

ÍNDICE

13. INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES	1
13.1. DISPOSICIONES GENERALES	1
13.2. EQUIPO DE MEDIDA	1
13.2.1. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN TIPO INTERIOR PARA BAJA TENSIÓN 1	
13.2.1.1. Requisitos Generales	1
13.2.1.2. Condiciones ambientales y técnicas	2
13.2.1.3. Condiciones de instalación	2
13.2.1.4. Requisitos técnicos	2
13.2.1.5. Pruebas	3
13.2.1.6. Placa de características y marcas terminales	3
13.2.1.7. Normas de fabricación	3
13.2.2. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO INTERIOR PARA BAJA TENSIÓN 3	
13.2.2.1. Condiciones de instalación	3
13.2.2.2. Condiciones ambientales y técnicas	4
13.2.2.3. Requisitos Técnicos	4
13.2.2.4. Pruebas	5
13.2.2.5. Placa de Características y Marcas Terminales	5
13.2.2.6. Normas de fabricación	6
13.2.2.7. Utilización de transformadores de corriente	6
13.2.2.7.1. Transformador trifásico	6
13.2.2.7.2. Transformador monofásico	6
13.2.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL PARA NIVELES SUPERIORES A UNO 7	
13.2.3.1. Precisión	7
13.2.3.2. Potencia de precisión (Burden)	7
13.2.3.3. Tensión	7
13.2.3.4. Uso	8
13.2.4. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA NIVELES SUPERIORES A UNO 8	
13.2.4.1. Precisión	8
13.2.4.2. Potencia de precisión (Burden)	8
13.2.4.3. Nivel de aislamiento	8
13.2.4.4. Uso	8
13.2.5. CONSIDERACIONES ADICIONALES	8
13.2.6. MEDIDORES DE ENERGÍA	9
13.2.6.1. Selección del medidor según el nivel de tensión	9
13.2.6.1.1. Baja tensión	9
13.2.6.1.2. Media tensión 13.2 kV y 33 kV	9
13.2.6.1.3. Alta tensión 115 kV	10
13.2.6.1.4. Extra alta tensión	10
13.2.6.2. Condición especial para usuarios no regulados	10
13.2.6.3. Selección del medidor según la demanda	10
13.2.6.4. Reloj de conmutación	11
13.2.6.5. Bloque de prueba cortocircuitable	11
13.2.7. CAJA DE MEDIDORES Y SU INSTALACIÓN	12
13.3. CALIDAD DE MATERIALES Y ELEMENTOS	12
13.4. ACABADOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	13
13.5. CONDICIONES LOCATIVAS PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO	13
13.5.1. GENERALIDADES	13
13.5.2. ESPACIOS DE TRABAJO	13
13.5.2.1. Caso 1	14

13.5.2.2.	Caso 2	14
13.5.2.3.	Caso 3	14
13.5.3.	PUERTA DE ENTRADA AL ESPACIO DE TRABAJO	14
13.5.4.	ILUMINACIÓN	15
13.5.5.	ALTURA LIBRE	15
13.5.6.	RESGUARDOS DE LAS PARTES VIVAS	15
13.5.7.	SEÑALIZACIÓN	16
13.5.8.	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	16
13.5.9.	VENTILACIÓN	16
13.5.10.	DRENAJES	16
13.5.11.	CONEXIONES EN LOS BARRAJES DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	17
13.6.	FUNDAMENTOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	17
13.6.1.	GENERALIDADES Y DEFINICIONES	17
13.6.2.	CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CIRCUITO RAMAL	18
13.6.3.	PROTECCIÓN CONTRA FALLA A TIERRA	18
13.6.4.	ALIMENTADORES	18
13.6.5.	CÁLCULO DE LA CARGA	19
13.6.5.1.	Motores	19
13.6.5.2.	Unidades fijas de calefacción	19
13.6.6.	ACOMETIDAS	19
13.6.6.1.	Acometidas aéreas	19
13.6.6.2.	Acometida subterránea	20
13.6.6.3.	Punto de entrada de la acometida al predio	20
13.6.6.4.	Cálculo de la acometida	21
13.6.6.5.	Medio de desconexión y protección	21
13.6.6.6.	Protección de sobrecorriente	21
13.7.	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA	22
13.7.1.	GENERALIDADES	22
13.7.2.	PUESTA A TIERRA	22
13.7.3.	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS	22
13.7.4.	MÉTODOS DE PUESTA A TIERRA	23
13.7.4.1.	Conexiones del conductor de tierra y del conductor neutro	23
13.7.5.	PROHIBICIÓN DE USAR EL CONDUCTOR NEUTRO COMO CONDUCTOR DE TIERRA	23
13.7.6.	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA	23
13.7.7.	LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LA EDIFICACIÓN	24
13.7.8.	ANILLO DE PUESTA A TIERRA	24
13.7.9.	ELECTRODOS ARTIFICIALES	24
13.7.10.	TAMAÑO DEL CONDUCTOR DE TIERRA DE EQUIPOS	24
13.7.11.	VARILLA DE PUESTA A TIERRA	25
13.7.12.	PLANTA DE EMERGENCIA	25
13.8.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	25
13.8.1.	NUMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO	25
13.8.2.	FACTOR DE POTENCIA	26
13.9.	PRESENTACIÓN DE UN PROYECTO	26
13.9.1.	PLANOS, APROBACIÓN Y REVISIÓN DE TRABAJOS	26
13.9.2.	REQUERIMIENTOS ADICIONALES	27
13.10.	TABLAS	28
13.11.	GRÁFICAS DE CONEXIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA	33
13.12.	CARGA DE ALUMBRADO DE ACUERDO CON EL TIPO DE LOCAL	38

13. INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES

13.1. DISPOSICIONES GENERALES

Todos los equipos acoplados permanentemente a la instalación eléctrica deberán cumplir con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, la Norma NTC 2050 y las NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN de CHEC S.A. E.S.P.

El montaje de materiales, accesorios, tuberías, conductores y equipos se deberá realizar con las recomendaciones de diseño, de este manual y las del fabricante.

En el diseño y construcción de las instalaciones eléctricas deberá garantizar:

- a- Una operación segura para las personas, animales y vegetales.
- b- Seguridad para las instalaciones y equipos.
- c- Preservación del medio ambiente.
- d- La disminución del riesgo eléctrico.

En el caso que sobre un tema específico no se encuentre regulación alguna en el RETIE, la Norma NTC 2050 ó en el presente manual, se usaran las normas internacionales IEC, NEC, ANSI, NEMA.

13.2. EQUIPO DE MEDIDA

La presente norma define las características, desde el punto de vista de precisión y cargabilidad, que deben cumplir los transformadores de medida, así como el cumplimiento de los niveles de cortocircuito para el caso de los transformadores de corriente.

Tiene como base las exigencias planteadas por el Código de Medida (Resolución CREG 025/95) y el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica (Resolución CREG 070/98), así como las exigencias establecidas en las normas NTC 2205 y 2207 para los transformadores de corriente y tensión respectivamente.

13.2.1. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN TIPO INTERIOR PARA BAJA TENSIÓN

13.2.1.1. Requisitos Generales

Los transformadores de tensión de que se trata en esta especificación serán instalados interiormente en el sistema de distribución de la CHEC, para trabajar bajo las siguientes condiciones generales.

13.2.1.2. Condiciones ambientales y técnicas

- a) Altura sobre el nivel del mar 1.000 a 2500 m.
- b) Ambiente Frío Húmedo.
- c) Humedad relativa máxima 80%.
- d) Temperatura ambiente máxima 18 °C.
- e) Temperatura ambiente mínima -12 °C.
- f) Temperatura ambiente promedia 22 °C.
- g) Tensión nominal: De acuerdo al nivel de tensión donde se vaya a instalar. (440 ó 220 voltios).
- h) Frecuencia nominal: 60 Hz.

13.2.1.3. Condiciones de instalación

El montaje será acorde con las normas de construcción de CHEC. El transformador de tensión tipo control será de interior.

El transformador de tensión podrá estar sometido a sobre- tensiones atmosféricas inducidas a través de los barrajes secundarios de los transformadores de distribución y se pondrá a tierra al sistema de puesta a tierra del transformador de distribución.

13.2.1.4. Requisitos técnicos

Los transformadores deberán ser del tipo seco y están destinados para conectarse a través del bloque terminal de conexión y de ahí alimentar los medidores de energía.

El envolvente exterior del transformador deberá ser aislante protectora térmica y mecánica.

El alambre esmaltado (preferiblemente de 2 capas) utilizado para los devanados deberá cumplir con lo establecido en la norma NEMA MW 1000 y deberá estar uniformemente repartido en el núcleo para reducir al mínimo el flujo de dispersión.

Los transformadores de tensión deben venir con bornera o bloque terminal de conexión secundario, con las diferentes salidas de tensión. Dicha bornera o bloque terminal de conexión debe ser seguro a las vibraciones, resistente a la corrosión, debe evitar cualquier contacto accidental o no deseado. Adicionalmente deberán estar marcados en forma clara o indeleble y de acuerdo con el diagrama de conexión, mediante conectores de material electroplateado para evitar corrosión.

En los parámetros de rigidez dieléctrica, incremento de la temperatura y temperatura ambiente del transformador de corriente deberá tenerse en cuenta la altura sobre el nivel del mar.

13.2.1.5. Pruebas

A los transformadores de tensión se le realizarán las siguientes pruebas:

- a) Verificación de las marcas de los bloques de conexión.
- b) Ensayos a frecuencia industrial de los devanados primario y secundario.
- c) Sobre - tensión entre espiras.
- d) Ensayos concernientes a la precisión.
- e) Prueba de polaridad.

El fabricante deberá adjuntar las pruebas tipo, de acuerdo con normas IEC ó UL.

13.2.1.6. Placa de características y marcas terminales

En la placa de características se deberán indicar por lo menos los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante o su referencia.
- b) Número de serie.
- c) Los arrollamientos primarios y secundarios.
- d) Polaridad de los arrollamientos.
- e) Precisión.
- f) Frecuencia nominal.
- g) Relación de transformación nominal.
- h) Marcación del terminal.
- i) Polaridad.
- j) Capacidad (ó Burden)
- k) Marcación de los terminales según el nivel de tensión.

El fabricante debe garantizar que la placa de características se mantenga fija al transformador de tensión independiente de la temperatura ambiente.

13.2.1.7. Normas de fabricación

Los transformadores de tensión deben cumplir con las pruebas y requisitos establecidos aquí. En caso de discrepancia entre la norma y esta especificación prevalecerá lo aquí establecido.

