 4 x 1.5 mm<sup>2</sup> para tensión, de cuatro colores y deben bajar protegidos por cañería galvanizada de 1" de diámetro. Las uniones y/o empalmes de las cañerías deberán estar roscadas, con sus respectivas cajas de paso, con orificio para colocar precintos.
- j) Las partes metálicas no energizadas de los transformadores de medida deben estar sólidamente aterradas
- k) Las conexiones de cables en Media y Baja Tensión a los CT's y PT's debe ser mediante terminales. Ver anexos.

Los transformadores de corriente se deberán dimensionar con base en la Norma ANSI-C57.13 según el detalle siguiente.

**Burden CT: 5 VA - Tensión de Red 10.5 kV**

<b>Transformador (kVA)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Relación TC's</b>	<b>Clase de Precisión</b>	<b>Factor Térmico</b>
500	27,49	25/5 – 30/5	0.3	1.2
550	30,24	30/5	0.3	1.2
600	32,99	30/5	0.3	1.2
700	38,49	35/5	0.3	1.2
800	43,99	40/5-45/5	0.3	1.2
900	49,49	45/5-50/5	0.3	1.2
1000	54,99	50/5-55/5	0.3	1.2
1200	65,98	65/5	0.3	1.2
1500	82,48	80/5	0.3	1.2
1800	98,97	90/5-100/5	0.3	1.2

**Tabla 9:** Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 10.5 kV

**Burden CT: 5 VA - Tensión de Red 24.9 kV**

<b>Transformador (kVA)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Relación TC's</b>	<b>Clase de Precisión</b>	<b>Factor Térmico</b>
500	11,59	10/5	0.3	1.2
550	12,75	10/5	0.3	1.2
600	13,91	15/5	0.3	1.2
700	16,23	15/5	0.3	1.2
800	18,55	20/5	0.3	1.2
900	20,87	20/5	0.3	1.2
1000	23,19	20/5 – 25/5	0.3	1.2
1200	27,82	25/5 – 30/5	0.3	1.2
1500	34,78	30-5 - 35/5	0.3	1.2
1800	41,74	40/5	0.3	1.2

**Tabla 10:** Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 24.9 kV

**Burden CT: 5 VA - Tensión de Red 34.5 kV**

<b>Transformador (kVA)</b>	<b>Corriente (A)</b>	<b>Relación TC's</b>	<b>Clase de Precisión</b>	<b>Factor Térmico</b>
500	8,37	10/5	0.3	1.2
550	9,20	10/5	0.3	1.2
600	10,04	10/5	0.3	1.2
700	11,71	10/5	0.3	1.2
800	13,39	15/5	0.3	1.2
900	15,06	15/5	0.3	1.2
1000	16,73	15/5-20/5	0.3	1.2
1200	20,08	20/5	0.3	1.2
1500	25,10	25/5	0.3	1.2
1800	30,12	30/5	0.3	1.2

**Tabla 11: Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 34.5 kV**

#### 4.4.4 Paneles de Medición

##### 4.4.4.1 Paneles de Medición para múltiples medidores en BT

El panel de medidores debe cumplir con todas las especificaciones exigidas en la Norma Boliviana NB148001-2-3, de chapa metálica de 1/16" de espesor, pintura anticorrosiva o de policarbonato con protección UV, burlete de goma en todas las puertas del panel, etc., con nivel de hermeticidad o estanqueidad IP54.

#### Compartimiento Uno

Este compartimiento debe cumplir con las siguientes características:

- Debe contar con un ducto adecuado para el ingreso del alimentador principal en Baja Tensión que viene desde el transformador.
- Contar con espacio para alojar: equipo de medición de control, bornera de conexión (NT CRE 018/03), TC's, llave de protección principal y barras de cobre.
- Contar con una plancha soporte para sujetar los equipos a instalar.
- Contar con un juego de transformadores de corriente, para la medición de control, dimensionados según la capacidad del transformador, los cuales deben ser conectados de acuerdo con el diagrama indicado en Anexos.
- Contar con un disyuntor termomagnético principal de protección dimensionado de acuerdo con la capacidad del transformador.
- Contar con barras de cobre de distribución y neutro, dimensionadas de acuerdo con la capacidad del transformador.
- La tapa, contratapa y sus apoyos de sujeción deben contar con orificios para la instalación de precintos por parte de la CRE.

- h) Las conexiones del conductor a las barras deben realizarse mediante terminales y pernos bimetálicos clase 10, con arandelas planas y de presión, en no más de 2 conexiones por perno.

