

# INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIO

<b>Fecha</b>	2021-04-20	
<b>Revisión</b>	0	
<b>Naturaleza del cambio</b>	Creación de norma	
<b>Elaboró</b>		Área Proyectos – CET <sup>1</sup>
		Área Proyectos – CET <sup>2</sup>
		Área Gestión Operativa – CET <sup>3</sup>
		Área Proyectos – CET <sup>4</sup>
		Unidad CET Normalización y Laboratorios <sup>5</sup>
<b>Revisó</b>	Unidad CET Normalización y Laboratorios <sup>6</sup>	
<b>Aprobó</b>	Gerencia Centros de Excelencia Técnica <sup>7</sup>	
<p>1: José Narces Orozco Galeano, 2: Lady Johana Ortiz Lizcano, 3: Orlando Iván Ramírez Morales, 4: Fredy Antonio Pico Sánchez, 5: Gabriel Jaime Romero Choperena, 6: Ramón Héctor Ortiz Tamayo – Jefe de Unidad, 7: Luis Fernando Aristizábal Gil – Gerente CET.</p>		

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 1 de 38

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
1. OBJETO.....	4
2. ALCANCE .....	4
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	4
4. DEFINICIONES.....	5
5. ANTECEDENTES .....	6
6. REQUISITOS TÉCNICOS.....	7
6.1 Consideraciones generales para la selección del sistema de medición.....	7
6.2 Consideraciones generales para la instalación o montaje del sistema de medición .....	9
6.2.1 Poste o apoyo .....	9
6.2.2 Señales de tensión y corriente .....	10
6.2.3 Gabinete o tablero para alojar el medidor y bornera de prueba .....	11
6.2.4 Distancias de seguridad.....	12
6.2.5 Conexiones en media tensión.....	13
6.2.6 Secuencia o disposición de los equipos que conforman el sistema de medida. ...	13
6.2.7 Protección de baja tensión de la instalación .....	14
6.2.8 Información general del sistema de medida.....	14
6.2.9 Protección de fauna .....	14
6.3 Sistema de puesta a tierra .....	16
6.4 Esquemas de montaje o instalación del sistema de medición. ....	18

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	<small>REV.</small> <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
<small>CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES</small>			<small>PÁGINA:</small> 2 de 38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relaciones de transformación calculadas y recomendadas para transformadores de corriente en sistemas de medición asociados a activos de conexión (transformadores monousuarios), para un factor de cargabilidad (FC) del 120% (1.2) .....	7
Tabla 2. Distancias mínimas horizontales de seguridad de conductores a construcciones y otras estructuras .....	12
Tabla 3. Cubiertas para protección de fauna .....	15
Tabla 4: Listado de materiales asociados al Sistema de Puesta a Tierra .....	17
Tabla 5. Lista de materiales montaje monofásico cruceta al centro .....	22
Tabla 6. Lista de materiales montaje monofásico cruceta en bandera o volada .....	27
Tabla 7. Lista de materiales montaje trifásico cruceta al centro .....	32
Tabla 8. Lista de cantidades montaje trifásico cruceta en bandera o volada .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama unifilar ubicación de sistema de medida en instalaciones con transformadores de distribución de potencia monousuario definidos como activos de conexión .....	13
Figura 2. Placa con la información general del sistema de medida .....	14
Figura 3. Protección de fauna .....	15
Figura 4. Sistema de puesta a tierra de referencia, incluyen el uso de contrapesos. ....	17
Figura 5. Montaje monofásico disposición cruceta al centro. Vista Isométrica .....	19
Figura 6. Montaje monofásico disposición cruceta al centro. Vista frontal y lateral .....	20
Figura 7. Montaje monofásico disposición cruceta al centro. Vista lateral y dimensiones placas para equipos .....	21
Figura 8. Montaje monofásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista Isométrica .....	24
Figura 9. Montaje monofásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista frontal y lateral .....	25
Figura 10. Montaje monofásico disposición cruceta en bandera. Vista lateral y dimensiones placas para equipos .....	26
Figura 11. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista Isométrica .....	29
Figura 12. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista frontal y lateral .....	29
Figura 13. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista frontal y lateral .....	30
Figura 14. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista lateral y dimensiones placas para equipos .....	31
Figura 15. Montaje trifásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista Isométrica .....	34
Figura 16. Montaje trifásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista frontal y lateral .....	35
Figura 17. Montaje trifásico disposición en bandera o volada. Vista lateral y dimensiones placas para equipos .....	36

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	<small>REV.</small> <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
<small>CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES</small>			<small>PÁGINA:</small> 3 de 38

## 1. OBJETO

Presentar las características técnicas principales para el montaje e instalación de sistemas de medida asociados a los transformadores de distribución de potencia monousuario definidos como activos de conexión, con el fin de dar cumplimiento regulatorio a las indicaciones de las resoluciones CREG 038 2014 y 015 2018.

## 2. ALCANCE

- Esta norma técnica cubre la instalación de sistemas de medición asociados a los transformadores de potencia monousuario definidos como activos de conexión, instalados en poste, es decir, con potencia nominal  $P_n$ , donde,  $15 \text{ kVA} < P_n \leq 150 \text{ kVA}$ , implementando equipos de medida convencionales tipo exterior.
- Las instalaciones con potencia instalada  $>150 \text{ kVA}$ , debe seguir las características técnicas de instalación de equipos descritas en la norma técnica RA8-014.
- El contenido de esta norma técnica está en estrecha relación con la norma técnica RA8-030, dado que, en esta última, se encuentran todos los criterios para la selección y conexión de los componentes del sistema de medida de los que trata el presente documento.

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales, las guías técnicas y demás documentos empleados como referencia, deben ser considerados en su última versión.

