NORMAS DE ACOMETIDAS Y MEDICIÓN ELÉCTRICAS

ENAM

ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P

GERENCIA DE DISTRIBUCIÓN

ENAM S.A E.S.P

1. CAMBIOS Y/O ACTUALIZACIONES

NIVEL DE REVISIÓN	PÁGINAS MODIFICADAS	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	FECHA

	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORÓ	COORDINACIÓN OPERATIVA	CORDINACIÓN OPERATIVA		
REVISÓ	JORGE MANRIQUE	GERENCIA DISTRIBUCIÓN		
APROBÓ	ALEXANDER RODRIGUEZ G.	GERENCIA GENERAL		

Contenido

1. SEGURIDAD EN REDES ELÉCTRICAS. 7

1.1 ASPECTOS DE SEGURIDAD 7

1.2 REGLAS BÁSICAS PARA TRABAJOS EN REDES ELÉCTRICAS 8

2. GENERALIDADES. 9

2.1 OBJETIVO DE LA NORMA. 9

2.2 APLICACIÓN DE LA NORMA. 9

2.3 REVISIÓN Y APROBACIÓN DE LA NORMA. 9

2.4 DEFINICIONES. 9

2.5 TENSIONES DE SUMINISTRO. 17

2.5.1 Suministro Desde Redes de Distribución Secundaria. 18

2.5.3 Suministro Desde Redes de Media Tensión 18

2.6 LÍMITES DE CARGA 18

2.7 ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS. 19

3. ACOMETIDAS 20

3.1 DEFINICIÓN LEGAL DE ACOMETIDA. 20

3.2 PARTES QUE COMPONEN UNA ACOMETIDA. 20

3.3 CONTINUIDAD DE LA ACOMETIDA. 20

3.4 AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN. 20

3.5 NÚMERO DE ACOMETIDAS. 20

3.6 TIPOS DE ACOMETIDAS. 20

3.6.1 Acometidas Aéreas. 21

3.6.2 Acometida Subterránea. 26

3.7 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS PROVISIONALES. 29

3.7.1 Equipos de Emergencia Instalados por el Cliente. 30

3.7.2 Circuitos de Suplencia 32

3.8 TIPOS DE SERVICIO. 33

4. CAJAS Y ARMARIOS PARA MEDIDORES 35

4.1 GENERALIDADES. 35

4.2 ESPECIFICACIONES GENERALES. 36
4.2.1 Materiales 36
4.2.2 Puesta a Tierra 36
4.2.3 Pintura. 36

4.3 CAJAS PARA MEDICIÓN SEMIDIRECTA. 37
4.3.1 Instalación en Murete. 38
4.3.2 Instalación en Poste. 38

4.4 ESPECIFICACIONES DE CAJAS PARA MEDIDORES. 38
4.4.1 Cajas Metálicas. 38
4.4.2 Cajas Plásticas. 39
4.4.3 Cajas para Medidor Individual 40
4.4.4 Especificaciones del Barraje de Distribución 40

4.5 ESPECIFICACIONES PARA ARMARIOS DE MEDIDORES 42
4.5.1 Grado de Protección. 43
4.5.2 Estructura. 43
4.5.3 Láminas. 43
4.5.4 Sistema de Anclaje. 43
4.5.5 Compartimientos. 43
4.5.6 Dimensiones de los Armarios de Medidores. 46
4.5.7 Instalación de los Medidores en los Armarios 47
4.5.8 Espacio para Reservas 48
4.5.9 Puesta a Tierra 48
4.5.10 Carga Permitida en Barras Rectangulares de Cobre 60 Hz. 49

5. MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA 50

5.1 GENERALIDADES 50

5.2 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN 50
5.2.1 Medidores. 50

6. MEDICIÓN DE ENERGIA REACTIVA 54

7. EQUIPOS ANEXOS AL MEDIDOR 55

7.1 TRANSFORMADORES DE MEDIDA 55
7.1.1 Transformador de corriente. 56

CLASE DE PRECISIÓN 57
7.1.2 Burden. 58

7.1.3 Clase de precisión. 59
7.1.4 Nivel de aislamiento. 59
7.1.5 Detalles de conexión. 59
7.1.6 Transformadores de Potencial 62

CLASE DE PRECISIÓN 64

POTENCIA DE PRECISIÓN 64

7.2 BLOQUE DE PRUEBAS 67
7.2.1 Generalidades. 67
7.2.2 Base del bloque de pruebas. 67
7.2.3 Tapa principal. 68
7.2.4 Bornes Terminales y cuchillas. 68

7.3 CABLE MULTICONDUCTOR PARA SEÑALES DE MEDIDA 68
7.3.1 Especificaciones 69

8. DISEÑOS SIMPLIFICADOS 72

ANEXO I 73
ANEXO II 89

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Rangos de Voltaje Norma ANSI C84.1	17
Tabla 2.	Tipo de medición y equipos según la capacidad instalada.	19
Tabla 3.	Calibres de Conductor y Ductos para Acometidas en Baja Tensión Comunes	23
Tabla 4.	Selección del Calibre de la Acometida	23
Tabla 5.	Altura mínima de seguridad de las Acometidas	25
Tabla 6.	Código de colores para conductores c.a.	26
Tabla 7.	Niveles de ruido aceptables en instalaciones de plantas eléctricas	31
Tabla 8.	Tipos de servicio	34
Tabla 9.	Dimensiones de armarios para medidores trifásicos	46
Tabla 10.	Dimensiones de armarios para medidores monofásicos	46
Tabla 11.	Carga permitida en barras rectangulares de cobre. (Amperes, 60 Hz)	49
Tabla 12.	Clases de precisión de los equipos de medida.	52
Tabla 13.	Selección de la medición	53
Tabla 14.	Relación de transformación de transformadores de corrientepara medición semidirecta.	57
Tabla15.	Relación de transformación de transformadores de corriente para medición indirecta.	58
Tabla 16	Niveles de aislamiento para TC´s según la tensión más alta del sistema.	60
Tabla 17.	Niveles de aislamiento para TP´s según la tensión más alta del sistema.	64
Tabla 18.	Código de colores del cable multiconductor	70

1. SEGURIDAD EN REDES ELÉCTRICAS.

La principal preocupación de la Empresa de Energía para el Amazonas S.A. E.S.P. es la seguridad de nuestros clientes y trabajadores. Por eso dedicamos un gran esfuerzo para que nuestras instalaciones y los trabajos que se hagan sobre éstas sean seguras. Pero a pesar de las precauciones tomadas, muchos accidentes por contacto directo con las redes eléctricas y en las viviendas pueden ocurrir.

El trabajo cerca de líneas de energía eléctrica requiere precauciones especiales. No se acerque a menos de 2 metros de líneas de potencia energizadas. Si usted requiere trabajar cerca de líneas de potencia o directamente sobre ellas contacte con la oficina de La Empresa más cercana.

Cercas Electrificadas: Está prohibido el uso del servicio eléctrico de la Empresa para energizar cercas o energizar dispositivos que simultáneamente energicen cercamientos.

Alineada con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE cuyo objeto fundamental es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico, esta norma técnica amplia el alcance del mismo, sin contradecirlo en ninguna situación y si fuere el caso por algún error involuntario, es claro que la prelación la tiene el mencionado reglamento RETIE.

1.1 ASPECTOS DE SEGURIDAD

1.1.1 Equipos de Seguridad.

El personal ajeno a ENAM SA ESP, que requiera realizar trabajos cerca o sobre las estructuras de la red que compone el sistema eléctrico operado por la empresa debe proveerse de la dotación de los equipos de seguridad adecuados para el desempeño de sus labores: **Guantes, Cascos, gafas etc.; deberá también velar por que el calzado y las ropas sean las apropiadas; como también del pago de parafiscales, en caso de tratarse de un constructor particular debe entregar estos soportes a la empresa, sin embargo en caso de requerirse conexión o desconexión de un tramo de red, ésta maniobra debe ser ejecutada por personal de la empresa.**

- Herramientas:

El constructor deberá proveerse de la herramienta adecuada y en buen estado, que garantice su seguridad, la del entorno y además la calidad del trabajo.

- Arnés:

Especial atención deberá darse a la dotación de fajas y cinturones para liniero pues estos elementos no están aprobados para trabajo seguro en alturas, debe utilizarse arnés los cuales deberán ser fabricados de manera que cumplan con las normas correspondientes.

- Puestas a tierra de Seguridad:

Toda línea que no tenga puesta a tierra de seguridad deberá tratarse como si estuviera energizada. Una línea no aterrizada no debe ser tocada por ninguna persona. Únicamente la persona que colocó la puesta a tierra podrá removerla.

El supervisor verificara, mientras dure el proyecto, aquellos equipos y herramientas que no cumplan con los requerimientos mínimos de seguridad.

Una reiterada violación de las normas de seguridad, se reportará a los entes de control correspondientes con los respectivos soportes, sin responsabilidad para la empresa.

El personal que ejecute esta clase de actividades tendrá el derecho y la responsabilidad de alejar de la zona de trabajo a cualquier persona que no esté debidamente protegida para el trabajo que esté realizando.

1.2 REGLAS BÁSICAS PARA TRABAJOS EN REDES ELÉCTRICAS

No se deberá empezar ningún trabajo en las redes eléctricas sin antes cumplir las siguientes **cinco reglas básicas** para trabajar sin tensión:

1. Seccionar la línea de las fuentes energizadas.
2. Bloquear los elementos de accionamiento del seccionador en posición abierta, e identificar.
3. Verificar la ausencia de tensión sobre cada uno de los conductores.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Delimitar la zona de trabajo y protegerse de las piezas cercanas que queden bajo tensión.

2. GENERALIDADES.

2.1 OBJETIVO DE LA NORMA.

Establecer criterios unificados en la Empresa Energía para el Amazonas E.S.P. para el diseño y construcción de acometidas e instalación de medidores con sus equipos anexos con el fin de facilitar las labores de los constructores y técnicos de la empresa.

Se contempla en esta norma la construcción e instalación de acometidas aéreas y subterráneas menores de 600 V derivadas de la red secundaria y de transformadores en subestaciones de Distribución y particulares.

Las acometidas de 13,2 KV se especifican en las normas de construcción de redes de Distribución tanto aéreas como subterráneas. En esta norma se presentará solamente el montaje de los equipos de medida para estos niveles de tensión.

2.2 APLICACIÓN DE LA NORMA.

La aplicación de esta norma será obligatoria en la jurisdicción de ENAM SA E.S.P., departamento del Amazonas.

La norma deberá ser cumplida dentro del área de jurisdicción de ENAM SA E.S.P. por Ingenieros Electricistas, eléctricos y electromecánicos, tecnólogos y técnicos electricistas, Revisores de Instalaciones, en proyectos nuevos, reformas y mantenimiento de instalaciones existentes y en el montaje de nuevos equipos.

2.3 REVISIÓN Y APROBACIÓN DE LA NORMA.

La revisión y actualización de la presente norma se debe hacer a través de La Gerencia de Distribución que será quien coordine el proceso de revisión y actualización de la norma, de acuerdo con los procedimientos establecidos por La Empresa.

2.4 DEFINICIONES.

ACCESORIO: Pieza de una instalación eléctrica que realiza una función más mecánica que eléctrica, como es el caso de una tuerca

ACOMETIDA: Derivación de la red local que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

ACOMETIDA FRAUDULENTA: Cualquier derivación de la red local, o de otra

acometida, efectuada sin autorización del prestador del servicio. Generalmente la energía de una acometida fraudulenta no es registrada por el medidor.

ACOMETIDA PRIMARIA: Es la que se deriva de la red de Distribución de Media Tensión a 13.2 ó 34.5 kV.

ACOMETIDA SECUNDARIA: Es la que se deriva de la Red de Distribución de baja tensión o desde los bornes secundarios de un transformador de Distribución.

ACOMETIDA SUBTERRÁNEA: Conjunto de ductos subterráneos, cajas de inspección, conductores, accesorios y canalizaciones que conectan un cliente a un transformador o red de distribución.

AISLAMIENTO (Eléctrico): Resistencia eléctrica tan elevada que no permite la circulación de corriente entre dos cuerpos, impidiendo que escape energía eléctrica de ellos.

ALAMBRADO: Montaje, distribución y conexión de conductores de modo que por ellos pueda trasmitirse energía eléctrica desde una fuente hasta una carga dada.

ALAMBRE: Conductor sólido formado por un solo hilo.

ALIMENTADOR: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado y el último dispositivo de sobrecorriente del circuito ramal.

APROBADO: Aceptable para la actividad con jurisdicción para tomar decisiones en el servicio de energía eléctrica.

ARMARIO PARA MEDIDORES: Módulo autosoportado provisto de protección general, barraje, cubículo para medidores e interruptores automáticos de protección y/o corte en el que se pueden instalar cuatro o más medidores.

ARTEFACTO O APARATO ELECTRICO: Equipo de utilización generalmente diseñado en tamaños normalizados para instalarse como una unidad para cumplir una o más funciones mediante la transformación de la energía eléctrica en otra clase de energía aprovechable por los usuarios, tales como lavado de ropa, acondicionador de aire, mezclador de alimentos, etc.

AWG: ***(American Wire Gauge).*** Galga americana, normalizada para la designación de conductores hasta calibre 4/0

BWG: *(British Wire Gauge).* Galga británica, normalizada para designar el calibre de las láminas.

CABLE: Conductor formado por varios hilos concéntricos.

CABLE MULTICONDUCTOR: Es un cable conformado por conductores aislados unos de otros, de colores diferentes y con una chaqueta protectora común, que los cubre.

CABLE MÚLTIPLEX O TRENZADO: Son cables compuestos de varios conductores aislados, independientes, colocados helicoidalmente. Cuando se usa para redes aéreas exteriores, generalmente utiliza un mensajero que puede ser un conductor de aluminio tipo ACSR, que sirve además como conductor de neutro.

CAJA DE INSPECCIÓN: Caja para unir tramos de canalización, usada en el tendido y derivación de los conductores de las redes e instalaciones subterráneas.

CAJA PARA MEDIDORES: Gabinete provisto de puerta, diseñado para empotrarse y/o sobreponerse en la pared, donde se instalan hasta cuatro medidores.

CANALIZACION: conducto cerrado diseñado especialmente para contener alambres, cables o barras.

CAPACETE: Boquilla que se enrosca a un tubo en la parte superior, permitiendo el paso de conductores, e impidiendo el ingreso de agua.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Capacidad de los conductores eléctricos para transportar corriente, expresada en amperios.

CAPACIDAD DE INTERRUPCION NOMINAL: La máxima corriente a tensión nominal que tiene previsto interrumpir en condiciones especificadas de ensayo, un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

CARGA O CAPACIDAD CONTRATADA: Es la determinada en el contrato vigente de prestación del servicio.

CARGA O CAPACIDAD INSTALADA: Es la carga instalada o capacidad nominal que puede soportar el componente limitante de una instalación o sistema eléctrico.

CARGA CONTINUA: Carga cuya corriente máxima se prevé que se mantiene durante tres horas o más.

CIRCUITO: Se define como la red o tramo de red eléctrica monofásica o trifásica que sale de una subestación, de un transformador de distribución o de otra red y suministra

energía eléctrica en un área geográfica específica. Cuando un circuito tenga varias secciones o tramos, cada sección o tramo se considerará como un circuito.

CIRCUITO DE SUPLENCIA: Es el circuito que alimenta total o parcialmente una carga, cuando el circuito principal se encuentra fuera de servicio.

CIRCUITO RAMAL: En el sistema de instalaciones interiores, es una parte que se extiende más allá del último dispositivo de protección de sobrecorriente situado en el tablero de distribución del usuario.

CLASE DE PRECISIÓN: Características metrológicas del grupo de instrumentos y transformadores de medida que satisfacen requisitos metrológicos destinados a mantener los errores y variaciones permitidas, dentro de los límites especificados.

CONDICIONES NORMALES DE SERVICIO: Condiciones de utilización del servicio de energía bajo las cuales no se exceden los límites establecidos para los equipos que se usan, ni se viola ninguna restricción.

CONDUCTOR AISLADO: Conductor que está dentro de un material de composición y espesor aceptado como medio aislante.

CONDUCTOR DESNUDO: Conductor que no tiene cubierta ni aislante eléctrico de ninguna especie.

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Este conductor, es el que une al electrodo de puesta a tierra con el bloque de unión de neutros o barra en el equipo de acometida.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS: Esta expresión se usa para describir cualquiera de los caminos conductores que unen (o mantienen unidos) los encerramientos metálicos no portadores de corriente del equipo eléctrico en un sistema eléctrico. Este término, incluye conductores desnudos o aislados, canalizaciones metálicas y las chaquetas metálicas del cable, cuando la norma NTC 2050 permite que tales canalizaciones sean usadas como puesta a tierra de equipos. Este conductor, llamado comúnmente “tierra”, debe tener aislamiento verde, verde con rayas amarillas o estar señalizado con cintas de color verde.

CONDUCTORES DE ENTRADA DE ACOMETIDA: Son los conductores de la acometida entre los terminales de equipo de acometida y el punto de conexión con los conductores (aéreos o subterráneos) que se derivan de la red pública hacia el inmueble.

CONDUCTOR NEUTRO: conductor que sólo transporta corriente de desequilibrio de

los conductores del circuito.

CONDUCTOR PUESTO A TIERRA: Es el conductor de un sistema eléctrico que está intencionalmente conectado a un electrodo de puesta a tierra en la acometida de la propiedad, en el secundario del transformador o en la fuente generadora de potencia eléctrica. Éste es comúnmente el conductor neutro y debe tener aislamiento de color blanco.

CONTINUIDAD (Eléctrica): Condición de una instalación, equipo o material, que permite la circulación de la corriente eléctrica entre dos puntos.

CORRIENTE NOMINAL: Corriente que resulta de un equipo cuando éste funciona a la carga y tensión marcadas como tales en la placa de características del equipo.

CORTE DEL SERVICIO: Pérdida del derecho del servicio de energía eléctrica o desconexión del mismo en caso de acometidas fraudulentas o por incumplimiento del contrato de condiciones uniformes.

DEMANDA: Cantidad de potencia requerida por un usuario o suscriptor, expresado en kilovatios (kW) o kilovoltio-amperios (kVA).

DESCUBIERTO (aplicado a partes activas): es la parte de un equipo sometida a tensión que una persona puede inadvertidamente tocar o acercársele a menos de una distancia segura. Se aplica a las partes que no están resguardadas, separadas o aisladas de manera adecuada.

DISPOSITIVO: Elemento de un sistema eléctrico que está destinado a transportar pero no a utilizar energía eléctrica.

EMPRESA: Para efectos de esta norma, se refiere a la Empresa de Energía para el Amazonas S.A. E.S.P.

EQUIPO: Término general que abarca material, accesorios, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos y similares que se usan como parte de la instalación eléctrica o conectados a ella.

EQUIPO DE CONTROL: Conjunto de dispositivos destinados a controlar o a limitar el consumo de energía y potencia eléctricas.

EQUIPO DE MEDIDA: Conjunto de dispositivos destinados a la medición o registro del consumo de energía y potencia eléctricas.

FACTOR DE DEMANDA: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de

un sistema y la carga conectada al mismo. Este factor es siempre menor que la unidad.
GABINETE: Un encerramiento diseñado para montaje de superficie o empotrado, provisto de un marco o pestaña en el cual hay o pueden colocarse puertas de bisagra y con el fin de montar en él equipos eléctricos.

HERMÉTICO: Elemento construido de tal forma que, dependiendo del grado de hermeticidad, no permita el paso de determinada sustancia como agua, líquido o polvo en condiciones de ensayo definidas.

IDONEIDAD: Manera apropiada para desarrollar una actividad cumpliendo cabalmente los requisitos exigidos por ella.

INMUEBLE: Estructura fija, aislada de las demás y con límites determinados. Se usa en el contexto de este documento para designar una casa, local o edificio.

CONSTRUCTOR: Persona natural o jurídica que contrata con el usuario la realización de la instalación eléctrica interna.

INSTALACIÓN INTERNA: Conjunto de conductores y equipos que integran el sistema de consumo de energía eléctrica de un inmueble a partir del medidor. En edificios de propiedad horizontal o condominios, y en general, para unidades inmobiliarias cerradas, es aquel sistema de suministro de energía eléctrica al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

INTERRUPTOR AUTOMATICO: Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medio manual o automático, que abre el circuito automáticamente a una corriente dada, sin daño para el mismo cuando se le usa dentro de sus capacidades nominales.

MARCADO (Aplicado a un equipo): Es aquel que por una marca puede reconocerse como adecuado para determinado propósito.

MEDIDOR: Aparato compuesto de elementos electromecánicos y/o electrónicos que se utilizan para medir el consumo de energía, tanto activa como reactiva.

MEDIO DE DESCONEXIÓN: Dispositivo o grupo de dispositivos por los cuales los conductores de un circuito pueden desconectarse de su fuente de suministro.

MEDIO DE PUESTA A TIERRA: Cualquier elemento o sistema que brinde un camino a tierra permanente y continuo de baja impedancia, con suficiente capacidad para transportar por él la corriente de falla que circule. Por ejemplo, para la puesta a tierra de equipos, puede ser un conductor de material resistente a la corrosión o un sistema de canalización metálica.

NEC: National Electric Code

NIVELES DE TENSIÓN: Se definen los siguientes niveles de tensión, a uno de los cuales se pueden conectar, directa o indirectamente, los equipos de medida, teniendo en cuenta el sistema de distribución local será:

Nivel 1: Tensión nominal inferior a un (1) kilovoltio (kV), suministrado en la modalidad trifásica o monofásica.

Nivel 2: Tensión nominal mayor o igual a un (1) kilovoltio (kV) y menor a treinta (13.2) kV suministrado en la modalidad trifásica o monofásica.

NOMINAL: Característica de diseño de un sistema o aparato, a las cuales puede operar sin sobrecarga, y que figura en sus especificaciones.

NORMALIZADO: Material o equipo fabricado con las especificaciones de una norma aceptada.

NTC: Norma Técnica Colombiana.

PARTES ACTIVAS – PARTES VIVAS: Cualquier elemento del sistema que tenga alguna diferencia de potencial a tierra y a neutro, diseñado para transportar energía eléctrica.

PERSONA CALIFICADA: Aquella que está familiarizada con la construcción y manejo del equipo así como de los riesgos existentes.

RED PUBLICA (De distribución): Conjunto de líneas que llevan la energía desde una subestación a toda un área de consumo.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas de aplicación obligatoria en todo el territorio de Colombia.

SALIDA (De energía): Punto en el sistema de alambrado desde la cual se toma corriente para alimentar el equipo utilizado.

SECCIONADOR: Aparato de maniobra destinado a separar un circuito eléctrico de la fuente de energía. No tiene capacidad de interrupción de corriente y está destinado a ser manipulado solamente después que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

SECCIONADOR BAJO CARGA: Aparato de maniobra que se puede accionar bajo la corriente de carga.

SOLIDAMENTE ATERRIZADO: Conectado a tierra de manera permanente a través de

una conexión de puesta a tierra, que tenga una impedancia suficientemente baja, para que la corriente de falla a tierra que pueda ocurrir no causen tensiones peligrosas para la integridad física de las persona y del equipo.

SOBRECARGA: funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal o de plena carga nominal, o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento, de persistir por suficiente tiempo, causa daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla a tierra no es una sobrecarga.

SOBRECORRIENTE: Cualquier valor de corriente sobre la corriente nominal de un equipo, o sobre la capacidad de corriente de un conductor.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA: Punto en el cual existe un conjunto de elementos que sirven para la distribución de energía mediante la transformación de tensión.

SUSCRIPTOR: Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.

TABLERO: Un panel, o grupo de paneles individuales diseñados para construir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede tener o no, interruptores para controlar los circuitos de fuerza, iluminación o calefacción y está diseñado para instalarse dentro de una caja o gabinete, colocado, empotrado o adosado a la pared o tabique y debe ser accesible sólo por el frente.

TENSIÓN (de un circuito): Es el mayor valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.

TENSIÓN NOMINAL DE SUMINISTRO: Valor nominal asignado al circuito o sistema para la denominación de su clase de tensión de modo que la tensión real varíe dentro de una banda sobre éste, que permita un funcionamiento satisfactorio del equipo.

TIERRA: Conexión conductora intencional o accidental entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra física.

TOMA (Tomacorriente): Dispositivo de contacto instalado en una salida para que un equipo tome energía de él a través de la conexión de un solo enchufe.

USUARIO: Persona natural o jurídica que hace uso del servicio de energía eléctrica, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Un elemento metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física ubicado lo más cerca posible del área de conexión del

conector de puesta a tierra del sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua con 3 m o más en contacto directo con la tierra o un anillo formado por un conductor desnudo destinado a este uso, etc.

VIVIENDA: Construcción con una o más divisiones para el uso de una o más personas, con unidades para comer, vivir y dormir y con provisiones permanentes de cocina.

VIVIENDA UNIFAMILIAR: Construcción con una sola vivienda.

VIVIENDA MULTIFAMILIAR: Construcción con dos o más unidades de vivienda.

2.5 TENSIONES DE SUMINISTRO.

Con el fin de atender la demanda del sistema con niveles de voltaje que garanticen el adecuado funcionamiento de los equipos eléctricos, debe tenerse un rango de operación del voltaje. Por esta razón es necesario establecer los niveles máximo y mínimo de voltaje de operación, tanto en condiciones normales como en casos de contingencias (condiciones anormales).

La norma ANSI C84.1 *"Voltage Rating for Electric System and Equipment (60 Hz)"* recomienda como valores límites para el voltaje de servicio (voltaje en el punto de conexión del transformador) en condiciones normales y de emergencia en media tensión, los siguientes valores:

Tabla 1. Rangos de Voltaje Norma ANSI C84.1

Voltaje Nominal de Servicio	[1]Voltaje Mínimo de Utilización	[2]Voltaje de Servicio Favorable (Rango A)	[3]Voltaje de Servicio Tolerable (Rango B)
120	108	114-126	110-127
208	187	197-218	191-220
240	216	228-252	220-254

[1] **ANSI C84.1** Para comparación. Representa el mínimo voltaje RMS para los puntos terminales de conexión de equipos (Dentro de las instalaciones del cliente), para circuitos que no alimenten cargas de iluminación.

[2] **Voltaje Favorable.** Es el rango recomendado de voltaje de operación; incluye un rango 5% por encima y 5% por debajo del nominal. Éste y el rango de voltaje tolerable son voltajes RMS a la entrada del servicio, fuera de las instalaciones del cliente.

[3] **Voltaje Tolerable.** Corresponde al Voltaje de servicio que se sale del rango favorable un 8.33% por debajo y 5.83% por encima del nominal. Este voltaje es considerado

indeseable, pero no lo suficiente como para causar daños en el equipo. Cuando se presente este rango de voltaje; a corto plazo se deben iniciar acciones para llevar el voltaje al rango favorable. Si el voltaje cae fuera del rango tolerable, esta condición es considerada de muy alta prioridad y se deben tomar acciones inmediatas para mejorar el voltaje.

2.5.1 Suministro Desde Redes de Distribución Secundaria.

Monofásico bifilar a 120V ± 10%. Mediante acometida de dos conductores conectados a fase y neutro.
Monofásico Trifilar a 120/240V ± 10%. Mediante acometida de dos conductores conectados a fase y uno al neutro.
Bifásico trifilar, desde un trifásico a 120/208 V ± 10%. Mediante acometida de dos conductores conectadas a dos fases y uno al neutro desde el secundario de un transformador trifásico.
Tres fases tetrafilar desde un trifásico a 127/220 V ± 5%. Mediante acometida de tres conductores conectadas a las tres fases y uno al neutro desde el secundario de un transformador trifásico.

2.5.2 Suministro Desde Transformadores de Distribución Para Uso Exclusivo del Cliente

Se permiten variaciones de tensión de más o menos cinco por ciento (10%) para los siguientes voltajes de suministro:

Monofásico trifilar 120/240 V.
Trifásico tetrafilar 120/208 V.
Trifásico tetrafilar 123,6/214 V.
Trifásico tetrafilar 127/220 V.
Trifásico tetrafilar 254/440 V.
Trifásico tetrafilar 277/480 V.

2.5.3 Suministro Desde Redes de Media Tensión

Se permiten variaciones de tensión de máximo tres por ciento (3%) para los siguientes voltajes de suministro:

Monofásico bifilar a 13,2 kV.
Trifásico trifilar a 13,2 kV.

2.6 LÍMITES DE CARGA

La Empresa suministrará la energía desde los diferentes puntos de la red de acuerdo

con los siguientes criterios respecto a los límites de carga instalada, así:

Desde la red secundaria o desde tableros de medidores para cargas iguales o menores que 14 kW.

Monofásica Bifilar 120 V: Para cargas hasta 7 kW.
Monofásica Trifilar 120/240 V: Para cargas hasta 14 kW.
Dos fases, Trifilar 120/208 V: Para cargas hasta 14 kW.
Tres fases, Tetrafilar 120/208 V: Para cargas hasta 30 kW.

Tabla 2. Tipo de medición y equipos según la capacidad instalada.

CARGA INSTALADA	TIPO DE MEDICIÓN	EQUIPO A INSTALAR	CLASE DE SERVICIO
S < 30	DIRECTA	•MEDIDOR ACTIVA	RESIDENCIAL
		•MEDIDOR ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA	COMERCIAL O INDUSTRIAL[1]
30 ≤ S ≤ 200	SEMIDIRECTA	•MEDIDOR MULTIFUNCIONAL,CLASE 1.0, ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA. •TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	COMERCIAL E INDUSTRIAL
S > 200	INDIRECTA	•MEDIDOR MULTIFUNCIONAL, CL 0,5S, ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA, PERFIL DE CARGA. •TRANSFORMADORES DE CORRIENTE. •TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	COMERCIAL E INDUSTRIAL

NOTAS.

(1) Aplica para el caso en que los equipos instalados dentro del inmueble no garanticen un factor de potencia mínimo de 0,9.

2.7 ACEPTACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.

Los materiales y equipos suministrados por los constructores o firmas contratistas para ser instalados en el sistema de ENAM SA E.S.P. deberán ser nuevos y tener el respectivo certificado de calibración de un laboratorio acreditado por el ente nacional (ONAC), además de cumplir con las normas y Reglamentos técnicos nacionales o internacionales y con las especificaciones técnicas exigidas por ENAM SA E.S.P.

Todos los materiales deberán tener el nombre del fabricante y las instrucciones que permitan su correcta utilización.

Para la aceptación del material se deberá además acreditar su compra con la respectiva factura comercial.

3. ACOMETIDAS

3.1 DEFINICIÓN LEGAL DE ACOMETIDA.

Según el capítulo II, numeral 14.1 de la ley 142 de 1994, se define como: Derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

3.2 PARTES QUE COMPONEN UNA ACOMETIDA.

La acometida es el conjunto de elementos que sirven para llevar la energía eléctrica desde las redes de Distribución hasta las instalaciones del cliente y está conformada por los siguientes componentes: Punto de conexión, Conjunto de conductores, Ductos, Canalizaciones e Interruptor automático principal.

3.3 CONTINUIDAD DE LA ACOMETIDA.

Los conductores de la acometida deberán ser continuos y del mismo calibre desde el punto de conexión a la red hasta los bornes de entrada del equipo de medición.