### **Compartimiento Dos**

En este compartimiento se debe alojar la totalidad de los medidores de energía de los consumidores. Todos los circuitos eléctricos deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) Los circuitos serán de cable de cobre únicamente, calibre 10mm<sup>2</sup> (pueden ser mayores) con siete hilos y deben tener terminales punta hueca (tipo bayoneta, para conexiones en bornera de medidor), y tipo horquilla o de ojo (para conexiones en superficies planas en las barras).
- b) Todos los circuitos que parten de las barras del panel y se dirigen a las borneras de los medidores, así como los de salida de los medidores hacia los disyuntores termomagnéticos individuales, deben estar dentro de canaletas de material aislante y tener terminales en los extremos de conexión y la identificación de cada circuito.
- c) El diseño del panel debe respetar las separaciones mínimas exigidas de acuerdo con las especificaciones indicadas en Anexos.
- d) Se instalarán puertas en los paneles por cada 3 columnas de medidores como máximo, con cerradura para candado e instalación de precintos por parte de CRE.
- e) El diámetro de las ventanillas para lectura de medidores debe ser de 12 cm., como mínimo.
- f) Este compartimiento debe contar con puntos de fijación para cada medidor.
- g) Se usará para la fijación de los medidores, tornillos de material inoxidable.
- h) Todo panel debe estar correctamente aterrado al igual que las puertas de este, de forma independiente de la barra de neutro
- i) El neutro de toda la instalación eléctrica debe estar correctamente aterrado con cable aislado.
- j) Debido a que los medidores cada vez son de menor tamaño, se requiere que los conductores de ingreso y salida a los medidores tengan una longitud mínima de 20 cm. desde el cable-canal hasta la punta del conductor.
- k) El color de los conductores utilizados para la medición debe cumplir la Norma Boliviana NB777, diferenciando el color de las fases (negro, azul y rojo) del neutro, el cual debe ser siempre de color blanco.

### **Compartimiento Tres**

- a) En este compartimiento se alojan todos los disyuntores térmicos, los que deben ser norma DIN, de buena calidad y no deben exceder los 50 Amperes de carga de apertura.
- b) Este compartimiento debe cumplir con las siguientes dimensiones:
  - Ancho mínimo de 25 cm., para disyuntores monofásicos
  - Ancho mínimo de 30 cm., para disyuntores trifásicos
- c) Cada disyuntor y conductor de alimentación, debe tener etiquetas o ferrules de identificación y estar codificado de manera de poder verificar a qué medidor o consumidor corresponde.
- d) En la parte interna de la tapa de este compartimiento, debe colocar el listado de medidores plastificado o en acrílico identificando al consumidor correspondiente, su actividad, como ser, servicio general, local comercial, oficina, departamento y otros.
- e) CRE no se hace responsable por instalaciones ejecutadas erróneamente, donde no se respete el orden de distribución de medidores aprobado en el proyecto.

#### 4.4.4.2 Paneles de Medición para medición semiindirecta (CT en BT)

El panel de medición debe cumplir con todas las especificaciones exigidas en la Norma Boliviana NB148001-2-3, de chapa metálica de 1/16" de espesor, pintura anticorrosiva o de policarbonato con protección UV, burlete de goma en todas las puertas del panel, etc., con nivel de hermeticidad o estanqueidad IP54.

##### Compartimiento Uno

Por este compartimiento debe ingresar el alimentador principal de Baja Tensión, que viene directamente desde el transformador y debe cumplir con las siguientes características:

- a) Contar con una plancha soporte para sujetar los equipos a instalar.
- b) Contar con una bornera de conexión de acuerdo con especificación técnica NT CRE 018/03
- c) Contar con un juego de transformadores de corriente, según la capacidad del transformador, para la respectiva medición, los cuales deben estar conectados de acuerdo con el diagrama indicado en Anexos.
- d) Contar con un juego de barras de cobre para distribución trifásica aisladas del panel, instalada de acuerdo con la norma NB 777 y NB 148001-2-3.
- e) La tapa y contratapa deben permitir la instalación de precintos por parte de CRE.
- f) Los vidrios de las ventanillas de inspección deben estar sujetos con gomas o burletes que garanticen la hermeticidad del panel (IP54).
- g) Contar con una barra de cobre para el neutro la cual debe estar debidamente aterrada y aislada del panel, la misma que debe tener dos orificios y sus respectivos pernos y arandelas plana y de presión para el cableado de los medidores.
- h) Las conexiones de los conductores a los transformadores de corriente y del interruptor principal, deben realizarse mediante terminales y pernos bimetálicos, de material inoxidable.
- i) Se permitirá la instalación de hasta dos conductores por fase, únicamente en los circuitos de potencia, los que deben ser dimensionados de acuerdo con la corriente nominal del transformador y del interruptor principal en BT. Estos conductores se instalan por debajo de la bandeja o contratapa de sujeción inferior, que es soporte para los medidores de energía.

##### Compartimiento Dos

En este compartimiento debe alojar el (o los) disyuntor(es) principal(es), el mismo deberá ser instalado sobre una bandeja de sujeción.

#### 4.4.4.3 Paneles de Medición para Medición Indirecta (CT y PT en MT)

El panel de medición debe cumplir con todas las especificaciones exigidas en la Norma Boliviana NB148001-2-3, de chapa metálica de 1/16" de espesor, pintura anticorrosiva o de policarbonato con protección UV, burlete de goma en todas las puertas del panel, etc., con nivel de hermeticidad o estanqueidad IP54.

Este panel posee un único compartimiento al que accede el cableado desde los transformadores de corriente y potencial hacia la bornera de conexión, ubicada dentro de éste mismo compartimiento.

Deberá cumplir con las siguientes características:

- a) Debe contar con un ducto de cañería galvanizada de 1" de diámetro debidamente apantallado o cañería galvanizada tipo media luna adecuado para el ingreso de los circuitos de señal de tensión y corriente que vienen desde los devanados secundarios de los transformadores de medida.
- b) Los conductores de señal deben ser de 2,5 mm<sup>2</sup> para corriente y 1,5 mm<sup>2</sup> para tensión.