La norma técnica aplicable en su última versión es: Norma Descripción IEC-60 High – Tensión Test Techniques.

13.2.2. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO INTERIOR PARA BAJA TENSIÓN

13.2.2.1. Condiciones de instalación

Los transformadores de corriente se instalarán en los barrajes (cables) del lado secundario de los transformadores de distribución, los cuales se encuentran instalados generalmente en el poste, con el objeto de realizar balances de energía comparando los kWh medidos en el transformador con los kWh medidos en los clientes asociados al transformador.

El conjunto transformador de corriente – medidor de energía serán instalados teniendo en cuenta las normas aquí expresadas.

13.2.2.2. Condiciones ambientales y técnicas

- a) Altura sobre el nivel del mar 1.000 a 2.500 m.
- b) Ambiente tropical, corrosivo.
- c) Humedad relativa máxima 80%.
- d) Temperatura ambiente máxima 18°C.
- e) Temperatura ambiente mínima 12°C.
- f) Temperatura ambiente promedio 22°C.
- g) Tensión nominal de acuerdo a la tensión en donde se va instalar. (440 ó 220 voltios)
- h) Frecuencia 60 Hz.
- i) Corriente secundaria nominal 5 A.
- j) Tensión máximo de la red 600 V.
- k) Nivel de aislamiento a frecuencia industrial, 1 minuto 3 kV, 60 Hz.
- l) Factor de seguridad Menor o igual a 5.
- m) Clase térmica de material aislante E (120° C) IEC 60044.
- n) Clase de precisión 0.5 ó menor IEC; 0.3 – 0.6 ANSI.
- o) Número de secundarios 1.
- p) Potencia de precisión (Burden) 5 VA ó mayor.

El montaje será de acuerdo con las normas de construcción de la CHEC y lo establecido en la norma.

13.2.2.3. Requisitos Técnicos

Los transformadores deberán ser del tipo seco, de núcleo entero (tipo ventana) y estarán destinados para conectarse a través del barraje y de ahí alimentar los medidores de energía.

El núcleo debe ser construido de chapa magnética de gran permeabilidad y de saturación rápida, para tener la clase de precisión elevada y un factor de seguridad de acuerdo con lo establecido en la IEC-60044 o ANSI/IEEE C57.13, la clase de precisión debe ser 0.5.

La chapa deberá cumplir con lo establecido en las normas ASTM A 876, 343 y 718.

Sin embargo para los transformadores de relación 150/5 y 100/5 A, la CHEC aceptará mezclas de chapas magnéticas de diferente material de tal manera que cumplan técnicamente lo especificado pero que tenga un peso de 1 kg máximo.

La lámina utilizada para el núcleo se exige que sea recocida.

El envolvente exterior del transformador deberá ser aislante protectora térmica, mecánica y hermética (no debe permitir el ingreso de humedad).

El alambre esmaltado (preferiblemente de 2 capas) utilizado para los devanados deberá cumplir con lo establecido en la norma NEMA MW 1000 y deberá estar uniformemente repartido en el núcleo para reducir al mínimo el flujo de dispersión.

El transformador debe ser resistente al aceite, alcohol y ácidos.

Los bornes y el bloque terminal de conexión secundario deben ser seguros a las vibraciones, resistentes a la corrosión, deben evitar cualquier contacto accidental o no deseado y deben permitir colocar en cortocircuito la parte secundaria estando en servicio el transformador de distribución de tal manera que permita cambiar o realizar trabajos en el medidor, por lo anterior los bornes secundarios deben ser dobles, adicionalmente deberán estar marcados en forma clara o indeleble y de acuerdo con el diagrama de conexión.

El transformador de corriente deberá tener indicado el sentido de la polaridad y adicionalmente marcado con un distintivo para determinar si es S1 ó S2. La marcación deberá ser resistente a la intemperie y a los rayos del sol.

El transformador de corriente debe estar capacitado para resistir los cortocircuitos que se presentan en los barrajes o las redes, por lo tanto el núcleo debe tener una buena sujeción mecánica para evitar que el transformador tenga rotura debido a los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito.

La rigidez dieléctrica, el incremento de la temperatura y la temperatura ambiente del transformador de corriente deberán tener en cuenta la altura sobre el nivel del mar indicado anteriormente.

13.2.2.4. Pruebas

Las pruebas tipo o de diseño y recepción de los transformadores de corriente serán de acuerdo con lo indicado en las normas IEC-60044 y ANSI/IEEE C57.13.

- a) Verificación de las marcas de los bloques de conexión.
- b) Ensayos a frecuencia industrial de los devanados primario y secundario.
- c) Sobre-tensión entre espiras.
- d) Ensayos concernientes a la precisión.
- e) Prueba de polaridad.
- f) Ensayo de tensión inducido.

13.2.2.5. Placa de Características y Marcas Terminales

En la placa de características se deberán indicar por lo menos los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante o su referencia.
- b) Número de serie.
- c) Arrollamientos primarios y secundarios.
- d) Polaridad de los arrollamientos.
- e) Precisión.
- f) Frecuencia nominal.
- g) Relación de transformación nominal (en alto o bajorrelieve).
- h) Marcación del terminal y polaridad.
- i) Corriente térmica.
- j) Capacidad (Burden).

El fabricante debe garantizar que la placa de características se mantenga fija al transformador de corriente independiente de la temperatura ambiente.

13.2.2.6. Normas de fabricación

Los transformadores de corriente deben cumplir con las pruebas y requisitos establecidos aquí. En caso de discrepancia entre la norma y esta especificación prevalecerá lo aquí establecido.

Las normas técnicas aplicables en su última versión son:

Norma Descripción IEC – 60044 Instrument Transformer ANSI/IEEE – C 57.13 Standard Requirements for instrument transformers IEC-60 High – voltage Test Techniques.

13.2.2.7. Utilización de transformadores de corriente

13.2.2.7.1. Transformador trifásico

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN
347 kVA a 648 kVA	1500/5 A
260 kVA a 346 kVA	800/5 A
174 kVA a 259 kVA	600/5 A
131 kVA a 173 kVA	400/5 A
87 kVA a 130 kVA	300/5 A
66 kVA a 86 kVA	200/5 A
44 kVA a 65 kVA	150/5 A
24 kVA a 43 kVA	100/5 A

13.2.2.7.2. Transformador monofásico

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN
231 kVA a 432 kVA	1500/5 A

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN
174 kVA a 230 kVA	800/5 A
116 kVA a 173 kVA	600/5 A
87 kVA a 115 kVA	400/5 A
59 kVA a 86 kVA	300/5 A
44 kVA a 58 kVA	200/5 A
30 kVA a 43 kVA	150/5 A
16 kVA a 29 kVA	100/5 A

La relación de los Transformadores de Corriente debe ser calculada de acuerdo la carga instalada y no con la capacidad del transformador de potencia.

13.2.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL PARA NIVELES SUPERIORES A UNO

Los transformadores de potencial deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

13.2.3.1. Precisión

La clase de precisión de los transformadores de tensión será establecida de acuerdo con los consumos de energía de la instalación. Para esto deberá tenerse en cuenta el numeral A.2.1 del anexo CM-1 del Código de medida.

13.2.3.2. Potencia de precisión (Burden)

La capacidad de los transformadores de tensión será de 25 VA.

La carga que se conecte al transformador, incluyendo los cables de conexión al medidor, deberá estar comprendida entre el 20% y el 100% de la capacidad nominal del mismo. (Ver literal g del numeral A.2.2 del anexo CM-1 del Código de medida.)

En caso de que la carga conectada al secundario del transformador sea inferior al 20% de la capacidad de este, se debe anexar el protocolo de prueba que garantice la precisión para estos valores bajos.

13.2.3.3. Tensión

Los transformadores deberán ser especificados para operar en una tensión nominal primaria del sistema según el caso.

La tensión nominal secundaria será de acuerdo con la tensión y conexión del equipo de medida.

13.2.3.4. Uso

Dependiendo de las características del punto de conexión los transformadores de tensión podrán ser del tipo interior o del tipo intemperie.

13.2.4. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE PARA NIVELES SUPERIORES A UNO

Los transformadores de corriente deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

13.2.4.1. Precisión

La clase de precisión de los transformadores de corriente será establecida de acuerdo con los consumos de energía de la instalación. Con base en lo anterior deberá tenerse en cuenta el numeral A.2.1 del anexo CM-1 del Código de medida.

13.2.4.2. Potencia de precisión (Burden)

La capacidad de los transformadores de corriente será de 2,5 ó 5 VA siempre y cuando el fabricante garantice la precisión en todo el rango.

Se debe tener en cuenta que la carga conectada al transformador, incluyendo los cables de conexión que van hasta el medidor, deberá estar comprendida entre el 20% y el 100% de la potencia nominal. (Ver literal g del numeral A.2.2 del anexo CM-1 del Código de medida.)

En caso de que la carga conectada al secundario del transformador sea inferior al 20% de la capacidad de este, se deberá anexar el protocolo de prueba que garantice la precisión para estos valores bajos.

13.2.4.3. Nivel de aislamiento

Los transformadores de corriente deberán ser especificados para soportar una tensión de acuerdo al nivel donde se van a conectar.

13.2.4.4. Uso

Dependiendo de las características del punto de conexión los transformadores de corriente podrán ser del tipo interior o del tipo intemperie.

13.2.5. CONSIDERACIONES ADICIONALES

Se deben presentar los protocolos de pruebas de rutina de los equipos que se van a instalar.

Los conductores que sirven de conexión entre el secundario del transformador de tensión y el medidor de energía serán mínimo en calibre N° 12 AWG THW. Sin embargo, se debe garantizar que el error porcentual total máximo introducido en la medición de energía por la caída de tensión en los cables no sea superior a 0,1%.

Todos los equipos asociados a la medida deben instalarse en un mismo gabinete.

Los conductores que sirven de conexión entre el secundario del transformador de corriente y el medidor de energía serán mínimo en calibre N° 12 AWG THW.

Los conductores que conectan los transformadores de corriente y de tensión con el medidor de energía cumplirán con el código de colores.

Las fases se identificarán con los colores rojo, azul, amarillo.

El conductor puesto a tierra se identificará con verde y neutros blancos.

13.2.6. MEDIDORES DE ENERGÍA

Todo medidor electromecánico ó electrónico debe poseer certificación de conformidad de producto expedida por entidad acreditada ante la Superintendencia de Industria y Comercio, y poseer certificado de calibración emitido por un laboratorio de medidores homologado de acuerdo a la clase de precisión.