No se aceptarán empalmes ni derivaciones en ningún tramo de la acometida. En la caja o tablero de medidores se reservará en su extremo una longitud de acometida no menor de 60 cm. que permita una fácil conexión del equipo de medida.

3.4 AUTORIZACIÓN PARA LA INSTALACIÓN.

La instalación de la acometida será realizada únicamente por personal autorizado por la Empresa.

3.5 NÚMERO DE ACOMETIDAS.

Un inmueble podrá ser alimentado por una sola acometida; se exceptúan los casos de suplencia para cargas especiales aprobadas por la Empresa y las excepciones hechas en el numeral 230-2 de la norma NTC 2050.

3.6 TIPOS DE ACOMETIDAS.

Las acometidas se clasifican en aéreas y subterráneas de acuerdo con el tipo de construcción y para el sistema de distribución local de Leticia amazonas pueden ser de baja, media de acuerdo con el voltaje al cual se encuentren conectadas.

Esta norma tratará en detalle sólo las acometidas de baja tensión, tanto aéreas como subterráneas. Las acometidas en media o alta tensión son tema para las normas respectivas.

Todas las instalaciones internas del usuario deberán cumplir con los requerimientos de la norma NTC 2050, reglamentaciones locales y las siguientes normas.

3.6.1 Acometidas Aéreas.

Se derivan directamente de la red de Distribución secundaria aérea, a través de cajas de derivación, tendiéndola y tensionándola entre el poste de La Empresa más cercano al cliente y el tubo bajante de la acometida en el inmueble, mediante tensores para acometida.

Las acometidas de baja tensión podrán ser aéreas hasta cargas iguales a 14 kW, para lo cual se debe garantizar la resistencia mecánica de los elementos a utilizar así como cumplir con establecido en el numeral 27.3 con sus respectivos literales del RETIE, distancias mínimas de seguridad, calibre de conductores, regulación etc.

El máximo calibre permitido para acometidas aéreas es el número 6 AWG en cobre, sin embargo se debe garantizar la resistencia mecánica de los accesorios que se empleen de pendiendo de la longitud del vano y calibre del conductor; para calibres mayores la acometida debe ser subterránea.

No se permitirán acometidas de calibres menores al número 10 AWG en cobre.

En el caso de edificaciones con múltiples servicios, la acometida subterránea entre la red y el tablero de medidores se considerará una extensión de la red y el barraje será parte de ella, por lo tanto deberá construirse de acuerdo con las exigencias de la Empresa.

No se permitirá la derivación de acometidas desde la mitad del vano cuando se trate de red secundaria aérea, cuando se trate de redes de uso general abiertas y/o que atraviesen calles. Se exceptúa esta regla en zonas de alta incidencia de fraude, en donde se derivará la acometida desde una caja montada sobre el vano a 1.50 m del poste. Para efectos del Sistema de Información Eléctrico Comercial y cálculos de regulación, estas cajas se asociarán con el poste más cercano.

3.6.1.1 Elementos de una Acometida Aérea.

Los elementos para una acometida aérea en red trenzada son los siguientes:

Conector de perforación

Cable aislado de cobre
Caja de derivación para acometidas.
Grapa tensora para acometida
Capacete.
Acometida concéntrica de cobre.
Ducto de entrada.
Gabinete para medidor.
Medidor de energía
Interruptor automático principal.

3.6.1.2 Forma de Conexión.

La acometida se conectará desde la caja de derivación.

Los bornes de la caja de derivación se conectan a su vez de la red secundaria a través del cable aislado de cobre mediante conectores de perforación.

3.6.1.3 Grapa Tensora para Acometida.

Estas grapas tensoras serán para asegurar y tensionar las acometidas de la red de baja tensión en sus extremos.

La grapa tensora para acometida concéntrica consta de un cuerpo y una cuña deslizantes en material resistente al ambiente contaminado y salino, con agarradera rígida o flexible en acero inoxidable de seis pulgadas (6”) o más de longitud.

La grapa funcionará a tracción, puesto que su función es tensionar el cable de acometida en sus dos extremos.

Debe permitir asegurar acometidas concéntricas de calibres 1 x 8 + 8 AWG, 2 x 8 + 8 AWG, 3 x 8 +8 AWG y 3 x 6 + 6 AWG sin causar daños en la chaqueta externa ni en los conductores, y para su instalación no se debe requerir ningún tipo de herramienta

La grapa debe ser capaz de soportar por lo menos una tensión de 200 kg-f.

3.6.1.4 Conductores de la acometida general.

Deberán calcularse de acuerdo con la carga instalada, la distancia desde el punto de conexión a la carga y el tipo de conductor a utilizar.

En las tablas 3 y 4 se presentan el tipo de acometidas normalizadas en ENAM SA E.S.P.

Para acometidas aéreas el calibre mínimo será el No.10 AWG en cobre de acuerdo con lo establecido en el numeral 27.3 del RETIE; el calibre máximo será el No.6 AWG.

3.6.1.5 Límite de Regulación

El valor máximo de regulación permitido en una acometida derivada desde la red secundaria de Distribución es del 3% en zona urbana; y del 3% en zona rural.

Cuando la acometida se derive desde un transformador de uso exclusivo para un cliente, se permitirá una regulación del 5% tanto en urbano como en rural.

Para casos especiales que no figuren en la tabla 3 se deberá calcular la acometida con base en la regulación permitida, la potencia demandada por la carga, el factor de potencia y el tipo de acometida (aérea o subterránea)

Tabla 3. Calibres de Conductor y Ductos para Acometidas en Baja Tensión Comunes

Tipo de Acometida		Calibre AWG	Diámetro	Material
Bifilar	Aérea	1 X 8 + 8 Cu THW	¾”	Galvanizado IMC Metálico*
	Subterránea	1 X 8 + 8 Cu THW	¾”	PVC Eléctrico, tipo pesado
Trifilar	Aérea	2 X 8 + 8 Cu THW	¾”	Galvanizado IMC Metálico*
	Subterránea	2 X 8 + 8 Cu THW	¾”	PVC Eléctrico, tipo pesado
Trifásica	Aérea	3 X 8 + 8 Cu THW	1”	Galvanizado IMC Metálico*
	Subterránea	3 X 8 + 8 Cu THW	1”	PVC Eléctrico, tipo pesado
Trifásica	Aérea	3 X 6 + 8 Cu THW	2”	Galvanizado IMC Metálico*
	Subterránea	3 X 6 + 8 Cu THW	2”	PVC Eléctrico, tipo pesado

* Calibre del bajante en la casa o en la estructura

Tabla 4. Selección del Calibre de la Acometida

Red Secundaria	Tensión (Voltios)	Carga kW	Tipo de Acometida
Monofásica a dos hilos.(Bifilar)	120	7	Bifilar concéntrico, hasta 1 x 8 + 8 THW**
Monofásica a tres hilos. (Trifilar) Alimentada por transformador monofásico.	240/120	14	Trifilar concéntrico, hasta 2 x 8 + 8 THW**
Dos fases Trifilar Alimentada por transformador trifásico.	214/123,6	14	Trifilar concéntrico, hasta 2 x 8 + 8 THW**
Trifásica Tetrafilar. Alimentada por transformador trifásico conectado en estrella.	214/123,6	30	Trifilar concéntrico, hasta 3 x 4 + 6 THW**

** Nota: El material de las acometidas es cobre.

3.6.1.6 Normalización de Acometidas.

Para las nuevas instalaciones y para aquellas existentes, que requieran acometidas bifilares, trifilares y tetrafilares, donde se han encontrado fraudes o deterioro, la acometida se reemplazará por una de neutro concéntrico 1 x 8 + 8, 2 x 8 + 8 o 3 x 8 + 8 AWG.

El cable de neutro concéntrico estará conformado por conductores de fase aislados en polietileno cubiertos por el neutro instalado concéntricamente, y sobre ellos una chaqueta negra protectora de PVC. Todos los conductores de fase y neutro serán de cobre blando. El número y el calibre de los alambres que conforman el neutro concéntrico deberán ser tales que el área y la resistencia eléctrica equivalente sean como mínimo la del conductor de fase en la acometida bifilar y un calibre menos en la acometida trifilar.

3.6.1.7 Ducto de Entrada.

El ducto de la acometida aérea se iniciará en el capacete donde los conductores entran al inmueble, e irá directo hasta la caja de medidores.

En reemplazo del capacete podrá ser usada la bota premoldeada termocontráctil.

Para la entrada de la acometida a las instalaciones del cliente se empleará tubo conduit metálico galvanizado tipo IMC provisto de capacete, el cual podrá estar incrustado en la pared exterior del inmueble o colocado a la vista y asegurado con grapas galvanizadas, abrazaderas galvanizadas o cintas de acero inoxidable, espaciadas un máximo de 1 m entre sí.

El ducto de la acometida aérea deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a) Ser hermético.
b) Calibre de acuerdo con la tabla 4 o con la norma NTC 2050, primera actualización.
c) No podrá tener derivaciones ni perforaciones desde el inicio hasta la caja o armario de medidores.
d) No podrá tener más de una curva de amplio radio de curvatura de acuerdo con el calibre del tubo.
e) No se podrán usar “codos” para tubería de agua en reemplazo de las curvas para tubería conduit eléctricas.
f) En la caja para el medidor tendrán adaptadores terminales (Bushing).

3.6.1.8 Alturas Mínimas de Seguridad.

La acometida aérea deberá tener las siguientes alturas mínimas de seguridad sobre el suelo:

Tabla 5. Altura mínima de seguridad de las Acometidas

UBICACIÓN	ALTURA
Desde la acera hasta el punto más bajo del vano de la acometida.	3.60 m
Sobre vías peatonales.	3.70 m
Sobre vías de áreas residenciales y comerciales sin tráfico de camiones.	4.60 m
Sobre la vía pública, calles de servicio, áreas de estacionamiento con tráfico pesado (trenes cañeros).	5.50 m

3.6.1.9 Identificación de la Acometida en Baja Tensión.

Los conductores de las fases A, B y C serán de color Amarillo, Azul y Rojo respectivamente, o en su defecto se identificarán en los extremos de conexión con cintas de los mismos colores, según el código de colores numeral 6.3 del RETIE.

Por ningún motivo se utilizará para las fases los colores blanco, gris natural o verde (Norma NTC 2050 Sección 310).

Los conductores aislados empleados como neutro deben identificarse en toda su longitud por un acabado de color blanco. Para calibres mayores que el No. 6 AWG, en lugar del conductor blanco, se puede poner durante su instalación una marca distintiva permanente blanca en los extremos.

Los conductores aislados, usados como cable de tierra, es decir, como conductores de puesta a tierra de equipos en un circuito, deben identificarse con un color verde continuo o verde con una o más rayas amarillas. Cuando el cable de tierra sea un conductor aislado de calibre mayor que el No. 6 AWG, y no cumpla la condición de ser verde o verde con rayas amarillas, deberá identificarse de una manera permanente en el momento de su instalación, tanto en sus extremos como en cualquier punto donde sea visible, bien sea quitando el aislante en el tramo descubierto, coloreando de verde dicho tramo o marcándolo con cintas o etiquetas adhesivas verdes.

Tabla 6. Código de colores para conductores c.a.

Sistema c.a.	1 Φ	1 Φ	3 Φ Y	3 Φ Δ	3 Φ Δ -	3 Φ Y	3 Φ Y	3 Φ Δ	3 Φ Δ	3 Φ Y
Tensión nominal (voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/277	480/440	Más de 1000 V	Más de 1000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color de fase o negro	Color de la fase o 1 negro	Amarillo azul rojo	Negro azul rojo	Negro naranja azul	Café negro amarillo	Café naranja amarillo	Café naranja amarillo	Violeta café rojo	Amarillo violeta rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	Na	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Na
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Na
Tierra aislada	Verde o verde /amarillo	Verde o verde/ amarillo	Verde o verde/ amarillo	Na	Verde o verde/ amarillo	Verde o verde/ amarillo	Verde o verde/ amarillo	Verde o verde/ amarillo	Verde o verde/ amarillo	Na

3.6.2 Acometida Subterránea.

Las acometidas subterráneas se exigirán en los siguientes casos:

- Cuando la red de baja tensión sea subterránea
- En el caso en que la distancia, no garantice la resistencia mecánica de los elementos de la acometida.
- Cuando los conductores empleados sean mayor que el No. 4 AWG.
- Cuando se trate de una instalación con transformador propio montado en poste primario dentro del casco urbano.
- Cuando las condiciones del terreno lo hagan aconsejable.
- Cuando el servicio esté en zona demarcada por La Empresa para red subterránea.
- Cuando por razones de planeación de los entes municipales se defina que la red debe ser subterránea.

3.6.2.1 Clasificación de las acometidas subterráneas.

Para la zona concesionada se presentan dos tipos de acometida subterránea según el punto de derivación:

- Acometida subterránea alimentada desde bujes secundarios de transformador para uso exclusivo de un cliente.
- Acometida subterránea alimentada desde la red secundaria aérea, y

3.6.2.2 Acometida subterránea alimentada desde transformador para uso exclusivo del cliente.

Esta acometida debe pasar primero por la medición general, la cual estará ubicada en el poste.

El tubo bajante será conduit metálico de tipo IMC y empalmará mediante curva del mismo calibre y material con una caja de inspección.

3.6.2.3 Acometida subterránea alimentada desde la red secundaria aérea.

Cuando la red de alimentación de la acometida es aérea, la acometida subterránea se hará utilizando un bajante, adosado al poste, en tubo conduit galvanizado tipo IMC de mínimo 1", y la medición estará ubicada en el poste de derivación o en la parte exterior del antejardín. La altura mínima del capacete o de la bota termocontráctil será de 5 m.

3.6.2.4 Elementos de una Acometida Subterránea.

Los elementos de una acometida subterránea en baja tensión son los siguientes:

- Punto de conexión.
- Ducto bajante.
- Caja para medición.
- Medidor.
- Caja de inspección.
- Cable conductor.
- Canalización y ductos.
- Bajante del inmueble o ducto de entrada.
- Capacete o bota termocontráctil.

3.6.2.5 Punto de Conexión.

La conexión a la red aérea de alimentación se hará a través de la caja de derivación de acometidas cuando el calibre sea máximo No. 6 AWG; para calibres superiores las acometidas se conectarán directamente a la red secundaria mediante conectores tipo cuña o perforante dependiendo de la red existente en el sector.

3.6.2.6 Ducto Bajante.

El ducto bajante de una acometida subterránea alimentada desde una red aérea será de tipo pesado, galvanizado IMC provisto de capacete de aluminio fundido o bota termocontractil y con calibre mínimo de 1" de acuerdo con el calibre del conductor; esto con el fin de lograr una buena resistencia mecánica. El tubo bajante quedará fuertemente sujeto al poste con cinta de acero inoxidable (Bandit) de 5/8".

Al pie del poste de alimentación deberá existir una caja de inspección para acometida de baja tensión a una distancia máxima de 70 cm. El tubo bajante se acoplará con esta caja a través de una curva conduit del mismo calibre y material de éste.

3.6.2.7 Caja para Medición y Medidor.

Toda acometida subterránea tendrá su medición en el punto de arranque o en l aparte exterior del antejardín.

3.6.2.8 Cable Conductor.

El conductor de la acometida será de cobre tipo neutro concéntrico, con aislamientos resistentes a la humedad, calculado de acuerdo con la carga. El calibre mínimo permitido será el No. 10 AWG según los criterios de numeral 27.3 del RETIE.

3.6.2.9 Canalización y Ductos.

El ducto es la tubería que se usa para el alojamiento de los conductores que transportan la energía. Éstos pueden ser en tubo conduit metálico, de PVC o de asbesto cemento y sólo se admitirán empalmes entre diferentes tipos de tuberías a través de cajas de paso.

La canalización es la adecuación necesaria del terreno para la colocación de los ductos. Comprende la excavación, los asentamientos, los rellenos y los recubrimientos específicos para cada caso.

3.6.2.10 Bajante del Inmueble o Ducto de Entrada.

Para la instalación de acometidas aéreas o subterráneas deberá proveerse a la entrada del inmueble un ducto conduit metálico tipo IMC cuando éste estuviera a la vista, y podrá ser de tubo conduit metálico EMT, siempre y cuando esté empotrado, no sobresalga de la estructura más de 0,20m y que no esté sometido a esfuerzos o tensiones mecánicas transversales. No se permitirán empalmes entre tuberías de diferente material.

Este ducto debe estar dotado de tuerca y contratuerca en el punto de acceso a la caja de medición.

Entre los extremos de la ductería no podrá haber más de dos curvas de 90º de gran radio. Las curvas deben ser de radio tal que no se reduzca apreciablemente el diámetro interior de la misma y en su reemplazo no se aceptarán codos para tubería de agua.

Cuando el ducto vaya superpuesto a alguna superficie o a la vista, deberá ser conduit metálico galvanizado tipo IMC y deberá fijarse a la superficie por medio de grapas o abrazaderas galvanizadas o cintas de acero inoxidable espaciadas máximo un metro entre sí.

En la tubería de acometidas no se deberán colocar otros conductores diferentes a los de ésta.

Las cajas de inspección que tengan la posibilidad de inundarse se deberán construir con desagües. Las tuberías de acometidas subterráneas que entran a un inmueble y que se puedan inundar se deberán sellar. Los compuestos utilizados como sellantes deberán ser aptos para usarse con los aislamientos de los conductores, de tal forma que no los afecte, ni los deteriore.

Los ductos libres de una instalación eléctrica deberán quedar debidamente taponados en los extremos de las llegadas a las cajas de inspección, con el fin de mantenerlos libres de basuras, tierra, etc. para su posterior utilización.

Para las salidas de la caja de inspección hasta la caja de medidor o armario de medidores, el diámetro mínimo para la tubería será de 1” y de acuerdo con la carga contratada. Siempre se deberá dejar un ducto libre de reserva por cada grupo de ductos utilizados antes del equipo de medida, de diámetro igual al tubo de mayor diámetro de la ductería.

La máxima separación entre cajas de inspección será de 40m y se deberán construir obligatoriamente en las esquinas y frente al inmueble desde donde se vaya a derivar la acometida hacia el armario de medidores.

3.7 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS PROVISIONALES.

Se dará servicio a través de este tipo de acometidas a clientes de carácter transitorio o provisional como obras en construcción, circos y parques de diversión ambulantes, etc. Según lo establecido en el numeral 28.2 de RETIE.

Para la construcción de la acometida, como criterio fundamental está la seguridad de la instalación eléctrica y la correcta medición de la energía, para la instalación de equipo de medición al de servicio provisional solicitado, se tendrá en cuenta el tiempo de duración y/o la carga solicitada, mayor a dos (2) días y/o 2 kW de carga; de lo contrario el solicitante debe enviar junto con la solicitud, la carga a instalar y los días que se requiere el servicio a la oficina de atención al cliente.

La instalación para este tipo de servicios deberá tener la medición en el punto de conexión y como mínimo constará de los siguientes elementos:

- Tablero o sistema de distribución provisional con protección de falla a tierra, excepto para los equipos que no lo permiten porque la protección diferencial puede causar mayor riesgo.

- Un procedimiento escrito de control de los riesgos eléctricos de la instalación suscrito por un profesional competente quien debe responsabilizarse del cumplimiento del mismo directamente o en cabeza de otro profesional competente. Este procedimiento, así como el nombre y el número de matrícula profesional del responsable, debe estar a disposición de la ENAM SA E.S.P.
- Todo circuito debe tener una protección de sobrecorriente, con el encerramiento apropiado contra contacto directo e indirecto de personas.
- No se permite la instalación directa en el piso de cables que puedan ser pisados por las personal o vehículos a menos que estén certificados para esta aplicación.
- No se permite el uso de tomacorrientes sin su encerramiento apropiado.
- Los conductores móviles deben ser tipo cable y con revestimiento para dicho uso.
- Tubería metálica para la acometida.
- Caja para protección general.
- Sistema de puesta a tierra.
- Conductor de la acometida.
- Conductores de alimentador principal de carga

La medición para este tipo de acometida provisional deberá cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en la norma de medición.

3.7.1 Equipos de Emergencia Instalados por el Cliente.

Son equipos para la producción o almacenamiento de energía eléctrica, suministrados e instalados por el cliente con el fin de mantener alimentación de energía cuando es suspendido el servicio regular a través de la Empresa.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas requeridos por ley y clasificados como tales por ordenanzas municipales, decretos, códigos estatales o cualquier entidad gubernamental que tenga jurisdicción.

Estos sistemas deben suministrar automáticamente iluminación y fuerza o cualquiera de ellas a las áreas críticas y equipos en casos de falla del suministro normal de corriente o en el caso de fallas de elementos del sistema que suministra, distribuye y controla la fuerza y la iluminación indispensable para la seguridad de la vida humana.

Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reuniones donde la iluminación artificial es requerida para vías de escape seguras o para controlar el pánico en edificios sujetos a gran concentración de personas tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, servicios de asistencia médica e instituciones similares. Los sistemas de emergencia deben también proveer la fuerza necesaria para funciones tales como ventilación, cuando sea indispensable para preservar vidas, sistemas de detección de incendios y alarmas, ascensores, bombas de incendio, sistemas de

comunicación de seguridad pública, procesos industriales donde la interrupción de la corriente podría producir riesgos a la salud, seguridad personal y funciones similares.

Estos sistemas alternos de energía dependen de las necesidades del cliente y pueden ser de los siguientes tipos básicos:

- Grupos electrógenos (Plantas eléctricas).
- Fuentes de potencia ininterrumpidas (UPS).
- Bancos de baterías.

Estos sistemas se pueden utilizar en algunos casos combinándolos, y su suministro e instalación es por cuenta del cliente pero bajo la supervisión de la Empresa ENAM S.A. E.S.P. mediante proyecto presentado por éste a través de una firma de ingeniería eléctrica.

El cliente antes de comprar el equipo debe asesorarse a través de personal técnico idóneo, para que le especifique la capacidad, tensión y otras características técnicas asociadas con el equipo.

Para la instalación de estos equipos se deben cumplir tres requisitos básicos:

1. Ser seguros: La instalación debe hacerse con sistemas de transferencia enclavados mecánica y eléctricamente, de tal manera que permitan la alimentación de las cargas en forma selectiva por la red o por el sistema de generación del cliente, pero nunca simultáneamente. Tanto el personal de ENAM SA E.S.P. como el personal particular no deben correr riesgo por la operación de tales sistemas.

2. Cumplir con las normas sanitarias locales: La operación de las plantas de generación no podrá sobrepasar los límites de ruido aceptables durante un período de ocho horas de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 7. Niveles de ruido aceptables en instalaciones de plantas eléctricas

TIPO DE ZONA	NIVEL DE RUIDO EN db.
Residencial	65
Comercial	70
Industrial	75
Tranquila (Hospitales)	45

3. Medir correctamente la energía: Los sistemas de suplencia deben instalarse después del equipo de medida de tal forma que no se registre la energía suministrada por ellos.

Los sistemas de emergencia deberán cumplir con las condiciones exigidas en la Sección 700 de la norma NTC 2050.

La norma NFPA 70, *National Electric Code (NEC),* establece dos tipos de sistemas de alimentación privados: (1) de emergencia y (2) de reserva. Los sistemas de alimentación de emergencia son sistemas que proporcionan electricidad para la iluminación; calefacción, ventilación y aire acondicionado críticos; bombas y alarmas de incendio; sistemas de orientación al público y otras tareas esenciales para la seguridad de las personas y de los bienes cuando no existe corriente eléctrica de las centrales normales.

Los servicios que deben suministrar los sistemas de alimentación de emergencia se pueden clasificar como críticos y no críticos. Los servicios críticos son los que se deben desempeñar en un periodo de tiempo relativamente corto una vez desaparecida la fuente de alimentación principal, con el fin de conservar las vidas y propiedades. Los servicios no críticos son todos los demás que se permiten sean conectados al sistema.

Existen diversos términos que se solapan, como sistemas de alimentación alternativos, sistemas de alimentación de reserva, sistemas de reserva exigidos legalmente, fuentes de alimentación alternativas, etc. Las normas NFPA 110, (Sistemas de energía de emergencia y de reserva) y NFPA 110A, (Sistema de Energía Almacenada), sitúan todos estos sistemas dentro de categorías definidas en términos de tipo, clase y nivel, en lugar de utilizar los anteriores términos. El tipo define el tiempo máximo permitido en que un determinado servicio se encuentra sin un suministro eléctrico aceptable. La clase define el tiempo mínimo permitido durante el cual la fuente alternativa es capaz de suministrar energía. El nivel define los requisitos de prestaciones de los equipos.

Un aspecto que hay que tener muy en cuenta es que las baterías deben estar debidamente situadas y con una buena ventilación. Los productos gaseosos de la electrólisis (oxígeno e hidrógeno) pueden crear riesgo de incendios.

3.7.2 Circuitos de Suplencia

La Empresa dará el servicio para clientes especiales a través de un circuito de suplencia. Estos servicios se pueden dar al mismo nivel de tensión o a diferentes niveles de tensión.

Para el nivel de tensión 1 se permitirá la suplencia a ese mismo nivel. En el nivel 2, se puede dar la suplencia al mismo o a diferente nivel de tensión, de acuerdo con la necesidad del cliente y con la disponibilidad de energía en el circuito de suplencia.

Para dar este servicio el cliente se debe asesorar de una firma contratista y tramitar el respectivo proyecto ante ENAM SA ESP.

Para efectos de facturación de la energía suministrada a través del circuito de suplencia, La Empresa se guiará por las regulaciones oficiales vigentes.

La Empresa se reserva el derecho a definir la capacidad a suministrar a través del circuito de suplencia. En todo caso la máxima demanda en kW a suministrar a través del circuito de suplencia sería la que se da a través del circuito normal.

Los seccionadores de transferencia de los circuitos de suplencia y principal deberán estar enclavados mecánicamente, para que la carga pueda servirse solamente de uno de ellos.

3.7.2.1 Medición de los circuitos de suplencia.

- **Al mismo nivel de tensión.** Cuando la suplencia sea al mismo nivel de tensión, la medición se hará con un solo equipo y después del equipo de transferencia.
- **A diferentes niveles de tensión.** En este caso la medición se hará en cada nivel de tensión, requiriéndose dos equipos de medida, uno para el circuito principal y el otro para el de suplencia.

3.8 TIPOS DE SERVICIO.

Esta sección describe los tipos de servicio ofrecidos por La Empresa bajo los diferentes niveles de voltaje.

Tabla 8. Tipos de servicio

Servicio Monofásico	
120 V. Bifilar. 120/208 V. Trifilar. 120/240 V. Trifilar	- Cargas hasta 7 KW. - Cargas menores que 14 KW. - Todos los equipos deberán ser para uso a 208V. - Para cargas menores que 14 KW.
Servicio Trifásico	*Principalmente para clientes no residenciales. Para clientes residenciales que requieran este tipo de servicio*
120/208 – 127/220 V. Y Tetrafilar, neutro aterrizado. 254/440 V Y Tetrafilar. 240/120 V. Δ Tetrafilar, neutro aterrizado	- Para cargas hasta 150 KVA. Con transformador dedicado - Para cargas hasta 150 KVA. Con transformador dedicado - Para cargas hasta 14 KW. Para clientes que requieran servicio trifásico y estén ubicados en áreas cubiertas por red secundaria monofásica.
Servicios Trifásicos en Media Tensión.	
13.200 V.*	Cargas mayores que 150 KVA.

4. CAJAS Y ARMARIOS PARA MEDIDORES

4.1 GENERALIDADES.

En este capítulo se establecen los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de cajas y armarios para la instalación de equipos de medición de energía.

Para ambientes especiales o peligrosos deberán seguirse las recomendaciones hechas en la norma NTC 2050 Sección 500.

Los medidores de energía se instalarán para uno o más servicios de acuerdo con los siguientes criterios:

En Cajas: Hasta 3 servicios monofásicos o 4 trifásicos.

En Armarios: Desde 4 servicios monofásicos hasta un máximo de 25. Para cantidades superiores a éstas, se acoplarán unidades modulares de 6, 9 y 12 servicios, previendo espacios de reserva para nuevos servicios, por ningún motivo se acepta la instalación de 2 o más cajas unidas para formar armarios.

Ubicación: La caja de los medidores, deberá ubicarse en el exterior de los antejardines de los inmuebles.

En el caso de la medición semidirecta e indirecta se debe instalar todos los equipos (medidor y equipos accesorios) fuera del predio del cliente para garantizar el acceso permanente de los funcionarios de ENAM SA E.S.P.

Cuando estén adosados a las paredes externas de los edificios, deberán ser tipo intemperie. Si estas edificaciones no están dentro de un conjunto residencial cerrado con portería, los armarios deberán tener una protección anti vandálica consistente en una reja metálica con portacandado.

Por razones de seguridad de evacuación de edificios en caso de incendio. No se permitirá la instalación de armarios de medidores debajo de escaleras de acceso; y sólo en casos excepcionales, cuando el armario de medidores se deba i
nstalar debajo de las escaleras, se deberá proteger la parte posterior y lateral del armario con un muro o pared.

Se deberá evitar que el armario sirva como muro o pared divisoria para cerramiento de cuartos o recintos que puedan utilizarse como depósitos de materiales, desperdicios, lugar de habitación, portería, vestier, etc.

El lugar de ubicación del armario de medidores y las cajas del equipo de medida, deberá indicarse clara y específicamente en los planos eléctricos, cuando se presente el respectivo proyecto ante La Empresa.

Al frente de las cajas y de los armarios se deberá disponer de un espacio libre de por lo menos 1m, con el fin de cumplir con los espacios de trabajo y las distancias mínimas libres a las partes activas, especificadas en la Norma NTC 2050 tabla 110-16 a.

4.2 ESPECIFICACIONES GENERALES.

4.2.1 Materiales

Las cajas y armarios deberán ser construidos en lámina de acero Cold Rolled o en fibra de vidrio. Las cajas en lámina de acero Cold Rolled deberán construirse en calibre 18 BWG, y los armarios en calibre 16 BWG como mínimo. Deben quedar completamente cerrados, protegidos contra caídas verticales de agua y contra cuerpos sólidos de espesor superior a 2.15 mm.

Los armarios se montarán en el piso sobre una base de concreto de 10 cm de altura como mínimo y se fijarán a éste con pernos y a la pared con chazos.

No se admitirán cajas ni armarios construidos en madera.

Todos los tornillos, tuercas, arandelas guasas, bisagras, etc. Utilizados, deberán ser galvanizados irizados o cromados.

Las láminas de acero Cold Rolled utilizadas en la construcción de las cajas y armarios para medidores de energía, deberán ser tratadas químicamente para la desoxidación, el desengrase y el fosfatado, tal como indican las normas ICONTEC antes de proceder a la aplicación de la pintura electrostática.

4.2.2 Puesta a Tierra

Para garantizar máxima seguridad, toda caja o armario debe tener terminal de puesta a tierra, para aterrizar el neutro. Este terminal deberá ser de una capacidad no inferior a 100 A y tener la capacidad de poder alojar un conductor No. 8 AWG y se debe sujetar a la carcasa de la caja.

4.2.3 Pintura.

Se deberá proceder a la pintura de la caja, sólo después de cumplir con el tratamiento químico de ésta. Este tratamiento consistirá en:

Desoxidación

La superficie deberá estar seca, libre de polvo, mugre, grasa, cera y óxido, para lo cual se requiere una limpieza del metal que podrá llevarse a cabo en forma mecánica o química y preferiblemente una combinación de ambas, con el fin de eliminar todas las impurezas que presenta la superficie.