- c) Contar con una plancha soporte de fondo y un punto de fijación en ésta (tornillo de material inoxidable) para el medidor trifásico de energía y bornera de conexiones, según NT CRE 018/03.
- d) La tapa deberá permitir la instalación de precintos por parte de CRE.
- e) Contar con una barra de cobre para el neutro la cual debe estar debidamente aterrada y aislada del panel, la misma que debe tener dos orificios y sus respectivos pernos y arandelas plana y de presión para el cableado de los medidores, ambos de material inoxidable.

## 4.5 Protección

### 4.5.1 Protección en Baja Tensión

Para acometidas conectadas a la red de Baja Tensión, la corriente nominal del disyuntor principal instalado debe ser de 63 Amperios.

La protección principal del panel de medición debe ser a través de un disyuntor termomagnético no regulable dimensionado de acuerdo con la capacidad del transformador.

En proyectos de Baja Tensión, debe indicarse las características técnicas de cada uno de los equipos de protección a instalar, de acuerdo con el diagrama unifilar presentado, para el circuito principal como también de los circuitos secundarios.

Toda instalación trifásica que alimente a motores u otros equipos trifásicos, debe tener protección complementaria contra falta de fase.

En las instalaciones especiales como hospitales o industrias con procesos críticos se deben instalar las protecciones exigidas por los equipos especiales, según la norma NB777.

### 4.5.2 Protección en Media Tensión

Toda instalación con suministro en Media Tensión deberá contar con elementos de protección en Media Tensión contra sobrecorriente y cortocircuitos de acuerdo con el siguiente detalle:

Potencia	Sistema	Protección
Menor a 700 kVA	10.5 kV	Seccionador fusible
Menor a 700 kVA	24.9 kV	Seccionador fusible
Menor a 400 kVA	34.5 kV	Seccionador fusible
Igual o Mayor a 700 kVA	10.5 kV	Interruptor o Reconectador
Igual o Mayor a 700 kVA	24.9 kV	Interruptor o Reconectador
Igual o Mayor a 400 kVA	34.5 kV	Interruptor o Reconectador

**Tabla 12: Protección en Media Tensión**

Toda instalación que cuente con Reconectador o Interruptor deberá tener cuchillas de apertura tripolar para mantenimiento.

Los ajustes de las curvas de protecciones de los Reconectores e Interruptores serán realizados por personal de CRE en coordinación con el Ejecutivo de Proyectos asignado.

Todo equipo de protección en MT que ingrese al sistema eléctrico de CRE debe poseer las curvas de protección Normal Inversa, bajo normas IEC, con todos sus diales de tiempo.

La apertura del Reconectador debe ser tripolar (apertura simultánea de las tres fases), que permita ajustes independientes por fase y por residual, además, en ambos casos, debe permitir la habilitación de instantáneos.

La capacidad de interrupción de corto circuito medida en kA, de los Reconectadores e interruptores es la siguiente:

Sistema 10.5kV	igual o mayor a 8 kA
Sistema 24.9kV	igual o mayor a 12 kA
Sistema 34.5kV	igual o mayor a 12 kA.

En el proyecto se deben presentar los datos técnicos del equipo operativo y de control, además de protocolos de ensayos.

Para la alimentación de la batería de la caja de control del Reconectador, debe instalarse un transformador de potencial monofásico de acuerdo con el nivel de tensión de servicio y de capacidad acorde a las características técnicas de la caja de control a ser alimentada.

En las instalaciones eléctricas de surtidores de combustibles líquidos y gaseosos debe instalarse un botón de emergencia de fácil acceso, para corte de suministro total al surtidor, en caso de alguna contingencia.

## 5. Reseñas y Notas

### 5.1 Bibliografía

- Norma Boliviana NB 777
- Código Eléctrico Nacional NEC 1996
- Subestaciones de alta y extra alta tensión HMV Ingenieros Mejía Villegas S.A.
- Manual de estructuras aéreas en MT 10,5; 14,4/24,9 KV. NT CRE NT CRE 003
- Manual de estructuras aéreas en MT. 19.9/34,5 KV. NT CRE 004
- Manual de estructuras subterráneas en MT. NT CRE 019
- Manual de redes aéreas de distribución de energía eléctrica compacta MT 10.5 KV y 14.4/24.9 KV y pre ensambladas en BT, 220/380 V. NT CRE 034.
- Normas para cajas de medición y accesorios NT CRE 002/01

### 5.2 Documentos Co-vigentes

- MA000GA.010 - Registro, Verificación y Conexión a la Red Eléctrica de CRE de Proyectos de Generación Distribuida
- IP010GC.006 - Instructivo de procedimientos proyectos eléctricos particulares
- IP000GC.033 - Instructivo de procedimientos proyectos multiusuario

## 6. Registro de Calidad, Registro de Cumplimiento

- F500 - Solicitud de Ampliación de línea / poste de Servicio para proyectos particulares
- F499 - Formulario de Solicitud de Aprobación de Proyectos Eléctricos Particulares en CRE
- F498 - Formulario de Solicitud de Desconexión de Fusibles en Media Tensión para proyectos particulares
- F1014 - Formulario de Solicitud de Aprobación de un Proyecto Eléctrico Multiusuario

- F798 - Solicitud de Disponibilidad de Potencia para requerimientos a partir de 500 kVA en el Área Integrada y de 200 kVA en Sistemas Regionales