Código del documento	Descripción
CREG 015-2018	Resolución CREG 015-2018
CREG 038-2014	Resolución CREG 038-2014 Código de Medida
RA8-012	Tableros y celdas de medida
RA8-030	Selección y conexión sistemas de medición

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 4 de 38

#### 4. DEFINICIONES

- **Activos de nivel de tensión 1:** son los conformados por las redes de transporte que operan a tensiones menores a 1 kV y los transformadores con voltaje secundario menor a 1 kV que las alimentan para atender dos o más usuarios, incluyendo las protecciones y equipos de maniobra asociados, excepto los que hacen parte de instalaciones internas. En esta clasificación se incluyen los transformadores de conexión con capacidad igual o inferior a 15 kVA. (RES 015/2018 de la CREG).
- **Activos de conexión a un STR o a un SDL:** son los bienes que se requieren para que un OR se conecte físicamente a un Sistema de Transmisión Regional, STR, o a un Sistema de Distribución Local, SDL, de otro OR. También son activos de conexión los utilizados exclusivamente por un usuario final para conectarse a los niveles de tensión 4, 3, 2 o 1. Un usuario está conectado al nivel de tensión en el que está instalado su equipo de medida individual.
- **Equipo de medida o medidor:** Dispositivo destinado a la medición o registro del consumo o de las transferencias de energía.
- **Instalación eléctrica:** Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.
- **Medición indirecta:** Tipo de conexión en el cual las señales de tensión y de corriente que recibe el medidor provienen de los respectivos devanados secundarios de los transformadores de tensión y de corriente utilizados para transformar las tensiones y corrientes que recibe la carga.
- **Punto de conexión:** Es el punto de conexión eléctrico en el cual los activos de conexión de un usuario o de un generador se conectan al STN, a un STR o a un SDL; el punto de conexión eléctrico entre los sistemas de dos (2) Operadores de Red; el punto de conexión entre niveles de tensión de un mismo OR; o el punto de conexión entre el sistema de un OR y el STN con el propósito de transferir energía eléctrica.
- **Punto de medición:** Es el punto eléctrico en donde se mide la transferencia de energía, el cual deberá coincidir con el punto de conexión.
- **Transformador de corriente (TC).** Transformador para instrumentos en el cual la corriente secundaria, en condiciones normales de uso, es substancialmente proporcional a la corriente primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero para una dirección apropiada de las conexiones.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. 0
	INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 5 de 38

- **Transformador de tensión o potencial (TT ó TP).** Transformador para instrumentos en el cual la tensión secundaria en las condiciones normales de uso, es substancialmente proporcional a la tensión primaria y cuya diferencia de fase es aproximadamente cero, para un sentido apropiado de las conexiones.
- **Transformador combinado.** Transformador que consta de un transformador de corriente y uno de tensión en la misma caja.

## 5. ANTECEDENTES

El artículo 3 “Definiciones” de la resolución CREG 015 del 2018 indica que los activos de conexión a un STR o SDL incluye los activos de conexión utilizados exclusivamente por un usuario final para conectarse a los niveles de tensión 4, 3, 2 o 1. Y, por tanto, un usuario está conectado al nivel de tensión en el que esté instalado su equipo de medida individual, adicionalmente, se debe tener en cuenta que los transformadores con capacidad de potencia menor o igual a 15 kVA son considerados como activos de uso y no de conexión, mientras que los transformadores con capacidades mayores a 15 kVA que suministran energía a un solo usuario son considerados entonces activos de conexión.

El artículo 19 “Ubicación de las fronteras comerciales” de la resolución CREG 038-2014 (Código de medida), indica que “El punto de medición debe coincidir con el punto de conexión. En el caso de que la conexión se realice a través de un transformador, el punto de medición debe ubicarse en el lado de alta tensión del transformador”.

En la norma técnica RA8-030 se indica todos los requisitos para la selección y conexión de los diferentes equipos que componen el sistema de medida.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 6 de 38

## 6. REQUISITOS TÉCNICOS

### 6.1 Consideraciones generales para la selección del sistema de medición

A continuación, se presentan algunos aspectos relevantes que deben tenerse en cuenta para la selección de los equipos que componen el sistema de medida.

- La metodología para selección y conexión de los componentes del sistema de medida se describen en la norma RA8-030.
- Todos los componentes del sistema de medida deben cumplir con la resolución CREG 038-2014, el RETIE y la norma técnica RA8-030, según les aplique.
- Los transformadores de distribución de potencia que alimenten un solo usuario cuya capacidad nominal sea mayor a 15 kVA, son considerados como activos de conexión, por lo tanto, su sistema de medida debe estar ubicado en el lado de alta tensión del transformador de distribución de potencia. De esta forma se garantiza que el punto de conexión coincida con el punto de medición.
- Los criterios para la determinación de la corriente primaria y secundaria nominal (relación de transformación) están definidos en la norma RA8-030 numerales 8.1.3 y 8.1.4.
- Los transformadores de medida para la medición de energía en los activos de conexión (transformadores monousuarios potencias entre 15 kVA y 150 kVA, que se conectan a las redes de media tensión 13.2 kV o 7.6 kV) requieren valores de corriente primaria nominal diferentes a los normalizados, por lo tanto, se recomienda seleccionar la relación de transformación comercial más cercana a las relaciones de transformación calculadas, como se indica a continuación.

**Tabla 1.** Relaciones de transformación calculadas y recomendadas para transformadores de corriente en sistemas de medición asociados a activos de conexión (transformadores monousuarios), para un factor de cargabilidad (FC) del 120% (1.2)

N° Fases	Capacidad TRF [kVA]	I <sub>pc</sub> [A]	0,8I <sub>pc</sub> [A]	1,2I <sub>pc</sub> [A]	I <sub>pn</sub> [A]	RT Calculada	RT Recomendado
1	25	3,28	2,62	3,94	3,3	3,3/5	3/5
	37,5	4,92	3,94	5,91	4,9	5/5	5/5
	50	6,56	5,25	7,87	6,6	6,6/5	6/5
	75	9,87	7,90	11,76	9,83	9,8/5	10/5
	100	13,12	10,50	15,75	13,1	13/5	15/5