Desengrase

Una vez efectuada la desoxidación es necesario llevar a cabo un desengrase completo, preferiblemente por ataque químico o en su defecto por medio de disolventes o alcalinos de acuerdo con el tipo de pintura a utilizar. La pieza desengrasada deberá ser manipulada de tal forma que no exista posibilidad de ser contaminada de nuevo.

Fosfatado

Toda la superficie deberá ser fosfatada con el fin de darle la protección suficiente a la corrosión y adherencia a la capa de pintura. Ésta puede ser aplicada por inmersión o spray.

Una vez aplicada la capa de fosfato se deberá lavar debidamente para remover los químicos activos que puedan causar corrosión posterior.

Luego de ser tratada químicamente la lámina con los procedimientos anteriores, ésta se deberá pintar dentro de las 48 horas siguientes, para lo cual se deberán seguir estrictamente las recomendaciones del fabricante del producto a utilizar.

Si se trata de pintura de secamiento al aire se deberán aplicar dos capas de anticorrosivo y dos capas de pintura de acabado, ambas a base de resinas epóxicas.

Si la pintura es horneable se deberán aplicar sendas capas de base y de esmalte liso, ambas del tipo horneable.

4.3 CAJAS PARA MEDICIÓN SEMIDIRECTA.

Las dimensiones y características para estas cajas se especificarán en este capítulo; en la que se dispone de una caja en policarbonato en los bornes secundarios del transformador para los TC´s, y otra zunchada al poste a una altura del visor de 1,7 m para el medidor y el bloque de pruebas comunicadas por coraza flexometálica de ¾” con sus respectivos accesorios, en el caso de ser una subestación capsulada debe traer los respectivos compartimentos para medida (ver M-09 y M-10).

4.3.1 Instalación en Murete.

Se utiliza una caja con dos compartimientos separados, cada uno con su respectiva puerta con portacandado y portasellos. En el primer compartimiento se alojan los transformadores de corriente y en el segundo va el medidor multifuncional de Activa y Reactiva y el bloque de pruebas; la altura de la base de la caja al piso es de 40cm. (Ver CM-09)

4.3.2 Instalación en Poste.

Se utilizan cajas independientes para los transformadores de corriente y para los medidores, en la que se dispone de una caja en policarbonato para los TC´s, zunzhada al poste y otra zunchada al poste a una altura del visor de 1,7 m para el medidor y el bloque de pruebas comunicadas por coraza flexometálica de ¾" con sus respectivos accesorios (ver M-09).

4.4 ESPECIFICACIONES DE CAJAS PARA MEDIDORES.

A continuación se presentan las especificaciones para las cajas de medidores tanto metálicas como plásticas.

4.4.1 Cajas Metálicas.

En general, las cajas metálicas deberán estar protegidas mediante tratamientos químicos contra la intemperie, la corrosión y en lámina cold rolled tal como quedó establecido en los apartados 4.2.1 y 4.2.2; y constituirán una estructura rígida.

Deberán tener adherido al fondo interno una bandeja en lámina de acero cold rolled No. 18 BWG para soportar los medidores.

La ventana de inspección debe estar provista de un vidrio de seguridad de 5mm de espesor, la cual debe permitir la visualización del medidor, esta ventana debe llevar un empaque o un marco en polipropileno, el cual debe sujetar el visor de tal manera que no se pueda retirar desde afuera de la caja, y deberá cumplir con la protección contra agua salpicada.

Las puertas deberán poseer portacandado y posibilidad de sellado.

Se permite transitoriamente la instalación de cajas y gabinetes con logos de otras empresas dado que en la región no existen fabricas que puedan suministrar este elemento, hasta tanto no haya como mínimo dos fábricas en la región.

4.4.1.1 Placa de Identificación del Fabricante.

Sobre la puerta de la caja de medidores, se ubicará en alto o bajo relieve, o mediante remaches una placa en donde conste el nombre del fabricante, número de serie de fabricación, fecha de fabricación y las principales características técnicas de la caja; cantidad de servicios y tipo de servicios.

4.4.1.2 Grado de Hermeticidad IP.

Las cajas para los medidores de energía deberán estar protegidas contra objetos sólidos mayores a 1mm (alambres o cintas de espesor mayor a 1mm. objetos sólidos mayores a 1mm de diámetro), y contra salpicadura de agua contra la cubierta en cualquier dirección; grado IP44 Norma IEC144.

4.4.2 Cajas Plásticas.

Los armarios fabricados con plástico reforzado deberán ser auto soportantes, rígidos y cumplir con todos los requisitos, dimensiones, propiedades y características de aquéllos que se fabrican en lámina de acero.

Estas cajas deberán garantizar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Alta resistencia al impacto.
- Auto extinguible.
- No higróscopico.
- Baja degradación.
- Resistencia a la deformación por altas temperaturas.
- Excelentes propiedades dieléctricas.

La base y la puerta deben tener un espesor mínimo de 4mm.

El color debe ser incorporado en el momento de fabricación de las cajas.

El material de construcción estará compuesto de las siguientes elementos:

a) Resina.

Podrán ser utilizadas resinas insaturadas de poliéster, resinas epóxicas u otro tipo de resina comercial que sea capaz de formar un laminado reforzado. Se utilizará una resina de grado comercial que asegure una buena resistencia a los rayos ultravioleta y a la indertación, o en su defecto una pintura que garantice una buena adherencia, con espesor mínimo de 1 mm.

Material reforzante.

Se utilizará la fibra de vidrio, en la forma de manta no tejida, hilado continuo, hilado cortado, tela tejida, o combinadas y que tengan un ajuste acoplante que suministre una adecuada adhesión entre el material reforzante y la resina.

Llenantes y aditivos.

Los llenantes, cuando sean usados, serán inertes al ambiente de utilización. Aditivos tales como agentes tixotrópicos, catalíticos, etc., podrán ser usados cuando sean requeridos por el proceso de manufactura.

4.4.3 Cajas para Medidor Individual

La caja hermética sencilla tipo intemperie para alojar el medidor de energía, será utilizada para evitar la manipulación no autorizada del medidor y facilitar la legalización de servicios. (Ver CM-01 y CM-04).

4.4.4 Especificaciones del Barraje de Distribución

4.4.4.1 Definición

El barraje de distribución es el dispositivo de la caja o armario de medidores que permite la conexión de la acometida general hacia los diferentes medidores, su diseño deberá hacerse teniendo en cuenta factores mecánicos de degradación tales como: Esfuerzo de relajación, oxidación corrosión, difusión de la aleación, rozamiento, auto calentamiento y falla de contacto. El conector múltiple debe estar capacitado para trabajar con una temperatura normal de funcionamiento del cable a 90ºC y 130ºC en sobrecarga.

El conjunto del barraje será de cuatro barras o bornes de conexión con derivaciones máximas dependiendo del número de medidores. El barraje deberá permitir conexiones de cables tanto en aluminio como en cobre. Las cuatro barras deberán estar separadas y aisladas eléctricamente.

El barraje de distribución instalado dentro de la caja deberá estar colocado de tal manera que permita fácil conexión de los cables y que no presente congestión, calentamiento y problemas de desconexión cuando se presenten cortocircuitos o rotura dieléctrica de los cables.

La barra de cada barraje de distribución deberá ser modular e intercambiable. Las barras modulares deberán ser independientes uno de otro. El remplazo del barraje terminal deberá ser en la misma carcasa aislante.

4.4.4.2 Material del conector terminal

Los bornes terminales de conexión podrán ser construidos en aluminio electro plateado, cobre electro plateado, tipo AL9 Cu aleación de aluminio-cobre o bronce; cualquiera de ellos que permita la conexión de cables en aluminio o cobre, sin que se presenten problemas de oxidación y/o corrosión.

Para cuando la bornera es de aleación de aluminio, ésta debe ser de aleación 6101 u otra aleación que garantice calidad en el funcionamiento que cumpla con lo estipulado en la ASTM B-317.

Para bornera de cobre deberá cumplir con lo indicado en la ASTM B-187.

Los bornes terminales de conexión electro depositados deben cumplir con los siguiente: Si es para aleación de aluminio con la ASTM B-253, si se electro platea con estaño con la ASTM B-545, si es aleación de níquel-estaño ASTM B-605.

En general el sistema de cubrimiento o electro depositados de protección deberán cumplir lo indicado en el numeral 6.3 de la NEMA ICS-4.

4.4.4.3 Perno o tornillo de sujeción

El ajuste de los cables a la bornera se puede realizar en forma mecánica o mediante tornillos o pernos, en cualquiera de los casos se debe garantizar muy buen agarre del cable o alambre, el cual no debe aflojarse con el tiempo. Se debe garantizar que no se produzca desconexión de los cables, pérdidas por calentamiento debidas a malos contactos, maltrato o aguillotinamiento del cable debido a los tornillos de sujeción utilizados. Por lo que los tornillos de sujeción deberán ser de terminación en forma cónica, y que la parte de la bornera será cóncava, en forma de “U” o hexagonal.

La Empresa no aceptará pernos o tornillos de acero galvanizado (material ferroso). Solamente aceptará acero inoxidable o de aleación de cobre o de aluminio. Cuando el perno o tornillo es de material no ferroso deberá cumplir con lo indicado en la ASTM F-468, para tornillo de acero inoxidable, lo indicado en la ASTM F-738. Para la electrodeposición, si se usa, deben cumplir lo especificado en las normas ASTM B-254 y F-871. Los tornillos o pernos deben ser para sujetar el cable en la bornera, no se aceptarán tornillos de máquina o de sujeción de piezas.

El perno o tornillo de sujeción debe dar la fuerza de presión o sujeción adecuada que no permita aflojamiento con el tiempo, por lo tanto, La Empresa analizará el tipo de roscado, longitud del perno, su sección transversal, el diámetro y la fricción final, para prevenir el “creep” en frío (perno y cuerpo de aleación de aluminio), el aplastamiento del cable y que cumpla con su función de cuña y de fuerza de compresión para que el conductor no se afloje. El fabricante deberá tener en cuenta estos conceptos y la cabeza del perno deberá ser cabeza hueca de forma poligonal.

Si para la instalación de las cajas con el bloque terminal se necesita herramienta especial para apretar el tornillo deberá indicar el tipo de herramienta adecuada y sugerir el fabricante de ella. Además de garantizar el torque de apriete del perno.

Los barrajes de distribución deben garantizar que no se presentará desconexión accidental de las acometidas o de la alimentación a los contadores.

4.4.4.4 Fijación del barraje a la caja

El soporte que sirve de aislamiento a la bornera o a los bornes de conexión en la platina se podrán fabricar en baquelita prensada, aislamientos con poliamidas o resinas de poliéster reforzado; pero todas deben garantizar un buen aislamiento a las corrientes utilizadas, buena rigidez mecánica y que cumpla con los ensayos de la NEMA ICS-4, UL-1059, UL-764C, UL-94 y ensayo de resistencia a la flama.

El mismo soporte se debe encargar de separar física y eléctricamente la conexión de la acometida principal y de las fases aisladas, eliminando la posibilidad de un corto circuito en barras. El aislamiento del soporte debe cumplir con la rigidez dieléctrica de un sistema de 600 voltios.

El barraje terminal de conexión del neutro no podrá estar adherido directamente al cuerpo de la caja, sino a través de una placa o platinas metálicas no corrosivas de tal manera que esté bien sujeta al cuerpo de la caja y que no produzca accidentes ni se desprenda cuando se está manipulando la bornera.

4.5 ESPECIFICACIONES PARA ARMARIOS DE MEDIDORES

Los armarios donde se alojan los medidores de energía se utilizan en edificaciones donde se identifiquen cuatro (4) servicios monofásicos, tres (3) trifásicos o más servicios con una acometida común.

Se deben fabricar en lámina de acero de calibre No.16 BWG como mínimo, laminada en frío, soportados por estructura formada con perfiles de ángulo de acero o de lámina.

Para la fabricación de los armarios de medidores se deberán seguir las mismas recomendaciones hechas en el numeral 4.4 con respecto a las cajas de medidores.

Las cerraduras de las puertas deberán ser de llave Bristol de 9 mm o similar (no se admite cerraduras de guardas) y su lengüeta deberá encajar dentro de la estructura del armario

4.5.1 Grado de Protección.

El armario deberá tener como mínimo un grado de protección IP44 según norma IEC 144. Este nivel de protección está garantizado contra cuerpos sólidos de diámetro o espesor superior a 2.5 mm y contra el agua que cae en forma de lluvia (ángulo inferior o igual a 60º respecto a la vertical). Cuando el tablero esté localizado junto a tableros de registros de gas, o muy cercano, se deberá dar un grado de protección IP559 (protegido contra polvo, agua y lluvia en todas direcciones y una energía de choque de 20.000 Julios).

4.5.2 Estructura.

La construcción estructural de los armarios de medidores será de responsabilidad del fabricante, el cual podrá elegir el sistema más conveniente. Podrá ser en lámina doblada o perfiles angulares, siempre y cuando dé la seguridad especificada.

4.5.3 Láminas.

Las láminas laterales, del fondo y superior, deberán ser en acero tipo Cold Rolled de calibre 16 BWG como mínimo. La lámina deberá tener impresas las perforaciones para el paso de las diferentes acometidas parciales.

Las láminas laterales, espaldar y superior si son removibles, deberán ser fijadas de tal forma que no se puedan soltar exteriormente, sino únicamente interiormente.

La lámina deberá cumplir con lo especificado en el numeral 4.2.3 antes de aplicar la pintura.

La tornillería, tuercas, arandelas de presión y arandelas planas que fijan la estructura deberán ser galvanizadas irisadas o cromadas, y los tornillos deberán tener una longitud tal que sobresalgan de la tuerca por lo menos 3 hilos sin exceder de 10 mm.

4.5.4 Sistema de Anclaje.

El armario de medidores deberá quedar anclado al piso. No se permitirán armarios cuya base esté a ras del piso. Los armarios deberán instalarse sobre una base de concreto de 10 cm de altura como mínimo.

4.5.5 Compartimientos.

El interior del armario estará dividido en tres compartimientos separados, de los cuales el superior y el inferior serán intercambiables en su función según las formas de acceso de la acometida, cada uno con las particularidades definidas a continuación.

4.5.5.1 Compartimiento del Interruptor General y Barraje.

El acceso a este compartimiento es exclusivo del personal de La Empresa debidamente autorizado y en él irá instalado el barraje protegido con acrílico porta sello y el totalizador.

La puerta de este compartimiento tendrá dos bisagras, una cerradura, agarradera, portacandado y dos dispositivos para instalación de sellos de seguridad de la Empresa.

Sobre esta puerta irá remachada una placa de acero inoxidable, aluminio, plástico o acrílico, con la siguiente inscripción en letras indelebles.

TOTALIZADOR Y BARRAJE
USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA

Igualmente se remachará sobre esta puerta otra placa de características similares a la anterior y con la siguiente información.

Capacidad de corriente del barraje en amperios, tensión de servicio, número de fases, número de cuentas (capacidad total del armario), nombre del fabricante, número de serie de fabricación, dirección de la fábrica o cualquier otra señal descriptiva que permita la identificación de la empresa responsable por el producto y fecha de fabricación. (El tamaño de las letras será de 3 mm como mínimo).

4.5.5.2 Compartimiento de Medidores.

De acuerdo con la cantidad de servicios, en este compartimiento se instalarán las bandejas sobre las cuales se colocarán los medidores; en ningún caso se aceptarán bandejas soldadas al cuerpo del armario. Todas las bandejas deberán estar sujetas con tornillos.

Para facilitar la labor de inspección de las instalaciones, el cableado de los medidores debe ser a la vista, y el cableado que sale de los medidores podrá ir por detrás de las bandejas.

A este compartimiento sólo tendrá acceso el personal de la Empresa debidamente autorizado.

La puerta de este compartimiento tendrá dos bisagras como mínimo, agarradera, portacandado, una cerradura (No se admitirán cerraduras de guardas) y dispositivos para la instalación de sellos de la Empresa. Esta puerta deberá tener una ventana por fila de medidores preferiblemente con vidrio de seguridad o acrílicos transparentes de 3 mm de espesor.

Sobre esta puerta irá remachada una placa de similares características a la descrita anteriormente, con la siguiente inscripción:

MEDIDORES USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA

4.5.5.3 Compartimiento de Interruptores Automáticos.

Los interruptores automáticos de protección y suspensión de los diferentes circuitos que se deriven del armario se montarán en este compartimiento junto con los bloqueadores mecánicos para la suspensión del servicio, sobre bandejas metálicas removibles frontalmente.

A este compartimiento podrán tener acceso los usuarios y podrá tener una o dos bandejas.

La puerta de este compartimiento tendrá dos bisagras, portacandado, agarradera y una cerradura.

Sobre esta puerta se remachará una placa similar a la descrita anteriormente con la siguiente inscripción:

AUTOMATICOS USO DEL CLIENTE

Además de los interruptores automáticos, este compartimiento debe contener el bloqueador mecánico para el control de la suspensión del servicio. Para este elemento se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Una tapa que lo cubra completamente, dejando solamente la salida de apoyo y accionamiento de los interruptores automáticos; esta tapa debe ser en lámina calibre No. 14 BWG como mínimo, para garantizar la rigidez de la misma.

La tapa deberá tener un sistema de bloqueo para los interruptores automáticos, y cuando por cantidad y tamaño de los interruptores se requiera colocar dos filas, cada uno deberá tener su propio sistema de bloqueo. El número de dispositivos de bloqueo deberá poder cubrir el 60% del total de cada hilera de interruptores automáticos.

La tapa donde serán soportados los bloqueadores deberá fijarse rígidamente al armario en sus cuatro extremos, y en la parte superior o inferior de cada automático deberá llevar una placa de acrílico o metal grabado identificando el servicio respectivo con letras en bajo relieve, resaltando éstas con una pintura diferente a la de la base de la placa.

El bloqueador consistirá en una varilla de acero de 1/4 de pulgada de diámetro, y unas placas en lámina de calibre No. 14 BWG como mínimo, del mismo ancho que el de la palanca de accionamiento del automático, las cuales realizan el bloqueo. Éstas se podrán desplazar axialmente y pivotarán sobre la varilla con el fin de impedir el accionamiento del automático de su estado abierto a cerrado (OFF a ON), después de estar sellado el bloqueador.

Sobre cada interruptor automático deberá existir un tornillo grafilado, que se incrustará en el orificio del extremo de la placa del bloqueador, con el fin de poder colocar el sello de suspensión del servicio.

4.5.6 Dimensiones de los Armarios de Medidores.

Las siguientes distancias son previendo una distancia libre mínima vertical de 10 cm entre medidores trifásicos y de 8 cm entre medidores monofásicos, y una distancia libre mínima horizontal de 7 cm entre medidores trifásicos y 7 cm entre medidores monofásicos. Ver CM-01 a CM-09

Tabla 9. Dimensiones de armarios para medidores trifásicos

MEDIDORES TRIFÁSICOS					
No. DE SERVICIOS TOTALES	**ANCHO (m)**	**ALTURA (m)**	**PROFUNDIDAD (m)**	**No. DE BANDEJAS PARA MEDIDORES**	**No. DE PUERTAS**
24	2.4	2.2	0.35	3	2
18	1.8	2.2	0.35	3	2
12	1.2	2.2	0.35	3	1
9	0.9	2.2	0.35	3	1
8	1.2	1.8	0.35	2	1
6*	0.9	1.8	0.35	2	1
6*	0.65	2.2	0.35	3	1

* *Dependiendo del espacio se podrán utilizar cualquiera de estas dos alternativas.*

Tabla 10. Dimensiones de armarios para medidores monofásicos

MEDIDORES MONOFÁSICOS					
No. DE SERVICIOS TOTALES	**ANCHO (m)**	**ALTURA (m)**	**PROFUNDIDAD (m)**	**No. DE BANDEJAS PARA MEDIDORES**	**No. DE PUERTAS**
20	1.2	2.2	0.35	4	1
16	0.9	2.2	0.35	4	1
15	1.2	1.8	0.35	3	1
12*	0.9	1.8	0.35	3	1
12*	0.65	2.2	0.35	4	1

* *Dependiendo del espacio se podrán utilizar cualquiera de estas dos alternativas*.

En caso de tener que instalar medidores monofásicos y trifásicos en un mismo armario se tendrán que respetar estas distancias mínimas, dando prioridad a las distancias de

los medidores trifásicos.

La distancia entre ejes de bandejas será de 44 cm como mínimo para medidores trifásicos y de 31 cm como mínimo para medidores monofásicos.

Las bandejas trifásicas tendrán una altura de 36 cm y las monofásicas tendrán una altura de 25 cm.

4.5.7 Instalación de los Medidores en los Armarios

Todos los dispositivos de protección y alambrado, deberán ser de características tales que se obtenga una coordinación y selectividad completas. El cableado de los medidores debe ser a la vista. En posición vertical, el dispositivo deberá ser alimentado por la parte superior, en donde deberá estar al “ON”, y en posición horizontal “ON” a la derecha.

La Empresa instalará los medidores una vez el usuario haya cumplido con los requisitos exigidos y adelantado los trámites requeridos.

Sobre cada medidor deberá identificarse claramente la dirección o número de apartamento respectivo, mediante marquillas de acero inoxidable, aluminio o plástico firmemente remachadas.
El usuario suministrará el armario debidamente instalado y alambrado con todas las cuentas identificadas y con los suficientes espacios de trabajo para accionar los aparatos de maniobra y protección.

La identificación de las cuentas y su disposición deberán estar ordenadas de mayor a menor y de arriba hacia abajo, ejemplo:

Apto	101	102	103	Etc.	Bandeja No. 1
Apto	201	202	203	Etc.	Bandeja No. 2
Apto	301	302	303	Etc.	Bandeja No. 3

Las acometidas deberán estar identificadas en sus extremos mediante marquillas hechas en cinta de enmascarar.

El calibre de las acometidas bifilares será No. 8 o 10 AWG según el numeral 27.3 del RETIE de cobre tanto para la fase como para el neutro.

Las acometidas trifilares tendrán las fases en cobre No. 8 AWG y el neutro en cobre No. 10 AWG.

Las acometidas trifásicas serán de calibre adecuado a la carga y los límites de

regulación de voltaje.

4.5.8 Espacio para Reservas

Al instalar el armario se deberá prever como mínimo un espacio de reserva para futuros servicios.

4.5.9 Puesta a Tierra

Para garantizar el máximo de seguridad, cada compartimiento del armario deberá estar provisto de terminal de puesta a tierra. En el compartimiento de interruptores automáticos deberá instalarse una barra de cobre con conexión a tierra, de una capacidad no inferior a 100 A, esta barra tendrá espacio suficiente para conectar tantas líneas de tierra como servicios tenga el armario. El neutro de la acometida general deberá conectarse a dicha barra así como la línea de tierra de las diferentes acometidas.

Cada compartimiento del armario con su respectiva puerta deberá conectarse también a la barra de tierra.

4.5.10 Carga Permitida en Barras Rectangulares de Cobre 60 Hz.

Tabla 11. Carga permitida en barras rectangulares de cobre. (Amperes, 60 Hz)

TAMAÑO		2 3/8" **	¼" **									
		ψ	ψ ψ	ψ ψ	ψ ψ ψ	ψ ψ ψ ψ	ψ ψ ψ	ψ ψ ψ ψ	ψ ψ	ψ ψ ψ	ψ ψ ψ ψ	ψ ψ ψ ψ ψ ψ
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3 mm x 25 mm	1/8" x 1"	247	450	390	494	568	632	672	469	790	931	1.075
50 mm	1/8" x 2"	447	813	705	894	1.028	1.144	1.215	849	1.430	1.685	1.944
75 mm	1/8" x 3"	696	1.267	1.100	1.392	1.600	1.782	1.893	1.322	2.227	2.624	3.028
100 mm	1/8" x 4"	900	1.638	1.420	1.800	2.070	2.304	2.448	1.710	2.880	3.393	3.915
6 mm x 25 mm	¼" x 1"	366	666	578	732	842	937	995	695	1.171	1.380	1.592
32 mm	¼" x 1¼"	443	806	700	886	1.019	1.134	1.205	842	1.418	1.670	1.927
50 mm	¼" x 2"	647	1.178	1.020	1.294	1.488	1.656	1.760	1.229	2.070	2.044	2.814
75 mm	¼" x 3"	973	1.770	1.540	1.946	2.238	2.490	2.647	1.894	3.114	3.668	4.232
100 mm	¼" x 4"	1.220	2.220	1.925	2.440	2.800	3.123	3.318	2.318	3.904	4.600	5.307
125 mm	¼" x 5"	1.460	2.657	2.300	2.920	3.358	3.738	3.971	2.774	4.672	5.504	6.350
150 mm	¼" x 6"	1.660	3.020	2.620	3.320	3.818	4.250	4.515	3.154	5.312	6.258	7.220
200 mm	¼" x 8"	2.020	3.676	3.190	4.040	4.646	5.171	5.494	3.838	6.464	7.615	8.787
8 mm x 25 mm	3/8" x 1"	502	914	792	1.004	1.155	1.285	1.365	954	1.606	1.892	2.184
50 mm	3/8" x 2"	865	1.574	1.365	1.730	1.990	2.214	2.353	1.643	2.798	3.260	3.763
75 mm	3/8" x 3"	1.180	2.148	1.860	2.360	2.714	3.020	3.210	2.242	3.776	4.449	5.133
100 mm	3/8" x 4"	1.440	2.620	2.280	2.880	3.312	3.686	3.917	2.736	4.608	5.429	6.264
125 mm	3/8" x 5"	1.685	3.067	2.660	3.370	3.875	4.314	4.583	3.201	5.392	6.352	7.330
150 mm	3/8" x 6"	1.960	3.576	3.100	3.920	4.508	5.018	5.331	3.742	6.272	7.398	8.525
200 mm	3/8" x 8"	2.420	4.404	3.820	4.840	5.566	6.195	6.582	4.598	7.744	8.123	10.527
13 mm x 25mm	½" x 1"	603	1.097	953	1.206	1.387	1.544	1.640	1.146	1.930	2.273	2.623
50 mm	½" x 2"	990	1.802	1.560	1.980	2.277	2.534	2.693	1.881	3.168	3.732	4.306
75 mm	½" x 3"	1.325	2.411	2.090	2.650	3.047	4.173	4.434	2.517	4.240	4.995	5.764
100 mm	½" x 4"	1.630	2.967	2.570	3.260	3.750	4.173	4.434	3.097	5.216	6.145	7.090
125 mm	½" x 5"	1.935	3.522	3.050	3.870	4.450	4.954	5.263	3.676	6.198	7.295	8.417
150 mm	½" x 6"	2.220	4.040	3.500	4.440	5.106	5.683	6.038	4.218	7.104	8.370	9.647
200 mm	½" x 8"	2.760	5.023	4.350	5.250	6.348	7.065	7.507	5.244	8.832	10.405	12.005

Densidad típica de corriente = 1200 [A/pulg^2] =1.86 [A/mm^2]

Capacidad basada en 40°C y 30°C. Aumento 98% de conductividad.

Espacio entre barras 1/4" si no se ha indicado lo contrario.

5. MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

5.1 GENERALIDADES

En Colombia la Energía Eléctrica se factura teniendo en cuenta la energía activa y la energía reactiva. De acuerdo con la ley, el cliente que tenga un factor de potencia por debajo de 0.9 se penaliza.

Para el registro de las dos clases de energía existen medidores, ya sea de tipo electrónico o electromecánico; en ambos casos, el registro de la energía se basa en la integración de la potencia en el tiempo, para el caso de la presente norma no se aceptan medidores electromecánicos para medida semidirecta e indirecta.

De acuerdo con la capacidad instalada existen tres tipos de medición: Directa, semidirecta e Indirecta.

- Medición Directa: Es aquella en la cual se conectan directamente al medidor los conductores de la acometida, por esta razón las señales tanto de tensión como de corriente de la carga pasa totalmente a través de sus bobinas.

- Medición Semidirecta: Es aquella en la cual las señales de corriente se toman a través de transformadores de corriente y las señales de potencial se toman directamente de las líneas de alimentación a la carga, por este motivo la corriente que pasa a través del medidor es proporcional a la corriente de carga.

- Medición Indirecta: es aquella cuyo medidor de energía no está conectado directamente a los conductores de la acometida sino a bornes de equipos auxiliares de medición, tales como transformadores de corriente y de potencial, por tal razón la corriente y la tensión que pasa a través del medidor son proporcionales a la corriente y tensión de carga; en caso de instalarse este tipo de medida, ENAM S.A E.S.P. solo aceptara medida indirecta en tres (3) elementos. (ver M-11 a M-13)

5.2 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

5.2.1 Medidores.

Según el tipo de energía que se registra, se utilizan dos clases de mediciones una para energía activa y la otra para energía reactiva; en el caso de los medidores electrónicos o estáticos, ambos tipos de energía se registran en un solo medidor.

Los medidores pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos de acuerdo con la

conexión a la red. Toda medición indirecta o semidirecta debe realizarse por lo menos con tres elementos.

Los equipos de medida deben instalarse en el predio del usuario, lo más cerca posible al punto de conexión teniendo en cuenta aspectos económicos y de seguridad. En el sector rural donde no exista construcción civil que permita la ubicación de la caja del contador, se permitirá incrustarlo en una estructura construida en la parte frontal del inmueble (ver AA-04).

No se permite la conexión de dos o más acometidas parciales o alimentadores desde un mismo medidor.

Los medidores de energía deben poseer como mínimo, la siguiente información:

- Número de fases.
- Número de hilos.
- Tensión nominal.
- Corriente nominal.
- Tipo de medidor (electrónico o de inducción, de energía activa o reactiva).

En equipos de medida semidirecta e indirecta, las señales de tensión y corriente al medidor deben llegar a un bloque de prueba cortocircuitable (bornera de conexiones de trece puntos), con las siguientes características:

- Debe ser de material termoplástico no inflamable.
- El diámetro de los terminales deben ser al menos de 4 mm.
- Debe permitir una desconexión adecuada de las señales (cortocircuitar el secundario de los transformadores de corriente cuando se desconecte el medidor, o abrir la alimentación del secundario de los transformadores de tensión).
- Los terminales deben poseer elemento bimetálico.
- Debe poseer dispositivo para sello.
- El cableado debe cumplir con el código de colores establecido según RETIE.
- La sección transversal mínima de los conductores es 3,3 mm2 (12 AWG) en cobre para las señales de corriente y de tensión.

5.2.1.1 Tipos de Medidores.

De acuerdo con la cantidad de energía a medir se define la clase de precisión, el tipo de conexión a la red y el tipo de medidor.

5.2.1.2 Precisión de la Medición.

La clase requerida para los equipos de medición de energía activa y reactiva será de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tabla 12. Clases de precisión de los equipos de medida.