## **7. Sistema de Modificación/Actualización**


Es competencia de la Subgerencia de Servicios al Consumidor (GCP) la modificación y/o actualización del presente documento,

## **8. Anexos**

- F500 - Solicitud de Ampliación de línea / poste de Servicio para proyectos particulares
- F499 - Formulario de Solicitud de Aprobación de Proyectos Eléctricos Particulares en CRE
- F498 - Formulario de Solicitud de Desconexión de Fusibles en Media Tensión para proyectos particulares
- F1014 - Formulario de Solicitud de Aprobación de un Proyecto Eléctrico Multiusuario
- F798 - Solicitud de Disponibilidad de Potencia para requerimientos a partir de 500 kVA en el Área Integrada y de 200 kVA en Sistemas Regionales
- Tabla 1 - Distancias Mínimas de Seguridad para puntos fijos
- Tabla 2 - Distancias mínimas de seguridad sentido vertical (m) - Puntos fijos
- Tabla 3 - Tabla para el uso de transformadores de medición - Relación TC's con medición en Baja Tensión Trifásica 380 V
- Tabla 4 - Dimensiones mínimas para Subestaciones Transformadoras
- Planos y Esquemas (PDF externo)



# ANEXOS

	<p><b>COOPERATIVA RURAL DE ELECTRIFICACION R.L.</b>  <b>SUBGERENCIA DE GRACOS Y PROYECTOS</b></p>
<p><b>FORMULARIO DE SOLICITUD DE                  AMPLIACION DE LINEA / POSTE DE SERVICIO                  PARA PROYECTOS PARTICULARES</b></p>	
<b><u>DATOS GENERALES</u></b>	
PROPIETARIO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
INGENIERO RESPONSABLE:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
TELEFONO (INGENIERO):	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Nro. DE PROYECTO APROBADO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
NOMBRE DE PROYECTO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
DIRECCIÓN:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
UV:	<input style="width: 150px;" type="text"/> Mz: <input style="width: 150px;" type="text"/>
<b><u>TIPO DE SOLICITUD</u></b>	
a) POSTE DE SERVICIO:	<input type="checkbox"/>
b) AMPLIACION DE LINEA:	<input type="checkbox"/>
LA AMPLIACION ES MENOR A 100 M SI	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
<b><u>INFORMACION ANEXA ENVIADA</u></b>	
HOJA DE ESTACADO PROPUESTA:	<input type="checkbox"/>
DISEÑO GRAFICO DE LA AMPLIACION:	<input type="checkbox"/>
PLANO DE UBICACIÓN:	<input type="checkbox"/>
OTROS:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
FIRMAS:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
PROPIETARIO	INGENIERO A RESPONSABLE

F500R1



**FORMULARIO DE SOLICITUD DE APROBACION  
DE UN PROYECTO ELECTRICO PARTICULAR (UN FORMULARIO POR MEDIDOR)**

F499 R4

**DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

NOMBRE PROYECTO: \_\_\_\_\_

ACTIVIDAD: \_\_\_\_\_ POSICION EN EL PANEL (1 a 3):

DIRECCION: \_\_\_\_\_ UV: \_\_\_\_\_ MZ: \_\_\_\_\_

REFERENCIAS: PLACA TRANSF.: \_\_\_\_\_ FUSIBLE: \_\_\_\_\_ COD. FIJO: \_\_\_\_\_

PROPIETARIO: \_\_\_\_\_ CORREO EL.: \_\_\_\_\_ Nº TELEF.: \_\_\_\_\_

PROYECTISTA: \_\_\_\_\_ CORREO EL.: \_\_\_\_\_ Nº TELEF.: \_\_\_\_\_

**MOTIVO DEL PROYECTO PARTICULAR**

TIPO: NUEVO:  AUMENTO DE POTENCIA:  TRASLADO INTERNO:

MODIFICATORIO:  DISMINUCION DE POTENCIA:  OTRO: \_\_\_\_\_:

**DATOS DE POTENCIA INSTALADA KVA**

CANT. TRANSFORMADORES: \_\_\_\_\_ POT. TRANSF. (KVA): 1) \_\_\_\_\_ 2) \_\_\_\_\_ 3) \_\_\_\_\_

TOTAL (KVA): \_\_\_\_\_ RELACION TC'S: \_\_\_\_\_ RELACION TP'S: \_\_\_\_\_

**DATOS DE MEDICION DEL PROYECTO**

		MEDICION EN BT: <input type="checkbox"/>	MEDICION EN MT: <input type="checkbox"/>
CANTIDAD MEDIDORES:	MONOFASICOS DIRECTOS: <input type="checkbox"/>	TRIFASICOS DIRECTOS (CON MEMORIA): <input type="checkbox"/>	
	TRIFASICOS DIRECTOS (SIN MEMORIA): <input type="checkbox"/>	TRIFASICOS INDIRECTOS (CON MEMORIA): <input type="checkbox"/>	

MEDIDOR QUE CORRESPONDE A ESTE CONSUMIDOR: \_\_\_\_\_

**PROYECCION DE DEMANDAS (SOLO PARA CONSUMIDORES MD Y GD)**

**AÑO 1**, DESDE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ HASTA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ DEMANDA MAXIMA (KW): \_\_\_\_\_  
(a partir de la eneroización del proyecto)