Será enviado al laboratorio de calibración de la CHEC S.A. E.S.P. para verificación de calibración y será la CHEC la encargada de su instalación.

La CHEC se reserva el derecho de admisión de un medidor.

La calibración de un medidor tendrá un costo de acuerdo a su tipo (electromecánico y/o electrónico) y si es nuevo o usado.

13.2.6.1. Selección del medidor según el nivel de tensión

13.2.6.1.1. Baja tensión

Son aquellos que van de 0 a 1000 V. Para este caso pueden usarse medidores electrónicos multirango clase 0.5 con transformadores de corriente (medida semidirecta).

13.2.6.1.2. Media tensión 13.2 kV y 33 kV

Para este caso es obligatorio instalar medidores electrónicos multirango con tarjeta de perfil de carga (resolución CREG 079/97), 5 amperios, clase 0.5, medida indirecta con transformadores de corriente y potencial, clase 0.5, de acuerdo a la Norma 2050 y el Código de Medida.

13.2.6.1.3. Alta tensión 115 kV

En este nivel se conectarán equipos en 110-115 kV.

Los equipos de medida deben ser clase 0.2 y medida de respaldo, de acuerdo a la Norma 2050 y el Código de Medida.

13.2.6.1.4. Extra alta tensión

Para este nivel los equipos de medida se conectarán a 230.000 kV, en el cual el equipo de medida (transformadores de corriente, transformadores de potencial y medidor) debe ser clase 0.2 y medida de respaldo, de acuerdo a la Norma 2050 y el Código de Medida.

13.2.6.2. Condición especial para usuarios no regulados

Los clientes regulados son aquellos donde la tarifa es regulada por la Comisión Nacional de Tarifas de la CREG.

Son clientes no regulados aquellos que de acuerdo a la regulación vigente pueden negociar su tarifa de energía con el comercializador.

Los equipos de medición para los usuarios no regulados deben tener tarjeta de módem con línea telefónica independiente.

13.2.6.3. Selección del medidor según la demanda

En términos generales las instalaciones eléctricas industriales cuya capacidad máxima instalada no sobrepase los 30 kVA podrán alimentarse desde las redes secundarias de baja tensión, siempre y cuando exista disponibilidad en el alimentador.

Para este caso se debe utilizar medidor multitirango, con capacidad de corriente de 25 a 200 amperios de conexión directa y de tres elementos, el cual permita leer la energía activa, reactiva y la demanda.

Para transformadores con capacidad superior a 30 kVA se debe instalar medida indirecta, preferiblemente con medidor electrónico multitirango con capacidad de corriente a 5 amperios y de tres elementos que permita leer la energía activa reactiva y demanda.

Para el caso que no se instale este tipo de medidor se debe conectar medidor de activa y reactiva de doble tarifa y tres elementos a 5 amperios y tensión de acuerdo a la transformación. (220 ó 440 voltios)

13.2.6.4. Reloj de conmutación

Deberá ajustarse a las condiciones requeridas por los medidores de energía activa, reactiva y se usa cuando se tiene medidores de doble tarifa.

13.2.6.5. Bloque de prueba cortocircuitable

Es aquel dispositivo de maniobra que permite conectar o desconectar las señales de tensión y de corriente provenientes de los transformadores de medida que alimentan el medidor sin necesidad de interrumpir el servicio o manipular las conexiones del equipo de medida.

Estos bloques terminales de prueba pueden ser para medición indirecta en dos elementos y para medición indirecta en tres elementos.

Para la instalación de equipos de medida de conexión directa o indirecta se exigirá que las señales de tensión y de corriente lleguen a un bloque terminal de prueba con las siguientes características:

- a) Debe ser de material termoplástico no inflamable.
- b) Los terminales deben ser en material bimetálico.
- c) Todos sus elementos metálicos deberán ser tropicalizados.
- d) Debe permitir la fácil desconexión de las corrientes y tensiones, así como permitir el cortocircuito de los secundarios de los transformadores de corriente.
- e) Diámetro mínimo de los terminales 4 mm.
- f) La tapa del bloque terminal de prueba deberá ser plástica, transparente y asegurada con dos tornillos.
- g) Dispositivo para sello.

El cableado de los anteriores equipos debe cumplir con el código de colores y se debe realizar desde los bornes secundarios de los transformadores de medida hasta el bloque terminal de prueba:

Color Rojo para borne S2 del transformador de corriente y para la fase R.
Color Azul para borne S2 del transformador de corriente y para la fase S.
Color Amarillo para borne S2 del transformador de corriente y para la fase T.
Color blanco para los terminales S1 de las tres fases que van a neutro.
Tierra el color verde.

Las salidas del bloque terminal de prueba a los bornes de los medidores continuaran en el mismo código de colores y se debe dejar la longitud necesaria que permita su instalación.

Se deberá identificar a la entrada del bloque terminal de prueba, el cable con la letra del secundario del transformador de corriente o tensión.

Se emplearán cables en calibre No. 12 ó 10 AWG.

Se usarán terminales ponchados. No se admitirán cables que no tengan terminales en cada uno de las puntas del conductor.

13.2.7. CAJA DE MEDIDORES Y SU INSTALACIÓN

Si la caja donde va estar instalado el medidor es metálica, estará construida en lámina de acero calibre 18 USG como mínimo, con dos capas de pintura (una capa de pintura anticorrosiva y otra capa de pintura de acabado final).

Debe llevar ventana de inspección en vidrio o Acrílico.

Las cajas pueden ser fabricadas en fibra de vidrio o materiales sintéticos no higroscópicos y antiinflamables; estos materiales deberán ser de alta resistencia al impacto, auto extingible, baja degradación, resistencia a la deformación por temperatura y con excelentes propiedades dieléctricas y no permitirán la filtración de agua hacia su interior.

Las cajas deberán tener previsiones para efectuar su cierre y aseguramiento con los sellos de la CHEC S.A. E.S.P. y deberá permitir la lectura del medidor mediante la ventanilla sin necesidad de romper los sellos seguridad.

Las dimensiones de las cajas serán las siguientes:

Para medidores electrónicos de conexión directa o indirecta con bloque de prueba cortocircuitable las dimensiones son: **0.5*0.6*0.35** m, con sobre fondo de madera. (Figura 1)

Para medidores electromecánicos de activa, reactiva, reloj y bloque de prueba cortocircuitable las dimensiones son: **0.8*0.6*0.35** m, con sobre fondo de madera. (Figura 2)

La altura de instalación de estos tableros debe ser a 1.80 m medidos desde el piso a la parte superior del tablero.

La CHEC se reservará el derecho de elegir la ubicación del tablero de la medida.

13.3. CALIDAD DE MATERIALES Y ELEMENTOS

El diseñador deberá tener en cuenta para la selección de los conductores y demás elementos de la instalación eléctrica, los efectos de calentamiento en las condiciones normales y anormales de servicio que puedan ocurrir tales como sobrecargas, cortocircuitos y aplicaciones especiales; además el diseñador deberá poner en practica otros factores que contribuyan a la efectiva protección de las personas que usan o que puedan, por cualquier circunstancia ponerse en contacto con el equipo.

Los conductores usados para la instalación eléctrica deberán ser de COBRE, a menos que en algún caso la CHEC S.A. E.S.P. indique lo contrario.

Toda instalación eléctrica deberá construirse de tal manera que una vez se complete, quede libre de fallas, en consecuencia se someterá a pruebas de aislamiento, continuidad, tensión y puesta a tierra.

Cada medio de desconexión de la instalación eléctrica que este alimentando motores o artefactos, acometidas, alimentadores o circuitos ramales, estará marcado claramente indicando su uso, a menos que esté ubicado y dispuesto de tal manera que el propósito sea evidente. Las marcas deberán colocarse en el punto donde se origina el circuito y serán de material durable de acuerdo al ambiente que lo rodea.

13.4. ACABADOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica deberá presentar un aspecto limpio y bien terminado, los accesorios deberán quedar firmemente sujetos a las superficies sobre las cuales se montan.

Todo equipo que dependa de la circulación natural del aire para su enfriamiento, se instalará de tal forma que ninguna pared adyacente u otros equipos impidan dicha circulación.

Además las aberturas que no se utilicen en las cajas, canalizaciones, gabinetes o cubiertas de equipos se deberán cerrar con el mismo material de dichos elementos que suministre y garantice la protección adecuada,

13.5. CONDICIONES LOCATIVAS PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO

13.5.1. GENERALIDADES

Cuando se necesite un local o espacios particulares para la localización de tableros o equipos eléctricos para distribución y/o maniobra, se deberá tener en cuenta el diseño y la construcción las instalaciones eléctricas, así mismo se deberá incorporar la aplicación de criterios y técnicas de ingeniería particulares, cumpliendo además con el RETIE, las Normas ICONTEC y de la CHEC S.A. E.S.P.

13.5.2. ESPACIOS DE TRABAJO

Como norma general, en las instalaciones eléctricas que sólo poseen un tablero de protecciones, este deberá quedar localizado en un lugar seguro y de fácil acceso, no podrá quedar dentro de armarios, alacenas, sitios de almacenamiento o sitios que permanecen bajo llave, y con difícil ventilación,

Las distancias mínimas en los espacios de trabajo, en la dirección de acceso a las partes vivas que operen a 600 voltios o menos y que requieran mantenimiento, ajuste o verificación mientras estén energizadas, no serán menores que las indicadas a continuación.

Las distancias se miden desde las partes vivas si éstas están expuestas o desde la puerta o cerramiento si están encerradas.

Para el alcance de este manual, estas distancias mínimas dependen de la tensión nominal respecto a tierra, así:

De 0 a 150 V	0.90 m para todos los casos
De 151 a 600 V	0.90 m para el primer caso 1.05 m para el segundo caso 1.20 m para el tercer caso

13.5.2.1. Caso 1

Partes vivas expuestas en un lado y partes no vivas o puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas en ambos lados efectivamente resguardadas por madera u otros materiales aislantes. Los conductores aislados o barras aisladas que operen a menos de 300 voltios no se consideran partes vivas.

13.5.2.2. Caso 2

Partes vivas expuestas en un lado y partes puestas a tierra en el otro lado.

13.5.2.3. Caso 3

Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no resguardadas como en el caso 1), con el operador en medio.

Adicionalmente a las distancias mínimas, señaladas, el ancho en el frente de estas partes no podrá ser menor de 0.76 m.