INSTALACIÓN	CLASE DE PRECISIÓN			TIPO DE MEDIDOR
	TC	TP	MEDIDOR	
Servicios a cualquier nivel de tensión con capacidad instalada entre 150 y 300 KVA	**0.5**	**0.5**	0.5	Electrónico o multifuncional, Indirecto
Servicios a cualquier nivel de tensión con capacidad instalada mayor que 300 KVA	**0.5**	**0.5**	0.2	Electrónico o multifuncional, Indirecto
Servicios a cualquier nivel de tensión con consumos mayores o iguales a 50 MWh mes	**0.5**	**0.5**	0.2	Electrónico o multifuncional, Indirecto
Servicios No Residenciales con corrientes superiores a 90 A e inferiores a 400 A.	-----	1.0	1.0	Electrónico o multifuncional, semidirecto
Servicios No Residenciales con corrientes inferiores a 90 A	-----	-----	1	Electrónico Energía Activa y reactiva
Servicios Residenciales con corrientes de hasta 60 A	-----	-----	2	Medidor electrónico o electromecánico energía Activa

Nota 1: *Para servicios residenciales con capacidad instalada superior a 45 KVA se usará el mismo sistema de medición que los servicios no residenciales.*

Nota 2: *Para servicios residenciales con proyecto particular de transformador exclusivo con capacidad instalada superior a 30 KVA y con tres o más servicios independiente el propietario deberá instalar equipo de medida tipo macromedidor en la estructura de la S/E tipo poste, como medidor de áreas comunes.*

5.2.1.3 Características de la Medición:

Para la selección adecuada del medidor se seguirán los criterios que se especifican a continuación:

La medición para servicio residencial se hará con medidores electromecánicos, electrónicos o híbridos de acuerdo con la tabla 13. La precisión mínima aceptada es clase 2.

La medición para servicios no residenciales se hará con medidores de energía activa y reactiva electrónicos clase 1 para nivel de tensión 1; clase 0.5S de rango extendido para nivel de tensión 2 con TC´s y TP´s.

Cuando se requiera medición de energía activa y reactiva, ésta se hará a través de medidores electrónicos con precisión acorde con las características de la carga.

La Empresa se reserva el derecho a exigir telemedida para los clientes que ella estime conveniente. Los elementos de comunicación necesarios para la telemedida son considerados como anexos a la medición y corren por cuenta del cliente.

El cable utilizado para llevar las señales de los TC´s y los TP´s será aislado de siete colores reales diferentes. No se permitirán cables de señales que sean del mismo color aunque tengan marcas que los diferencien.

Cada conductor del cable de señales será de calibre No. 14 AWG.

Tabla 13. Selección de la medición

Referencia	Descripción	Tipo de Servicio	Red de alimentación
WHM15	Medidor monofásico, unipolar, Bifilar 120V Corriente nominal de 15(100)A 15(60)A	Monofásico Bifilar a 120V hasta 7KW	Desde transformador monofásico o trifásico, con voltaje Fase Neutro a 120V.
WHM15A	Medidor monofásico, bipolar, trifilar, Neutro directo 120/240V Corriente nominal 15(100) ó 15(60)A	Monofásico Trifilar a 120/240V hasta 14KW	Desde transformador monofásico EXCLUSIVAMENTE Con voltajes fase neutro 120V; fase-fase 240V.
WHM15B	Medidor monofásico, bipolar, neutro incorporado, 2 elementos 120/208V ó 120/240V Corriente nominal 15(60)A, 20(100)A ó 15(100)A.	Bifásico Trifilar a 120/208V hasta 14KW	Desde transformador trifásico con voltajes fase neutro 120V, fase-fase 208V. exclusivo para este tipo de red secundaria.
WHM23	Medidor Trifásico, Tripolar, Tetrafilar 3 elementos 120/208V ó 127/220V Corriente Nominal 20(80)A, 20(100)A ó 5(100)A .	Trifásico Tetrafilar a 208 ó 220V. Hasta 20 KW si hay capacidad disponible en la Red secundaria operada por ENAM SA ESP y Hasta 37.5 monofásico KVA desde transformador propiedad del cliente	Desde transformador trifásico con voltajes fase neutro 120V; fase fase 208V o F-N 120V F-F 227V.
WHM24	Medidor trifásico tripolar tetrafilar, Corriente Nominal 5(10)A, 2 con Demanda Máxima. Electrónico con bobinas de potencial autorrango.	Trifásico, Tetrafilar a 120/240V.	Desde equipos de transformadores de potencial conectados en estrella, con voltajes fase-neutro a 69.2 V. fase-fase a 120 V. (3x57,…. 3x480V)
WHM25	Medidor trifásico tripolar, tetrafilar 3 x 267/460 V ó 3x254/440 V. Corriente nominal 20(80) A. 25(100) A. 50(150) A.	Trifásico, tetrafilar a 254/440 V. hasta 50 KVA.	Desde transformador trifásico a 254/440V.

Nota: *los medidores WHM23, WHM24 y WHM25 serán medidores electrónicos con bobinas autorango*

6. MEDICIÓN DE ENERGIA REACTIVA

En la prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica, la empresa controlará el factor de potencia de los clientes no residenciales, y de los residenciales conectados a un nivel de tensión (2). Para esto la empresa exigirá la instalación de los equipos apropiados para el registro de los consumos de energía reactiva a todos los proyectos a ser aprobados para conectarse a su red de acuerdo con la siguiente clasificación:

1) Clientes no residenciales con capacidades instaladas o contratadas iguales o superiores a 15 KVA, sin importar el nivel de tensión al cual se conecten.
2) Clientes Residenciales cuya medición se instale en el nivel de tensión 2, sin importar su capacidad.
3) Las zonas comunes comerciales o industriales serán consideradas para este efecto como clientes no residenciales.
4) Las zonas comunes residenciales serán consideradas como clientes residenciales.

El factor de potencia inductiva (coseno Φ inductivo) de las instalaciones deberá ser igual o superior a cero punto noventa (0.90).

La empresa exigirá a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar la energía reactiva. La exigencia podrá hacerse en el momento de aprobar la conexión al servicio, o como consecuencia de una revisión de la instalación del usuario.

Hasta tanto la Comisión de regulación de energía y gas reglamente el suministro y consumo de energía reactiva, en caso de que la energía reactiva sea mayor al cincuenta por ciento (50%) de la energía activa (kWh) consumida por un suscriptor o usuario, el exceso sobre este límite se considerará como consumo de energía activa para efectos de determinar el consumo facturable.

7. EQUIPOS ANEXOS AL MEDIDOR

Se denominan equipos anexos al medidor a los transformadores de medida, bloques de prueba y cable de señales.

7.1 TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Transformadores de medida son los transformadores destinados a alimentar con señales de tensión o de corriente los instrumentos de medida de energía, relés y otros aparatos que requieran de ellas.

Las razones por las cuales se utilizan los transformadores de medida son las siguientes:

Aíslan los circuitos primarios y secundarios, dando seguridad a los operarios.
Las magnitudes a medir se reducen, haciéndolas manejables por los instrumentos. Los transformadores de medida transforman las señales primarias en valores secundarios apropiados para su uso en medida, indicación y protección.
Esta característica simplifica la construcción de los aparatos de medida, señalización y protección.
Hacen posible la instalación de los medidores a distancia del área de la subestación con mayor influencia de campos electromagnéticos.

Los transformadores de medida se dividen en transformadores de corriente (TC´s) y transformadores de potencial (TP´s).

Los transformadores de medida pueden ser de tipo interior o de tipo exterior de acuerdo con el ambiente en que se instalen. Las características de construcción cambian de acuerdo con el tipo de ambiente.

a) Propiedad de los transformadores de medida.

De acuerdo con la ley el equipo de medida pertenece al cliente, pero se puede presentar el caso en que estos elementos pertenezcan a la empresa.

Cuando los transformadores de medida sean propiedad de ENAM SA E.S.P. no se permitirá la conexión de otro tipo de medidores que sirvan a otras dependencias.

b) Características requeridas

Para efectos de definir las características de los Transformadores de Medición, se seguirán las normas ICONTEC 2205 (IEC 185) Norma Colombiana para Transformadores de Corriente; ICONTEC 2207 (IEC 186) Norma Colombiana para Transformadores de Tensión.

7.1.1 Transformador de corriente.

Es un transformador de medida en el cual la corriente secundaria, bajo condiciones normales de uso, es proporcional a la corriente primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero para una dirección apropiada de las conexiones.

La relación de los transformadores de corriente se determinará de forma tal que se garantice, que la corriente nominal primaria del transformador de corriente sea el valor más cercano al de la corriente nominal del sistema calculada a plena carga.

Cuando el cliente suministre TC´s cuya relación de transformación difiera de las especificadas en esta norma, se analizará de acuerdo con el código de medida vigente para el Sector Eléctrico Colombiano.

Para todos los efectos, los transformadores de corriente en sus características se regirán por las normas ICONTEC 2205 (IEC 185) o ANSI C57.13.

7.1.1.1 Especificaciones Técnicas.

La Empresa exigirá los transformadores de corriente de acuerdo con las características que se describen a continuación:

a) Precisión.

En un transformador de corriente para medida, la clase de precisión se designa por el porcentaje de error de corriente más alto permisible a la corriente nominal prescrita para la clase de precisión correspondiente.

La clase de precisión de un transformador de corriente para medida, está caracterizada por un número (índice de clase) que es el límite del error de relación, expresado en porcentaje para la intensidad nominal primaria estando alimentado el transformador la “carga de precisión”.

Las clases de precisión normalizadas para los transformadores de corriente para medida son: 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0.

Guía de aplicación:

Clase 0.1	Laboratorio.
Clase 0.2	Laboratorio, patrones portátiles, medidores de gran precisión.
Clase 0.5	Medidores normales y aparatos de medida.
Clase 1.0	Aparatos de tablero.
Clase 2.0	Para uso en los que no se requiere una mayor precisión.

De acuerdo con la cantidad de energía a medir, la Empresa exigirá la clase de precisión

de los transformadores de corriente.

Clase de precisión

0.3 ANSI o 0.2 IEC

Relaciones de transformación exigidas:

Tabla 14. Relación de transformación de transformadores de corriente para medición semidirecta.

TENSIÓN NOMINAL (V)	***CAPACIDAD INSTALADA [kVA]***	***RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN (A/A)***
120/208	28 a 43	100/5
	44 a 65	150/5
	66 a 86	200/5
	87 a 129	300/5
	130 a 162	400/5
	163 a 194	500/5
	195 a 259	600/5
	260 a 300	800/5
127/220	30 a 45	100/5
	46 a 68	150/5
	69 a 91	200/5
	92 a 137	300/5
	138 a 182	400/5
	183 a 228	500/5
	229 a 274	600/5
	275 a 300	800/5
254/440	60 a 91	100/5
	92 a 137	150/5
	138 a 183	200/5
	184 a 274	300/5
	275 a 300	400/5
120/240	30 a 43	100/5
	44 a 50	150/5

Nota: *los valores inferior y superior de cada rango son calculados como el 80% y el 120% de la corriente nominal.*

Tabla 15. Relación de transformación de transformadores de corriente para medición indirecta.

TENSIÓN NOMINAL (V)	***CAPACIDAD INSTALADA [kVA]***	***RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN (A/A)***
13,2	91 a 137	5 / 5
	183 a 274	10 / 5
	275 a 411	15 / 5
	412 a 500	20 / 5
	501 a 650	30 / 5

Para transformadores de corriente, la corriente térmica nominal de corta duración y la corriente dinámica nominal deben seleccionarse según las siguientes ecuaciones:

$$I_{th} \geq I_{cc} t_{12}$$

$$I_{din} \geq 2{,}5 \cdot I_{th}$$

Donde:

Ith es la corriente térmica nominal de corta duración.

Idin es la corriente dinámica nominal.

Icc es la corriente máxima de cortocircuito en el punto de instalación del CT.

t es el tiempo de duración del cortocircuito, en segundos.

7.1.2 Burden.

El burden de los transformadores de medida debe ser tal que bajo las condiciones de operación se garantice que la medida, se encuentra dentro de la clase de precisión especificada.

En el cálculo del burden se deben incluir:

- La impedancia de los transformadores de instrumentación.
- La impedancia de los conductores del circuito secundario.
- La impedancia propia del equipo de medición de energía.

La carga de los circuitos secundarios de los transformadores de corriente y de tensión destinados a medición comercial, debe estar comprendida entre el 25% y el 100% de la potencia nominal correspondiente. Se permitirá que la carga conectada sea inferior al

25% de la potencia nominal siempre y cuando se cuente con un informe de laboratorio que garantice la exactitud para tales niveles de carga.

Los conductores de los secundarios de los transformadores de medida deben tener una sección transversal mínima de (14 AWG) en cobre para circuitos de corriente y potencial. La regulación de tensión en los circuitos de potencial debe ser tal, que no introduzca un error en la medida de energía superior al 0,1%.

Los conductores para las señales de tensión del circuito secundario, deben cumplir con el código de colores: amarillo, azul y rojo para las fases, blanco para el neutro y verde para el conductor de puesta a tierra. Los conductores para las señales de corriente deben ser de los mismos colores, pero contar con una raya negra, para diferenciarlos de los circuitos de tensión.

7.1.3 Clase de precisión.

La clase de precisión de los transformadores de medida, según la capacidad instalada, debe ser al menos la establecida en la tabla 13.

7.1.4 Nivel de aislamiento.

El nivel de aislamiento de los transformadores de medida debe corresponder al del circuito primario en el cual se instala. Los niveles de aislamiento normalizados para media tensión se especifican en la tabla 17.

7.1.5 Detalles de conexión.

De acuerdo con la tecnología de fabricación, los medidores pueden ser de conexión simétrica (UTE, americana) o asimétrica (DIN, europea). En este caso se debe tener la precaución antes de conectar, de revisar el diagrama unifilar del medidor. En los planos constructivos de esta norma, se ilustran las diversas formas de conexión de los medidores.

Potencias de precisión:

15 VA IEC

a) Condiciones de Servicio

Si no se especifica lo contrario, los transformadores de corriente se deben poder usar bajo las siguientes condiciones de servicio:

Temperatura ambiente del aire:

Máxima	40ºC
Promedio diario no mayor a	30ºC
Mínima para transformadores tipo interior:	-5ºC
Mínima para transformadores tipo exterior:	-25ºC
Altura sobre el nivel del mar:	100 MSNM.
Atmosféricas:	Ambientes no altamente contamina-dos
Frecuencia nominal:	60 Hz.

b) Nivel de aislamiento:

El nivel de aislamiento debe ser uno de los niveles normalizados correspondientes a la tensión más alta del sistema, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 16. Niveles de aislamiento para TC´s según la tensión más alta del sistema.

Tensión más alta del sistema (kV Eficaz)	**Tensión a soportar a frecuencia industrial 1 kV (eficaz) durante un minuto**	**Tensión de impulso a soportar kV (pico)**	
		Sistema de potencia	
		Hasta 500 kVA	**Más de 500 kVA**
0.6	4	10	10
1.2	10	30	30
2.75	15	45	60
5.5	19	60	75
9.52	26	75	95

c) Ensayos de Rutina

De acuerdo con la norma ICONTEC 2205 (IEC 185) los transformadores de corriente deben someterse a los siguientes ensayos de rutina:

- Verificación de las marcas de terminales.
- Ensayos a frecuencia industrial en los arrollamientos primarios.
- Ensayos a frecuencia industrial en los arrollamientos secundarios.
- Ensayos de sobretensión entre espiras.
- Determinación de errores de acuerdo con los requisitos de las clases de precisión apropiada.

d) Marcas Terminales

Las marcas de terminales deben identificar:

1. Los arrollamientos primarios y secundarios.
2. Las secciones de los arrollamientos si las hay.
3. Las polaridades relativas y secciones de los arrollamientos.
4. Las derivaciones intermedias si las hay.

Método de marca.

Los terminales deben marcarse en forma clara e indeleble en su superficie o en su vecindad inmediata.

Las marcas deben consistir en letras, seguidas o precedidas de números donde sea necesario.

Las letras deben ser mayúsculas.

Marcas en la placa de Características.

Todos los transformadores de corriente deben llevar como mínimo, las siguientes marcas:

1. El nombre u otra marca con la cual pueda identificarse al fabricante.
2. Un número de serie o una denominación de tipo, preferiblemente ambos.
3. Las corrientes nominales primaria y secundaria.
4. La frecuencia nominal.
5. La capacidad nominal y la clase de precisión correspondiente junto con la información adicional especificadas en la cláusula 32 de la norma ICONTEC 2205.
6. La tensión más alta del sistema.
7. El nivel de aislamiento.
8. La corriente térmica nominal de corta duración y la corriente dinámica nominal, si esta difiere de 2,5 veces la corriente térmica nominal de corta duración (por ejemplo 13KA ó 13/40 KA)
9. La clase de aislamiento, si es diferente a la clase A. Si se usan diferentes clases de material aislante, debe indicarse la del material que limita el aumento de temperatura de los arrollamientos.
10. En transformadores con dos arrollamientos secundarios, el uso de cada arrollamiento y sus terminales correspondientes.

7.1.5.1 Características de Construcción.

a) Borneras

Los bornes de conexión deben aceptar conductores de cobre hasta de calibre Nº 8 AWG.

Los transformadores de corriente deben de tener en su tapa de bornera secundaria dispositivos para sellos y caja que permita instalar la tubería de conducción de los conductores secundarios.

b) Base

La base debe contar con un herraje galvanizado que permita asegurar el transformador a la estructura de montaje mediante cuatro tornillos de ½".

La base deberá estar firmemente asegurada al transformador conformando con éste un solo cuerpo.

7.1.6 Transformadores de Potencial

El transformador de potencial es un transformador de medida, donde la tensión secundaria es, dentro de las condiciones normales de operación, prácticamente proporcional a la tensión primaria y desfasada de ella un ángulo cercano a cero, para un sentido apropiado de las conexiones.

Los transformadores de potencial reducen las señales de tensión nominal de un sistema a niveles aceptables por el medidor.

El primario de dicho transformador está conectado a los terminales entre los que se desea medir la tensión, en tanto que el secundario está conectado a circuitos de potencial de uno o varios aparatos de medida, relevadores o aparatos que requieran ésta señal, conectados en paralelo.

Los transformadores de medida deben ser aptos para operar en el ambiente correspondiente: instalación interior o exterior, temperatura, altitud, contaminación, etc.

Los transformadores de corriente deben soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos propios de las corrientes de cortocircuito máximas en el punto de instalación.

Se debe utilizar un transformador de medida por cada elemento del medidor de energía. En medición semidirecta, el transformador de corriente debe ubicarse aguas arriba del interruptor-totalizador en baja tensión.

En medición indirecta o con acometida subterránea, los transformadores de medida deben ubicarse aguas arriba del medio de desconexión de la acometida en media tensión, pero protegidos contra sobretensión, mediante un DPS, seleccionado de acuerdo con el nivel de tensión de la instalación.

Los medidores de energía deben instalarse en devanados exclusivos para el proceso de medición de energía. Se prohíbe la instalación de elementos de medición de otras magnitudes y de elementos de protección o señalización, en los secundarios de transformadores de corriente y potencial en donde se instalen medidores de energía activa y/o reactiva.

Los transformadores de medida (TP´s y TC´s) se usarán exclusivamente en esta labor. Por ningún motivo se permitirán elementos de medición instantánea conectados a estos transformadores.

Para efectos de esta norma, las características de los transformadores de potencial se regirán por las normas ICONTEC 2207 (IEC 186) o ANSI C57.13.

La Empresa exigirá los transformadores de potencial de acuerdo con las características que a continuación se describen:

7.1.6.1 Especificaciones Técnicas

a) Precisión

En un transformador de potencial para medida la clase de precisión se designa por el porcentaje de error de tensión más alto permisible, a la tensión nominal prescrita para la clase de precisión correspondiente.

La clase de precisión de un transformador de potencial para medición, está caracterizada por un número (índice de clase) que es el límite del error de relación, expresado en tanto por ciento, para la tensión nominal primaria del transformador alimentando la “carga de precisión”.

Esta precisión debe mantenerse para una tensión comprendida entre el 80% y el 120% de la tensión nominal con una carga comprendida entre el 25% y el 120% de la carga de precisión.

Las clases de precisión normalizadas para los transformadores de tensión para medida, son: 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 y 3.0.

Guía de aplicación:

Clase 0.1 Laboratorio.

Clase 0.2 Laboratorio, patrones portátiles, medidores de gran precisión.
Clase 0.5 Medidores normales y aparatos de medida.
Clase 1.0 Aparatos de tablero.
Clase 3.0 Para uso en los que no se requiere una mayor precisión.

De acuerdo con la cantidad de energía a medir la Empresa exigirá la clase de precisión de los transformadores de potencial.

Clase de precisión

0.3 ANSI o 0.2 IEC

Relaciones de transformación exigidas:

Para el sistema a 13.2 KV se podrán usar las siguientes relaciones: 13800/√3**/**115/√3, 13200/√3**/**120/√3.

El nivel de aislamiento será de 15 KV para red de 13.2 KV.

Tabla 17. Niveles de aislamiento para TP´s según la tensión más alta del sistema.

Tensión más alta del sistema kV (eficaz)	**Tensión de frecuencia industrial a soportar 1 kV eficaz. Durante un minuto**	**Tensión de impulso a soportar kV (pico)**	
		Sistema de potencia	
		Hasta 500 kVA	**Más de 500 kVA**
0.6	4	10	10
1.2	10	30	30
2.75	15	45	60
5.5	19	60	75
9.52	26	75	95

No se aceptarán transformadores de potencial cuyas tensiones por alta sean inferiores a las tensiones nominales del sistema ENAM SA E.S.P (13.2 KV).

La RTP siempre deberá ser un entero. No se aceptarán equipos cuya RTP sea fraccionaria, esto se exige por precisión en la facturación.
Potencia de precisión

15 VA IEC

b) Condiciones de Servicio

Si no se especifica lo contrario, los transformadores de tensión se deben poder usar bajo las siguientes condiciones de servicio:

Temperatura ambiente del aire:

Máxima	40ºC
Promedio diario no mayor a	30ºC
Mínima para transformadores tipo interior:	-5ºC
Mínima para transformadores tipo exterior:	-25ºC
Altura sobre el nivel del mar:	1000 MSNM.
Atmosféricas:	Ambientes no altamente contamina-dos
Frecuencia nominal:	60 Hz.
Tensión de servicio	13.2 kV, 34.5 kV
Tensión nominal	15kv, 36 kV

El nivel básico de aislamiento en el secundario debe ser de 4 kV.

c) Ensayos de Rutina

De acuerdo con la norma ICONTEC 2207 (IEC 186) los transformadores de tensión deben someterse y pasar satisfactoriamente los siguientes ensayos de rutina:

- Verificación de las marcas de terminales.
- Ensayos a frecuencia industrial en los arrollamientos primarios.
- Ensayos a frecuencia industrial en los arrollamientos secundarios.
- Ensayos de sobretensión entre espiras.
- Determinación de errores de acuerdo con los requisitos de las clases de precisión apropiada.

d) Marcas Terminales

Las marcas de terminales deben identificar:

- Los arrollamientos primarios y secundarios.
- Las secciones de los arrollamientos si las hay.
- Las polaridades relativas de los arrollamientos y secciones de los arrollamientos.
- Las derivaciones intermedias si las hay.

e) Método de marca.

Los terminales deben marcarse en forma clara e indeleble en su superficie o en su vecindad inmediata.

Las marcas deben consistir en letras, seguidas o precedidas de números donde sea necesario.

Las letras deben ser mayúsculas.

Las letras mayúsculas A, B, C y N indican los terminales del bobinado primario y las minúsculas a, b, c y n los terminales del bobinado secundario correspondiente.

Las letras A, B y C indican los terminales totalmente aislados y la N el previsto para conectar a tierra y cuyo aislamiento es menor al de los otros terminales.

Polaridad relativa. Los terminales que tengan las marcas mayúsculas y minúsculas correspondientes deben tener la misma polaridad en el mismo instante.

Marcas en la placa de Características.

Todos los transformadores de tensión deben llevar como mínimo, las siguientes marcas:

- El nombre u otra marca con la cual pueda identificarse al fabricante.
- Un número de serie o una denominación de tipo, preferiblemente ambos.
- Las tensiones nominales primaria y secundaria.
- La frecuencia nominal.
- La capacidad de salida nominal y la clase de precisión correspondiente. Cuando existan dos embobinados secundarios separados, la marca debe indicar el valor de la capacidad de salida de cada embobinado secundario en VA, la clase de precisión correspondiente y la tensión nominal de cada embobinado.
- La tensión más alta del sistema.
- El nivel de aislamiento nominal.
- Factor de tensión nominal y tiempo especificado correspondiente.
- La clase de aislamiento, si es diferente a la clase A. Si se usan diferentes clases de material aislante, debe indicarse la del material que limita el aumento de temperatura de los arrollamientos.
- En transformadores con más de un embobinado secundario, el uso de cada embobinado y terminales correspondientes.

7.1.6.2 Características de Construcción.

a) Borneras

Los bornes de conexión deben aceptar conductores de cobre hasta de calibre Nº 8AWG.

Los TP´s deberán tener en su tapa de bornera secundaria dispositivos para sellos y caja que permita instalar la tubería de conducción de los conductores secundarios.

b) Base

La base debe contar con un herraje galvanizado que permita asegurar el transformador a la estructura de montaje mediante cuatro tornillos de mínimo ½".

La base deberá estar firmemente asegurada al transformador conformando con éste un solo cuerpo.

7.2 BLOQUE DE PRUEBAS

7.2.1 Generalidades.

El bloque de pruebas es un dispositivo que sirve para facilitar la conexión, el cambio y la ejecución de pruebas en los medidores de conexión semidirecta e indirecta; a él llegan las señales de corriente y de potencial de los transformadores de medida.

A través de su accionamiento se podrán cortocircuitar las señales de corriente de los TC´s y abrir las señales de potencial de los TP´s para accionar con seguridad el medidor.

Se admitirán bloques de pruebas del tipo cuchilla y láminas.

Las señales de corriente y de potencial se llevarán al bloque de pruebas a través de cable 7 colores y se conectarán con terminales tipo compresión del calibre adecuado.

7.2.2 Base del bloque de pruebas.

La base deberá ser de una sola pieza, de material duroplástico, cuyo diseño y construcción ofrezca una elevada rigidez mecánica, que no permita deformaciones o variaciones en sus dimensiones y ser resistente a altas temperaturas.

El material duroplástico deberá ser de alta rigidez dieléctrica, no inflamable, así como mecánica y térmicamente resistente.

La base tendrá perforaciones para asegurar ésta a la caja del medidor por medio de tornillos.

La base del bloque deberá tener instalados dos tornillos precintables, con perforaciones de 2.5 mm de diámetro para permitir la inserción de sellos de seguridad y no pueda ser removida a menos que se rompan éstos, con longitud suficiente para que permitan asegurar la tapa a esta base.

7.2.3 Tapa principal.

La tapa principal deberá ser de material termoplástico transparente tipo policarbonato con tratamiento para resistir los rayos ultravioleta, que no se degrade u opaque con el tiempo, los golpes, los efectos de la luz solar ni por las variaciones de temperatura. Debe ser de gran dureza y resistente al impacto y a las incisiones; que permita el acceso de los conductores de las señales de tensión y corriente a los terminales en forma vertical por su extremo inferior y la salida de las señales hacia el medidor por su extremo superior y que cubra completamente el conjunto de terminales, laminas y cuchillas de tal forma que una vez colocada queden completamente inaccesibles.

La fijación de la tapa a la base será mediante tuercas del tipo imperdible, precintables con huecos de 2.5 mm de diámetro para permitir la inserción de sellos de seguridad y no pueda ser removida a menos que se rompan estos.

La tapa principal no podrá ser instalada si las cuchillas no están cerradas.

7.2.4 Bornes Terminales y cuchillas.

Éstos podrán ser bimetálicos o de cobre fosforado y deberán tener una capacidad de 30 A.

El nivel de aislamiento entre las partes activas y tierra deberá ser mínimo de 600V.

Las cuchillas o láminas para las señales de potencial permitirán aislar estas señales del medidor, a la vez que darán corte visible.

Las cuchillas o laminas para las señales de corriente permitirán cortocircuitar éstas una vez se abran, con lo cual protegerán los TC´s y se evitarán tensiones peligrosas al operario y a los equipos.

7.3 CABLE MULTICONDUCTOR PARA SEÑALES DE MEDIDA

A través del cable multiconductor se llevan las señales de tensión y corriente de los secundarios de los transformadores de medida a los medidores. Este cable debe ser de

cobre de 7x14 AWG, aislado en PVC a 600 voltios.

7.3.1 Especificaciones

Nombre:	Cable multiconductor para señales de medida
Número de conductores:	7
Calibre de cada conductor:	Nº 14 AWG.
Diámetro de cada conductor:	2.95 mm.
Sección de cada conductor:	5.261 mm^2
Número de hilos de cobre por conductor:	7
Diámetro de cada hilo:	0.978 mm
Sección de cada hilo:	0.7512 mm^2
Resistencia a la corriente directa a 20° C:	3.34 Ohmios/km
Peso unitario de cada conductor:	47.71 kg/km
Aislamiento individual de cada conductor:	PVC
Espesor del aislamiento:	
Promedio mínimo:	1.52 mm
Mínimo en un punto:	1.22 mm

Cada conductor del cable deberá estar identificado por un color diferente de acuerdo con la tabla 18. No se aceptarán cables del mismo color con numeración o nombres de los conductores impresos.

Tabla 18. Código de colores del cable multiconductor

Color	Descripción	Borne de bloque de pruebas	Borne de Medidor
Naranja	Señal de tensión fase R	Borne 1	Borne 2
Blanco	Señal de corriente fase R	Borne 2	Borne 1
Azul	Señal de tensión fase S	Borne 5	Borne 5
Café	Señal de corriente fase S	Borne 6	Borne 4
Rojo	Señal de tensión fase T	Borne 9	Borne 8
Negro	Señal de corriente fase T	Borne 10	Borne 10
Verde	Puentes de cierre de los TC'S y señal de neutro.	Bornes 3, 6, 9, 13	Bornes 3, 6, 9 y 11

(Para conexión Véase M-10).

Cada conductor del cable deberá instalarse en el bloque de pruebas en su bornera correspondiente y de ser necesario con terminales de ojo de compresión.

7.3.1.1 Características de Fabricación

a) Materias primas

Conductores

La materia prima para los conductores debe ser alambrón de cobre con una pureza del 99.99% y debe cumplir con los requisitos de la norma ICONTEC 1818 (ASTM B49).

El conductor debe estar conformado por alambres de cobre blando cableado clase B y cumplir con la norma ICONTEC 359 (ASTM B3).

Aislamiento

El aislamiento será en PVC aislante tipo 4 y debe soportar las temperaturas en el conductor de 75º C, debe cumplir con las condiciones establecidas en la norma ICONTEC 1099 (ICEA S61-402).

El aislamiento debe ser apto para uso en medios húmedos y secos, debe resistir los esfuerzos mecánicos durante la instalación.

Cableado y relleno

Los siete cables aislados que conforman el cable multiconductor deberán estar dispuestos en capas concéntricas y cableadas en sentido anti horario.

El paso del cableado deberá ser máximo 15 veces el diámetro del cable multiconductor ensamblado.

Los conductores que conforman el cable multiconductor se deben reunir y amarrar con una cinta de Mylar o similar, aplicada helicoidalmente con un traslapo de 1/3 de su ancho.