**AÑO 2**, DESDE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ HASTA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ DEMANDA MAXIMA (KW): \_\_\_\_\_

**AÑO 3**, DESDE \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ HASTA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ DEMANDA MAXIMA (KW): \_\_\_\_\_

**DECLARACION JURADA Y POTENCIAS CONTRATADAS. (SOLO PARA CONSUMIDORES MD Y GD)**

YO, \_\_\_\_\_ CON CARNET DE IDENTIDAD Nº \_\_\_\_\_


**DOY FÉ DE LA INFORMACIÓN Y LOS VALORES REGISTRADOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO Y DECLARO CONOCER QUE:**

- 1) ... PARA LAS NUEVAS CONEXIONES, LOS VALORES DE POTENCIAS DECLARADAS Y CONTRATADAS MEDIANTE ESTE DOCUMENTO TIENEN VALOR DE DECLARACION JURADA Y SERÁN CONSIDERADAS PARA LA FACTURACIÓN DEL SERVICIO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO.
- 2) ... PARA LAS NUEVAS CONEXIONES, CRE FACTURARA DURANTE LOS PRIMEROS 12 MESES, LAS POTENCIAS DECLARADAS EN ESTE FORMULARIO, MIENTRAS ESTAS NO SEAN SUPERADAS POR LAS POTENCIAS DEMANDADAS Y REGISTRADAS EN EL MEDIDOR.
- 3) ... PARA LAS NUEVAS CONEXIONES, TRANSCURRIDOS LOS PRIMEROS DOCE MESES DESDE LA PRIMERA FACTURACION, LAS POTENCIAS A SER FACTURADAS MENSUALMENTE CORRESPONDERÁ A LA MAYOR DE LAS POTENCIAS MÁXIMAS REGISTRADAS DESDE EL MES DE NOVIEMBRE ANTERIOR HASTA EL MES DE FACTURACIÓN INCLUSIVE.
- 4) ... EL SISTEMA DE MEDICIÓN CORRESPONDIENTE A ESTE PROYECTO TIENE QUE SER DIMENSIONADO EN FUNCIÓN A LA DEMANDA MÁXIMA DECLARADA EN ESTE FORMULARIO, AUNQUE EL CONSUMIDOR PUEDE SOLICITAR UN EQUIPO DE MEDICION ADECUADO PARA UNA CATEGORÍA SUPERIOR Y PODRA SOLICITAR QUE SE LO CLASIFIQUE EN ESTA CATEGORIA.
- 5) ... DE ACUERDO CON LA NORMA PARA LA APLICACIÓN DE TARIFAS DE DISTRIBUCIÓN, LA CATEGORÍA DEBE A SIGNARSE EN FUNCION A LA ACTIVIDAD, DEMANDA MÁXIMA Y TENSIÓN DE SUMINISTRO DECLARADAS EN ESTE PROYECTO, SIN EMBARGO, EL CONSUMIDOR PUEDE SOLICITAR SU CLASIFICACION A UNA CATEGORIA SUPERIOR, SIEMPRE QUE DISPONGA DEL EQUIPO DE MEDICION ADECUADO.


POTENCIA MAXIMA DECLARADA (kW) 1ER AÑO:

POTENCIA MAXIMA EN PUNTA DECLARADA (kW) 1ER AÑO:

_____ NOMBRE, SELLO Y FIRMA PROPIETARIO / REPR. LEGAL	_____ NOMBRE, SELLO Y FIRMA INGENIERO PROYECTISTA
_____ CARNET DE ID. Nº:	_____ RNI Nº:

	<b>COOPERATIVA RURAL DE ELECTRIFICACION R.L. SUBGERENCIA DE GRACOS Y PROYECTOS</b>
<b>FORMULARIO DE SOLICITUD DE DESCONEXION DE FUSIBLES EN MEDIA TENSION PARA PROYECTOS PARTICULARES</b>	
<b>DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE</b>	
CONSUMIDOR:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
CODIGO FIJO :	<input style="width: 100%;" type="text"/>
DIRECCIÓN:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
TELEFONO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>DATOS REQUERIDOS PARA EL CORTE DE ENERGIA:</b>	
FECHA DE LA DESCONEXION:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
HORA DE LA DESCONEXION:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
FECHA DE LA RECONEXION:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
HORA DE LA RECONEXION:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
CODIGO DE PLACA DEL TRAF	<input style="width: 100%;" type="text"/>
INGENIERO RESPONSABLE:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
TELEFONO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<b>MOTIVO DE LA DESCONEXION:</b>	
A) AUMENTO DE POTENCIA *	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
B) DISMINUCION DE POTENCIA *	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
* NRO. DE PROYECTO APROBADO EN CRE:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
* NOMBRE DEL PROYECTO APROBADO EN CRE:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
C) MANTENIMIENTO EN EL TRANSFORMADOR:	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
D) MOVIMIENTO DEL TAP DEL TRANSFORMADOR:	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/> P/VOLTAJE ALTO <input style="width: 50px;" type="checkbox"/> TAP QUEDA EN POSICION <input style="width: 50px;" type="checkbox"/> BAJO <input style="width: 50px;" type="checkbox"/> TAP QUEDA EN POSICION
E) MANTENIMIENTO O CAMBIO DEL PANEL:	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
F) CAMBIO DE LLAVE TERMOMAGNETICA:	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
G) CAMBIO DE POSTE O ESTRUCTURA DE MT.:	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
H) CAMBIO DE SECCIONADORES Y/O PARARRAYOS:	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
I) MANTENIMIENTO DE SUBESTACION :	<input style="width: 50px;" type="checkbox"/>
J) OTRO:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<input style="width: 100%;" type="text"/>	
<b>SOLICITANTE</b>	<b>INGENIERO A RESPONSABLE</b>
C.I.:	<input style="width: 100%;" type="text"/>
Cel:	<input style="width: 100%;" type="text"/>