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 7 de 38

N° Fases	Capacidad TRF [kVA]	I <sub>pc</sub> [A]	0,8I <sub>pc</sub> [A]	1,2I <sub>pc</sub> [A]	I <sub>pn</sub> [A]	RT Calculada	RT Recomendado
	167	21,92	17,53	26,30	21,9	22/5	20/5
2*	25	1,89	1,51	2,27	1,9	1,9/5	2/5
	37,5	2,84	2,27	3,41	2,9	2,9/5	3/5
	50	3,79	3,03	4,54	3,8	3,8/5	4/5
	75	5,68	4,54	6,81	5,7	5,7/5	6/5
3	30	1,31	1,05	1,57	1,3	1,3/5	1/5 o 1/1
	45	1,97	1,57	2,36	2,0	2/5	2.5/5
	75	3,28	2,62	3,94	3,3	3,3/5	3/5
	112,5	4,92	3,94	5,90	4,9	5/5	5/5
	150	6,56	5,25	7,87	6,6	6,6/5	6/5

- RT calculada: relación de transformación calculada
- RT Recomendada: relación de transformación recomendada
- I<sub>pn</sub>: corriente primaria nominal
- I<sub>pc</sub>: corriente de plena carga

\*Las conexiones bifásicas son exclusivas de la configuración de las redes de distribución de media tensión en las filiales ESSA, EDEQ, CHEC y CENS

- f. Cuando existan restricciones técnicas operativas y comerciales para cumplir con el criterio de selección de la corriente primaria nominal definido en el numeral 8.1.3 literal b de la norma RA8-030, se debe analizar el caso específico entre las partes (OR y proyecto) para establecer y/o validar el criterio de selección del transformador de corriente (previo a la instalación, es decir en etapa de diseño). Teniendo en cuenta que la selección de un rango de corriente de plena carga (I<sub>pc</sub>) por fuera del rango establecido en el numeral 8.1.3 literal b de la norma RA8-030, debe estar soportada con un informe de calibración expedido por un laboratorio acreditado, que garantice la exactitud del transformador de corriente para los valores de corriente nominales del proyecto, es decir la condición operativa real.
- g. La clase de exactitud de los componentes del sistema de medida debe seleccionarse de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.4 de la norma RA8-030. Sin embargo, las características constructivas especiales de los equipos como el transformador de

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 8 de 38

corriente (para este cumplimiento regulatorio) o el tipo de conexión del medidor (medida indirecta), se asocian a equipos con clases de exactitud especial (S) o 0.5, las cuales pueden ser diferentes con las correspondientes para el tipo de punto de medición bajo análisis. En consecuencia, se debe garantizar la compatibilidad de todo el sistema de medida en lo referente a las clases de exactitud y características de conexión de todos los componentes.

- h. Los usuarios e instaladores de los equipos que conforman los sistemas de medida son responsables de hacer las validaciones necesarias frente a niveles de cortocircuito y fenómenos de ferro-resonancia, dado que equipos como los transformadores de corriente presentan características constructivas especiales para el cumplimiento de este requisito regulatorio.

Es necesario validar y vigilar que el nivel de cortocircuito definido para los transformadores de medida es adecuado para el punto de instalación, es decir, es mayor o igual que el nivel de cortocircuito en el punto de conexión de los equipos.

Es necesario que los transformadores de medida sean de tipo inductivo para evitar fenómenos de ferro resonancia.

- i. Los diagramas de conexión de equipos asociados al sistema de medida se encuentran en la norma RA8-030 Anexo 1.
- j. El medidor de energía debe seleccionarse de acuerdo con las características de proyecto, requerimientos del tipo de medición indirecta, características de consumo de energía reactiva y autogeneración, estos criterios se encuentran definidos en la norma RA8-030.
- k. Cuando se seleccione un medidor de energía con hardware de comunicación, se recomienda que cuente con modem integrado al medidor, para facilitar las acciones asociadas a la telemedida.
- l. Se puede seleccionar e instalar transformadores de medida combinados como parte del sistema de medida, estos equipos deben cumplir con las características técnicas para la selección de transformadores de medida y, demás requisitos técnicos definidos en la norma RA8-030 numerales 8.1, 8.2 y 8.3.

## 6.2 Consideraciones generales para la instalación o montaje del sistema de medición

### 6.2.1 Poste o apoyo

- a. La instalación del sistema de medida sobre el mismo apoyo donde se encuentra el transformador de distribución de potencia requiere de postes de 12 m, 14 m y, en caso especiales 16 m de longitud, una capacidad mínima de 750 kgf, con el fin de garantizar las distancias mínimas de seguridad y la capacidad mecánica del poste.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 9 de 38

- b. Las características presentadas en esta norma corresponden a la condición base, en la cual se contempla que en el mismo apoyo se encuentran los siguientes elementos según aplique:
- Un circuito de media tensión (red trifásica o monofásica)
  - El sistema de medida (trifásico o monofásico) que se pretende instalar
  - Un transformador de distribución de potencia (trifásico o monofásico)
  - Longitud de poste 12 m para las instalaciones monofásicas, 14 m para las instalaciones trifásicas y, longitud de poste 16m para condiciones especiales en instalaciones trifásicas en disposición cruceta en bandera o volada que por su ubicación requieran una mayor altura para instalación de los equipos.
  - Capacidad mínima del poste 750 kgf.
- c. Para los casos en que las condiciones del proyecto o instalación sean diferentes, se debe realizar un análisis de ingeniería que permita garantizar las características técnicas base definidas en esta norma.
- d. En las instalaciones existente que no cuenten con la longitud del poste indicada de acuerdo con la configuración del montaje, se recomienda reponer el poste existente por uno de mayor longitud, de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.2.1. b

### 6.2.2 Señales de tensión y corriente

- a. Las señales de salida de los transformadores de medida (señales de tensión y corriente) deben viajar a través de un ducto o tubería metálica galvanizado tipo intermedio (conduit metálico I.M.C) de mínimo 1" hasta el gabinete o tablero en cual se aloje el medidor de energía y, demás componentes del sistema de medición. Esta tubería debe asegurarse al poste con cinta de acero inoxidable en mínimo tres puntos.
- b. El ducto o tubería debe ser de uso exclusivo para protección de las señales de salida de los transformadores de medida.
- c. Los conductores para las señales de corriente y tensión entre los transformadores de medida y el medidor de energía deben ser conductores de cobre y calibre 12 AWG como mínimo, en la norma RA8-030 numeral 8.5.2 se indican algunas consideraciones adicionales que pueden tenerse en cuenta.
- d. Los conductores de las señales de corriente y tensión deben estar claramente identificados al inicio y al final del recorrido, se debe utilizar elementos de marcación como placas o etiquetas plásticas que garanticen su conservación en las condiciones de instalación (en el exterior), no se permite utilizar etiquetas adhesivas.
- e. No se acepta que los conductores para las señales de corriente y tensión presenten empalmes.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 10 de 38