Cubierta de PVC

El conjunto conformado por el cable multiconductor una vez ensamblado con la cinta de Mylar debe ser cubierto con una chaqueta de PVC, resistente a la abrasión y a la acción química de los ácidos, álcalis y aceites. La cubierta de PVC cumplirá con los requisitos establecidos en la norma ICONTEC 1099.

8. DISEÑOS SIMPLIFICADOS

Este capítulo hace referencia a los diseños eléctricos que se deben realizar según el tipo de instalación y relacionada con la carga instalable en el inmueble según la resolución 90795 de 25 de Julio de 2014, que modifica la resolución 70908 del 30 de agosto de 2013 del RETIE y para lo cual se adopta el siguiente formato.

Resolución 90795 de 25 de julio de 2014. *"Por la cual se aclara y se corrigen unos yerros en el Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas – RETIE, establecido mediante Resolución No. 90708 de 2013"*

(..)

10.1.2 Diseño Simplificado: *El diseño simplificado podrá ser realizado por Ingeniero o Tecnólogo de la especialidad profesional acorde con el tipo de instalación y que esté relacionada con el alcance de la matricula profesional. Igualmente, el técnico electricista que tenga su certificación de competencia laboral en diseño eléctrico otorgado en los términos de la ley 1264 de 2008, podrá realizar este tipo de diseño.*

En el Anexo I se presenta el modelo de memorias de cálculo y diseño simplificado sugerido para la presentación de proyectos de instalaciones nuevas residenciales.

ANEXO I

DISEÑO SIMPLIFICADO VIVENDA

LOCALIZACIÓN:

DIRECCIÓN DEL INMUEBLE
LETICIA - AMAZONAS

DISEÑO REALIZADO POR:

TÉCNICO, TECNOLOGO O INGENIERO ELECTRICISTA O AFIN
NOMBRE COMPLETO, CEDULA
TÉCNICO ELECTRICISTA.
TARJETA O MATRICULA

PARA:

ENERGÍA PARA EL AMAZONAS ENAM SA ESP.

El diseño simplificado se aplica para los siguientes casos:

a) *Instalaciones eléctricas de vivienda unifamiliar o bifamiliares y pequeños comercios o pequeñas industrias de capacidad instalable mayor de 7 kVA y menor o igual de 15 kVA, tensión no mayor a 240 V, no tengan ambientes o equipos especiales y no hagan parte de edificaciones multifamiliares o construcciones consecutivas objeto de una misma licencia de construcción que tenga más de cuatro cuentas del servicio de energía y se especifique lo siguiente:*

- ✓ *Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.*
- ✓ *Diseño del sistema de puesta a tierra.*
- ✓ *Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.*
- ✓ *Cálculo de canalizaciones y volumen de encerramientos (tubos, ductos, canales, electroductos).*
- ✓ *Cálculo de regulación.*
- ✓ *Elaboración de diagramas unifilares.*
- ✓ *Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.*
- ✓ *Establecer las distancias de seguridad requeridas.*

Teniendo en cuenta lo anterior se desarrollan uno a uno los ítems de estos diseños simplificados:

- ✓ *Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.*

Este tipo de instalaciones que como se menciona en el numeral 10.1.2 de la resolución 90795 que modifica el RETIE, no tienen ambiente ni equipos especiales, para el análisis de los riesgos de origen eléctrico se tienen en cuenta los más comunes así:

1. ***Arcos eléctricos:***

   POSIBLES CAUSAS: *malos contactos, empalmes mal ejecutados o con elementos y materiales no adecuados, aislamiento de los conductores deteriorados por acción de mal manejo y residuos extraños en los ductos al momento de inductarlos, recalentamiento de los conductores por sobrecargarlos e instalar protecciones contra sobrecorrientes sobredimensionados etc.*

   MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *verificar que los elementos queden perfectamente unidos de modo que se garantice un buen contacto; utilizar los elementos adecuados para los empalmes; disponer de elementos que impidan el ingreso de elementos extraños a los ductos tales como arena, concreto, pintura, etc.*

2. ***Ausencia de electricidad:***

POSIBLES CAUSAS: *Manipulación del sistema eléctrico sin planeación, aprovechando ausencia de tensión en el sistema de distribución del operador de red no programadas y sin abrir voluntariamente las protecciones de la instalación particular; por impericia de la persona que se encuentre realizando la manipulación; desconocimiento del motivo de la ausencia del servicio de energía.*

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *Realizar este tipo manipulaciones en forma programada y con una persona calificada para la actividad y que además cumpla con las reglas de oro de la electricidad y utilice los elementos de protección personal dependiendo de la complejidad de la instalación a intervenir, estar atento a los comunicados emitidos por los diferentes medios de comunicación respecto del mantenimiento a las redes de Distribución programado por parte del operador de red o en su defecto comunicarse son la oficina de atención al cliente del operador de red.*

3. Contacto directo:

POSIBLES CAUSAS: *conductores expuestos, dispositivos (portalámparas, tomacorrientes) alambrados y ajustados incorrectamente; terminales de los tomacorrientes desprotegidos, etc.*

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *inductar y ajustar de forma adecuada todos los conductores y dispositivos de la instalación; los tomacorrientes deben tener sobreprotección* ***contra contacto a partes energizadas****, tales como protección aumentada, tapas de protección o estar localizadas a una altura que no afecte la seguridad de los niños.*

4. Contacto indirecto:

POSIBLES CAUSAS: *falla de aislamiento, mal mantenimiento tanto de la instalación como en electrodomésticos, falta de conductor de puesta a tierra.*

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones eléctricas y electrodomésticos.*

5. Corto circuito:

POSIBLES CAUSAS: *falla de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes humedades, equipos defectuosos.*

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *interruptores automáticos con dispositivo de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.*

6. Electricidad estática:

POSIBLES CAUSAS: *unión y separación de materiales como aislantes, conductores, solidos o gases con la presencia de un aislante.*

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la unidad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.*

7. Equipos defectuosos:

POSIBLES CAUSAS: *mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.*

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: *mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo la norma técnica, caracterización del entorno electromagnético.*

✓ *Diseño* del *sistema de puesta a tierra.*

Para realizar el estudio de un sistema de puesta a tierra para estos diseños simplificados se debe cumplir lo establecido en la numeral 15.2 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, para cumplir le establecido en la tabla 15.4 del mismo reglamento para lo cual utilizaremos las siguientes formulas según el caso en particular:

1. Una varilla como electrodo de puesta a tierra de longitud L y radio a:

$$R_{STP} = \frac{\rho}{2\pi L}\left(ln\frac{4L}{a} - 1\right)$$

2. Dos varilla como electrodo de puesta a tierra de longitud L y radio a, separadas una distancia “d”, siempre que d > L:

$$R_{SPT} = \frac{\rho}{4\pi L}\left(ln\frac{4L}{a} - 1\right) + \frac{\rho}{4\pi d}\left(1 - \frac{L^2}{3d^8} + \frac{2L^4}{5d^4}\right)$$

3. Dos varilla como electrodo de puesta a tierra de longitud L y radio a separadas una distancia “d”, siempre que d < L:

$$R_{SPT} = \frac{\rho}{4\pi L}\left(ln\frac{4L}{a} + ln\frac{4L}{d} - 2 + \frac{d}{2L} - \frac{d^2}{16L^2} + \frac{d^4}{512L^4}\right)$$

Para efectos del municipio de Leticia y las comunidades interconectadas a su sistema eléctrico la resistividad del terreno promedio es de 50 Ω - m, valor que se puede utilizar para los cálculos de estos diseños simplificados.

15.4 VALORES DE REFERENCIA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 15.4, adoptados de las normas técnicas **IEC 60364-4-442**, **ANSI/IEEE 80**, **NTC 2050** y **NTC 4552**. El cumplimiento de estos valores, no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen las máximas permitidas.

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Tabla 15.4. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

- ✓ *Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.*

En este proceso lo primero que debemos tener claro es el cuadro de cargas como ejemplo:

CUADRO DE CARGAS VIVIENDA PRINCIPALTABLERO GENERAL						
circuito No.	Descripción	Vn (v)	Pn(W) FASE R	Pn(W) FASE S	Pn(W) FASE T	POTENCIA TOTAL
1	Alumbrado sala, cocina, comedor (LED 5W)	120			90	90.0
2	Alumbrado star, estudio, alcoba principal (bombillas de 40 W c/u)	120			720	720.0
3	Alumbrado ropas baño auxiliar, alcobas, hall, exterior parte fondo principal (bombillas de LED)	120	150			150.0
4	Tomas comedor sala, star, estudio	120			1000	1000.0
5	Tomas lavado y planchado	120	1900			1900.0
6	Tomas cocina, alcobas, baño auxiliar	120			900	900.0
7	Tomas alcoba principal,estudio, zona BBQ	120	800			800.0
8	Aire acondicionado (9000 BTU)	220	450		450	900.0
APARTAMENTO 1						
1	Alumbrado sala, cocina, alcoba, baño (bombillas ahorradoras 40 W c/u)	120		160		160.0
2	Toma Pared	120		800		800.0
3	Tomas ventiladores de techo	120		300		300.0
APARTAMENTO 2						
1	Alumbrado sala, cocina, alcoba, baño (bombillas ahorradoras 40 W c/u)	120		220		220.0
2	Toma Pared	120		800		800.0
3	Tomas ventiladores de techo	120		500		500.0
4	Toma electrobomba	120		750		750.0
	TOTAL		3300	3530	3160	9990

TOTAL CARGA INSTALADA	3300	3530	3160	9990
TOTAL DIVERSIFICADA	3000		5942	8942

Para el cálculo de las corrientes y dimensionamiento los calibres adecuados de los conductores para cada circuito protecciones contra sobrecorrientes para los sistemas de transformación instalados en sistema eléctrico de Leticia Amazonas se deben tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

a. *Sistema trifásico tetrafilar:*

$$I = \frac{S\ [kVA]}{V_{L-L} * \sqrt{3}}$$

Donde,

I, corriente del circuito.
S, potencia aparente del circuito.
$V_{L\text{-}L}$, tensión de línea, (208 V).

b. *Sistema bifásico trifilar:*

$$I = \frac{S\ [kVA]}{V_{L-L}}$$

Donde,

I, corriente del circuito.
S, potencia aparente del circuito.
V_{L-L}, tensión de línea, (208 V).

c. *Sistema monofásico trifilar:*

$$I = \frac{S\ [kVA]}{V_{L-L}}$$

Donde,

I, corriente del circuito.
S, potencia aparente del circuito.
V_{L-L}, tensión de línea, (240 V).

d. *Sistema monofásico:*

$$I = \frac{S\ [kVA]}{V_f}$$

Donde,

I, corriente del circuito.
S, potencia aparente del circuito.
V_f, tensión de fase, (120 V).

Teniendo en cuenta los resultados de las formulas anteriores se calcula los calibres de los conductores de los diferentes circuitos de la instalación.
En cuanto a la coordinación de protecciones se debe tener presente las curvas de disparo de cada uno los interruptores automáticos que se encuentran en el mercado (curvas que debe suministrar el proveedor según catalogo); ésta coordinación es posible realizarla de forma manual o por medio de un software gratuito ECODIAL de Schneider electric, DOC&CAT de ABB, etc.

- ✓ *Cálculo de regulación, canalizaciones y volumen de encerramientos (tubos, ductos, canales, electroductos).*

Para el cálculo de la regulación se tendrá en cuenta lo establecido en el numeral ***27.3 ACOMETIDAS***, literal c,

"(…)

c. *Se debe asegurar que la regulación de tensión en la acometida no supere el 3%. (…)"*

Este parámetro se puede calcular a través de las diferentes ecuaciones que se encuentran en libro, internet, folletos, etc., utilizaremos en este caso como ejemplo:

Calibre conductor (AWG)	Longitud (km)	R (ohm/km)	XL (ohm/km)	FP	Voltaje 3F	I(A)	Fi (°)	Sen(fi)	Zef (ohm/km)	caida de tensión fase - neutro (V)	caida de tensión fase - fase (V)	%Caida de tensión del circuito fase	Observaciones
8	0.03	2.56	0.171	0.9	214	30.15	0.45	0.44	2.379	2.15	3.73	1.74	La Regulación es adecuada
10	0.03	3.94	0.164	0.9	214	30.15	0.45	0.44	3.617	3.27	5.67	2.65	La Regulación es adecuada
12	0.03	6.56	0.177	0.9	214	30.15	0.45	0.44	5.981	5.41	9.37	4.38	La regulacón no es adecuada, cambie el calibre del conductor
14	0.03	10.17	0.19	0.9	214	30.15	0.45	0.44	9.236	8.36	14.47	6.76	La regulacón no es adecuada, cambie el calibre del conductor

Para los cálculos de canalizaciones y volumen de encerramiento (tubos, ductos, canales, electroductos), nos ceñiremos a lo expuesto en la sección 620, literal D, el numeral 620-33 de la norma NTC 2050:

"(…)

D. Instalación de conductores

620-32. Canalizaciones de alambrado metálicas y no metálicas. *La suma de las secciones transversales individuales de todos los conductores de una canalización de alambrado no debe superar el 50 % de la sección transversal interior de dicha canalización.*

Los tramos verticales de las canalizaciones de alambrado se deben sujetar bien a intervalos no mayores a 4,50 m y no deben tener más de una unión entre dos apoyos. Las partes consecutivas de una canalización de alambrado se deben unir bien para que formen una unión rígida.

620-33. Número de conductores en una tubería. *La suma de las secciones transversales de todos los conductores individuales instalados en una tubería no debe superar el 40% de la sección transversal interior de la tubería, excepto lo que permite el Artículo 620-32 para las canalizaciones de alambrado.*

(…)".

Este parámetro se puede calcular a través de las diferentes ecuaciones que se encuentran en libro, internet, folletos, etc., para obtener los volúmenes que ocupan los conductores y así elegir el diámetro del conductor requerido, en este caso utilizaremos la siguiente:

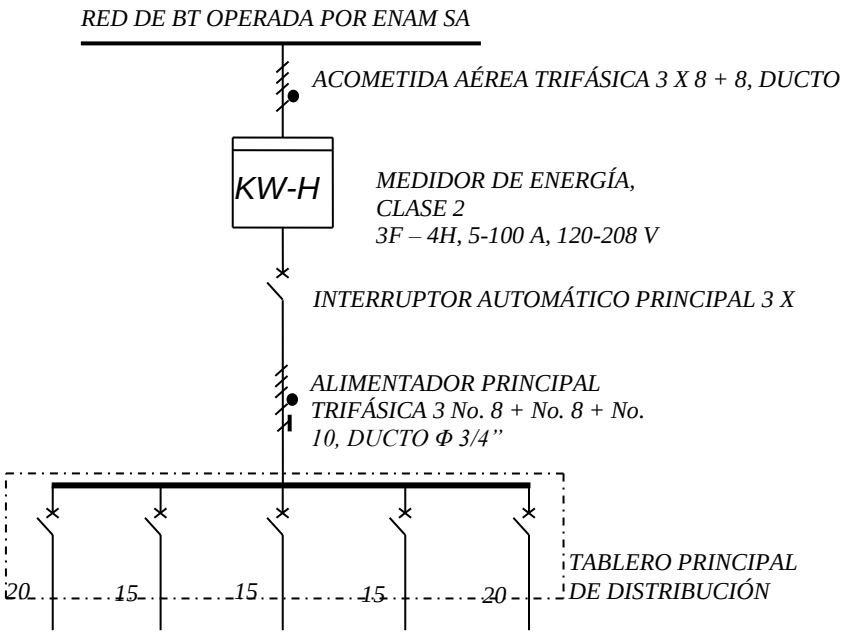
- Conductores para acometidas eléctricas (cables concéntricos):

Calibre conductor (AWG)	Diámetro Exterior (mm) conductor	Número de conductores	Área de ocpación del conductor (mm2)	Área Mínima Interna del tubo (mm2)	Diámetro mínimo del tubo (mm)	Diámetro mínimo del tubo (Plg)
1 x 8 + 8	9.6	1	72.4	181	15.18	3/4 "
2 x 8 + 8	16.70	1	219.0	548	26.4	1"
2 x 6 + 6	19.60	1	301.7	754	31.0	1 1/4"
2 x 4 + 4	22.20	1	387.1	968	35.1	1 1/2"
3 x 8 + 8	18.7	1	274.6	687	29.6	1"

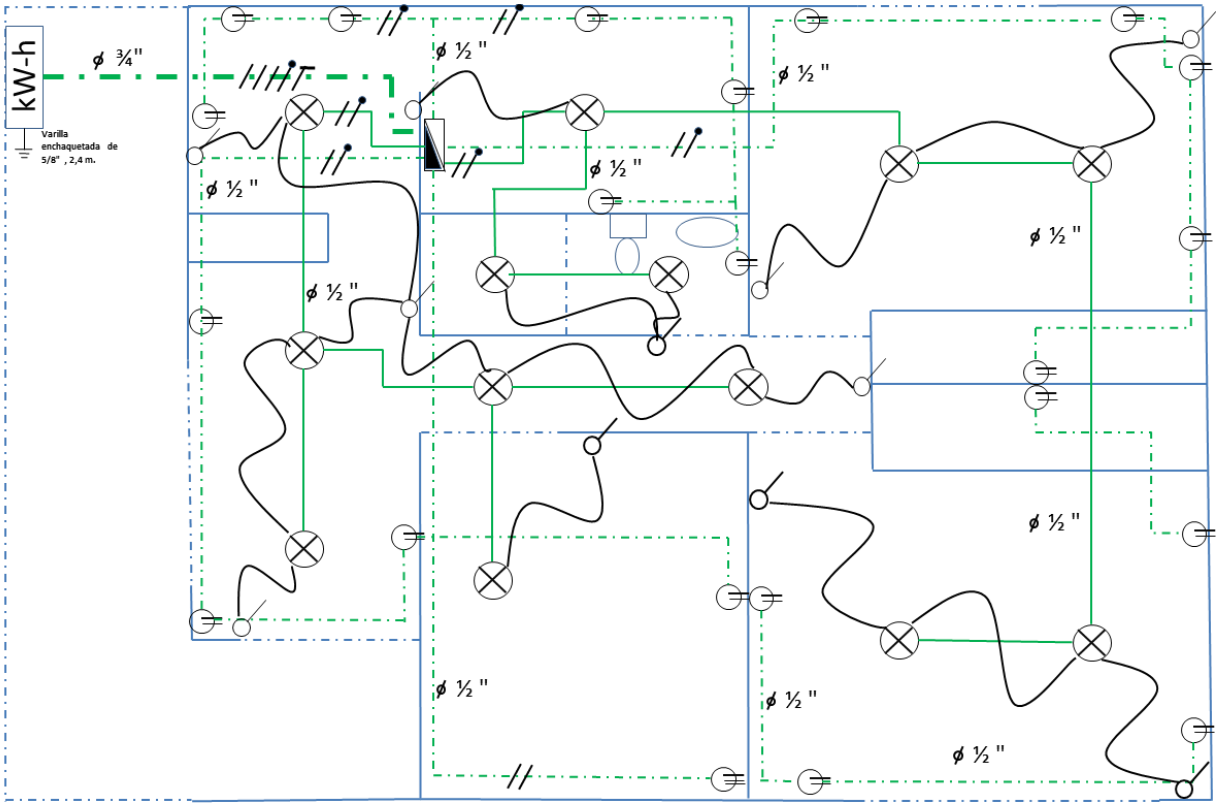
- Conductores para instalaciones eléctricas internas (cables monopolares):

Calibre conductor (AWG)	Diámetro Exterior (mm) conductor	Número de conductores	Área de ocpación del conductor (mm2)	Área Mínima Interna del tubo (mm2)	Diámetro mínimo del tubo (mm)	Diámetro mínimo del tubo (Plg)
8	5.98	4	112.3	281	18.91	3/4 "
10	4.26	4	57.0	143	13.5	1/2"
12	3.38	4	35.9	90	10.7	1/2"
14	2.9	4	26.4	66	9.2	1/2"

✓ *Elaboración de diagramas unifilares.*



✓ *Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.*



✓ *Establecer las distancias de seguridad requeridas.*

En este ítem tenemos como soporte la ubicación de la construcción, el perfil vial, la tabla 13.1 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, que se anexa a continuación:

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical **"a"** sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal **"b"** a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "**c**" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "**d**" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 13.1 **distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones**

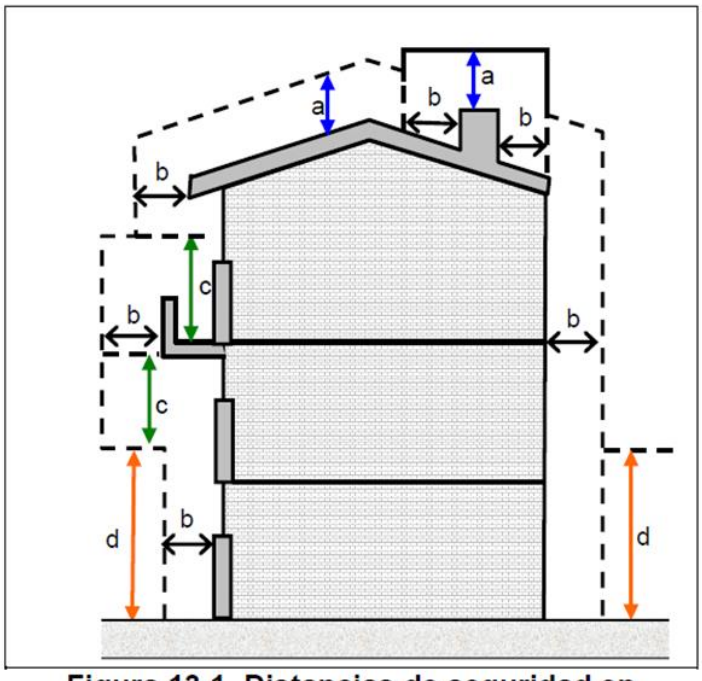


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Con los argumentos mencionados anteriormente y de acuerdo al tipo de construcción para el caso en particular tenemos, se establecen las distancias mínimas de seguridad que se deben cumplir como por ejemplo:

- Que la construcción se encuentra ubicada en la calle ____ No. _____, barrio _____ y el perfil de vial para media vía es: Calle _____ m, zona verde ____ m, andén ____ m y antejardín _____ m, esta construcción es una vivienda bifamiliar de una sola planta con altura máxima de ___ m.

- En la vía sobre la cual está la construcción sólo existe red de baja tensión, las estructuras de dicha red se encuentran localizadas en costado opuesto a la mencionada construcción; *con éste ítem se da cumplimiento lo establecido en la tabla 13.1 del RETIE.*

- Por otra parte y para dar cumplimiento a lo estipulado en el numeral 27.3 Acometidas, literal a, del RETIE, se proyecta según el caso:

  - Acometida **SUBTERRANEA.**
  - Murete con columna de ___ m.
  - Murete con columna de ___ m y tubo galvanizado de ___ mm de diámetro soportado con templete en material _____.

  Nota: Se debe colocar las observaciones que demande cada caso.

b) Reemplazo del diseño simplificado

Resolución 90795 de 25 de julio de 2014. *"Por la cual se aclara y se corrigen unos yerros en el Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas – RETIE, establecido mediante Resolución No. 90708 de 2013"*

Artículo 3.- modifíquese el numeral 10.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS del artículo 10 REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS del anexo General de la Resolución 90708 del 30 de agosto de 2013, el cual quedará así:

"10.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS"

Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, deben contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esas actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

(..)

10.1.3 Casos de reemplazo del diseño: *para las instalaciones de edificaciones para uso domiciliario o similar, clasificadas como instalaciones básicas cuya capacidad instalable sea menor o igual a 7 kVA, que no hagan parte de edificaciones con más de cuatro cuentas, ni contemplen instalaciones especiales, el diseño se podrá reemplazar por un esquema o plano de construcción basado en especificaciones predefinidas, que debe suscribir, con su nombre, cedula de ciudadanía, número de matrícula profesional y firma el técnico, tecnólogo o ingeniero responsable de la construcción de la instalación y entregarlo al propietario de la instalación, el cual deberá conservarlo para el mantenimiento y posteriores reparaciones de la instalación y se anexará copia con la declaración de cumplimiento para efectos de legalización de la instalación con el operador de red.*

En el esquema o plano de construcción que constituye el diseño deberá evidenciarse y precisarse los siguientes aspectos:

a. *Que se cumplen las distancias mínimas de seguridad a partes expuestas de redes eléctricas y no se invaden servidumbres de línea de transmisión.*

b. *El tipo y ubicación del sistema de puesta a tierra, especificando el tipo de electrodo, sus dimensiones así como el calibre y tipo del conductor de puesta a tierra.*

c. *Identificación de la capacidad y tipo de las protecciones de sobrecorriente, acorde con la carga y calibre del conductor de cada circuito.*

d. *Un diagrama unifilar de la instalación y el cuadro de carga de los circuitos.*

e. *La localización de tablero de medición, tablero de distribución, tipo y diámetro de tubería, número y calibres de conductores, interruptores y tomacorrientes y demás aparatos involucrados en la instalación eléctrica.*

Teniendo en cuenta lo anterior se desarrollan uno a uno los ítems de estos diseños simplificados:

a. *Que se cumplen las distancias mínimas de seguridad a partes expuestas de redes eléctricas y no se invaden servidumbres de línea de transmisión.*

En este ítem tenemos como soporte la ubicación de la construcción, el perfil vial, la figura 13.1 y la tabla 13.1 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, mostradas en la sección anterior.

Nota: Se debe colocar las observaciones que demande cada caso.

Con los argumentos mencionados anteriormente y de acuerdo al tipo de construcción para el caso en particular tenemos, se establecen las distancias mínimas de seguridad que se deben cumplir como por ejemplo:

- Que la construcción se encuentra ubicada en la calle ____ No. _____, barrio _____ y el perfil de vial para media vía es: Calle _____ m, zona verde ____ m, andén ____ m y antejardín _____ m, esta construcción es una vivienda bifamiliar de una sola planta con altura máxima de ___ m.

- En la vía sobre la cual está la construcción sólo existe red de baja tensión, las estructuras de dicha red se encuentran localizadas en costado opuesto a la mencionada construcción; *con éste ítem se da cumplimiento lo establecido en la tabla 13.1 del RETIE.*

- Por otra parte y para dar cumplimiento a lo estipulado en el numeral 27.3 Acometidas, literal a, del RETIE, se proyecta según el caso:

  - Acometida **SUBTERRANEA.**
  - Murete con columna de ___ m.
  - Murete con columna de ___ m y tubo galvanizado de ___ mm de diámetro soportado con templete en material _____.

  Nota: Se debe colocar las observaciones que demande cada caso.

b. *El tipo y ubicación del sistema de puesta a tierra, especificando el tipo de electrodo, sus dimensiones así como el calibre y tipo del conductor de puesta a tierra.*

Se prevé instalar un sistema de puesta a tierra tipo electrodo, con varilla de acero con recubrimiento electrodepositado de cobre; de 2,4 m de longitud y de diámetro 14 mm

c. *Identificación de la capacidad y tipo de las protecciones de sobrecorriente, acorde con la carga y calibre del conductor de cada circuito.*

Para este ítem se debe tener en cuenta la tabla que se presenta a continuación como ejemplo y se debe adaptar según los requerimientos de cada usuario:

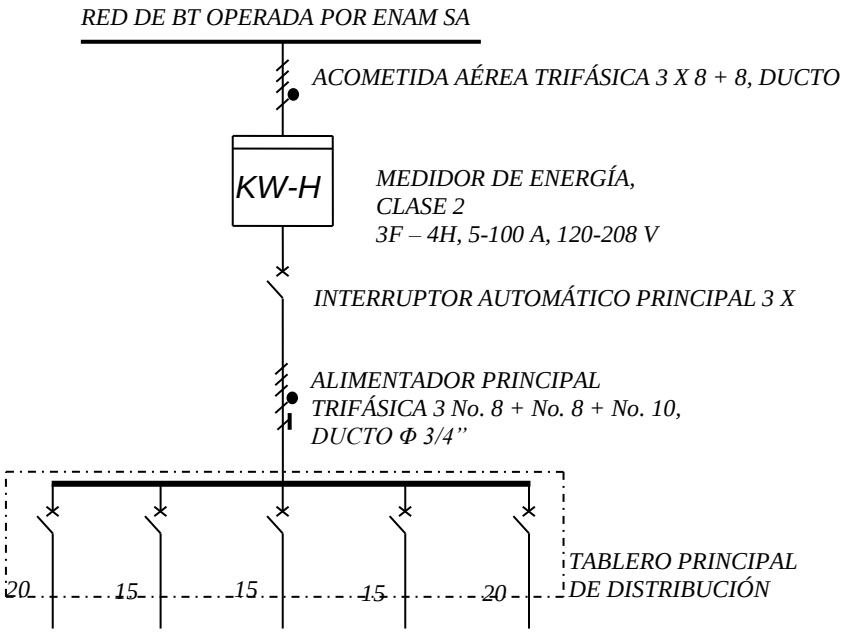
CUADRO DE CARGAS PRINCIPALTABLERO GENERAL													
circuito No.	Descripción	Vn (v)	Pn(W) FASE R	Pn(W) FASE S	It (A) R	It (A) S	125%It (A) R	125%It (A) S	Calibre mínimo conductor fase THW	Calibre mínimo conductor neutro THW, calculado para caída de tensión máxima de 0,8Vrms	Calibre mínimo conductor tierra aislada THW	Calibre mínimo conductor desnudo equipotencial si la tubería es de PVC	Protección (A)
1	Alumbrado sala, cocina, comedor (LED)	120	90		0.8	0.0	0.9	0.0	14	14		14	10
2	Alumbrado star, estudio, alcoba principal (bombillas de 40 W c/u)	120		560	0.0	4.7	0.0	5.8	14	14		14	10
3	Alumbrado ropas baño auxiliar, alcobas, hall, exterior parte fondo principal (bombillas de LED)	120	150		1.3	0.0	1.6	0.0	14	14		14	10
4	Tomas comedor sala, star, estudio	120		1000	0.0	8.3	0.0	10.4	12	14	12	14	10
5	Tomas lavado y planchado	120	1900		15.8	0.0	19.8	0.0	12	12	12	14	20
6	Tomas cocina, alcobas, baño auxiliar	120		900	0.0	7.5	0.0	9.4	12	12	12	14	10
7	Tomas alcoba principal,estudio, zona BBQ	120	800		6.7	0.0	8.3	0.0	12	12	12	14	10
8	Aire acondicionado (9000 BTU)	208	450	450	2.2	2.2	2.7	2.7	12		12	14	2 X 6

CARGA TOTAL INSTALADA	3390	2910	6300
CARGA TOTAL DIVERSIFICADA	3000	2544	5544

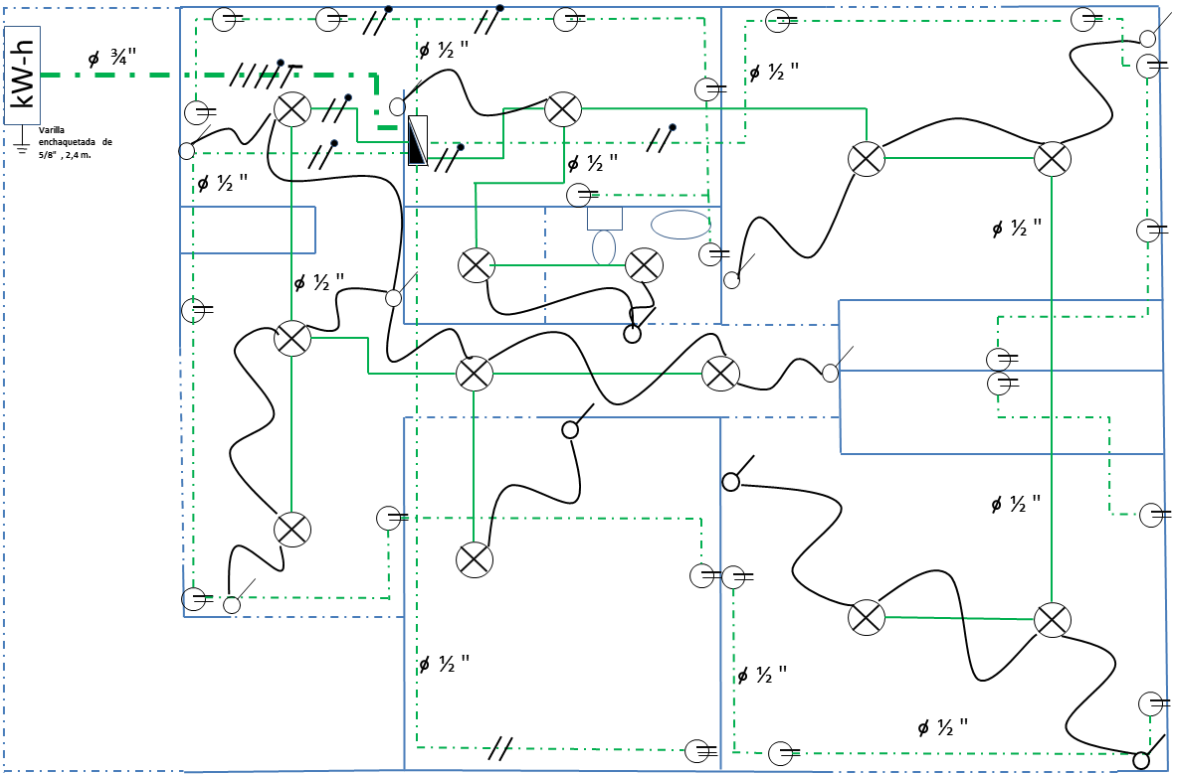
PROTECCIÓN GENERAL	2 X 32

d. Un diagrama unifilar de la instalación y el cuadro de carga de los circuitos.