F498R1

 <b>FORMULARIO DE SOLICITUD DE APROBACION DE UN PROYECTO ELECTRICO "MULTIUSUARIO" (UN FORMULARIO POR PROYECTO)</b>	
<b><u>DATOS GENERALES DEL PROYECTO</u></b>	F1014 R2
NOMBRE PROYECTO: _____	
ACTIVIDAD PRINCIPAL: _____ ACTIVIDAD SECUNDARIA: _____	
DIRECCION: _____	
REFERENCIAS: PLACA TRANSFORMADOR: _____ FUSIBLE: _____ COD. FIJO: _____	
PROPIETARIO: _____ CORREO EL.: _____ N° TELEFONO: _____	
PROYECTISTA: _____ CORREO EL.: _____ N° TELEFONO: _____	
<b><u>DATOS DEL PROYECTO MULTIUSUARIO</u></b>	
TIPO: NUEVO: <input type="checkbox"/> AUMENTO DE POTENCIA: <input type="checkbox"/> TRASLADO INTERNO TRANSFORMADOR: <input type="checkbox"/>	
MODIFICATORIO: <input type="checkbox"/> DISMINUCION DE POTENCIA: <input type="checkbox"/> TRASLADO INTERNO PANEL DE MEDIDORES: <input type="checkbox"/>	
AUMENTO MEDIDORES: <input type="checkbox"/> DISMINUCION MEDIDORES: <input type="checkbox"/> CAMBIO MEDIDOR MONOFASICO A TRIFASICO: <input type="checkbox"/>	
OTRO: <input type="checkbox"/> DETALLE: _____	
SUMINISTRO EN: MT: <input type="checkbox"/> BT: <input type="checkbox"/>	
<b><u>DATOS DEL TRANSFORMADOR REQUERIDO</u></b>	
CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (KVA): _____ (SI CORRESPONDE) RELACION TC'S CONTROL: _____	
NIVEL DE TENSION PRIMARIA (KV): _____ (SI CORRESPONDE)	
TIPO DE TRANSFORMADOR SOLICITADO: _____ (SI CORRESPONDE)	
DONDE SE INSTALARA EL TRANSFORMADOR: EN POSTE: <input type="checkbox"/> EN CABINA: <input type="checkbox"/> EN PLATAFORMA: <input type="checkbox"/>	
REQUIERE SERVICIOS ADICIONALES: AUMENTO FASE: <input type="checkbox"/> POSTE SERVICIO: <input type="checkbox"/> AMPLIACION RED MT: <input type="checkbox"/>	
<b><u>DATOS DE MEDICION DEL PROYECTO</u></b>	
CANTIDAD MEDIDORES: <input type="text"/> MONOFASICOS: <input type="text"/> RESERVA MONOFASICOS: <input type="text"/>	
TRIFASICOS: <input type="text"/> RESERVA TRIFASICOS: <input type="text"/>	
<b><u>PROYECCION DE DEMANDAS</u></b>	
AÑO 1, DESDE ____/____/____ HASTA ____/____/____ DEMANDA MAXIMA (KW): _____ <small>(a partir de la energización del proyecto)</small>	
AÑO 2, DESDE ____/____/____ HASTA ____/____/____ DEMANDA MAXIMA (KW): _____	
AÑO 3, DESDE ____/____/____ HASTA ____/____/____ DEMANDA MAXIMA (KW): _____	
_____ NOMBRE, SELLO Y FIRMA PROPIETARIO	_____ NOMBRE, SELLO Y FIRMA INGENIERO PROYECTISTA
CARNET DE ID. N°: _____	RNI N°: _____