### 6.2.3 Gabinete o tablero para alojar el medidor y bornera de prueba

- a. El medidor de energía se debe alojar en un tablero o gabinete diseñado para este fin y que permita su instalación en el exterior o intemperie.
- b. El tablero o gabinete de medida debe instalarse en el poste a una altura tal, que el visor se encuentre a 2000 mm del suelo.
- c. Los tableros deben cumplir con lo establecido en el artículo 20.23 del RETIE
- d. El grado de protección para intemperie debe ser mínimo IP 44 o su equivalente NEMA, es decir, protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 1mm y contra chorros de agua (salpicada). En todos los casos, el fabricante y el instalador deben garantizar que el grado de protección IP sea el adecuado para el sitio de instalación.
- e. Los tableros deben poseer un grado de protección mecánico mínimo de IK igual a 05, lo cual los haga resistentes al impacto contra choques mecánicos.
- f. Los tableros para intemperie se deben construir con corta goteras para evitar la entrada de agua y con empaques adecuados sobre todo el perfil donde cierra la puerta o la tapa para darle hermeticidad.
- g. Las dimensiones mínimas para el compartimento del medidor y la bornera de conexiones en tableros de medida deben ser de 550 mm de alto x 300 mm de ancho x 200 mm de profundidad.
- h. Los tableros de medida deben permitir la instalación de tornillos y sellos de seguridad.
- i. Los fabricantes de tableros y celdas deben verificar mediante pruebas como mínimo los siguientes parámetros:
  - Grados de protección IP e IK.
  - Incremento de temperatura.
  - Propiedades dieléctricas.
  - Distancia de aislamiento y fuga.
  - Efectividad del circuito de protección.
  - Comprobación del funcionamiento mecánico de sistemas de bloqueo, puertas, cerraduras u otros elementos destinados a ser operados durante el uso normal del tablero.
  - Resistencia a la corrosión del encerramiento.
  - Resistencia al calor anormal y al fuego de los elementos aislantes.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 11 de 38

- Medidas de protección contra el contacto directo (barreras, señales de advertencia, etc).
  - Resistencia al cortocircuito.
- j. La conexión del medidor y los transformadores de medida debe hacerse a través de un bloque de prueba (bornera), el numeral 8.5.1 de la norma RA8-030, describe las características técnicas y funcionales que debe tener el bloque de prueba.
- k. Todos los tableros de medida indirecta deben incluir una bornera que permita separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual con la instalación en servicio. La bornera deberá cumplir con los requisitos establecidos en las normas UL 105 de 2001 (Terminal Blocks) y la norma CSA 22.2 N° 158 de 1987 (R1992) (Terminal Blocks).
- l. La bornera para separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual, debe instalarse horizontalmente, de tal forma que las aldabas de las señales de tensión queden cerrando hacia arriba.

#### 6.2.4 Distancias de seguridad

- a. Las distancias mínimas de seguridad que requieren para la instalación del sistema de medida, es decir, distancia entre partes energizadas o a tierra son: distancia horizontal 0.35 m y distancia vertical 0.9 m.
- b. Dada la disposición de los equipos en el mismo apoyo o poste donde se encuentra el transformador de distribución de potencia y el limitado espacio para la instalación de los equipos, no se contemplan distancias de separación entre partes energizadas que permitan realizar trabajos con tensión o línea energizada.
- c. La Tabla 2 presenta las distancias mínimas horizontales de seguridad entre las partes energizadas de las redes o equipos y objetos o edificaciones cercanas, para mayor detalle sobre evaluación de distancias mínimas de seguridad ver norma técnica RA8-040 "Distancias mínimas de seguridad"

**Tabla 2. Distancias mínimas horizontales de seguridad de conductores a construcciones y otras estructuras**

Distancias mínimas de seguridad [m]		Conductores cubiertos no aislados a un nivel de tensión desde 750 V hasta 44 kV	Conductores desnudos a un nivel de tensión desde 750 V hasta 44 kV
Construcciones y estructuras	A paredes, proyecciones, ventanas protegidas.	2.3	2.3

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 12 de 38

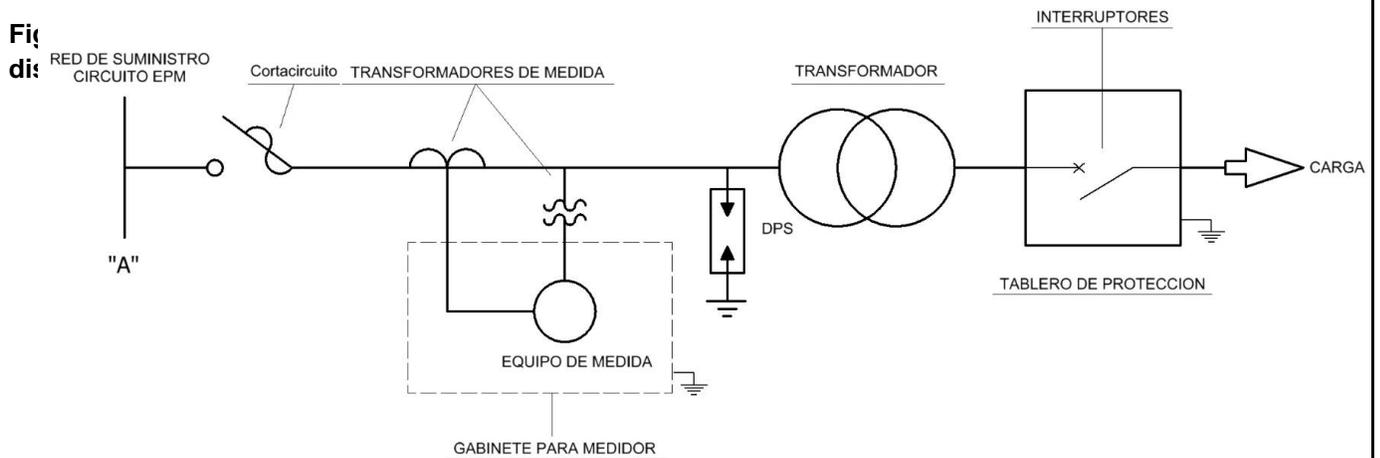
	A balcones y áreas accesibles a peatones	2.3	2.3
Anuncios, chimeneas, vallas publicitarias, antenas de radio y televisión, asta de banderas y tanques	A partes que son fácilmente accesibles por peatones.	2.3	2.3
	A partes que son fácilmente accesibles por peatones.	2.3	2.3