Los espacios de trabajo exigidos no se podrán utilizar para almacenamiento y cuando ellos queden localizados en un pasillo, circulación o en general en un área de circulación abierta, deberán resguardarse de manera adecuada para aquellas ocasiones en las cuales las partes vivas normalmente cubiertas se destapen para inspección o mantenimiento.

13.5.3. PUERTA DE ENTRADA AL ESPACIO DE TRABAJO

Debe existir por lo menos una entrada de suficiente área que dé acceso al espacio de trabajo, con un ancho no inferior a 0.60 m y una altura de al menos 2.2 m.

Para gabinetes de distribución y tableros de control con corriente nominal de 1200 amperios o más, o de más de 1.80 m de longitud de frente, habrá al menos una entrada en cada extremo del local donde éste se ubique.

En el diseño de los accesos al local para el equipo eléctrico, se tendrán en cuenta las dimensiones del mayor de los equipos destinados al área de trabajo, de tal manera que no se presenten dificultades en la entrada o eventual retiro del mismo.

Las puertas deberán abrir para afuera, tendrán cerradura hacia afuera y que haga necesario el uso de llaves.

Cuando las puertas abran hacia adentro, las puertas deberán abrir libre y fácilmente sin usar llaves. No se usaran candados o aldabas

La canalización y sistema porta cables se instalará de tal manera que no imposibiliten el retiro o instalación del equipo eléctrico. En ningún caso la ruta de entrada y salida de equipos será a lago de escalas o espacios que impidan su arrastre o el uso de instrumentos de alce.

13.5.4. ILUMINACIÓN

Todos los espacios alrededor del equipo de medida, gabinetes de distribución, tableros o centros de control de motores instalados en interiores estarán iluminados con un nivel de 100 luxes medidos verticalmente en todos los puntos extremos del gabinete o los gabinetes.

El interruptor para control de la iluminación se deberá ubicar cerca del acceso y las luminarias estarán ubicadas de tal forma que no presente peligro su operación y mantenimiento.

13.5.5. ALTURA LIBRE

La altura mínima libre por encima de los equipos de acometida, gabinetes de distribución, tableros o centros de control de motores, será de 0.2 m.

13.5.6. RESGUARDOS DE LAS PARTES VIVAS

Las partes activas de equipos eléctricos que trabajan a 50 voltios o más, estarán resguardadas de la siguiente manera contra contactos accidentales:

Se ubicarán en un local, bóveda o recinto que sea accesible solamente a personal calificado.

Se colocarán tabiques sólidos o pantallas permanentes, adecuados y dispuestos de manera que sólo personal calificado tenga acceso al espacio, desde donde se alcanzan las partes vivas.

Cualquier abertura en dichos tabiques o pantallas estará ubicada y será de tales dimensiones que las personas no tengan posibilidades de ponerse accidentalmente en contacto con las partes vivas o de poner objetos conductores en contacto con ellas.

En lugares donde el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños materiales, las cubiertas o resguardos estarán colocados y serán de tal resistencia mecánica que impida que el daño ocurra.

13.5.7. SEÑALIZACIÓN

En un lugar visible del recinto para el equipo eléctrico y adecuadamente protegidos contra el deterioro, se deberá colocar una copia de los planos para consulta.

Adicionalmente habrá una placa acrílica de 0.2 x 0.3 m con la indicación “NO ALMACENAR OBJETOS DE NINGUNA CLASE”, así mismo, en la entrada al local deberá colocarse un aviso en placa acrílica de 0.3 x 0.2 m como mínimo, en color amarillo y letras reflectoras, con la indicación “ACCESO SOLO PARA PERSONAL CALIFICADO”.

13.5.8. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Todo local para equipo eléctrico deberá estar equipado junto a cada puerta de acceso con extintor de dióxido de carbono (CO₂) o de polvo químico seco, que tenga como mínimo una capacidad de 5 libras.

Las partes de equipos eléctricos que en su funcionamiento normal producen chispas, arcos, llamas o metal fundido, estarán encerradas separadas o aisladas de cualquier material combustible.

13.5.9. VENTILACIÓN

Para los equipos montados en el piso se debe proveer en espacio entre su parte superior y las superficies adyacentes, para la correcta circulación del aire y adecuada evacuación del calor

En cualquier caso los locales tendrán como mínimo un área de ventilación de 0.23 m. Sus rejillas serán resistentes al vandalismo, no deberán permitir la penetración de basuras, agua lluvias, animales ni objetos extraños que puedan ponerse en contacto con las partes vivas.

En caso de que por medios naturales no sea garantizar las condiciones de ventilación expuestas anteriormente, se recurrirá a ventilación forzada.

13.5.10. DRENAJES

El sitio de colocación del equipo eléctrico deberá estar resguardado contra entrada de agua o cualquier otro liquido.

Para evitar la humedad natural del piso, los equipos eléctricos deberán estar montados sobre estructuras de realce en concreto o metálicas, con una altura mínima de 0.5 m.

Por el local donde se encuentra el equipo eléctrico solo podrá pasar tuberías que pertenezcan al sistema de extinción de incendios del local. En caso excepcional cuando pasen tuberías con líquidos o vapores diferentes al sistema antes mencionado se deberá tomar las precauciones necesarias a fin de que el equipo eléctrico este siempre protegido en caso de ruptura de la tubería.

El piso del local se construirá con una pendiente del 0.5%, cuya cota más baja deberá dirigirse hacia la puerta. Este sitio deberá contar con un desagüe que guíe los líquidos hacia las canalizaciones de agua lluvias.

Las canalizaciones para conductores eléctricos que vengan del exterior, cuyas cajas de paso se encuentren a una cota más alta de la del piso del local para el equipo eléctrico y estén expuestas al agua lluvias, deberán taponarse de tal manera que se impida el acceso de agua hacia el local a través de ellas.

13.5.11. CONEXIONES EN LOS BARRAJES DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Todos los conductores que se conectan a de los barrajes de los tableros de distribución deben llevar terminales ponchados de acuerdo a la capacidad de corriente que va a circular por el conductor.

En ningún caso se aceptarán terminales para el cual el conductor deba ser ajustado con destornillador o cualquier tipo de llave.

13.6. FUNDAMENTOS TÉCNICOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En este capitulo se indica todo el fundamento técnico que concuerda con la NTC 2050 y las normas técnicas acogidas y aplicadas por la CHEC S.A. E.S.P., las cuales como se advirtió anteriormente, hace énfasis en las instalaciones eléctricas.

13.6.1. GENERALIDADES Y DEFINICIONES

Los circuitos ramales reconocidos en este manual serán clasificados de acuerdo con la capacidad del dispositivo de sobre corriente que los protege. La clasificación para circuitos ramales no individuales es de 15 A, 20 A, 30 A, 40 A y 50 A.

Los tomacorrientes instalados en circuitos de 15 y/o 20 A, Serán del tipo con POLO A TIERRA y este deberá estar efectivamente puesto a tierra por medio del conductor de tierra (conductor de puesta a tierra de equipos.)

13.6.2. CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CIRCUITO RAMAL

Los conductores de los circuitos ramales deberán tener una capacidad portadora de corriente no menor que la máxima carga a alimentar. Adicionalmente, los conductores de los circuitos ramales que alimenten varios tomacorrientes o alumbrado deberán tener una capacidad portadora de corriente no menor que la de su dispositivo de protección de sobre corriente.

Los conductores de las fases como del neutro deberán ser del mismo calibre y para el hilo de tierra deberá ser como máximo una galga por debajo.

Los conductores de los circuitos ramales que alimentan cargas diferentes a las mencionadas anteriormente deberán tener una capacidad portadora de corriente suficiente para atender las cargas, pero nunca su calibre puede ser menor del 12 AWG.

En cuanto a los aparatos para salidas de energía deberán ser de una capacidad no menor a la de la carga a servir así:

Los tomacorrientes instalados en un circuito ramal que alimente varias salidas serán de una capacidad no superior a su dispositivo de protección de sobre corriente de este circuito, si el dispositivo de protección es de 15 Amperios el circuito ramal será igual o menor a dicho dispositivo.

Adicionalmente, un tomacorriente cualquiera no podrá alimentar cargas conectadas a él por cordón y enchufe, si la capacidad de la carga es superior al 80% de la capacidad del tomacorriente.

Igual para el alumbrado, a excepción de si se utiliza alumbrado especial como reflectores de luz halógena, de sodio o de mercurio.

13.6.3. PROTECCIÓN CONTRA FALLA A TIERRA

Deberán proveerse interruptores de falla a tierra para proteger a las personas en los siguientes casos:

Para todos los tomacorrientes, instalados sean monofásicos, trifilares y trifásicos deben ir puestos a tierra sólidamente y llevados a la malla de puesta a tierra.

13.6.4. ALIMENTADORES

Se denominará alimentador al conjunto de conductores que se encuentran entre el equipo de acometida y los dispositivos de sobre corriente de los circuitos ramales.

La capacidad portadora de corriente del alimentador no deberá ser menor de 40 amperios, y no podrá ser menor que la de la acometida.

El conductor de tierra se diseñará de acuerdo con el numeral correspondiente de este manual, pero en general, cuando un alimentador atienda circuitos ramales que tengan un conductor de tierra, el alimentador deberá incluir un medio de puesta a tierra, a la cual se conecten los conductores de tierra de los circuitos ramales.

13.6.5. CÁLCULO DE LA CARGA

13.6.5.1. Motores

La carga de los motores deberá calcularse de acuerdo con las secciones 430-25 y 430-26 de la Norma NTC 2050.

13.6.5.2. Unidades fijas de calefacción

La carga de las unidades fijas de calefacción deberá tomarse como el 100% de la carga total asignada a los equipos de calefacción.

13.6.6. ACOMETIDAS

Se define como acometida a la derivación de la red local del servicio público de energía eléctrica que llega hasta el medio de desconexión general interior del inmueble.

Todo inmueble se deberá alimentar por una acometida independiente; las acometidas no podrán pasar por el interior de otro inmueble.

El ducto que llevará los conductores de la acometida no deberá alojar otro tipo de conductores, además deberá ser calculado de acuerdo a los mismos, dando holgura y seguridad.

Los conductores de la acometida deberán tener suficiente capacidad portadora de corriente para manejar la carga, sin que se presenten aumentos de temperatura que deteriore el aislamiento. Su resistencia mecánica será adecuada a las condiciones de instalación. De otra parte, los conductores deberán ser aislados para la tensión de servicio.

13.6.6.1. Acometidas aéreas

Una acometida aérea es la compuesta por los conductores que van desde el transformador, último poste u soporte aéreo, hasta el punto en el cual se conectan al medidor de energía.