El diagrama unifilar se presenta a continuación dado que el cuadro de cargas se presentó en el ítem anterior:



e. La localización de tablero de medición, tablero de distribución, tipo y diámetro de tubería, número y calibres de conductores, interruptores y tomacorrientes y demás aparatos involucrados en la instalación eléctrica.


kW-h
ø ¾"
Varilla enchaquetada de 5/8" , 2,4 m.
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "
ø ½ "

ANEXO II

CONEXIÓN DE MEDIDORES Y ACOMETIDAS

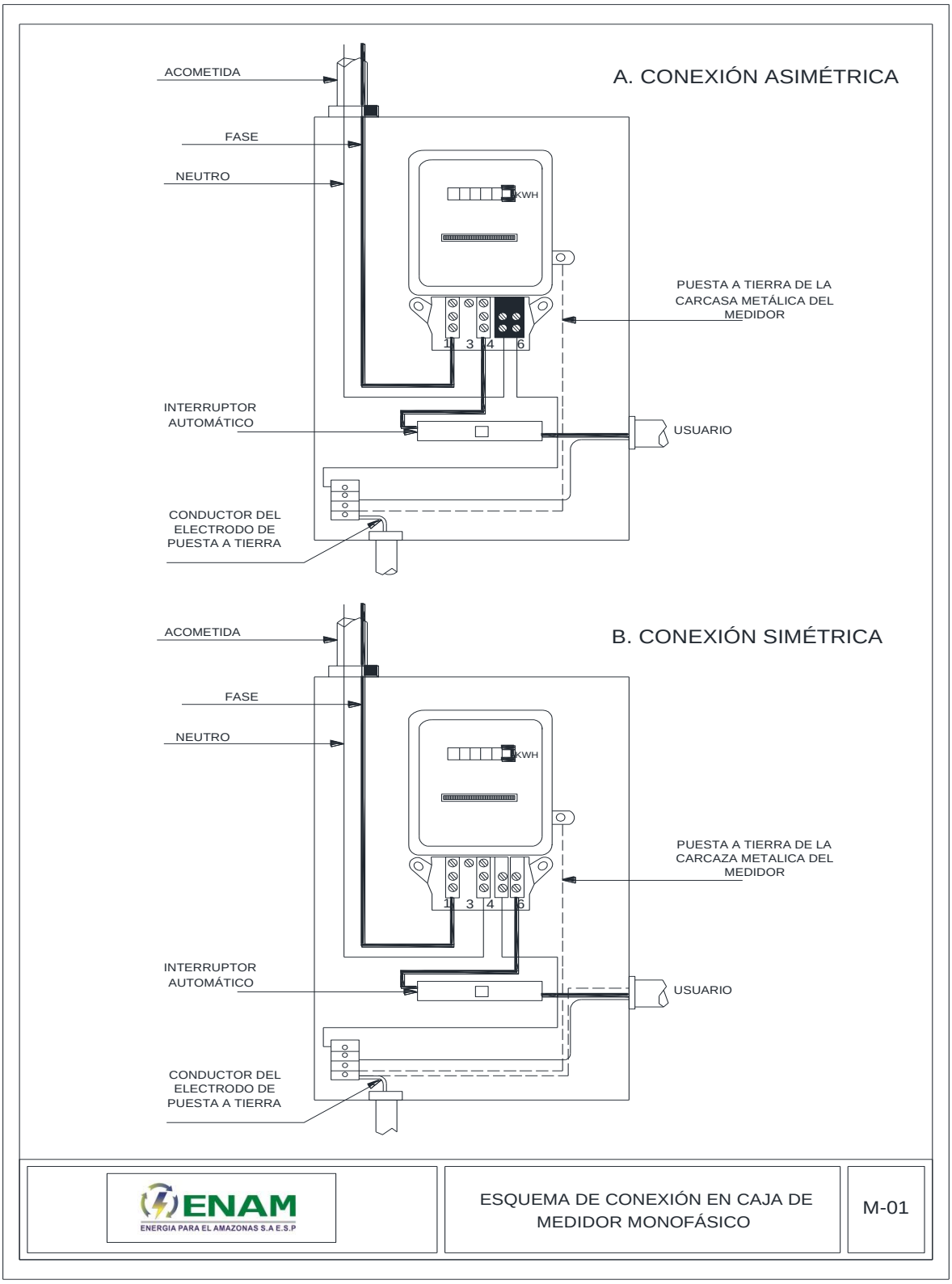
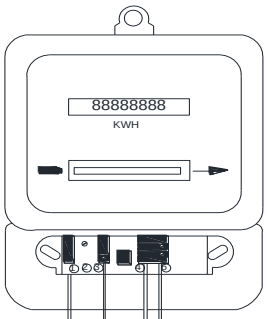

A. CONEXIÓN ASIMÉTRICA
ACOMETIDA
FASE
NEUTRO
KWH
PUESTA A TIERRA DE LA CARCASA METÁLICA DEL MEDIDOR
1 3 4 6
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
USUARIO
CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA
B. CONEXIÓN SIMÉTRICA
ACOMETIDA
FASE
NEUTRO
KWH
PUESTA A TIERRA DE LA CARCAZA METALICA DEL MEDIDOR
1 3 4 6
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
USUARIO
CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P
ESQUEMA DE CONEXIÓN EN CAJA DE MEDIDOR MONOFÁSICO
M-01

DIAGRAMA DE CONEXIÓN MEDIDA DIRECTA MONOFÁSICA BIFILAR ASIMÉTRICA



ESQUEMA ELÉCTRICO

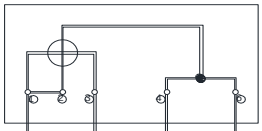
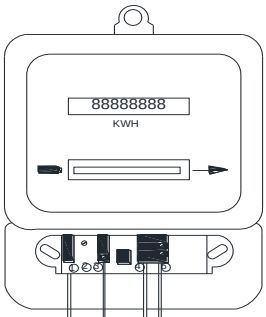
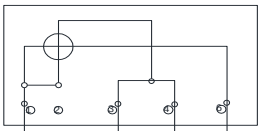


DIAGRAMA DE CONEXIÓN MEDIDA DIRECTA MONOFÁSICA BIFILAR SIMÉTRICA

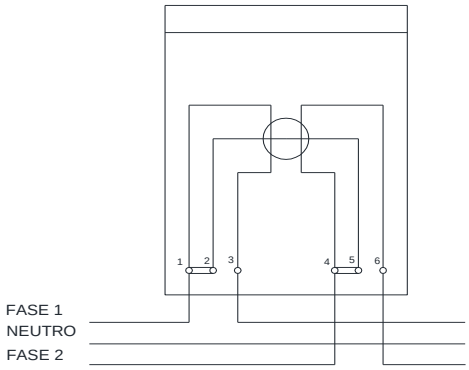


ESQUEMA ELECTRICO

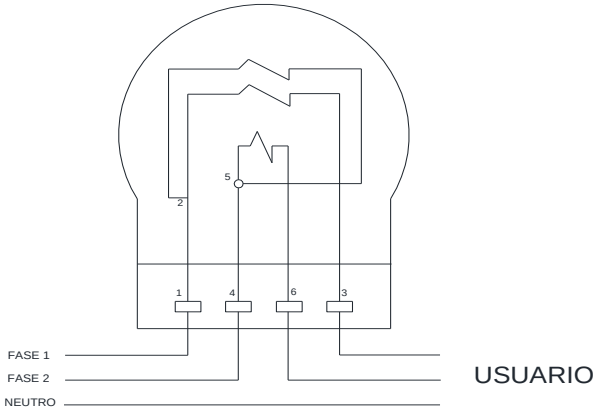


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN MEDIDA DIRECTA MONOFÁSICA BIFILAR	M-02

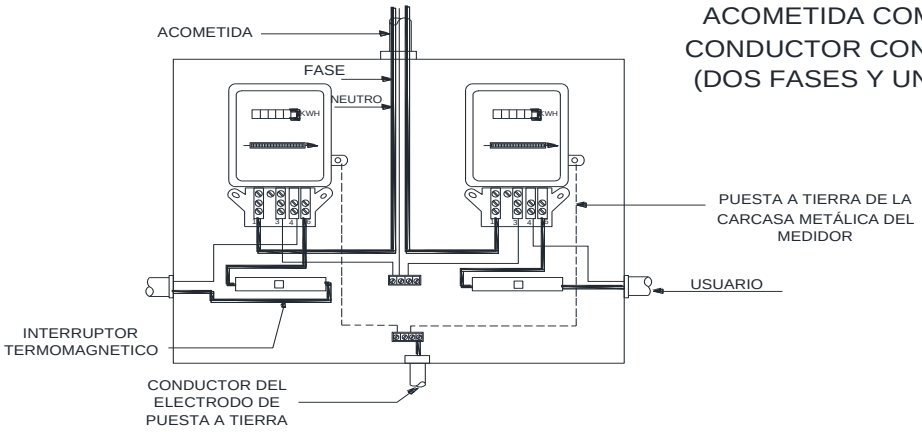
A. CONEXIÓN ASIMÉTRICA
MEDIDOR MONOFÁSICO
TRIFILAR (120-240V)



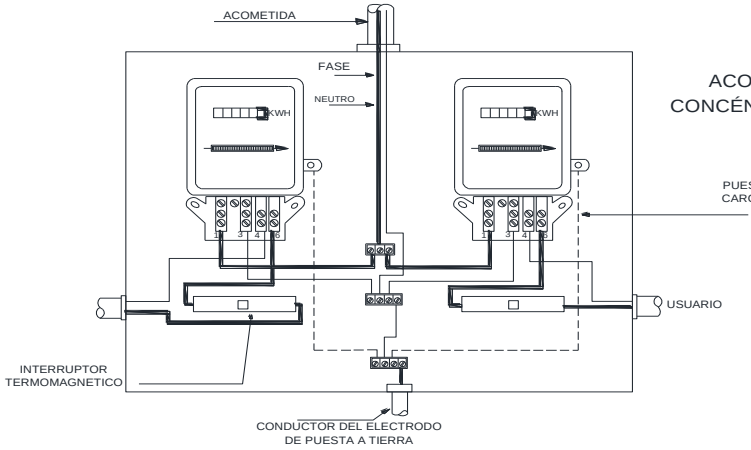
A. CONEXIÓN SIMÉTRICA
MEDIDOR MONOFÁSICO
TRIFILAR (120-240V)



ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN MEDIDA DIRECTA MONOFÁSICA TRIFILAR	M-03

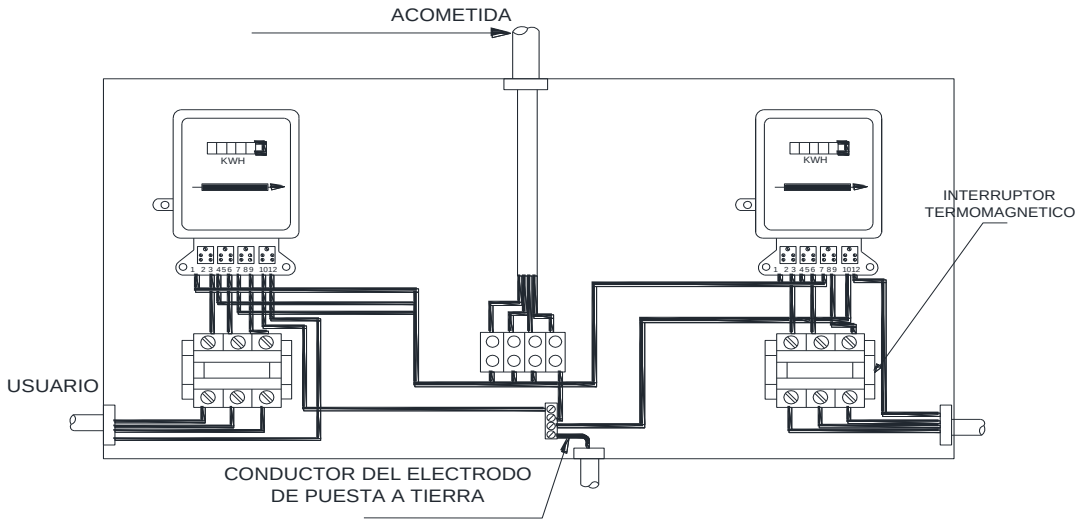


ACOMETIDA COMPARTIDA CONDUCTOR CONCÉNTRICO (DOS FASES Y UN NEUTRO)

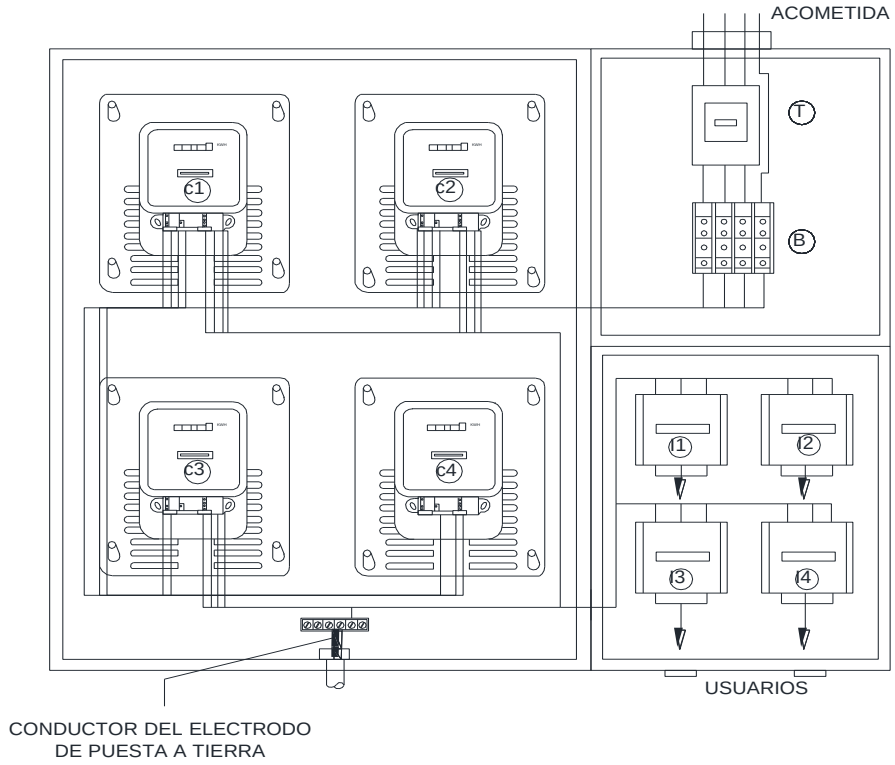


ACOMETIDA ÚNICA CONDUCTOR CONCÉNTRICO (UNA FASE UN NEUTRO)

ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN EN CAJA DE DOS MEDIDORES MONOFÁSICOS	M-04



ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN EN CAJA DE DOS MEDIDORES TRIFÁSICOS	M-05

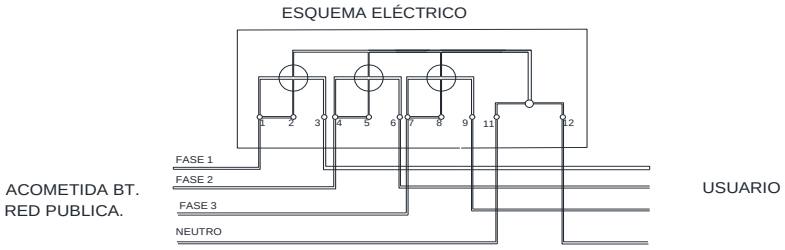


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P

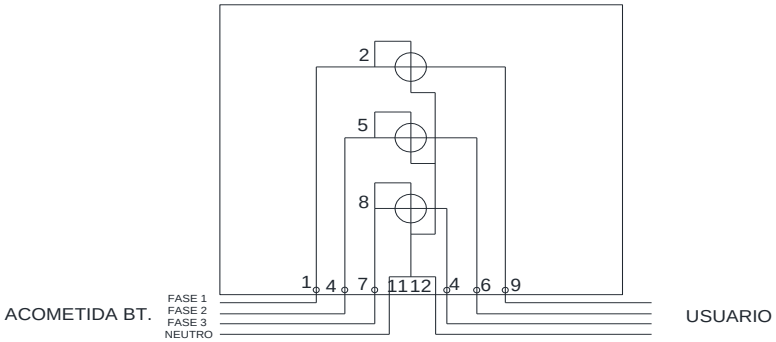
CONEXIÓN EN CAJA DE CUATRO MEDIDORES TRIFÁSICOS

M-06

A. CONEXIÓN ASIMÉTRICA MEDIDOR TRIFÁSICO

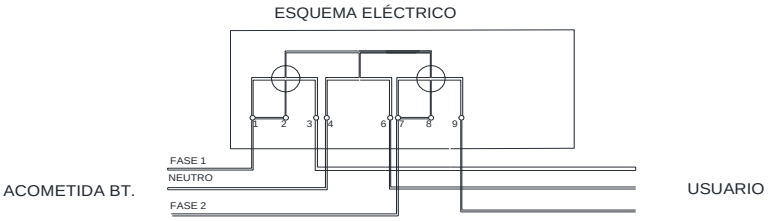


B. CONEXIÓN SIMÉTRICA MEDIDOR TRIFÁSICO

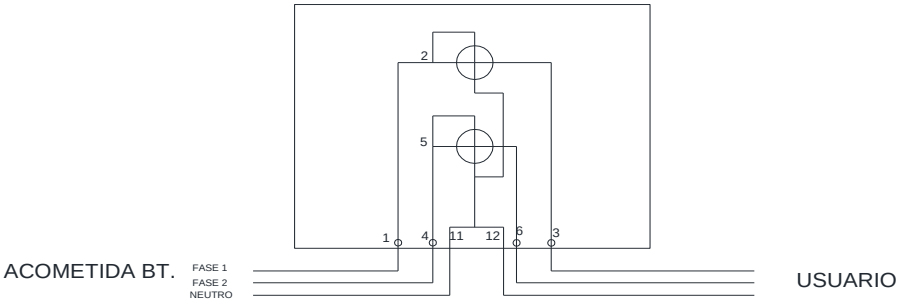


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN MEDIDA DIRECTA MEDIDOR TRIFÁSICO	M-07