### 6.2.5 Conexiones en media tensión

- a. Las conexiones de media tensión entre los equipos de protección y maniobra, equipos de medida y el transformador de potencia, se pueden realizar en conductores de cobre o aluminio tipo AAAC (cubiertos o semiaislados), dado que los terminales de los equipos así lo admiten, los calibres se deben seleccionar de acuerdo con los requerimientos de potencia del transformador (6 AWG, 4 AWG, 2 AWG y 1/0 AWG). Cuando se requieran conexiones bimetálicas y/o pernadas se debe aplicar lo indicado en la norma técnica RA8-035 “Transiciones aluminio-cobre y conexiones pernadas”

### 6.2.6 Secuencia o disposición de los equipos que conforman el sistema de medida.

- a. El diagrama unifilar que se muestra a continuación en la Figura 1, se presenta con el fin de ilustrar la disposición o secuencia general de los equipos desde la derivación de la red de distribución de media tensión hasta la protección principal de la instalación, adicionalmente mostrar la ubicación del sistema de medida. Se debe tener en cuenta que, este literal no reemplaza los requerimientos técnicos indicados en la norma técnica para la presentación de proyectos de cada una de las empresas del Grupo EPM.



<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 13 de 38

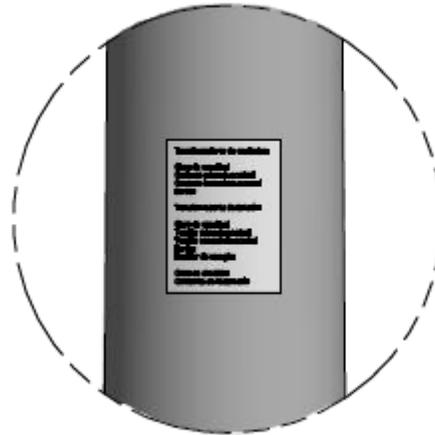
### 6.2.7 Protección de baja tensión de la instalación

- a. La protección principal (baja tensión) de la instalación debe ubicar en el punto de llegada de la acometida a la edificación o al interior de esta, en ningún caso debe ser instalada en el poste.

### 6.2.8 Información general del sistema de medida.

- a. Se debe instalar una placa de acrílico la cual permita la identificación de los datos principales de los componentes del sistema de medición.
  - Para los transformadores de medida: tipo de equipo, relaciones de transformación y clase de exactitud.
  - Para el medidor de energía: tipo, constantes (factor de medida y facturación)
- b. Los elementos de marcación empleados deben ser plásticos o acrílicos. Los números y letras deben tener una altura mínima de 10 mm, ser indelebles en alto o bajo relieve.

Figura 2. Placa con la información general del sistema de medida.



### 6.2.9 Protección de fauna

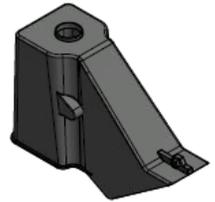
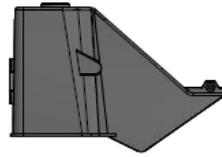
- a. Se recomienda implementar e instalar cubiertas de protección de fauna, sobre los equipos de protección y maniobra, transformador de distribución de potencia, entre otros.
- b. Las Figura 3 presentan algunos de los protectores de fauna disponibles.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 14 de 38

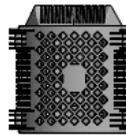
**Tabla 3. Cubiertas para protección de fauna**

DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
Cubierta fauna para cortacircuitos 15 kv	ET-TD-ME-28-01	215659
Cubierta fauna buje pequeño diámetro núcleo de 60mm a 90mm diámetro falda de 110mm a 135mm altura min 90mm salida vertical <15kv	ET-TD-ME-28-01	215656

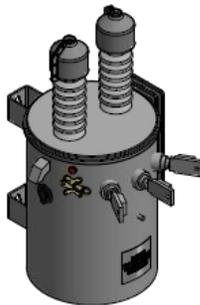
**Figura 3. Protección de fauna**



**Cubierta Fauna Cortacircuito 15 Kv**



**Cubierta Fauna Buje Pequeño Salida Vertical 15 Kv**



**Cobertores de Aisladores**

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 15 de 38

### 6.3 Sistema de puesta a tierra

La selección de la configuración del sistema de puesta a tierra y su construcción debe realizarse teniendo en cuenta el valor de resistividad del suelo, el área disponible y aledaña al poste, así como las configuraciones y demás especificaciones definidas en la norma RA6-010. El valor de la resistividad puede ser determinado con base en medidas realizadas de manera previa, según lo indicado en la norma RA6- 014.

Según sea el valor de resistividad del suelo, la puesta a tierra podrá variar su configuración entre anillos concéntricos, varillas más conductores longitudinales y triadas. Lo más común es la construcción de sistemas compuestos por varillas, dos anillos concéntricos y según se requiera, contrapesos. En esta configuración, el primer anillo tiene un radio de 90 cm y el segundo un radio de 150 cm y, el poste debe estar ubicado en el centro de los anillos (Ver Figura 4). No obstante, según las restricciones de espacio, podrá implementarse la construcción de sistemas de puesta a tierra longitudinales compuestos por varillas y conductores.

Sí en el poste donde se planea instalar el sistema de medida existe un sistema de puesta a tierra, este se debe retirar e instalar una puesta tierra completamente nueva, incluyendo el bajante y los electrodos, independiente del estado en que se encuentre la puesta a tierra existente.