<b>GCP - FORMULARIO DE SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE POTENCIA</b> para requerimientos a partir de 500 kVA en el Área Integrada y de 200 kVA en Sistemas Regionales				
				F798 R2
Nombre del Proyecto: _____		Nº Proyecto (si presentó): _____		
Empresa / Predio: _____		Propiet./Representante: _____		
Teléfonos Fijo / Celular: _____ / _____		Correo Electrónico: _____		
Dirección / Ubicación: _____				
Coordenada X: _____		Coordenada Y: _____		
Actividad a desarrollar: _____				
Es Consumidor Existente?(S/ <input type="checkbox"/> )		Código Fijo Existente: _____ Placa Transform.Exist.: _____		
Potencia instalad. actual: _____ kVA		Cantidad de cada potencia: _____		
Demanda Máxima requerida en el ultimo año: _____ kW				
Será Consumidor Nuevo?(S/ <input type="checkbox"/> )		Código Fijo + Cercano: _____ Placa Transf. + Cercano: _____		
Existe red MT trifasica de CRE en el lugar? (Si/No): _____		Placa Fusible + Cercano: _____		
Potencia que se pretende instalar: _____ kVA		Cantidad de transformadores a instalar: _____		
Detalle las potencias kVA de los transformadores a instalar: _____				
Cuando estima concluir su proyecto e iniciar el suministro de energía con CRE?: _____				
Cuando estima llegará a operar con régimen normal de trabajo y consumo?: _____				
Su empresa tendrá consumo estacional en el año? (Si/No): _____		Que época tendrá mayor demanda?: _____		
Proyección estimada de Demanda Máxima:		Año 1	Año 3	Año 5
Demanda Máxima (requerida en cualquier momento del día): _____ kW		_____ kW	_____ kW	_____ kW
Demanda Máx. (requerida en "Horario Punta", 18:00 a 23:00): _____ kW		_____ kW	_____ kW	_____ kW
Detalle de los equipos, maquinarias o procesos de mayor demanda eléctrica que se instalarán:				
Equipo / Máquina / Proceso	Potencia	Cantidad	Monof./Trifásico	Horas uso diario
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
_____	_____ HP/ kW	_____	_____	_____
Firma Ingeniero Proyectista		Fecha de emisión		Firma Propietario o Representante
Nombre/Sello: _____		Nombre: _____		

TABLA 1

Distancias Mínimas de Seguridad para puntos fijos							
Ítem	Designación	Distancias mínimas de seguridad (m)					
		Acometidas y líneas de Baja y Media Tensión					
		0-380 V		380 V-10.5 kV		14.4-24.9-34.5 kV	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
1	Paredes y muros	0.91		1.52		2.43	
2	Ventanas	0.91		1.52		2.43	
3	Balcones y áreas accesibles a pedestres	0.91		1.52		2.43	
4	Sobre o debajo de techados no accesibles a pedestres		0.91		3		3
5	Sobre o debajo de techados accesibles a pedestres		2.43		4.57		4.57
6	Conductor cerca de edificios en posición más desfavorable			3	3.5	3	3.5
7	Letreros, antenas de radio y tv, tanques de agua	0.91	0.91	1.52	2.43	2.43	2.43
8	Zonas no pobladas, terrenos de fábrica, huertas, jardines		5.5		7		7
9	Caminos principales pavimentados				7		7
10	Ferrocarriles ( desde la rasante de vía )				9		9
11	Ríos navegables				6		6
12	Gasoductos, oleoductos en superficie	0.7-1.5 (*)		3.5	7	7	12

(\*) Depende de la presión de transporte del gas

TABLA 2

<b>Distancias mínimas de seguridad sentido vertical (m) - Puntos fijos</b>									
	220 (V)	380 (V)	10 (kV)	14.4 (kV)	19.9 (kV)	24.9 (kV)	34.5 (kV)	69 (kV)	230 (kV)
220 (V)	0.6	0.6	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	2.13	3.66
380 (V)	0.61	0.61	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	2.13	3.66
10 (kV)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	2.13	3.66
14.4 (kV)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	2.13	3.66
19.9 (kV)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	3.66	3.66
24.9 (kV)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	2.13	3.66
34.5 (kV)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.7	3.66	3.66
69 (kV)	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	3.66
230 (kV)	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66

Se debe procurar realizar el cruce próximo a una de las estructuras más elevadas  
La línea de mayor tensión debe cruzar por encima de la de menor tensión

<b>Distancias mínimas de seguridad sentido vertical (m) - Cruce de líneas</b>									
	220 (V)	380 (V)	10 (kV)	14.4 (kV)	19.9 (kV)	24.9 (kV)	34.5 (kV)	69 (kV)	
220 (V)	0.8	0.8	1.5	2.2	3.5	2.2	3.5	3.5	
380 (V)	0.8	0.8	1.5	2.2	3.5	2.2	3.5	3.5	
10 (kV)	1.5	1.5	2	2.2	3.5	2.2	3.5	3.5	
14.4 (kV)	2	2	2	2.2	3.5	2.2	3.5	3.5	
19.9 (kV)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
24.9 (kV)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.5	3.5	
34.5 (kV)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
69 (kV)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	

Los cruces deben ser ejecutados formando un ángulo recto, lo más perpendicular posible entre los ejes.  
longitudinales de las respectivas líneas.  
Este ángulo debe tener un valor mínimo de 60 grados.  
Las estructuras que intervienen en el cruce deben situarse fuera del área reservada al derecho de vía.  
La distancia mínima de seguridad es medida entre los conductores más próximos de las respectivas líneas.