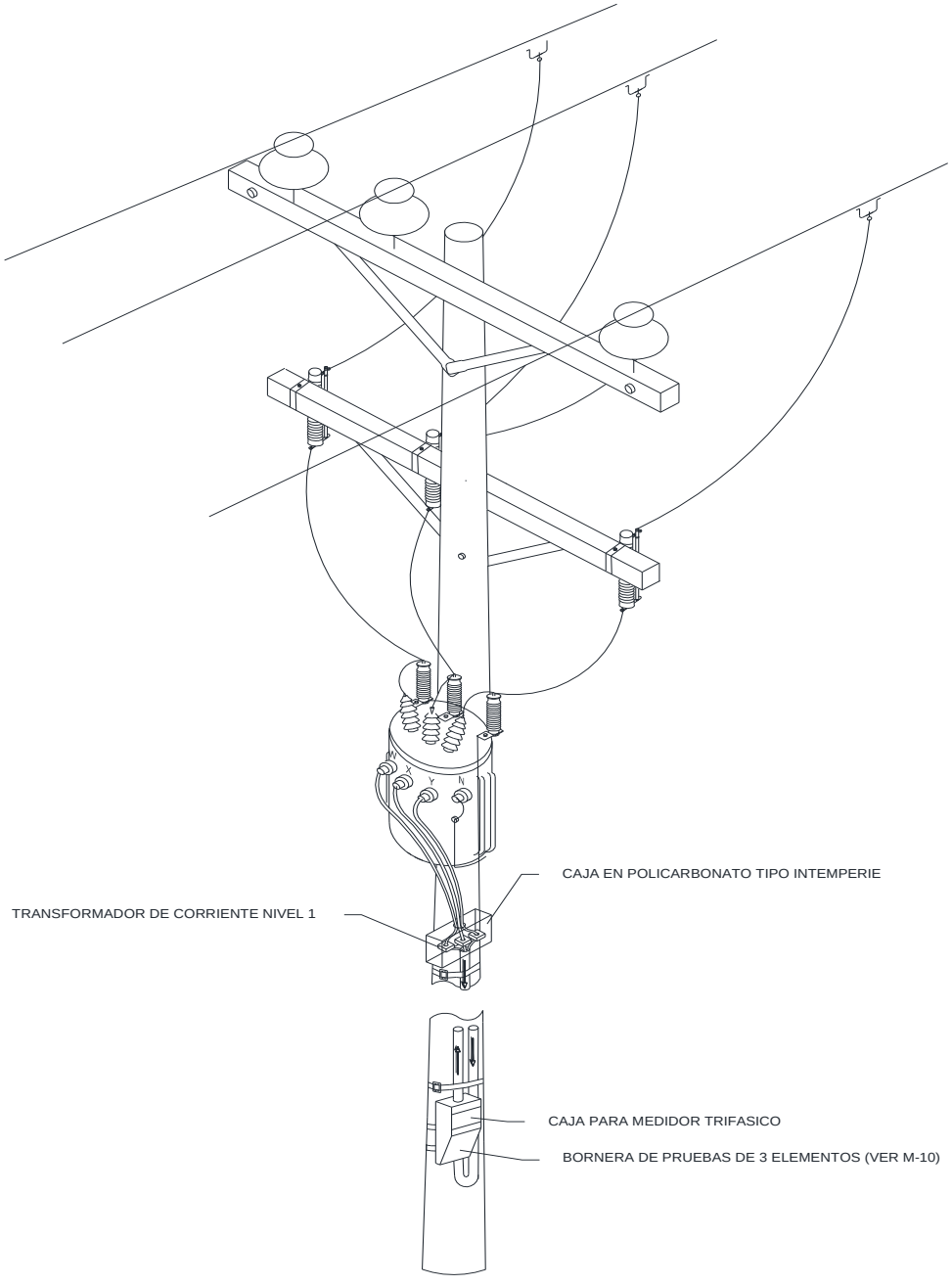
A. CONEXIÓN ASIMÉTRICA MEDIDOR BIFÁSICO



B. CONEXIÓN SIMÉTRICA MEDIDOR BIFÁSICO

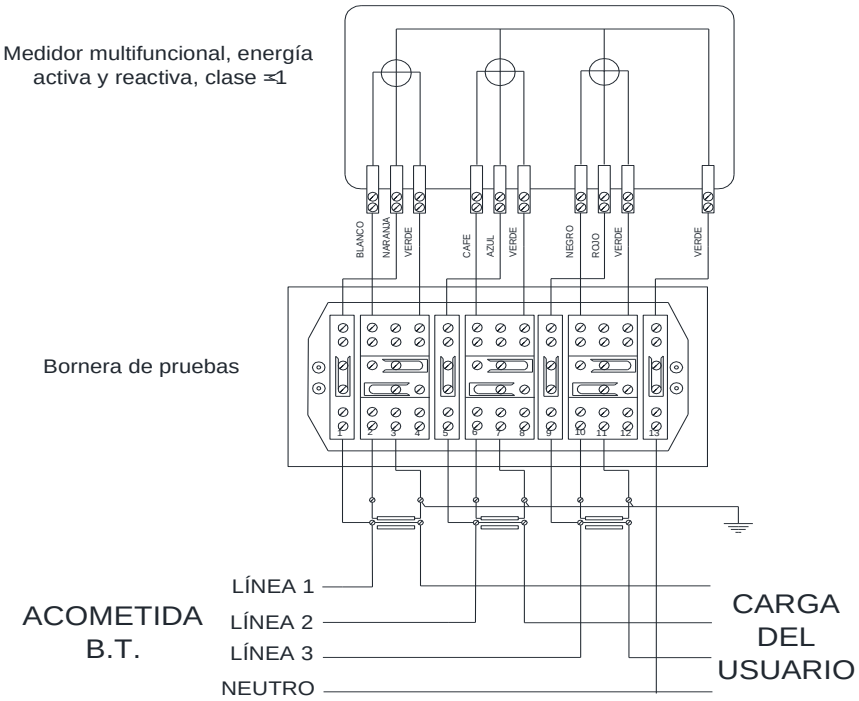


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN MEDIDA DIRECTA MEDIDOR BIFÁSICO TRIFILAR	M-08

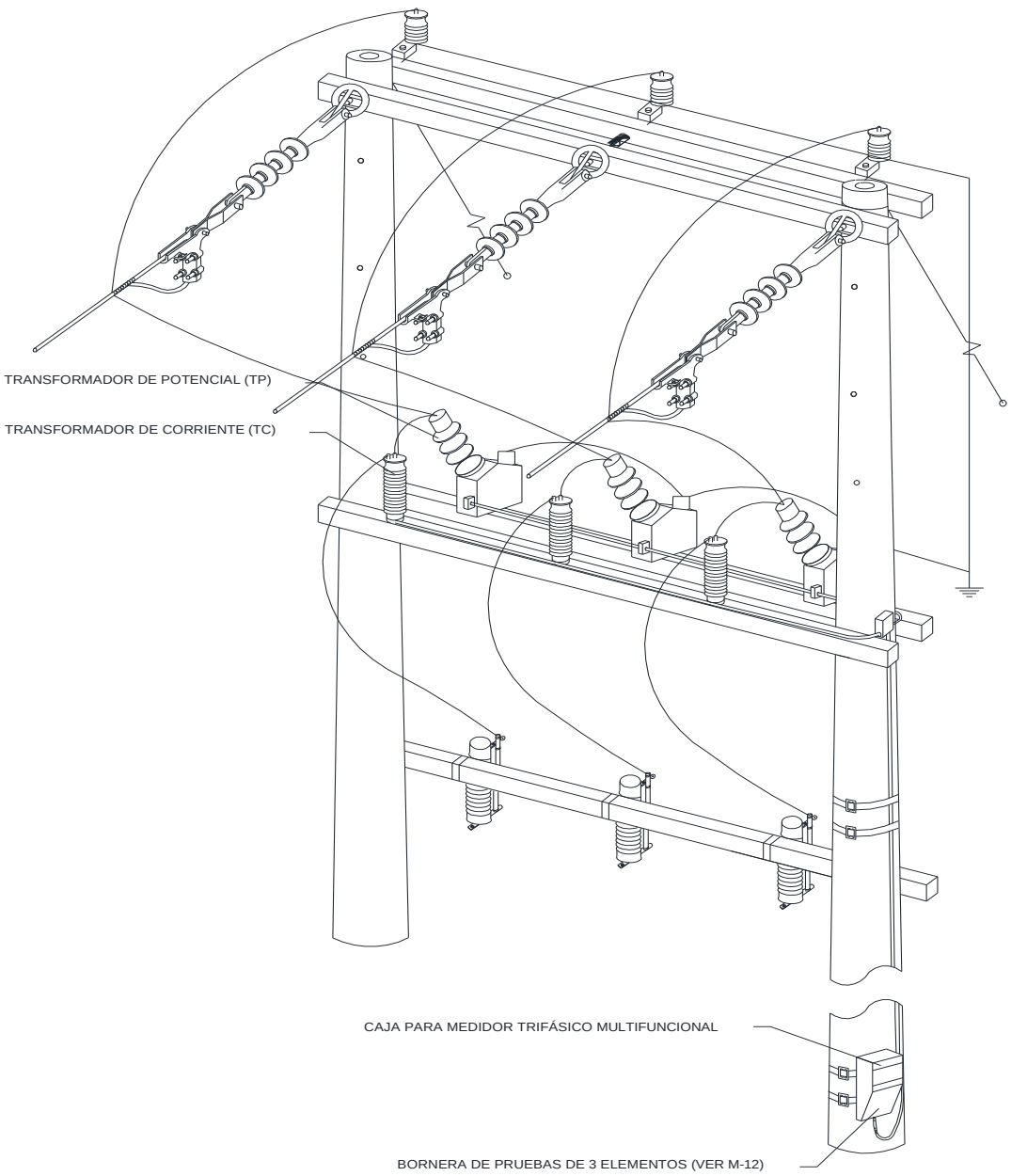


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	MONTAJE MEDIDOR MULTIFUNCIONAL EN POSTE	M-09

ESQUEMA DE CONEXIÓN MEDIDA SEMIDIRECTA

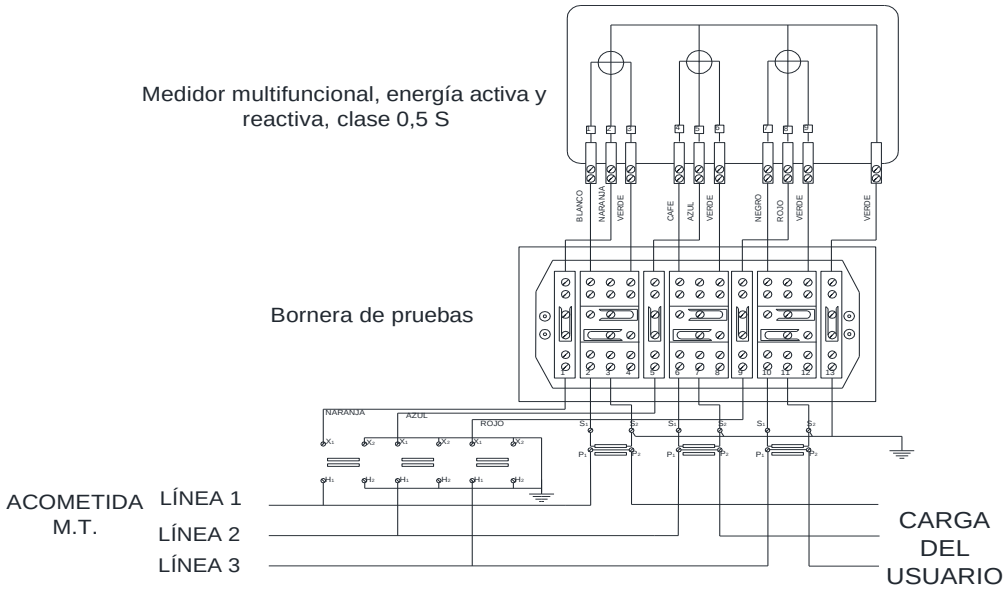


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN MEDIDA SEMIDIRECTA	M-10

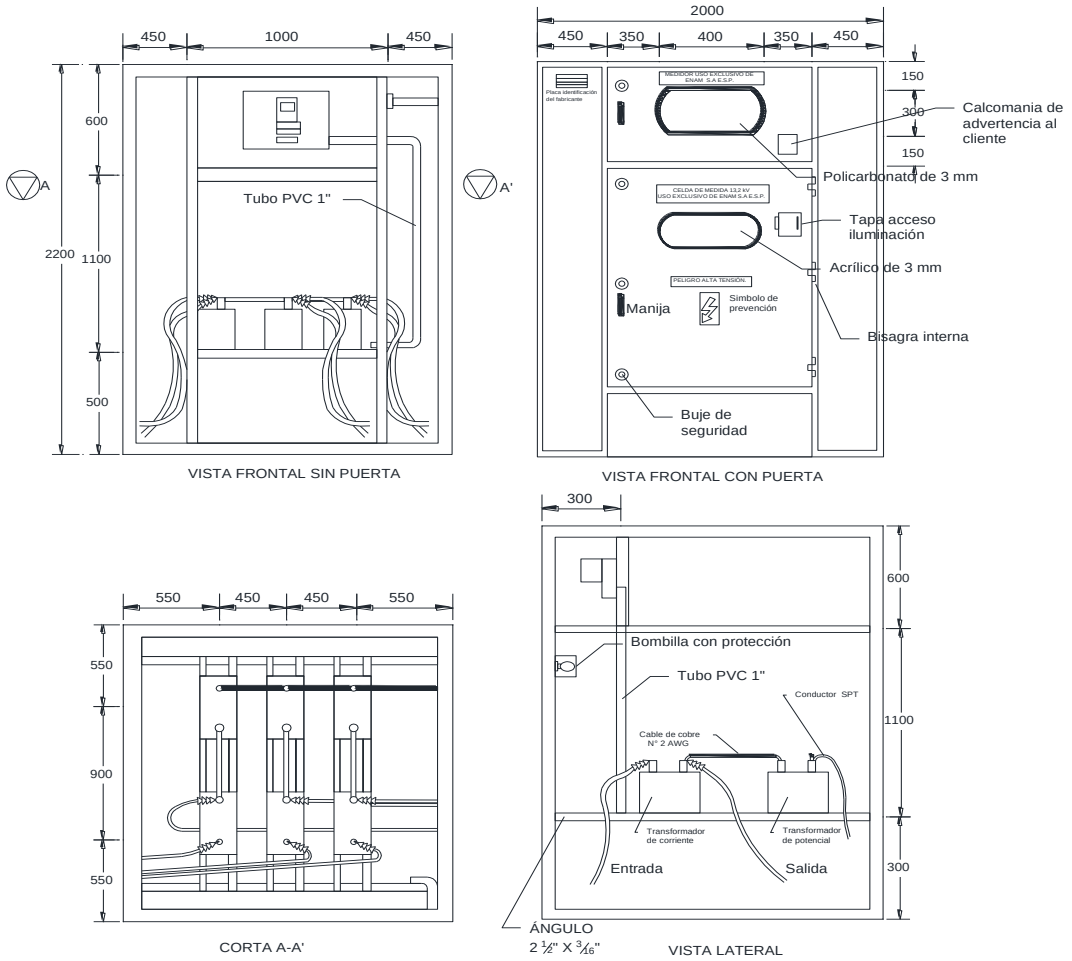


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	MONTAJE EQUIPO DE MEDIDA INDIRECTA EN POSTE	M-11

ESQUEMA DE CONEXIÓN MEDIDA INDIRECTA



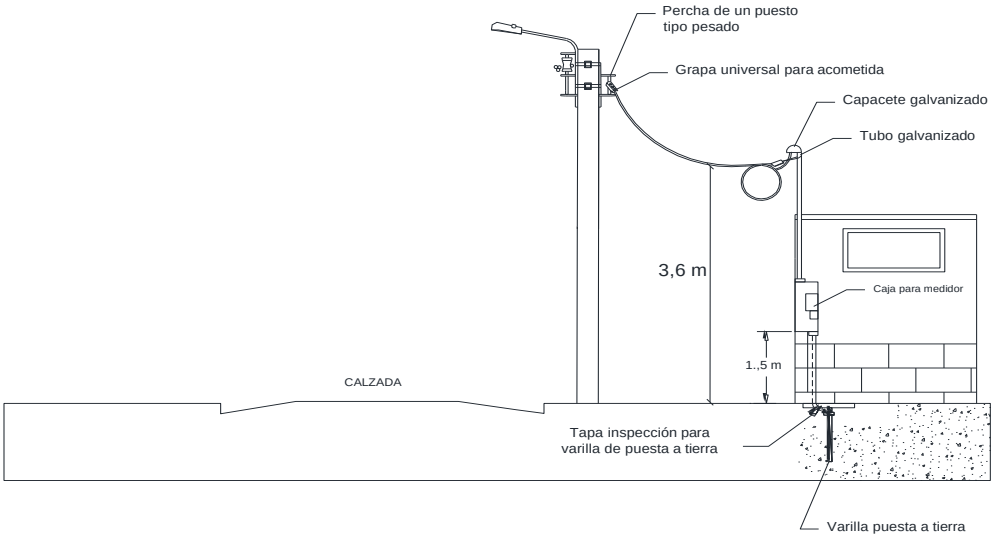
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CONEXIÓN MEDIDA INDIRECTA	M-12



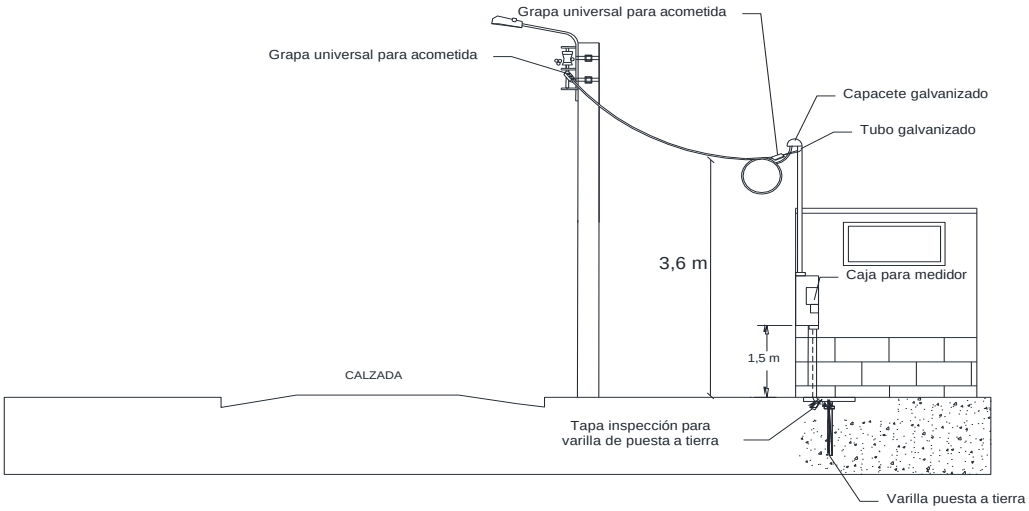
NOTA: Dimensiones en milimetros
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE - 327 DE CODENSA

ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CELDA DE MEDIDA EN 13,2 kV CON MEDICIÓN EN TRES ELEMENTOS	M-13

ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 1

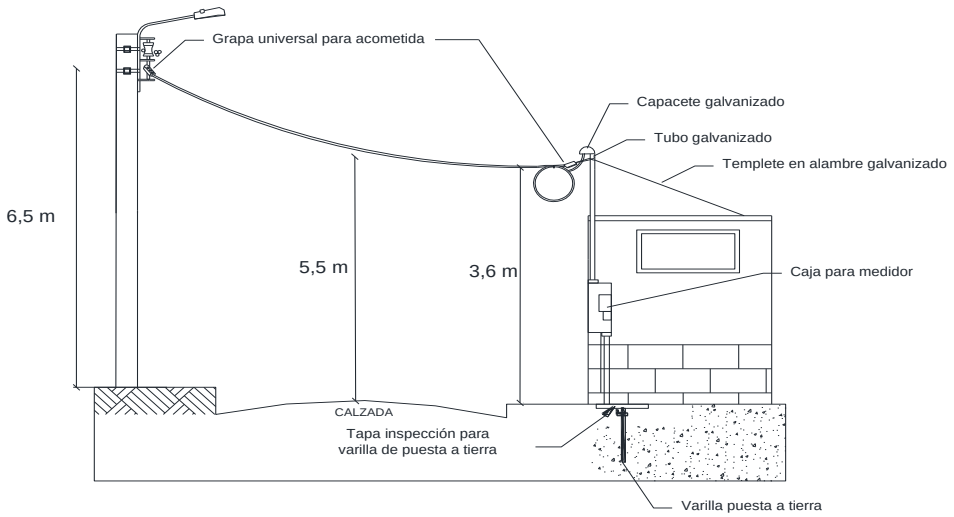


ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 2

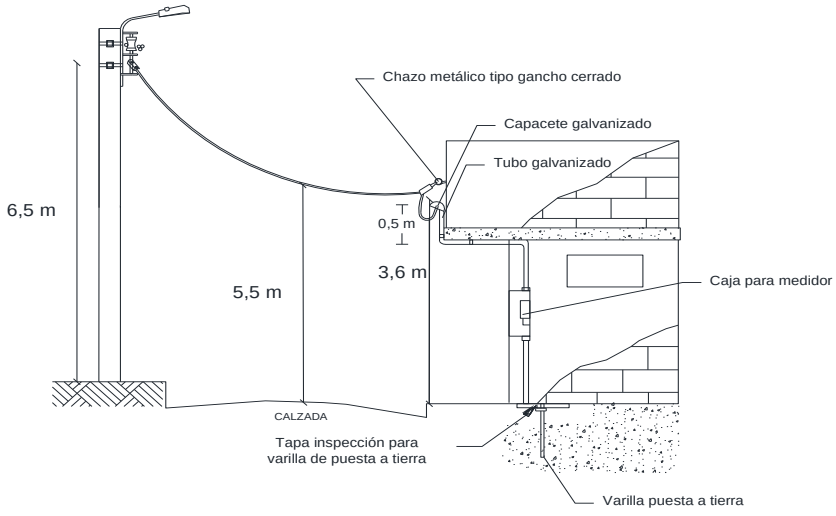


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ALTERNATIVAS DE ACOMETIDAS AÉREAS	AA-01

ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 3

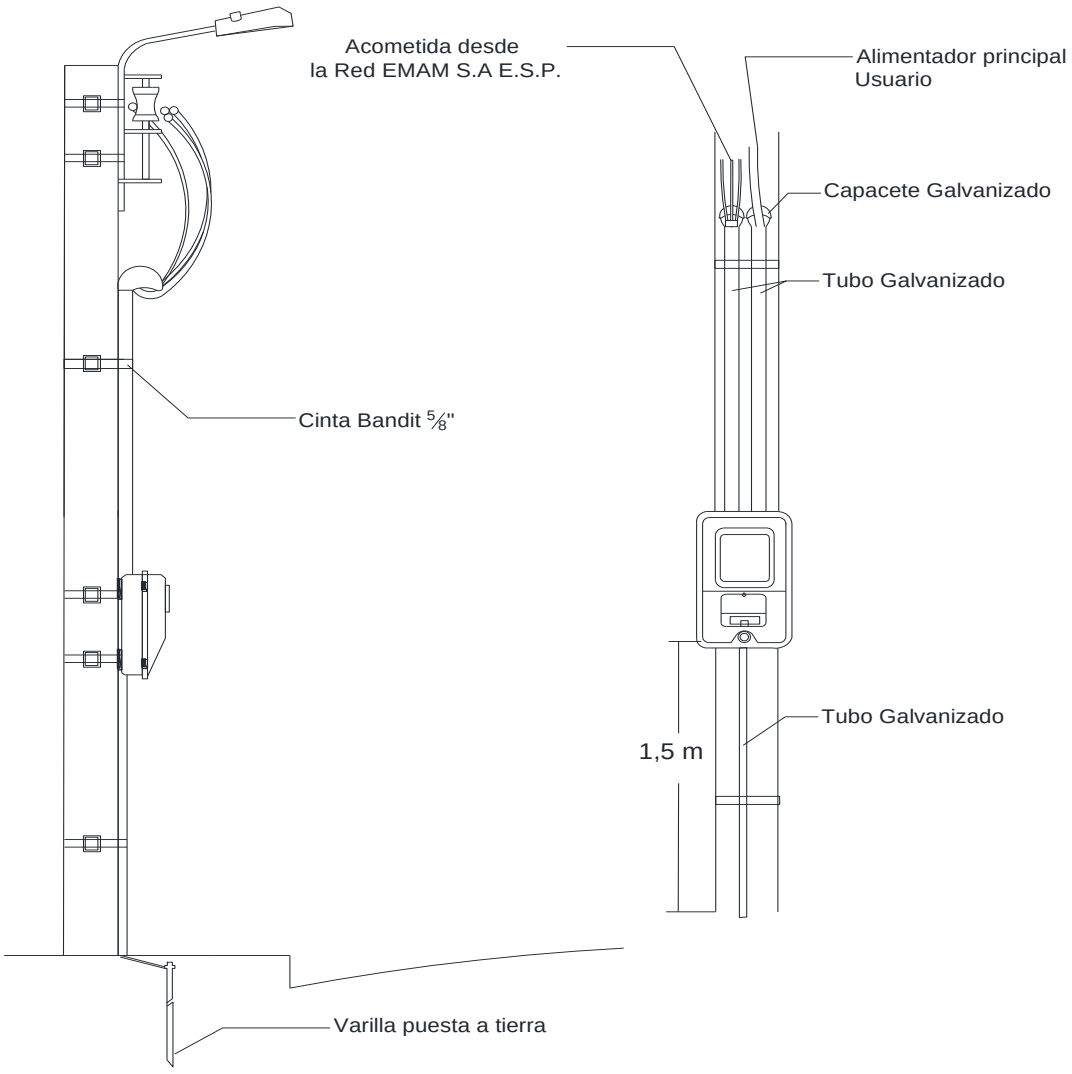


ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 4



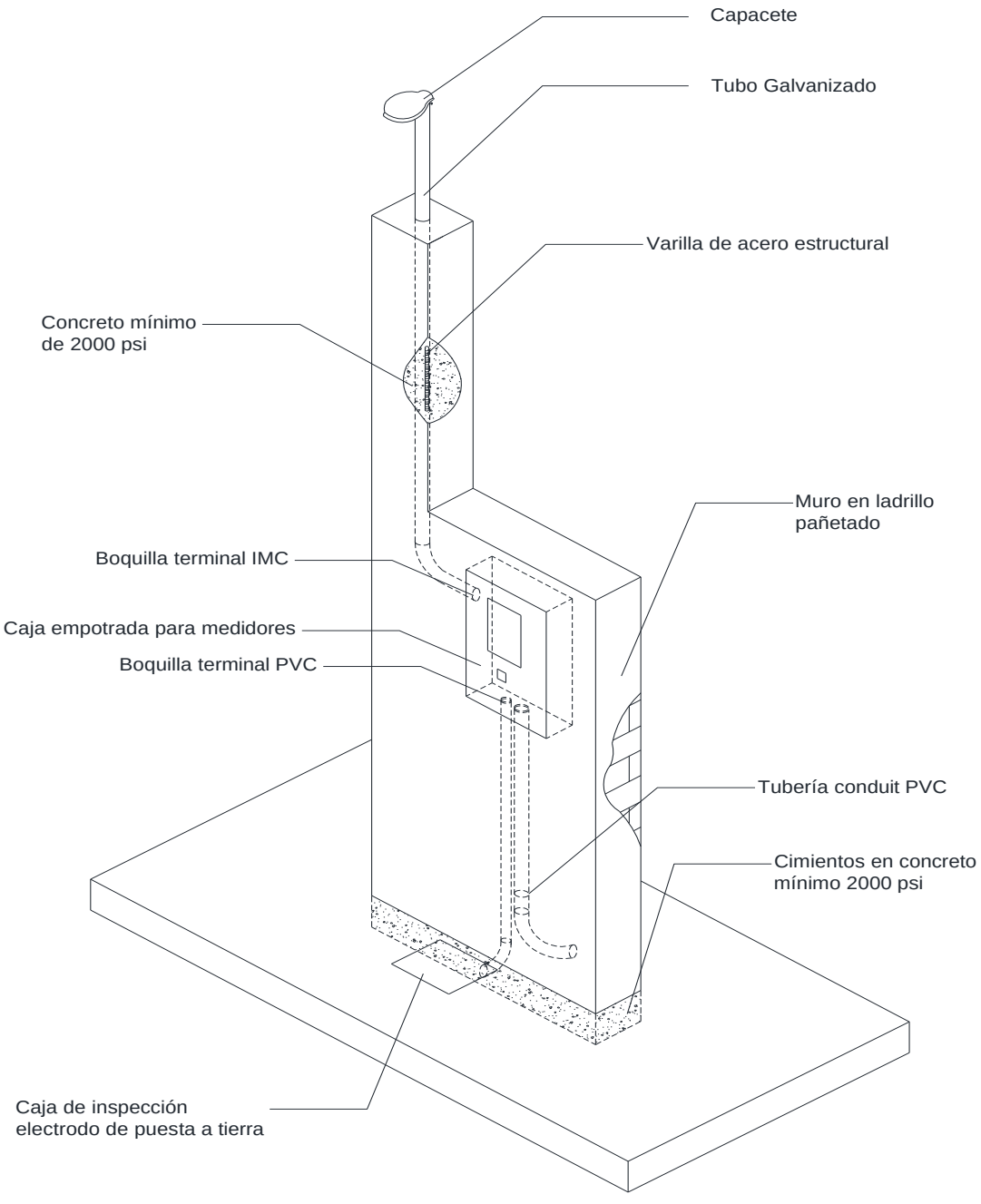
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ALTERNATIVAS DE ACOMETIDAS AÉREAS	AA-02

ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 5



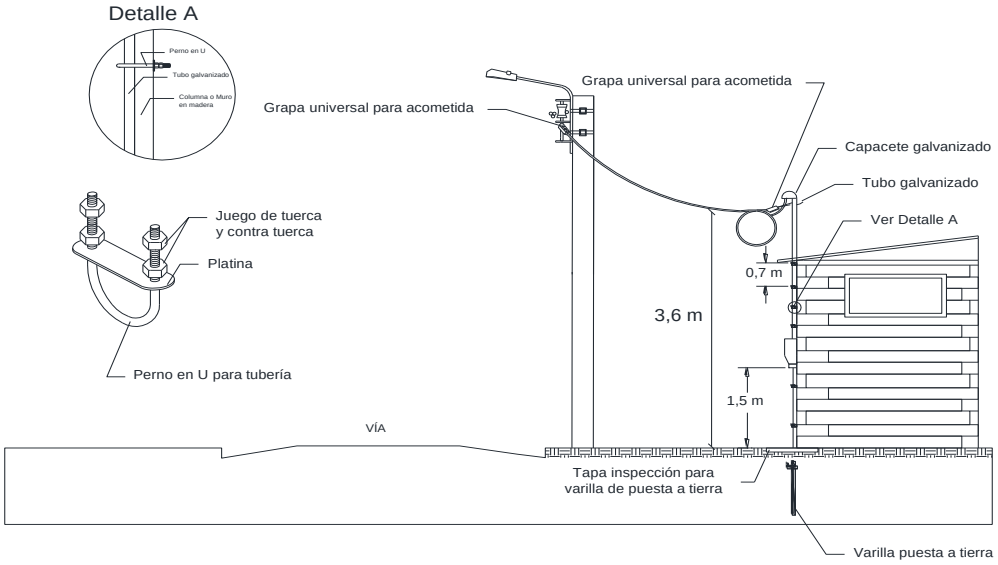
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ALTERNATIVAS DE ACOMETIDAS AÉREAS	AA-03

ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 6

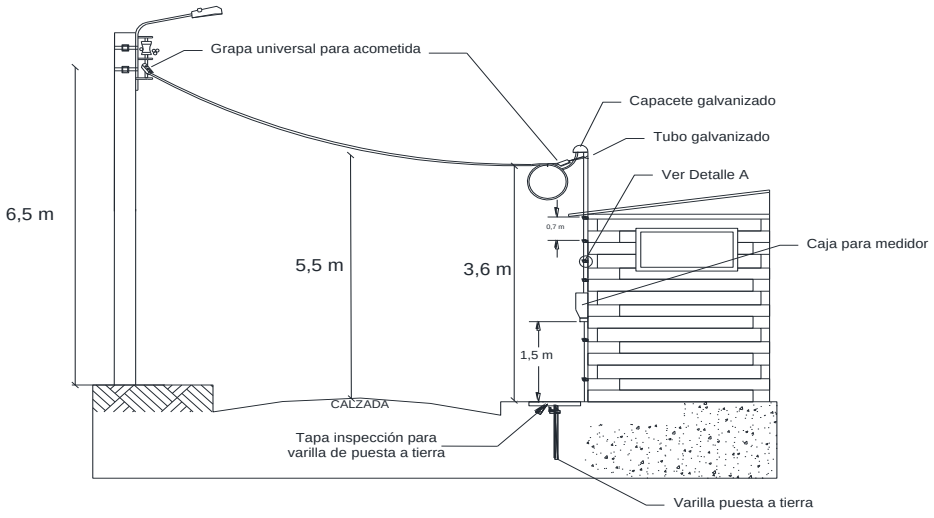


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ALTERNATIVAS DE ACOMETIDAS AÉREAS	AA-04

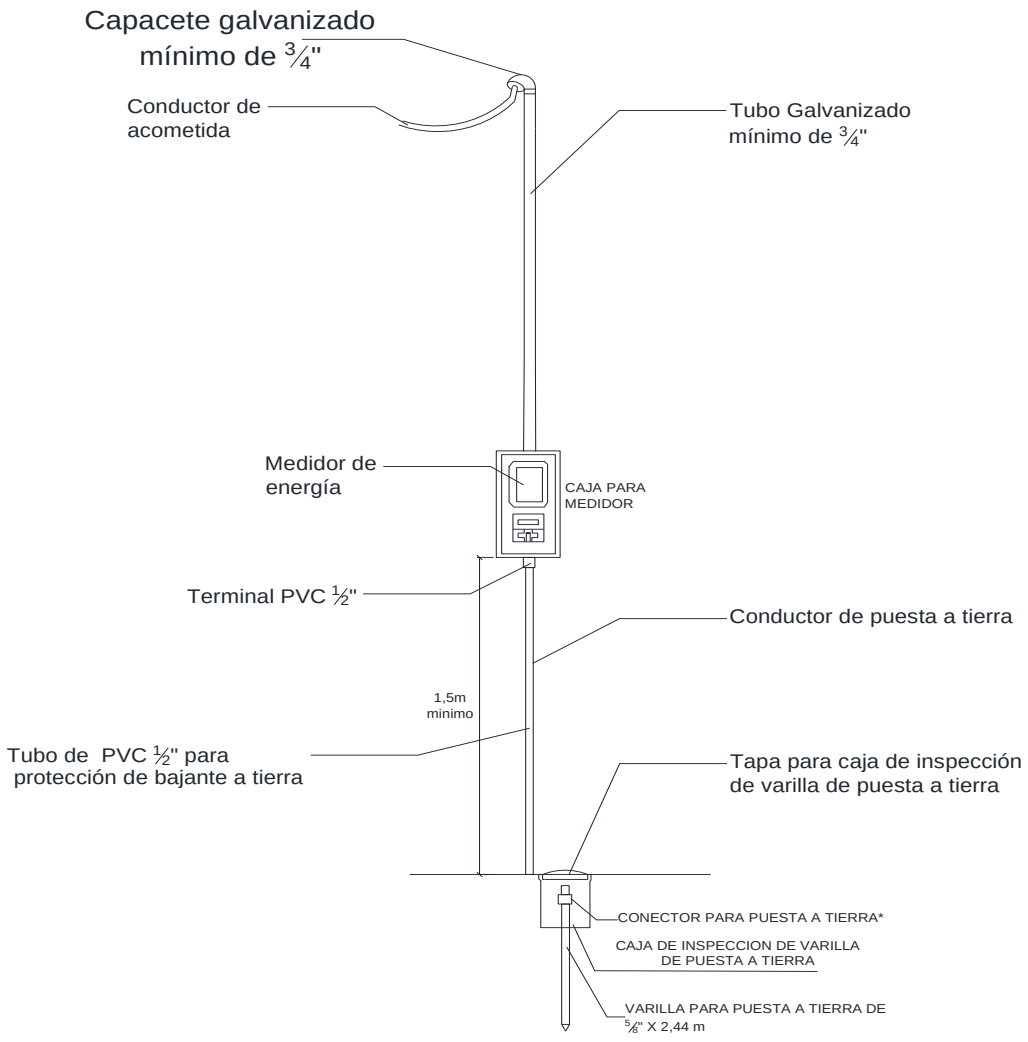
ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 7
(VIVIENDAS EN MADERA)



ACOMETIDA AÉREA ALTERNATIVA 8
(VIVIENDAS EN MADERA)

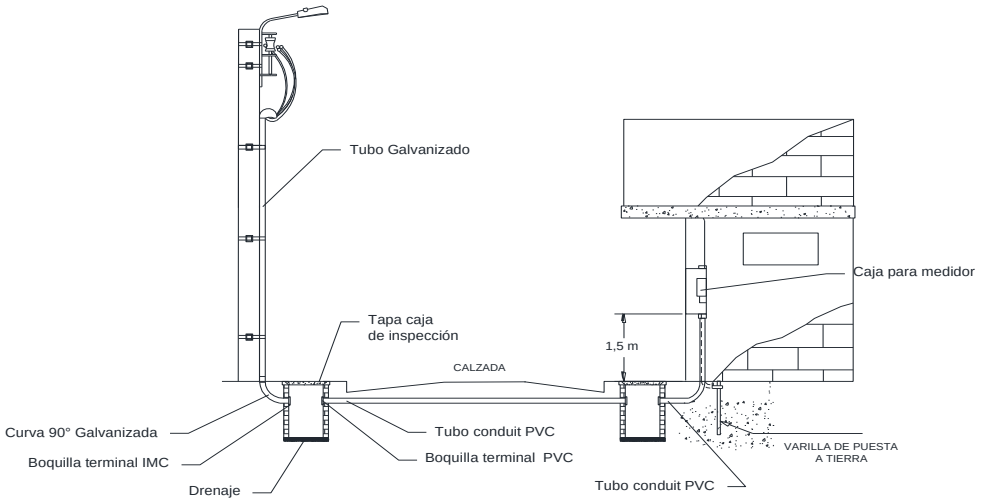


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ALTERNATIVAS DE ACOMETIDAS AÉREAS	AA-05