El bajante de puesta a tierra debe ser instalado en cable de cobre No. 2 AWG o en cable de acero recubierto de cobre No. 4 AWG, y el electrodo de puesta a tierra por medio de una varilla de cobre o acero recubierto de cobre de 2.4 m, unida al bajante por medio de un conector de compresión de cobre instalado con prensa hidráulica.

Una vez construida la puesta a tierra, las características de esta deben ser validadas por medio de medidas realizadas con el telurómetro, en cuanto a la resistencia de puesta a tierra, siguiendo el procedimiento descrito en la norma RA6-015. Se debe tomar nota del valor de la resistencia, y en el caso que la misma registre un valor alto, se debe hacer lo posible, desde lo técnico y económico, por compensarla instalando contrapesos de al menos 5 m de longitud, según la norma RA6-010.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 16 de 38

Figura 4. Sistema de puesta a tierra de referencia, incluyen el uso de contrapesos.

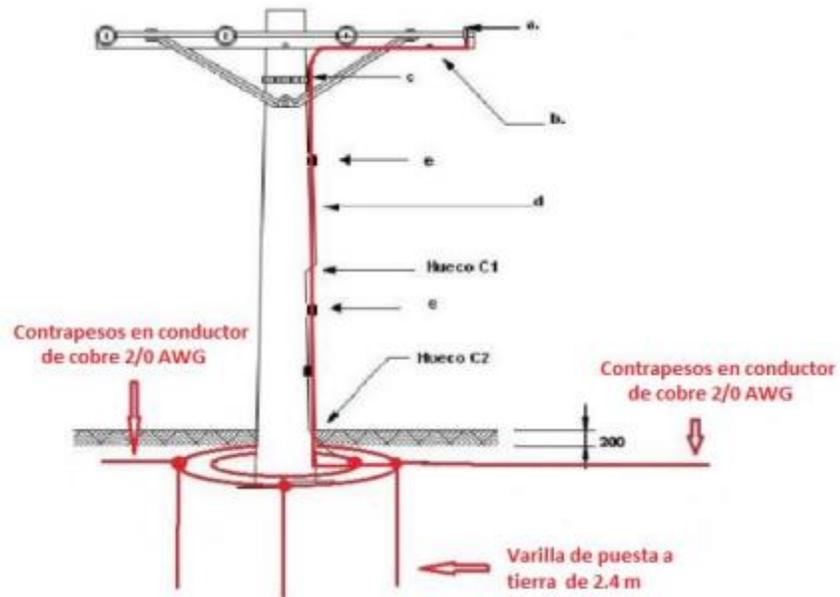


Tabla 4: Listado de materiales asociados al Sistema de Puesta a Tierra

ITEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	REFERENCIA	CÓDIGO JDE
1	Conector compresión tipo H aluminio 1/0 AWG a 266.8 KCMIL (según calibre)	ET-TD-ME11-01	-
2	Alambre acero recubierto cobre 4 AWG monopolar cubierto PE 75°C	ET-TD-ME01-45	200536
3	Varilla puesta a tierra acero recubierto cobre 5/8" x 2400mm	ET-TD-ME21-01	211357
4	Cable cobre 2/0AWG monopolar desnudo	ET-TD-ME01-28	200166
5	Conector compresión tipo c cobre principal 4/0 AWG derivación 4/0 AWG	ET-TD-ME03-30	212857
6	Conector compresión tipo c cobre principal 4 AWG derivación 4 AWG	ET-TD-ME03-30	212858

**NOTAS:**

- (1) Las cantidades para cada elemento deben ser validadas y ajustadas de acuerdo con las necesidades del proyecto o la instalación, el valor de resistividad del suelo y la configuración que debe ser seleccionada según la norma RA6-010 o el diseño particular requerido considerando las condiciones de la red.
- (2) Consultar el listado de artículos y agrupadores el número de artículo para los conectores requeridos, según el calibre del conductor.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 17 de 38

#### 6.4 Esquemas de montaje o instalación del sistema de medición.

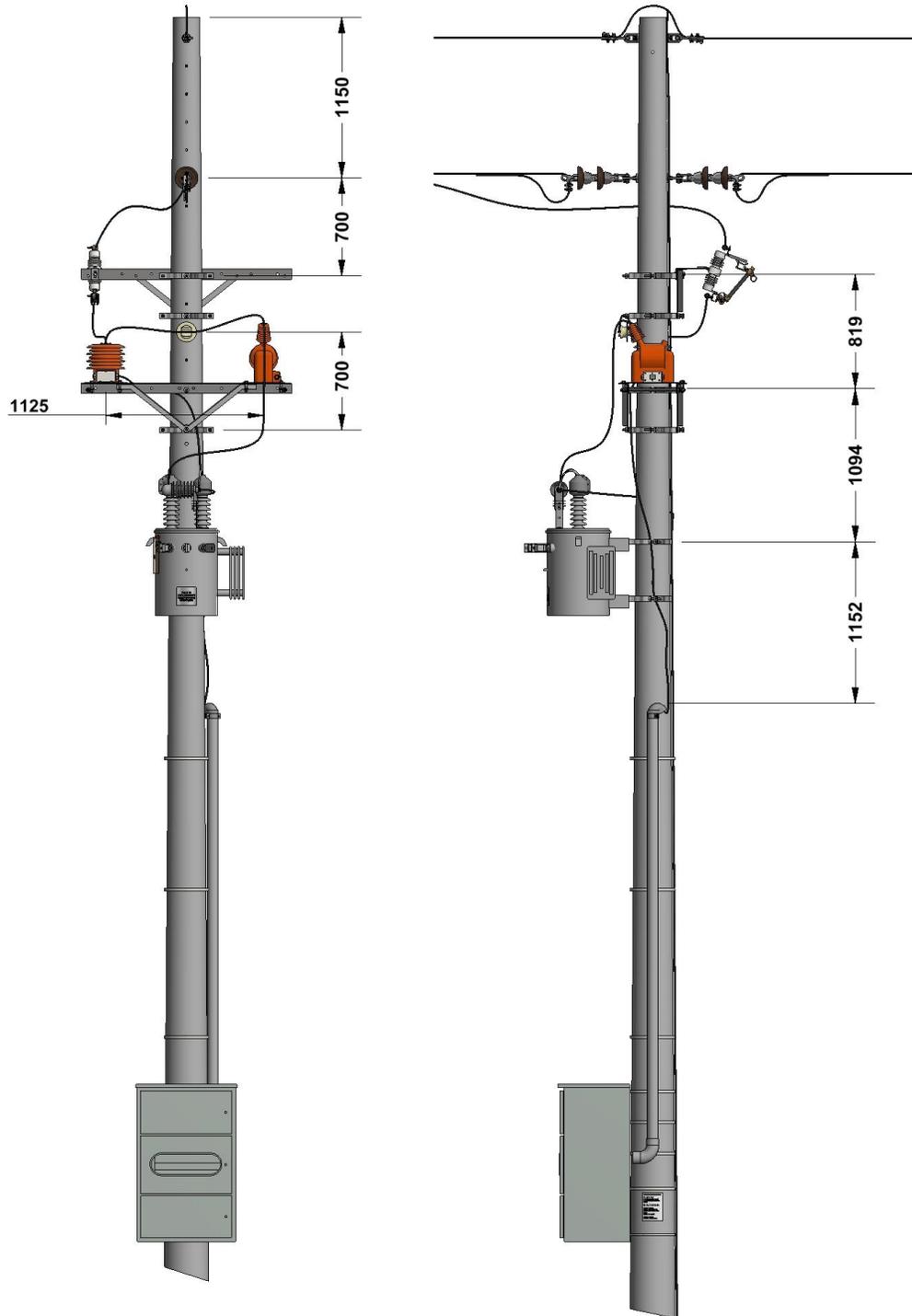
Los listados de materiales y cantidades a continuación son de referencia y, por lo tanto, las cantidades y materiales deben ser verificados y ajustados durante la etapa de diseño de la instalación y, previo a la instalación del sistema de medida.