La acometida aérea no estará a menos de 3 m de altura de las aceras accesibles únicamente a peatones, ni a menos de 3.7 m en las aéreas no sujetas a tráfico de camiones, ni a menos de 5.5 m de las vías públicas, ni a menos de 0.90 m de las ventanas o balcones. El punto de llegada al inmueble nunca estará a menos de 3 m del piso terminado.

Los conductores de la acometida se conectarán a la red secundaria en el poste más cercano al predio mediante un tensor, por encima del borde superior de la percha y con una separación de 15 cm del poste. El tramo de la acometida entre el punto de conexión a la red y la sujeción al aislador tensor debe quedar con una curva de goteo.

13.6.6.2. Acometida subterránea

Una acometida subterránea es la compuesta por los conductores que van por un ducto subterráneo desde el transformador, último poste u soporte, hasta el punto en que estos se conectan al medidor de energía.

Las acometidas subterráneas deberán estar protegidas contra daños mecánicos de acuerdo con las normas técnicas en los métodos de alambrado de las instalaciones eléctricas y deben tener en cada extremo las cámaras para la inspección y manipulación de los conductores.

Para las redes de distribución en aluminio se debe siempre utilizar conectores bimetalicos aluminio-cobre a compresión.

Los conductores de la acometida entraran en un ducto metálico galvanizado, con capote, sujeto al poste mediante abrazadera galvanizada o cinta de acero inoxidable de cinco octavos de pulgada (5/8") de mínimo.

El tramo del ducto que va subterráneo deberá ser de tubería conduit AVC trabajo pesado y la distancia mínima entre el nivel superior del ducto o bloque de ductos y la rasante del terreno será de 40 cm para andenes y 80 cm para cruce de vías, carreteras o zonas de mucho tránsito.

Se exigirá cámaras de paso donde la alineación del ducto cambie de dirección.

13.6.6.3. Punto de entrada de la acometida al predio

La acometida será recibida en el predio utilizando un aislador tensor, que deberá ir asegurado firmemente a la estructura de la vivienda. En caso de que el ducto de entrada de la acometida a la caja del medidor sea en tubería conduit metálica galvanizada, el aislador tensor se puede asegurar de este siempre y cuando dicho ducto no sobresalga más de 20 cm de la estructura del local.

Los conductores de la acometida no deberán tener empalmes y estarán protegidos contra daños mecánicos y manejar el código de colores, lo anterior de acuerdo con la Norma NTC 2050 y este manual.

En el punto de llegada de la acometida al ducto de entrada se debe realizar una curva de goteo y colocarse un capacete que impida la entrada de agua.

El ducto de entrada de la acometida a la caja del medidor debe ser continuo hasta esta, en tubería metálica galvanizada, puede estar sobrepuesto a la vista, su diámetro deberá ser el apropiado de acuerdo con el número y calibre de los conductores que albergue.

El ducto deberá poseer su correspondiente tuerca y contratuerca o adaptador terminal en el punto de acceso a la caja para el medidor de energía.

13.6.6.4. Cálculo de la acometida

Los conductores de la acometida tendrán suficiente capacidad portadora de corriente para manejar la carga calculada según los métodos indicados para el alimentador.

El calibre de los conductores de la acometida debe estar acorde con la corriente de la carga instalada y será en cobre aislado.

13.6.6.5. Medio de desconexión y protección

Todo proyecto deberá tener una protección general, que proteja la carga instalada y estará calculada de acuerdo a la carga instalada, además cada circuito y equipo debe tener su protección.

13.6.6.6. Protección de sobrecorriente

Las capacidades de corriente de las protecciones de sobre corriente normalizadas más comunes de fusibles e interruptores automáticos monopolares, bipolares y tripolares son: 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 100 A.

Los interruptores automáticos no podrán conectarse en paralelo.

El fusible o la unidad de disparo de sobre corriente de un interruptor automático se deberán conectar en serie con cada conductor vivo. Por lo general es preferible que los interruptores automáticos abran simultáneamente todos los conductores vivos del mismo circuito.

Los aparatos de protección de sobre corriente estarán localizados en lugares fácilmente accesibles.

Está expresamente prohibido por la norma NTC 2050 la localización de los dispositivos de sobre corriente en lugares que almacenen material combustible, los guardarpas o similares.

Los aparatos de protección de sobre corriente deberán localizarse en gabinetes o cajas montadas verticalmente, teniendo cuidado de que la palanca de los interruptores automáticos quede accesible para su operación.

En lugares húmedos estos gabinetes deberán ser apropiados para estos ambientes y al instalarse se deberá dejar un retiro de la pared de al menos 8 mm.

13.7. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

13.7.1. GENERALIDADES

Los sistemas eléctricos serán puestos a tierra para la protección y seguridad de las personas y facilitar la operación de los equipos ya que limitan las tensiones debidas a descargas atmosféricas, transitorias en las líneas, contactos accidentales con líneas de sistemas de mayor tensión. Además mantendrán la tensión con respecto a tierra dentro de un rango normal de funcionamiento.

Los gabinetes metálicos, que encierren equipos o conductores eléctricos vivos se pondrán a tierra para limitar la tensión a tierra en estos y facilitar la operación de los aparatos de protección de sobre corriente en casos de falla a tierra.

13.7.2. PUESTA A TIERRA

Los sistemas eléctricos se pondrán a tierra de una manera sólida para facilitar la acción de los dispositivos de protección en caso de fallas.

Configuran el sistema de puesta a tierra: El conductor con aislamiento de color verde puesto a tierra, el barraje equipotencial de tierra, el conductor de bajante y el electrodo de puesta a tierra.

13.7.3. CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

Debe cumplir con la norma NTC 2050 en su tabla 250-94. No poseerá interrupciones, medios de desconexión y cuando se empalme se hará con los medios adecuados.

La corriente máxima admisible que puede circular por el mismo es de 0,1 A cuando se trata de equipos electrónicos, 25 mA para circuito ramal o derivado de uso general sin cargas eléctricas y 10 A en subestaciones de media y alta tensión.

Se hará continuidad entre todas las cajas metálicas usando un conductor de cobre aislado de color verde continuo o verde con franjas amarillas. El calibre de este conductor dependerá de la capacidad del interruptor automático del respectivo circuito ramal, siendo el calibre mínimo de No. 12 AWG.

En cajas y gabinetes de medidores de unirá los conductores de neutro y tierra, se pondrán a tierra en un solo punto.

El conductor neutro de un sistema eléctrico puesto a tierra deberá llevarse junto con la acometida, hasta los gabinetes que alojan él o los medios de desconexión y no deberá unirse a las partes metálicas de éstos. En su lugar lo será el conductor de puesta a tierra.

El calibre del conductor usado para la puesta a tierra de la caja o gabinete de medidores (bajante) se determinará también según los calibres de los conductores de acometida de acuerdo con la tabla 250-94 NTC 2050, pero en ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser menor al No. 8 AWG si es cobre o No. 6 AWG si es aluminio (Art.250-93-c).

El conductor de puesta a tierra se deberá conectar entre la barra del neutro de la caja o gabinete de medidores y el electrodo a tierra, que normalmente consiste en una varilla de cobre de 5/8" por 2.4 m. (Ver tabla de valores máximos de resistencias de puesta a tierra.)

13.7.4. MÉTODOS DE PUESTA A TIERRA

13.7.4.1. Conexiones del conductor de tierra y del conductor neutro

El conductor neutro será puesto a tierra en el origen de la instalación y ante de los dispositivos de corte en la caja de interruptores.

El camino a tierra de los circuitos, equipos y ductos metálicos para conductores deberá ser permanente y continuo, con capacidad para conducir cualquier corriente de falla que se pueda presentar, con impedancia lo suficientemente baja para limitar la tensión a tierra y para facilitar la operación de los aparatos de protección de sobre corriente.

Algunos equipos pueden ser conectados a tierra en el sitio mismo donde están instalados, pero debe usarse además el conductor de tierra en el circuito que alimenta tal equipo para llevarlo al puente equipotencial respectivo.

13.7.5. PROHIBICIÓN DE USAR EL CONDUCTOR NEUTRO COMO CONDUCTOR DE TIERRA

El conductor neutro del sistema no deberá estar unido a ninguna parte metálica no portadora de corriente en el lado de carga después de los medios de desconexión o de los dispositivos de protección de sobre corriente.

13.7.6. ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Electrodo de puesta a tierra es un cuerpo metálico conductor en contacto permanente con el terreno y capaz de dispersar corriente eléctrica. Está constituido por uno o varios elementos unidos entre sí, mediante conductores enterrados y no aislados del terreno.

Si están disponibles en el lugar de la instalación eléctrica, cada uno de los siguientes electrodos se deberán unir eléctricamente para formar el sistema de electrodo de puesta a tierra.

Al momento de adelantar la obra civil para la instalación de un gabinete o caja para medidores se deberá dejar prevista la caja para la instalación el electrodo de puesta a tierra.

Los electrodos deben ser de cobre o acero con cobre electrodeado de 5 / 8" * 2.4 m y espesor de 250 μ m o de 2000 μ m cuando es recubierta total en cobre.

13.7.7. LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LA EDIFICACIÓN

Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.

13.7.8. ANILLO DE PUESTA A TIERRA

Un anillo de tierra que encierre el edificio en contacto directo con la tierra o no menos de 0.80 m de profundidad consistente en al menos 6 m de conductor sólido de cobre 2 AWG o mayor.

13.7.9. ELECTRODOS ARTIFICIALES

Si ninguno de los anteriores electrodos existe, se deberán usar uno o más de los electrodos que se especifican más adelante. Donde sea posible los electrodos artificiales se enterrarán en contacto con los niveles permanentes de humedad.

Los electrodos artificiales estarán libres de cubiertas aislantes como pintura.

Cuando se usen varios electrodos en un sistema de puesta a tierra, cualquiera de ellos se separará 2.4 m de cualquier electrodo de otro sistema de puesta a tierra.

13.7.10. TAMAÑO DEL CONDUCTOR DE TIERRA DE EQUIPOS

El tamaño del conductor de tierra no deberá ser menor que el especificado en la tabla 250-95 de la Norma NTC 2050.

Cuando un solo conductor de tierra para conectar equipos acompaña varios circuitos ramales, éste será dimensionado para el circuito que tenga el mayor dispositivo de protección.

Cuando los conductores sean llevados en paralelo y por canalizaciones separadas, el conductor de tierra también será llevado en paralelo, pero dimensionado para cada ducto según lo indicado en la tabla 250-95 de la norma NTC 2050.