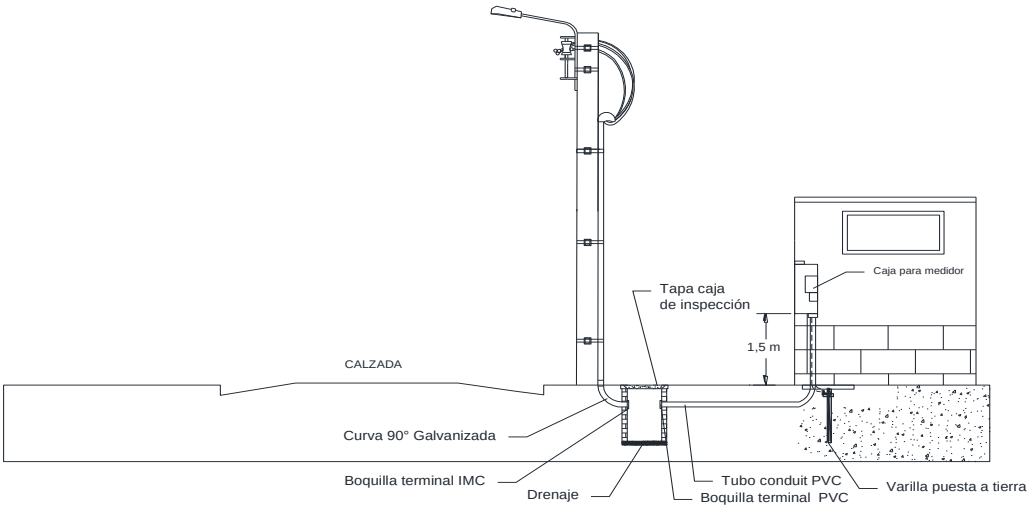


ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ENTRADA DE ACOMETIDA EN BAJA TENSION DESDE RED AEREA	AA-06

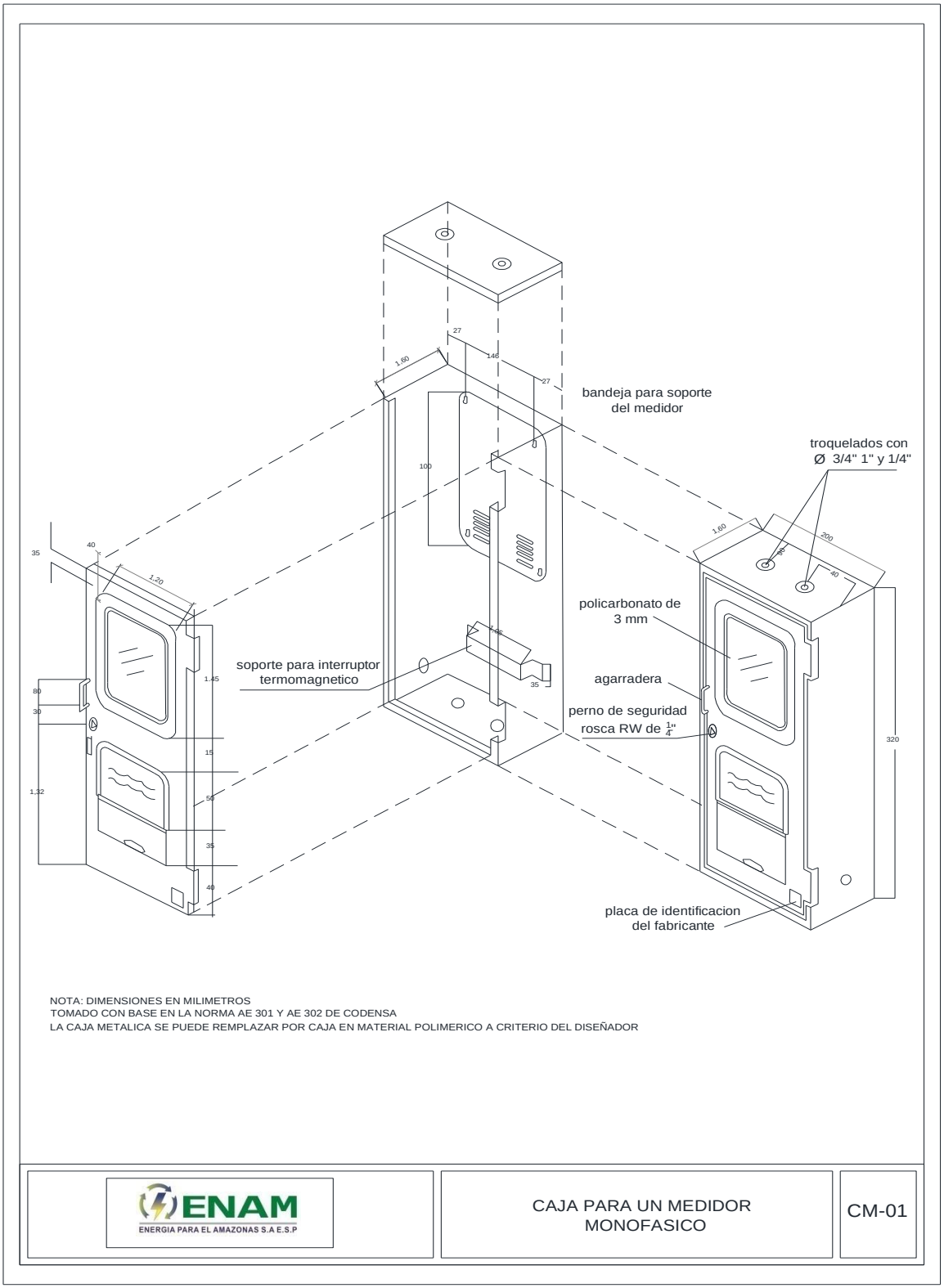
ACOMETIDA SUBTERRÁNEA
ALTERNATIVA 1

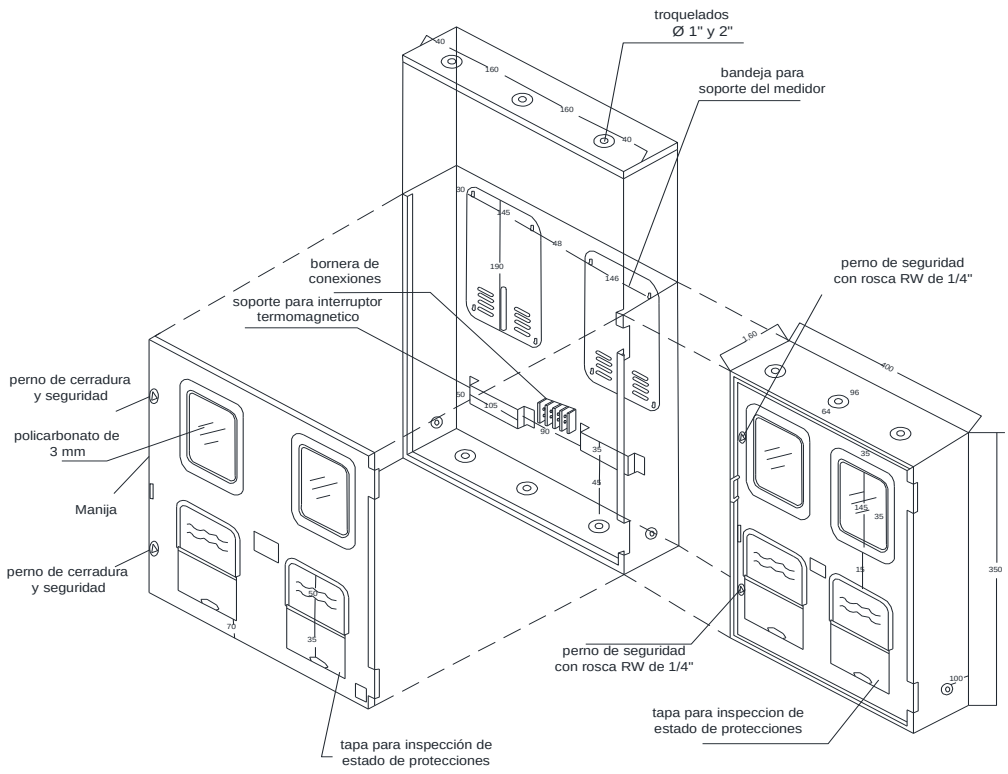


ACOMETIDA SUBTERRÁNEA
ALTERNATIVA 2



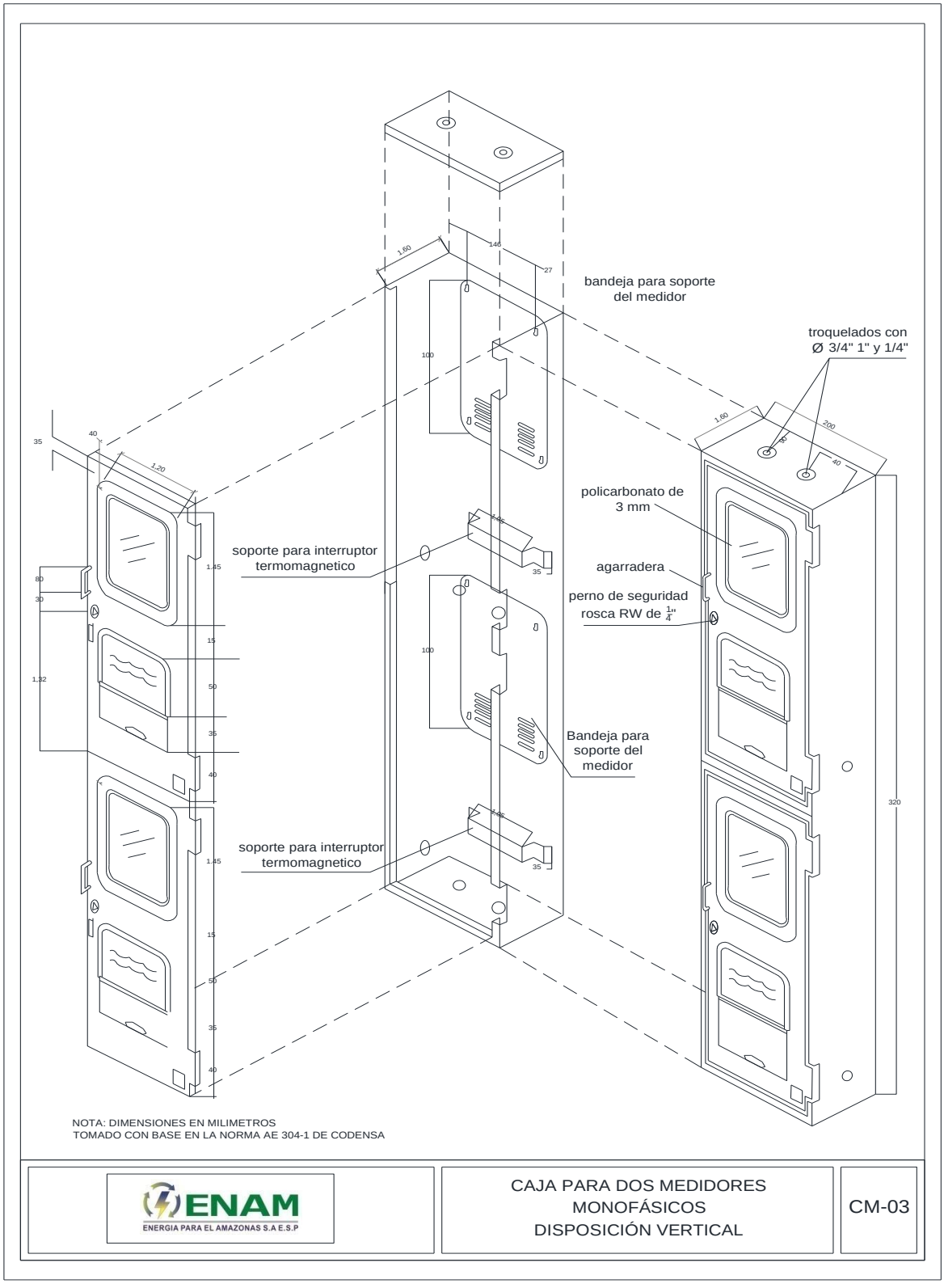
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ALTERNATIVAS DE ACOMETIDAS AÉREAS	AS-01

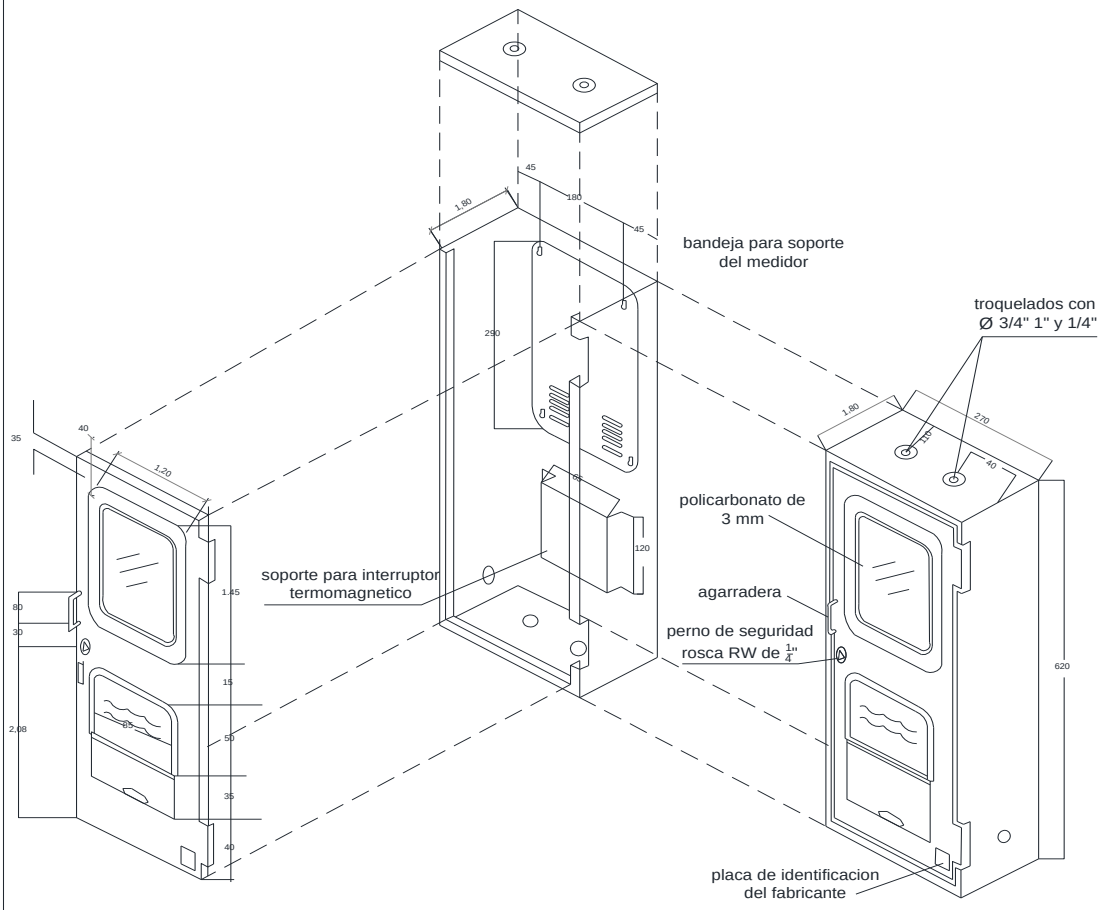

bandeja para soporte del medidor
troquelados con Ø 3/4" 1" y 1/4"
soporte para interruptor termomagnetico
policarbonato de 3 mm
agarradera
perno de seguridad rosca RW de 1/4"
placa de identificacion del fabricante
NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 301 Y AE 302 DE CODENSA
LA CAJA METALICA SE PUEDE REMPLAZAR POR CAJA EN MATERIAL POLIMERICO A CRITERIO DEL DISEÑADOR
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P
CAJA PARA UN MEDIDOR MONOFASICO
CM-01



NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 304-1 DE CODENSA

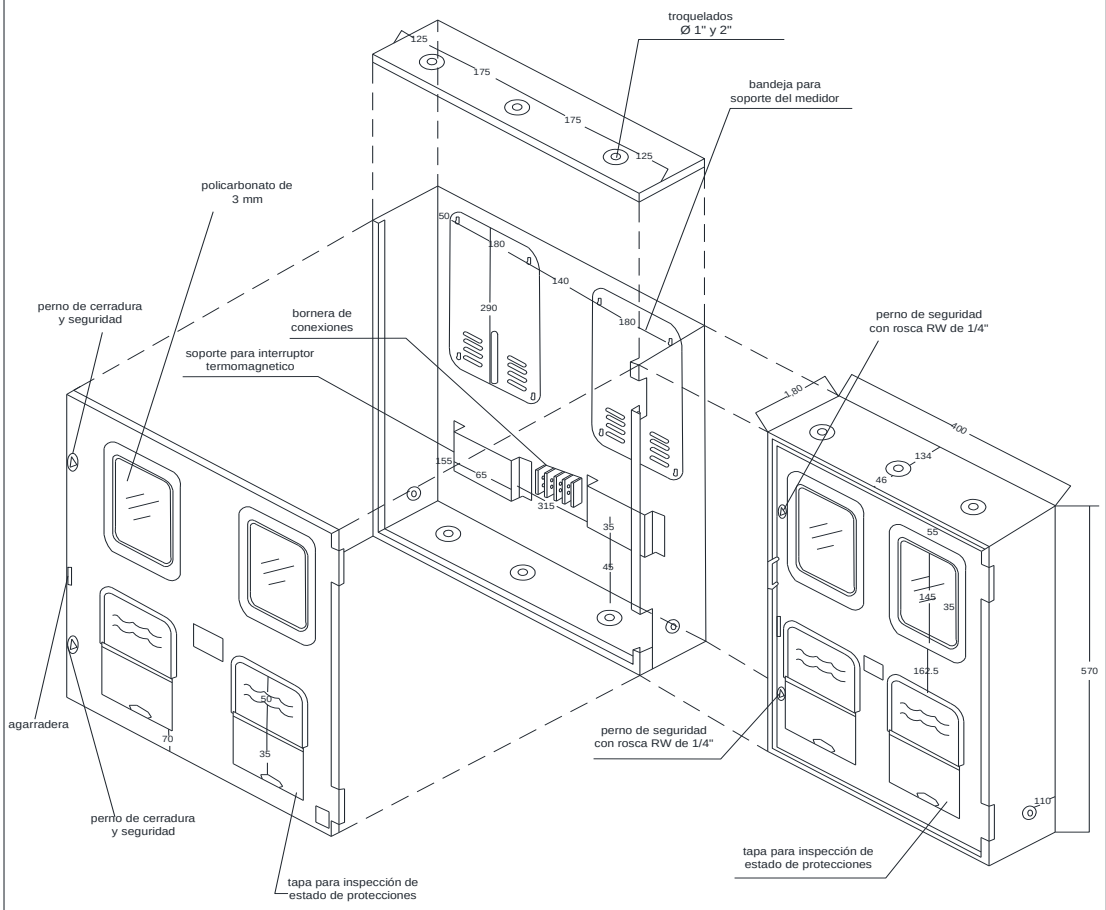
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CAJA PARA DOS MEDIDORES MONOFÁSICOS DISPOSICIÓN HORIZONTAL	CM-02


bandeja para soporte del medidor
troquelados con Ø 3/4" 1" y 1/4"
policarbonato de 3 mm
agarradera
perno de seguridad rosca RW de 1/4"
soporte para interruptor termomagnetico
Bandeja para soporte del medidor
soporte para interruptor termomagnetico
NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 304-1 DE CODENSA
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P
CAJA PARA DOS MEDIDORES MONOFÁSICOS DISPOSICIÓN VERTICAL
CM-03



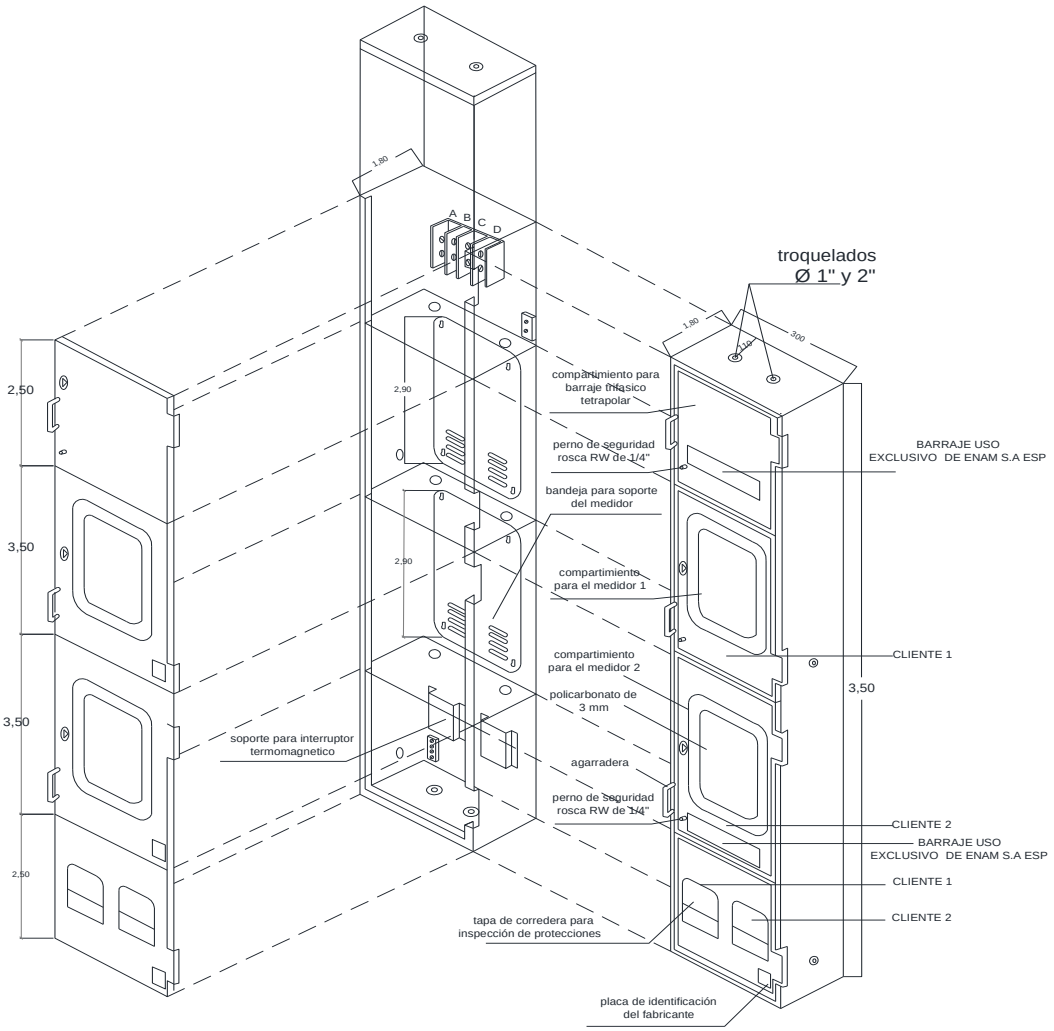
NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 303 Y AE 302 DE CODENSA
LA CAJA METALICA SE PUEDE REMPLAZAR POR CAJA EN MATERIAL POLIMERICO A CRITERIO DEL DISEÑADOR

ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CAJA PARA UN MEDIDOR TRIFÁSICO	CM-04



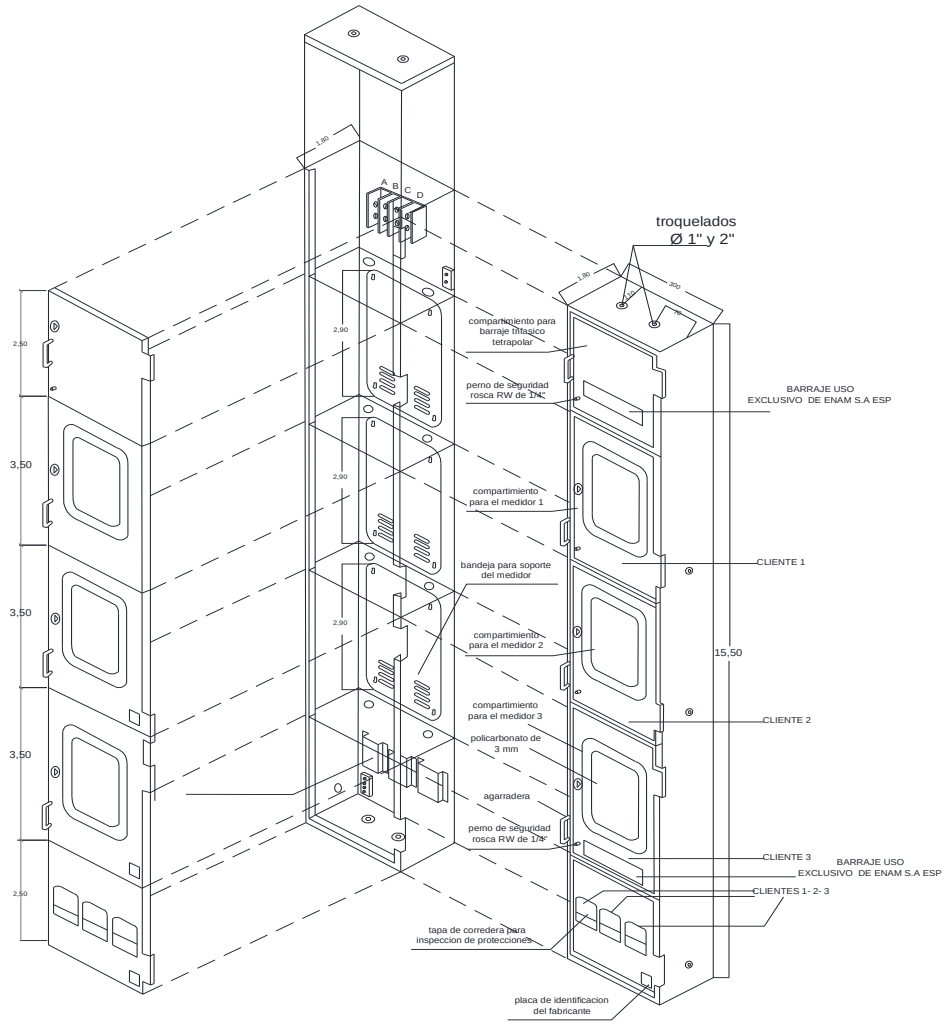
NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 304-1 DE CODENSA

ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CAJA PARA DOS MEDIDORES TRIFÁSICOS DISPOSICIÓN HORIZONTAL	CM-05



NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 304- 4 DE CODENSA

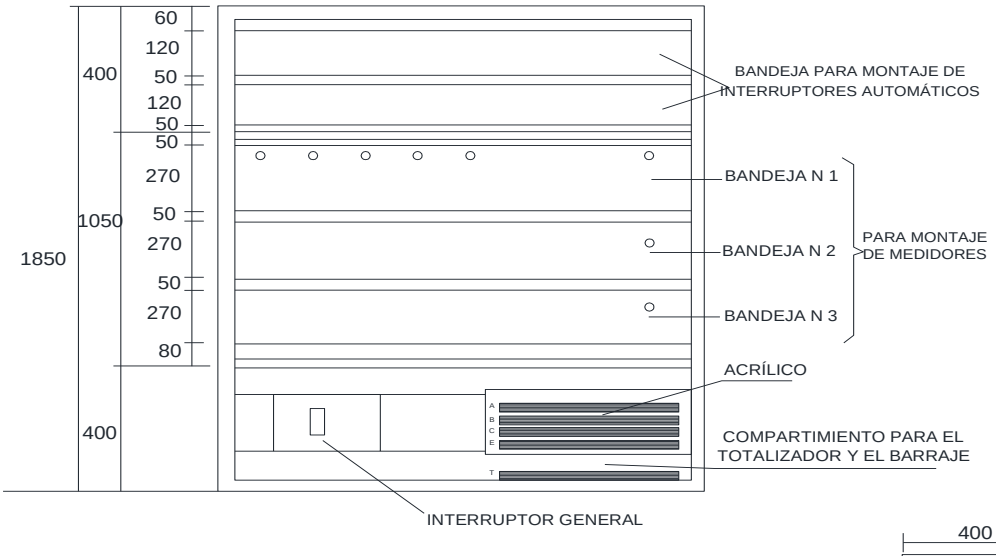
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CAJA PARA DOS MEDIDORES TRIFÁSICOS DISPOSICIÓN VERTICAL	CM-06



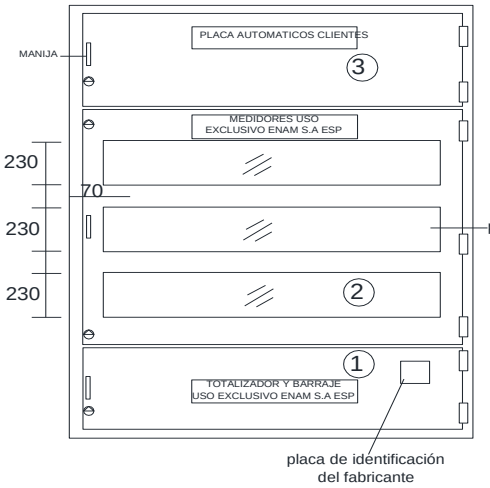
NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE 306- 1 DE CODENSA

ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	CAJA PARA TRES MEDIDORES DISPOSICION VERTICAL	CM-07

VISTA FRONTAL SIN PUERTA



VISTA FRONTAL CON PUERTA

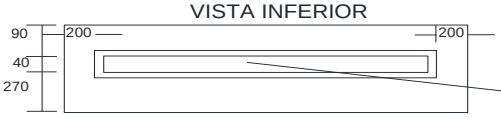


policarbonato de 3 mm

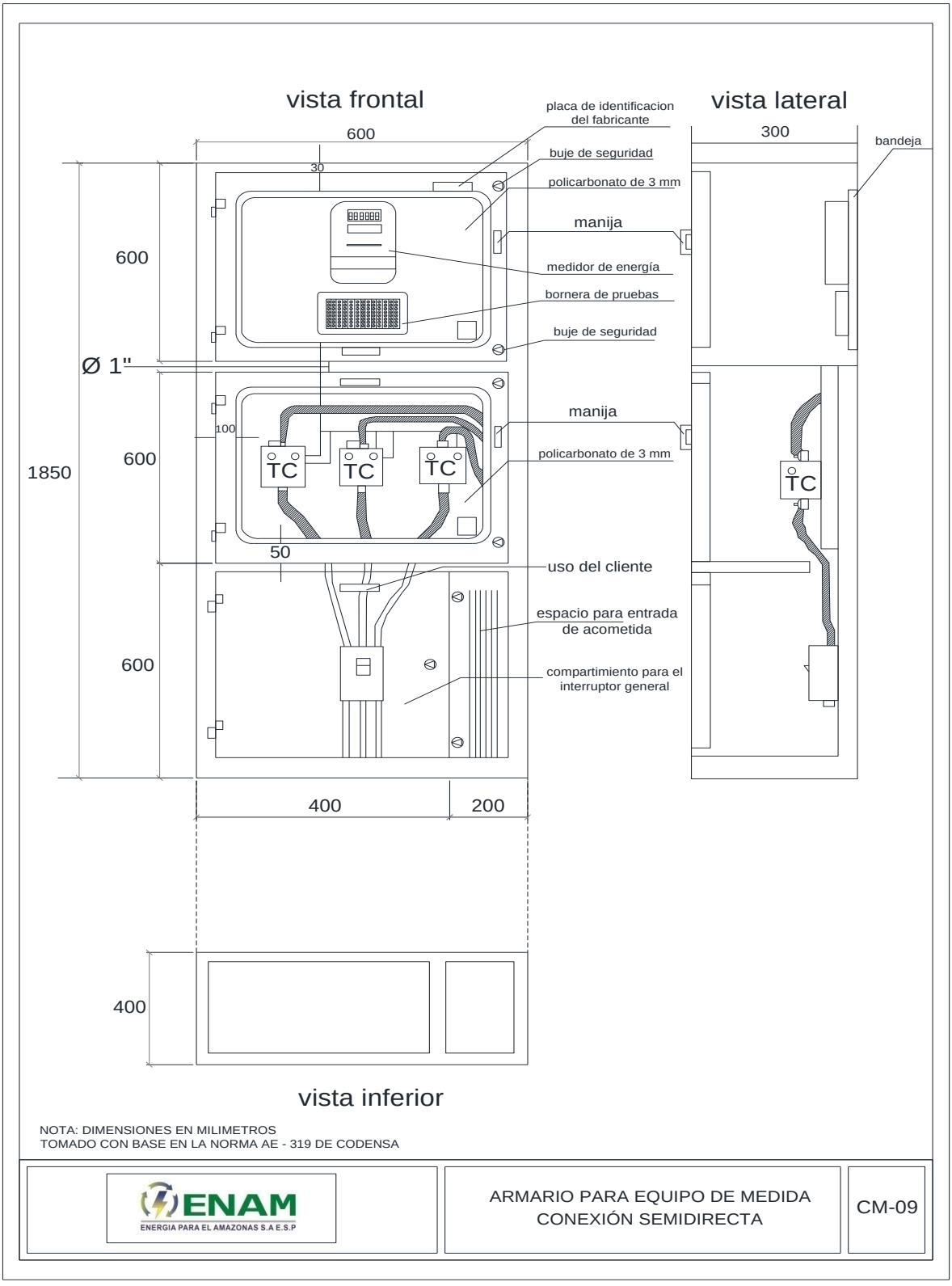
1. COMPARTIMIENTO PARA EL TOTALIZADOR Y EL BARRAJE
2. COMPARTIMIENTO PARA EL MEDIDOR
3. COMPARTIMIENTO DE ACOMETIDAS DE USUARIOS

VISTA LATERAL

VISTA INFERIOR



ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P	ARMARIO PARA MEDIDORES- ESPECIFICACIONES GENERALES	CM-08


vista frontal
vista lateral
placa de identificacion del fabricante
buje de seguridad
policarbonato de 3 mm
manija
medidor de energía
bornera de pruebas
buje de seguridad
manija
policarbonato de 3 mm
uso del cliente
espacio para entrada de acometida
compartimiento para el interruptor general
bandeja
600
30
600
Ø 1"
100
600
1850
50
600
400
200
300
TC
TC
TC
TC
400
vista inferior
NOTA: DIMENSIONES EN MILIMETROS
TOMADO CON BASE EN LA NORMA AE - 319 DE CODENSA
ENAM ENERGIA PARA EL AMAZONAS S.A E.S.P
ARMARIO PARA EQUIPO DE MEDIDA
CONEXIÓN SEMIDIRECTA
CM-09