- Todas las distancias están dadas en milímetros.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 18 de 38

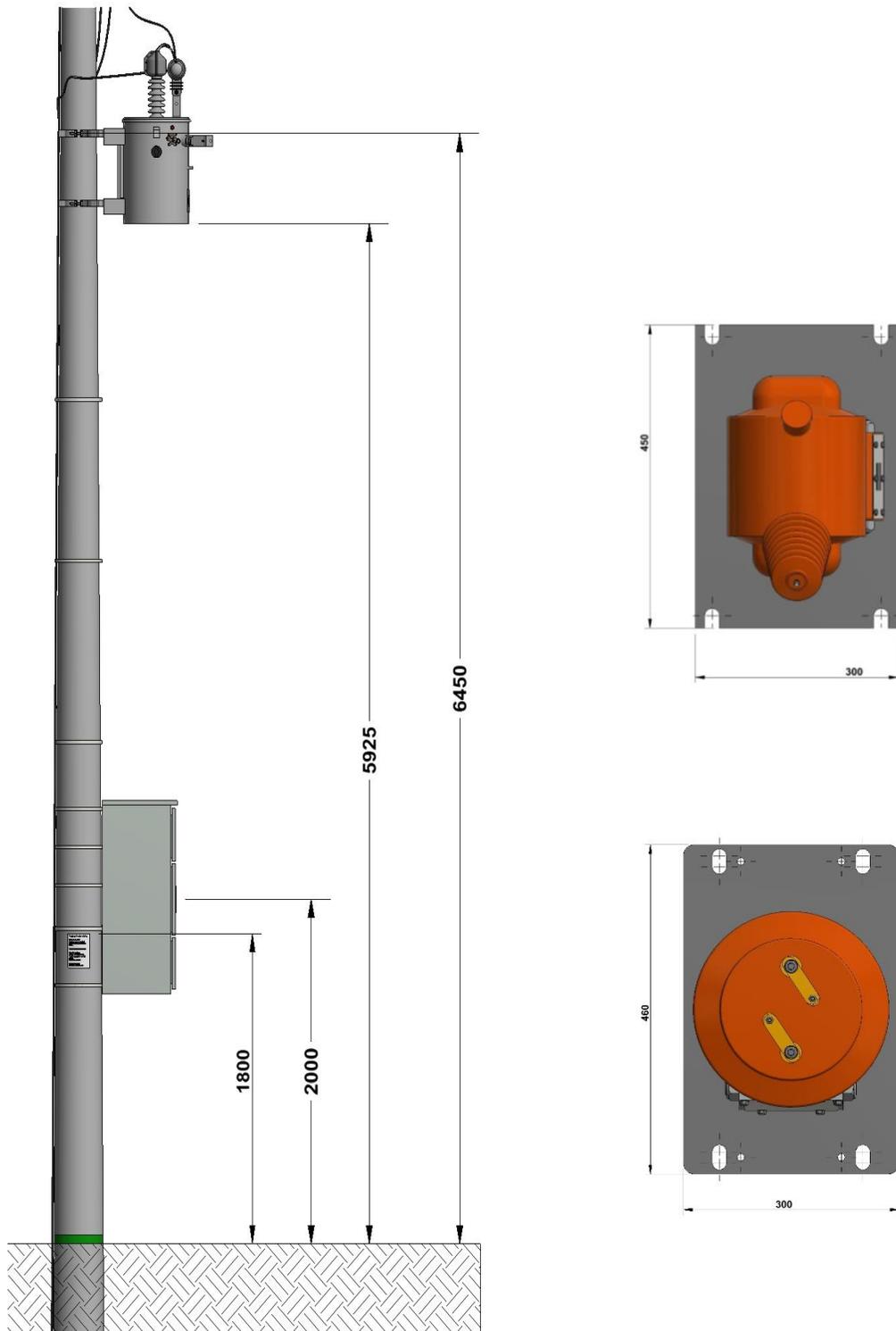


Figura 6. Montaje monofásico disposición cruceta al centro. Vista frontal y lateral



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 20 de 38

Figura 7. Montaje monofásico disposición cruceta al centro. Vista lateral y dimensiones placas para equipos



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. 0
		<p align="center"><b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b></p>	
<p align="center">CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES</p>			<p align="right">PÁGINA: 21 de 38</p>