13.7.11. VARILLA DE PUESTA A TIERRA

El electrodo de puesta a tierra normalmente se compone de una varilla cobre de 5/8" * 2.4 m y en caso de que el valor de la resistencia sea mayor a 10 ohmios, se colocarán las varillas necesarias o se tratará en terreno.

De todas maneras en una de las varillas se dejará una caja para medir la resistencia a tierra.

Los electrodos deberán estar totalmente enterrados con una profundidad no inferior a 15 cm de la superficie del terreno.

13.7.12. PLANTA DE EMERGENCIA

Las plantas de emergencias deberán ser calculadas de acuerdo a la carga que va alimentar y se debe presentar las respectivas menorías de cálculo.

El barraje de transferencia automática que sirve de alimentación para la carga desde planta de emergencia, debe ser independiente del barraje donde llega la red de CHEC, por lo tanto en ningún caso se recibirán proyectos que tengan medidores para descuento de plantas de emergencias.

13.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

13.8.1. NUMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO

El número y el calibre de los conductores en cualquier canalización deben permitir la disipación de calor y su fácil instalación y remoción sin dañarlos.

No deberá excederse el porcentaje especificado de ocupación de las tuberías según el número de conductores por tubería.

El porcentaje ocupado por el área de los conductores con respecto al total de la sección transversal de área de la tubería no será mayor de.

53%, si se instala un solo conductor en el ducto.

31%, si se instalan dos conductores en el mismo ducto.

40%, si se instalan tres o más conductores en el mismo ducto.

Los porcentajes anteriores están dados para condiciones normales de instalación y alineación de conductores, donde la longitud de tendido y el número de curvas están dentro de límites razonables.

Se puede considerar, bajo ciertas condiciones, la utilización de un tubo de diámetro mayor al calculado o un espacio a llenar menor al calculado.

13.8.2. FACTOR DE POTENCIA

Se recomienda un valor de factor de potencia entre 0.92 y 0.95.

Cuando un factor de potencia esta por debajo de este rango, presenta consumo de energía reactiva la cual se cobra de la siguiente manera:

$$kWhR = \frac{kWh/m}{2} - kVARh/m$$

KWh/m = Energía activa consumida en el mes.

kVARh/m = Energía reactiva consumida en el mes.

Si esta diferencia es positiva se cobra únicamente la diferencia que da la formula, en caso contrario no se cobrará.

De acuerdo a la resolución CREG 082 – 02 el cobro de la energía reactiva se hará en forma horaria, para aquellos usuarios que tengan lectura horaria y se aplica la misma formula.

13.9. PRESENTACIÓN DE UN PROYECTO

Para presentar un proyecto nuevo o remodelado en CHEC se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

13.9.1. PLANOS, APROBACIÓN Y REVISIÓN DE TRABAJOS

Se debe presentar planos del proyecto a construir, los cuales deben incluir:

- a) Localización del proyecto.
- b) Diseño de la red primaria. Diagrama Unifilar.
- c) Diseño de las redes internas.
- d) Cuadros de carga.
- e) Cálculos de demanda.
- f) Cálculo de protecciones.
- g) Cálculo de malla a tierra.
- h) Cálculo del transformador de potencia.

- i) Cálculo de los transformadores de corriente.
- j) Tipo y características del medidor a instalar.
- k) Cálculo de acometidas y conductores para las cargas a instalar.

Los planos deben ser aprobados por el ingeniero de la División de Distribución encargado la respectiva zona.

Cuando se trata de trabajos en redes de baja tensión de CHEC, se solicitará carta de aprobación firmada por el ingeniero de zona de los trabajos realizados.

13.9.2. REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Tanto los medidores electromecánicos como electrónicos deben entrar al laboratorio de calibración para su verificación y calibración y programación.

Se requiere fotocopia de los protocolos de pruebas de los transformadores de corriente.

El gabinete debe ser único y exclusivamente para la medida (Los transformadores de Corriente, los medidores, el reloj de conmutación y el bloque de prueba.)

Tanto la acometida, el tablero y los equipos de medida se deberán ceñir a lo establecido en la presente normatividad.

Para proyectos en niveles superiores a uno se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a) Fotocopia de los protocolos de pruebas de los transformadores de corriente y potencial.
- b) Los Transformadores de corriente y potencial deben ser entrados al laboratorio de transformadores de la empresa para su verificación, antes de ser instalados.
- c) Medidor Electrónico con tarjeta de perfil de carga (Sí es cliente no regulado debe tener módem de comunicación.)
- d) Bloque de prueba cortocircuitable de dos elementos para proyectos en nivel dos y tres elementos para proyectos en nivel superior a dos.
- e) Los colores para las señales de Tensión y de Corriente deben ser: Elemento R Rojo, Elemento S Azul y Elemento T Amarillo, Neutro Blanco y Tierra Verde; si es de tres elementos. Tanto el elemento de Tensión como el de Corriente deben ser del mismo color.
- f) Se debe cablear las señales de tensión y de Corriente hasta el bloque de prueba en tubería EMT de ¾" ductos separados. (Ducto para señales de tensión y ducto para señales de Corriente)
- g) La conexión en los bornes de los transformadores tanto del primario como del secundario debe ser con terminales ponchados.

- h) Dentro del gabinete se debe instalar una toma-corriente doble con polo a tierra. La alimentación de ésta toma NO puede ser tomado de los transformadores de potencial.
- i) El gabinete debe ser único y exclusivamente para la medida (Medidor, bloque de prueba y toma-corriente)
- j) Para clientes No Regulados se debe colocar toma telefónica con protección dentro del gabinete.
- k) En el caso de proyectos en nivel de tensión superior a dos “SE TIENE QUE CONSTRUIR EN TRES ELEMENTOS”.

Para calcular los transformadores de corriente se debe hacer teniendo en cuenta carga que se va a instalar y no con la capacidad instalada.

13.10. TABLAS

A continuación se introducen algunas tablas importantes para la construcción de instalaciones interiores:

Tabla 1 Número máximo de conductores por ducto circular														
Diámetro del tubo en pulgadas		1/2	3/4	1	1 ¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6
14	T, TW	9	15	25	44	60	99	142						
	THW	6	10	16	29	40	65	93	143	192				
	THWN	13	24	39	69	94	154							
12	T, TW	7	12	19	35	47	78	111	171					
	THW	4	8	13	24	32	53	76	117	157				
	THWN	10	18	29	51	70	114	164						
10	T, TW	5	9	15	26	36	60	85	131	176				
	THW	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
	THWN	6	11	18	32	44	73	104	160					
8	T, TW	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108			
	THW	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	106	133	
	THWN	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136			
6	T, TW, THW	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	78	97	141
	THWN	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	125	154	
4	T, TW, THW	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	106
	THWN	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137
3	T, TW, THW	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
	THWN	1	1	3	6	8	13	19	29	39	51	64	80	116
2	T, TW, THW	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	78
	THWN	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97
1	T, TW, THW		1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39	57
	THWN		1	1	3	5	8	12	18	25	32	40	50	72
1/0	T, TW, THW		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	49
	THWN		1	1	3	4	7	10	15	21	27	33	42	61
2/0	T, TW, THW		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	41

Tabla 1 Número máximo de conductores por ducto circular													
Diámetro del tubo en pulgadas	1/2	3/4	1	1 ¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6
THWN		1	1	2	3	6	8	13	17	22	28	35	51
3/0	T, TW, THW	1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
	THWN	1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42
4/0	T, TW, THW		1	1	1	3	5	7	10	13	16	20	29
	THWN	1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35

Tabla No. 2 - Cajas de uso Común						
TIPO	DIMENSIONES (pulgadas)	VOLUMEN (cm3)	MÁXIMO NUMERO DE CONDUCTORES3			
			Nº 14	Nº 12	Nº 10	Nº 8
Cuadrada	4x4x2 1/8	497	15	13	12	10
Cuadrada	4 x 4 x 1 1/2	345	10	9	8	7
Rectangular	4x4x1 1/2	254	7	6	6	5
Rectangular	4 x 2 x 1 1/2	169	5	4	4	3
NOTAS: 1. Para otro tipo de cajas consultar la tabla 370-6a de la NTC 2050. 2. Tipo Trifilar 50A. 3. Para combinaciones de estos calibres deberá aplicarse el volumen por calibre del siguiente cuadro. En general, la suma de los volúmenes requeridos por caja						

TABLA NO. 3 - VOLUMEN REQUERIDO POR CONDUCTOR	
CALIBRE DEL CONDUCTOR (AWG)	VOLUMEN (cm3)
14	33
12	37
10	41
8	49
6	82

TABLA No. 4 - Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado		
Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a la cual se aplica el factor de demanda (Vatios)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 W o menos	100%
	Los siguientes hasta 120 000 W	35%
	Exceso sobre 120 000 W	25%
* Hospitales	Primeros 50 000 o menos	40%
	Exceso sobre 50 000 W	20%
* Hoteles y moteles incluyendo los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen	Primeros 20 000 W o menos	50%
	Los siguientes hasta 100 000 W	40%
	Exceso sobre 100 000 W	30%
Depósitos	Primeros 12 500 o menos	100%
	Exceso sobre 12 500 W	50%
Todos los demás	Vatios totales	100%

' Los factores de demanda de esta tabla no se aplicarán a la carga calculada de los alimentadores de las áreas de hospitales, hoteles y motetes donde todo el alumbrado pueda estar utilizado al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salas de baile y comedores.