TABLA 3

Tabla para el uso de transformadores de medición						
Relación TC's con medición en Baja Tensión Trifásica 380 V						
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico	Termomagnético	
75	113.95	100/5	0.6	1.2	125	
100	151.93	150/5	0.6	1.2	150	
112.5	170.93	150/5 – 200/5	0.6	1.2	175	
150	227.90	200/5-250/5	0.6	1.2	225-250	
200	303.87	250/5-300/5	0.6	1.2	300-350	
225	341.85	300/5	0.6	1.2	300-350	
250	379.84	400/5	0.6	1.2	400	
300	455.80	400/5-500/5	0.6	1.2	400-450	
315	478.59	500/5	0.6	1.2	450	
350	531.77	500/5	0.6	1.2	500	
400	607.74	600/5	0.6	1.2	600	
450	683.70	700/5	0.6	1.2	700	
Relación TC's Medición en Baja Tensión Monofásica 220 V						
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico	Termomagnético	
25	113.95	100/5	0.6	1.2	125	
30	136.4	100/5 – 150/5	0.6	1.2	125-150	
37.5	170.45	150/5 – 200/5	0.6	1.2	175	
50	227.7	200/5 – 250/5	0.6	1.2	225-250	
75	341.85	300/5	0.6	1.2	300-350	
Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 10.5 kV						
Burden CT: 5 VA - Tensión de Red 10.5 kV						
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico		
500	27.49	25/5 – 30/5	0.3	1.2		
550	30.24	30/5	0.3	1.2		
600	32.99	30/5	0.3	1.2		
700	38.49	35/5	0.3	1.2		
800	43.99	40/5-45/5	0.3	1.2		
900	49.49	45/5-50/5	0.3	1.2		
1000	54.99	50/5-55/5	0.3	1.2		
1200	65.98	65/5	0.3	1.2		
1500	82.48	80/5	0.3	1.2		
1800	98.97	90/5-100/5	0.3	1.2		
Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 10.5 kV						
Burden CT: 5 VA - Tensión de Red 24.9 kV						
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico		
500	11.59	10/5	0.3	1.2		
550	12.75	10/5 - 15/5	0.3	1.2		
600	13.91	15/5	0.3	1.2		
700	16.23	15/5	0.3	1.2		
800	18.55	20/5	0.3	1.2		
900	20.87	20/5	0.3	1.2		
1000	23.19	20/5 – 25/5	0.3	1.2		
1200	27.82	25/5 – 30/5	0.3	1.2		
1500	34.78	30-5 - 35/5	0.3	1.2		
1800	41.74	40/5	0.3	1.2		
Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 24.9 kV						
Burden CT: 5 VA - Tensión de Red 34.5 kV						
Transformador (kVA)	Corriente (A)	Relación TC's	Clase de Precisión	Factor Térmico		
500	8.37	10/5	0.3	1.2		
550	9.20	10/5	0.3	1.2		
600	10.04	10/5	0.3	1.2		
700	11.71	10/5	0.3	1.2		
800	13.39	15/5	0.3	1.2		
900	15.06	15/5	0.3	1.2		
1000	16.73	15/5-20/5	0.3	1.2		
1200	20.08	20/5	0.3	1.2		
1500	25.10	25/5	0.3	1.2		
1800	30.12	30/5	0.3	1.2		
Relación TC's con medición en Media Tensión Trifásica 34.5 kV						

TABLA 4

<b>Dimensiones mínimas para Subestaciones Transformadoras</b>						
Toda instalación de equipos eléctricos requiere un mínimo de espacio para su funcionamiento, instalación, mantenimiento y circulación de personal autorizado.						
<b>Dimensiones mínimas para Subestaciones Transformadoras tipo convencional de un solo módulo (10.5 - 24.9 - 34.5) kV</b>						
<b>Potencia del Transformador (kVA)</b>	<b>(X)</b>	<b>(m)</b>	<b>(Y)</b>	<b>(m)</b>	<b>(H)</b>	<b>(h1)</b>
					<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
45	3	▼	3.5	▼	2.7	H trafo + 0.60
75	3	▼	3.5	▼	2.7	H trafo + 0.60
112.5	3	▼	3.5	▼	2.7	H trafo + 0.60
150	3	▼	3.5	▼	2.7	H trafo + 0.60
200-225	3	▼	3.7	▼	2.7	H trafo + 0.60
300-315-350	4.5	▼	4.5		3	H trafo + 0.60
500	5	▼	4.5		3	H trafo + 0.60
700	5	▼	4.5	▼	3.5	H trafo + 0.60
1000	5		5	▼	3.5	H trafo + 0.60
Nota.- Ver diseño de cabinas en anexos						
<b>Dimensiones mínimas para Subestaciones Transformadoras tipo convencional de dos (2) módulos (10.5 - 24.9 - 34.5) kV</b>						
<b>(X)</b>	<b>(Y)</b>	<b>(m)</b>	<b>(H)</b>	<b>(h1)</b>	<b>(h2)</b>	
<b>(m)</b>			<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
<b>A<sub>máx trafo 1-2</sub> + 4.0</b>	<b>L<sub>trafo1</sub> + L<sub>trafo2</sub> + 2.5</b>		<b>h<sub>máx trafo 1-2</sub> + 1.85</b>	<b>h<sub>máx trafo 1-2</sub> + 0.75</b>		<b>2</b>
Nota.- Ver diseño de cabinas en anexos						
<b>Dimensiones mínimas para Subestaciones Transformadoras tipo convencional de tres (3) módulos (10.5 - 24.9 - 34.5) kV</b>						
<b>(X)</b>	<b>(Y)</b>	<b>(m)</b>	<b>(H)</b>	<b>(h1)</b>	<b>(h2)</b>	
<b>(m)</b>			<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
<b>A<sub>máx trafo 1-2</sub> + 4.0</b>	<b>L<sub>trafo1</sub> + L<sub>trafo2</sub> + 3.0</b>		<b>h<sub>máx trafo 1-2</sub> + 1.85</b>	<b>h<sub>máx trafo 1-2</sub> + 0.75</b>		<b>2</b>
Nota.- Ver diseño de cabinas en anexos						