TABLA No. 5			
Demandas nominales para cocinas eléctricas domésticas, hornos de pared, cocinas empotradas y otros artefactos de cocinas domésticas con demanda nominal mayor de 1 3/4 kW.			
Se usará la columna A para todos los casos, con excepción de lo indicado en la nota 3 de esta tabla			
Número de artefactos	Demanda máxima Factor de demanda (véase la nota 3)		
	Columna A (no mayor de 12 kW nominales) kW	Columna B (menor de 3 1/2 kW nominales) %	Columna C 3 1/2 kW hasta 8 3/4 kW nominales) %
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
6	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32
12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	36	28
20	35	35	28
21	36	34	26
22	37	33	26
23	38	32	26
24	39	31	26
25	40	30	26
26-30	15+ 1	30	24
31 -40	para cada cocina	30	22
41 -50	25 + 3/4	30	20
51 -60	para cada cocina	20	18
61 y más		30	16

Notas a la tabla No. 5:

- 1- Cocinas de más de 12kW hasta 27 kW, todas de valores nominales iguales. Para las cocinas de más de 12kW, pero de menos de 27 kW, la demanda máxima de la columna A se incrementará en un 5% para cada kW adicional o tracción importante que sobrepase 12 kW.
- 2- Cocinas de más de 12 kW hasta 27 kW, de valores nominales no iguales. Para las cocinas de más de 12kW y menos de 27 kW, pero de diferentes valores se calculará un valor medio sumando los valores nominales de todas las cocinas para obtener la carga total conectada (usando 12kW para cada cocina de menos de 12 kW nominales) y dividiendo por el número total de cocinas, entonces se incrementará la demanda máxima de la columna A en un 5% para cada kW o fracción importante que sobrepase 12 kW.
- 3- Más de 1 3/4 kW. Hasta 8 3/4 kW Se permitirá que en lugar del método indicado para la columna A, se sumen los valores nominales de las placas de características de todas las cocinas de más de 1 3/4 kW, pero no mayores de 8 3/4 kW, y se multiplique la suma por el factor de demanda especificado en la columna B o C para el número dado de artefactos.
- 4- Carga de circuitos ramales. Se permitirá calcular la carga de un circuito ramal para una cocina de acuerdo con la tabla 220-19. La carga de un circuito ramal para un horno de pared o una cocina para empotrar, debe ser la demanda nominal indicada en la placa de características del artefacto. La carga de un circuito ramal para una unidad de cocina para empotrar y no más de dos hornos de pared, todos los alimentos por el mismo circuito ramal y ubicados en una misma pieza, se calculará sumando las demandas nominales de las placas de características de los artefactos individuales y considerando este total como si fuese el valor de una sola cocina.
- 5- Esta tabla es válida también para los artefactos de cocina de demanda nominal mayor de 1 3/4 kW que se utilizan para programas educativos

Tabal No. 6 - Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna			
Calibre del conductor mayor de entrada de acometida o su equivalente para conductores en paralelo		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio con recubrimiento de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio con recubrimiento cobre
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Mayor de 3/0 a 350 MCM	Mayor de 250 MCM a 500 MCM	2	1/0
Mayor de 350 MCM 600 MCM	Mayor de 500 MCM a 900 MCM	1/0	3/0
Mayor de 600 MCM a 1100 MCM	Mayor de 900 MCM a 1750 MCM	2/0	4/0
Mayor de 1100 MCM	Mayor de 1750 MCM	3/0	250 MCM

Tabla 7. Adaptación de la tabla NEC 250-122
TABLA 250-122 DEL NEC CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS

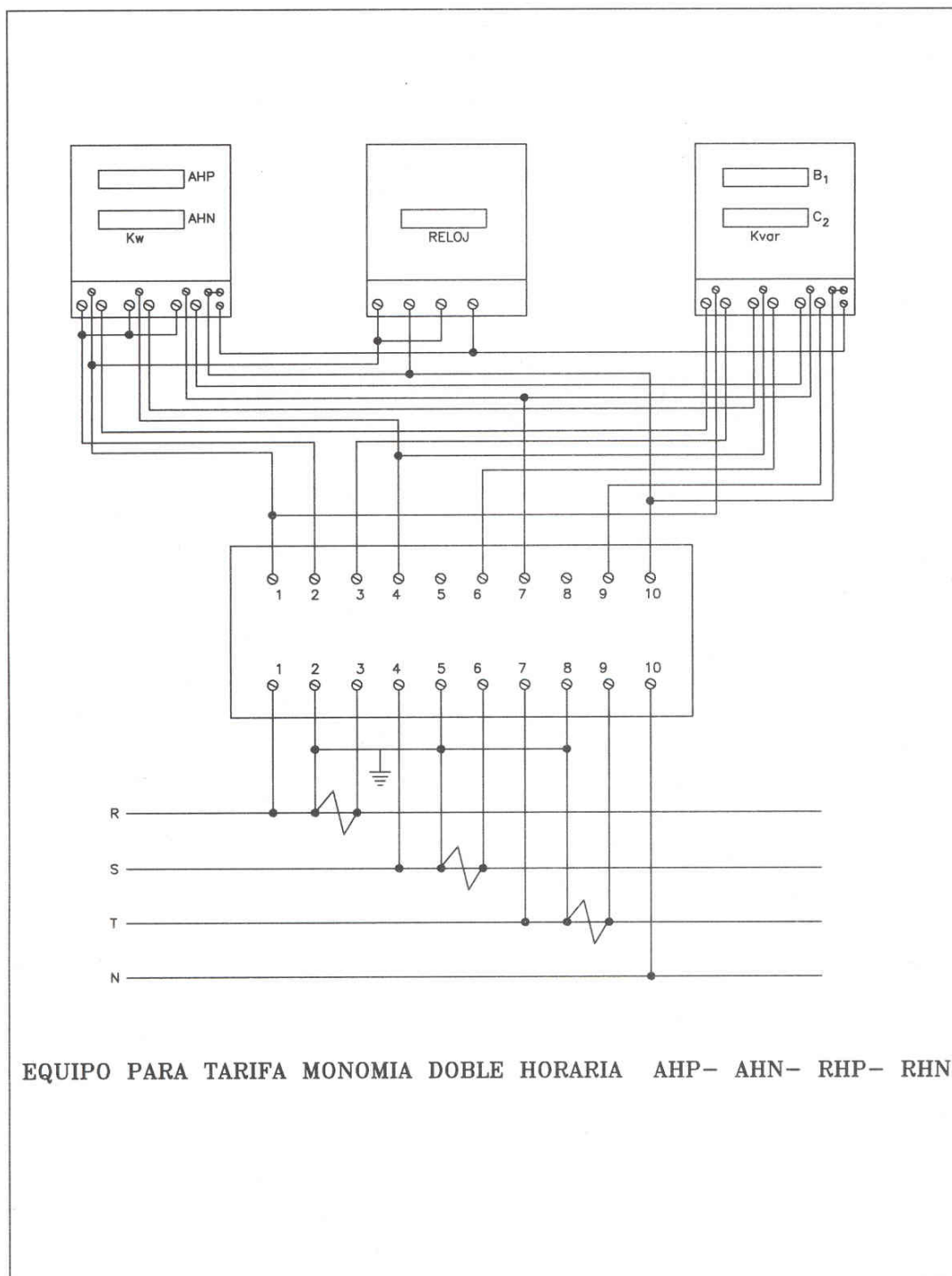
Capacidad nominal de Protección en amperios	Calibre de conductor de tierra en cobre		Capacidad de corriente en falla (A)	Factor K**	Sobrecarga permitida
	AWG	mm ³			
15	14	2.08	97	7.8	125%
20	12	3.31	155	7.7	125%
30	10	5.26	246	8.2	117%
40	10	5.26	246	6.1	88%
60	10	5.26	246	4.1	58%
100	8	8.37	391	3.9	50%
200	6	13.3	621	3.1	33%
300	4	21.15	994	3.1	25%
400	3	26.7	1.254	3.1	24%
500	2	33.63	1.614	3.1	23%
600	1	42.41	1.981	3.3	22%
800	1/0	53.51	2.499	3.1	19%
1000	2/0	67.44	3.150	3.2	18%
1200	3/0	85.03	3.372	3.3	17%
1600	4/0	107.22	5.008	3.1	14%
2000	250 kcmil	126.68	5.914	3	13%
2500	350 kcmil	177.35	8385	3.3	12%
3000	400 Kcmil	202.68	9467	3.2	11%
4000	500 kcmil	253.35	11834	3.0	19%
5000	700 Kcmil	354.7	16.566	3.3	9%
6000	800 kcmil	405.37	18.935	3.2	8%
• Un amperio por cada 42.25 circular mil por cinco segundos. **FACTOR K: Para calcular la capacidad de corriente en falla *** Basada en 75°C para cable de cobre					

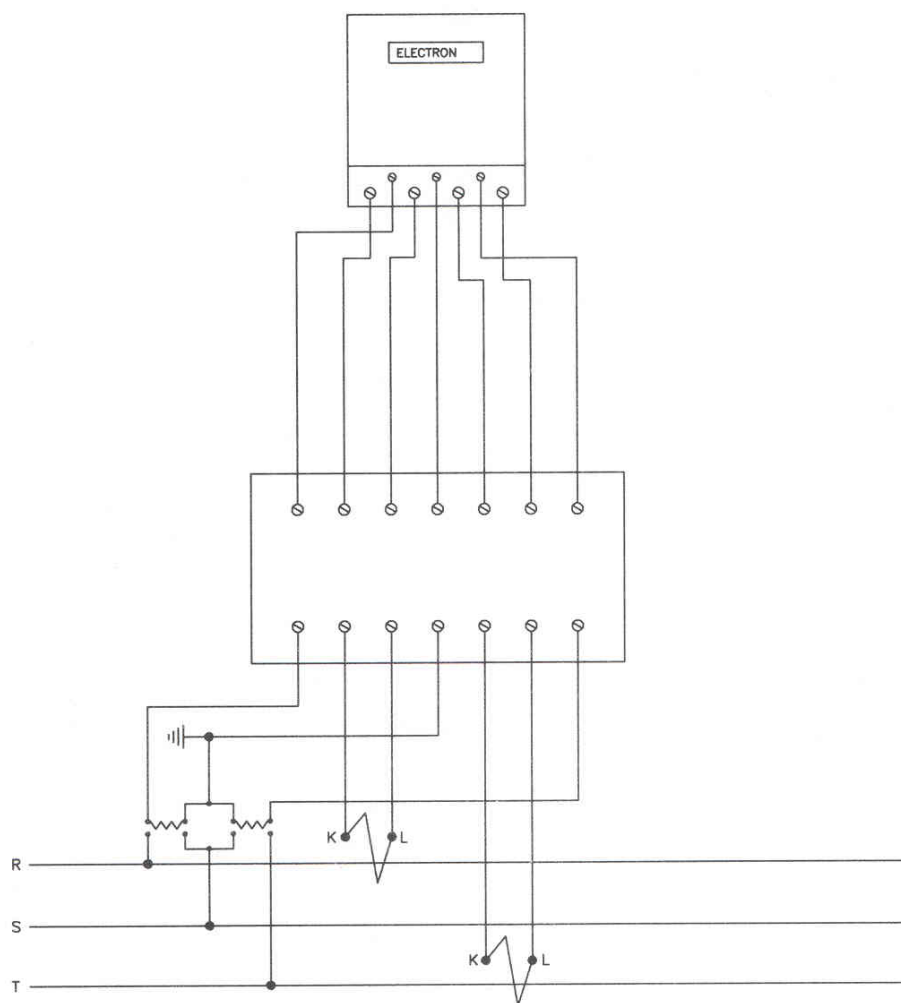
Tabla 8. Adaptación de la tabla NEC 250-66				
TABLA 250-66 DEL NEC "CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA (EN COBRE)				
Calibre da fase (AWG)	Capacidad del conductor a 750°C (amperios)	Conductor del electrodo de puesta a tierra (AWG)	Capacidad (amperios)	Porcentaje de la línea a tierra respecto a las fases
2 o menos	115	8	50	43%
1 a 1/0	150	6	65	43%
2/0 a 3/0	200	4	85	43%
3/0 a 350 kcmil	310	2	115	37%
350 a 600 kcmil	420	1/0	150	36%
600 a 1100 kcmil	545	2/0	175	32%
Mayor de 1100 Kcmil	590	3/0	200	34%
Es el conductor que parte da la puesta a tierra hasta el barraje equipotencial de distribución de tierras para la instalación y el punto de conexión al neutro				

13.11. GRÁFICAS DE CONEXIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA

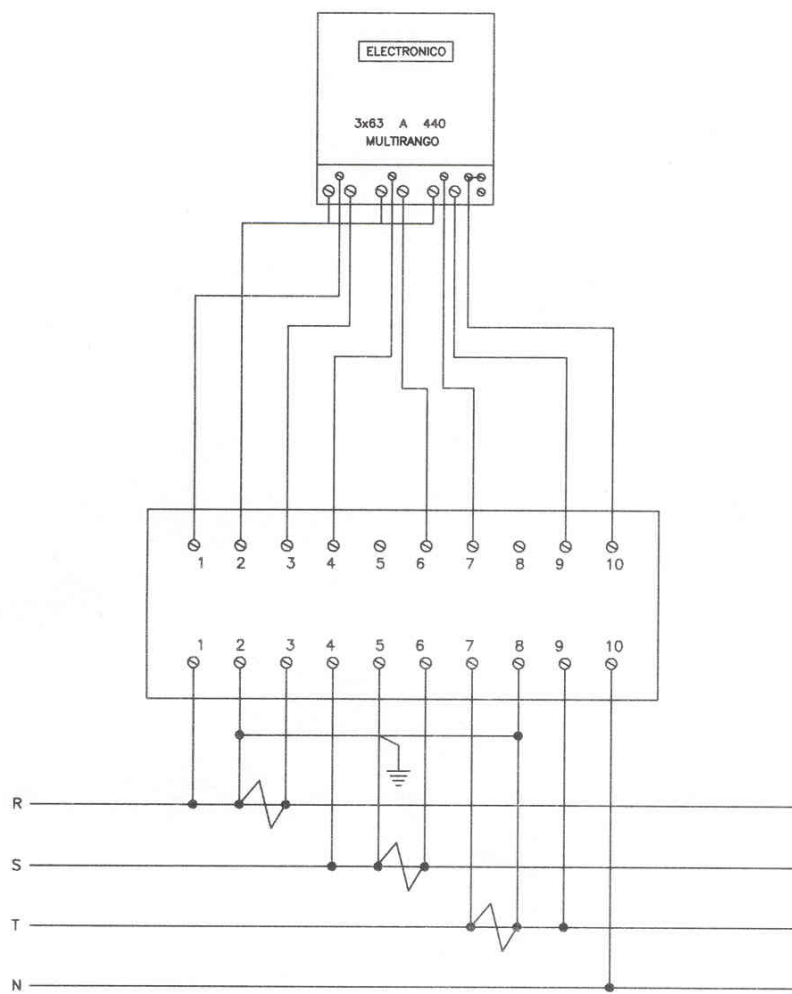
Las gráficas que a continuación se introducen permiten conocer las conexiones de los diferentes equipos de medida.

Al final se incluye el dimensionamiento de los tableros de instalación de medidores.

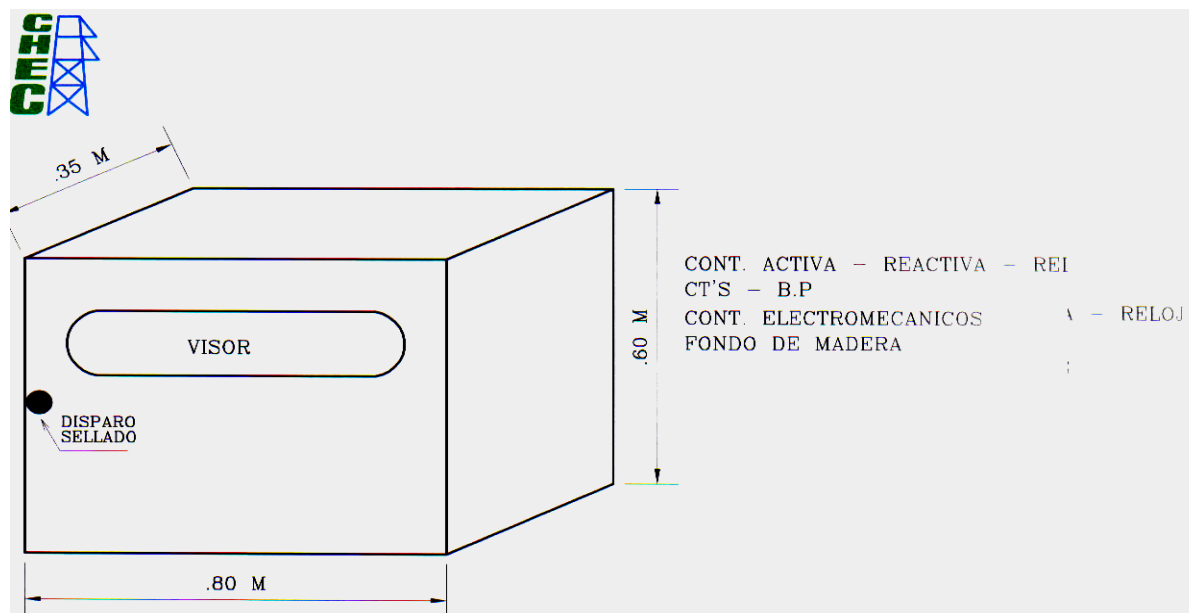




CONEXION EN DOS ELEMENTOS



CONEXION EN TRES ELEMENTOS MEDIDOR ELECTRONICO



GABINETE PARA EQUIPO

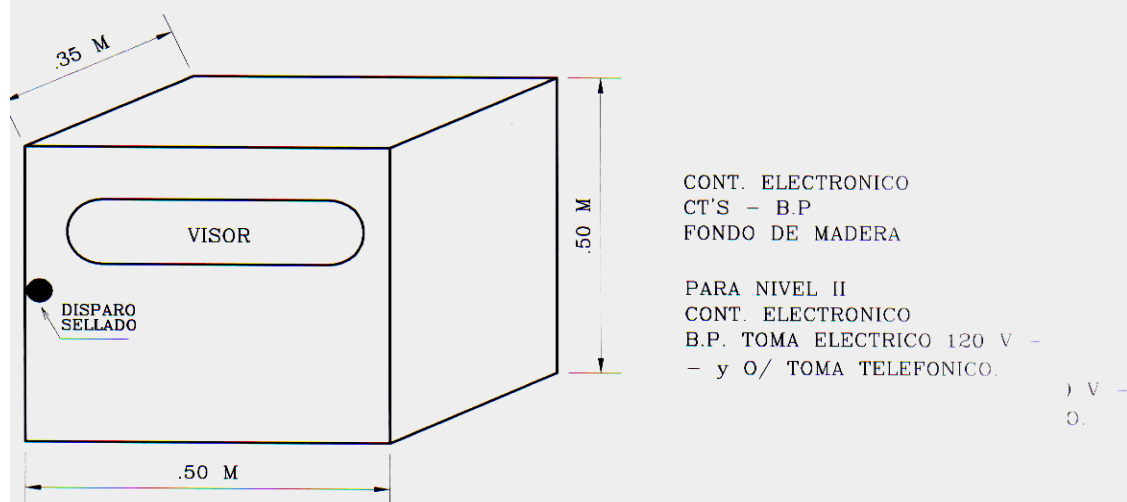
GABINETE PARA EQUIPO
GABINETE PARA EQUIPO

TABLA No. 9 - PROTECCIÓN PARA MOTORES						
H. P.	Calibre del alambre AWG	Amperios	Fusible Máximo	Calibre del alambre AWG	Amperios	Fusible Máximo
		110 VAC			220 VAC	
M O N O F A S I C O S						
1/6	14	3.3	6	14	1.6	3
1/4	14	4.8	8	14	2.4	4
1/2	14	7	10	14	3.5	6
2/3	14	9.4	15	14	4.7	8
1	14	11	15	14	5.5	8
1 1/2	12	15.2	20	14	7.6	10
2	12	20	25	14	10	15
3	8	26	35	12	14	20
5	4	46	60	8	23	30
T R I F A S I C O S						
1/2	14	5	8	14	2.5	4
3/4	14	5.4	8	14	2.8	4
1	14	6.6	10	14	3.3	6
1 1/2	14	9.4	15	14	4.7	8
2.	12	12	15	14	6	8
3				14	9	12
5				12	15	30
7 1/2				8	22	30
10				8	27	35
15				6	38	50
20				4	52	70
25				2	64	80
30				1	77	100
40				1/0	101	125
50				3/0	125	175
60				4/0	149	200

13.12. CARGA DE ALUMBRADO DE ACUERDO CON EL TIPO DE LOCAL

CARGA UNITARIA EN VATIOS POR M²	
ESPACIO	LUXES
Auditorios	10
Bancos	35
Barberías, peluquerías y salones de belleza	30
Iglesias	10
Clubes y casinos	20
Tribunales	20
Unidades de vivienda	30
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin cocina	20
Inmuebles comerciales e industriales	20
Hospédales	15
Inmuebles de oficina	35
Restaurantes	20

CARGA UNITARIA EN VATIOS POR M²	
ESPACIO	LUXES
Escuelas	30
Tiendas	30
Depósitos	30

Para los locales citados y con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicará lo siguiente:

CARGA UNITARIA EN VATIOS POR M²	
ESPACIO	LUXES
Sala de reuniones y auditorios	10
Recibo, corredores y roperos	5
Espacios para almacenamiento	2.5

Todos los tomacorrientes de 20A o menos pueden considerarse como salidas de Iluminación general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos, excepto los tomacorrientes de circuitos ramales dedicados sólo a artefactos pequeños Incluyendo equipos de refrigeración.

Cuando la cantidad real de tomacorrientes de uso general es desconocida, se incluirán 10 W/ m² adicionales por ese concepto.