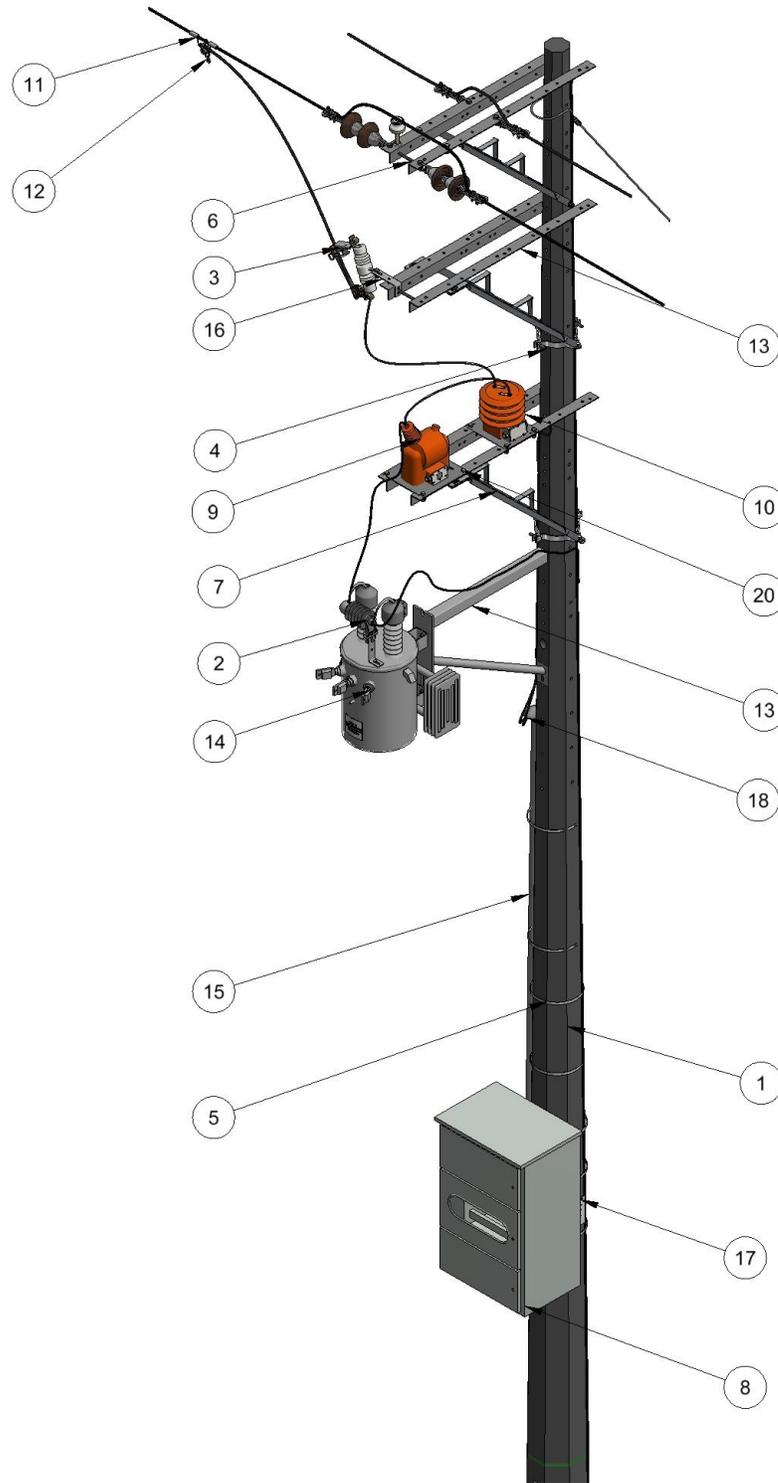
**Tabla 5. Lista de materiales montaje monofásico cruceta al centro**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
1	1	UN	POSTE FIBRA DE VIDRIO 12M 750KGF MONOLITICO	ET-TD-ME04-02	200058
2	2	UN	DPS TIPO DISTRIBUCION POLIMERICO OXIDO DE ZINC 12KV 10KA	ET-TD-ME05-02	210881
3	1	UN	CORTACIRCUITO MONOPOLAR 100A 15KV 12KA	ET-TD-ME05-06	200981
4	6	UN	COLLARIN 250 MM (10") UNA SALIDA	ET-TD-ME03-08	211328
5	5	UN	CINTA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211372
6	2	UN	ESPARRAGO 5/8" X 12"	ET-TD-ME03-19	211392
7	3	UN	DIAGONAL METALICA EN V 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16" 42"	ET-TD-ME03-02	211294
8	1	UN	GABINETE METALICO MEDIDOR ENERGIA 120-240V IP44 EXTERIOR SIN CORTE IK05 (1)	-	-
9	1	UN	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA MEDIDA 13.2KV/V3 120V/V3 CLASE 0.5 5VA 17.5KV 1NM ONP USO EXTERIOR (2)	-	-
10	1	UN	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA 2.5/5A CLASE 0.5S 2.5VA 17.5KV 1NM ONP USO EXTERIOR (3)	-	-
11	1	UN	ESTRIBO CABLE DESNUDO (CALIBRE DE ACUERDO CON RED EXISTENTE)	ET-TD-ME03-15	217349
12	1	UN	CONECTOR TRANSVERSAL (LINEA VIVA) PRINCIPAL 6-2/0AWG A DERIVACION 6-1/0AWG	ET-TD-ME11-07	212946
13	3	UN	CRUCETA METALICA 1500MM 3" X 3" X 1/4"	ET-TD-ME03-02	211274
14	1	UN	TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL (4)	ET-TD-ME06-01	200194
15	1	UN	TUBERIA ACERO GALVANIZADO IMC 1" ROSCA NPT TUBO 3M	ET-TD-ME15-03	210529
16	2	UN	HERRAJE DE SOPORTE TIPO L ESPESOR 3/8" PARA CORTACIRCUITO Y DPS EN LINEA	ET-TD-ME03-29	217357
17	1	UN	PLACA PLASTICA CON CARACTERISTICAS DE EQUIPOS	-	-
18	1	UN	CAPACETE ACERO GALVANIZADO IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 1" ROSCA NPT NTC 332	ET-TD-ME15-03	210536
19	4	UN	HEBILLA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211376

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 22 de 38

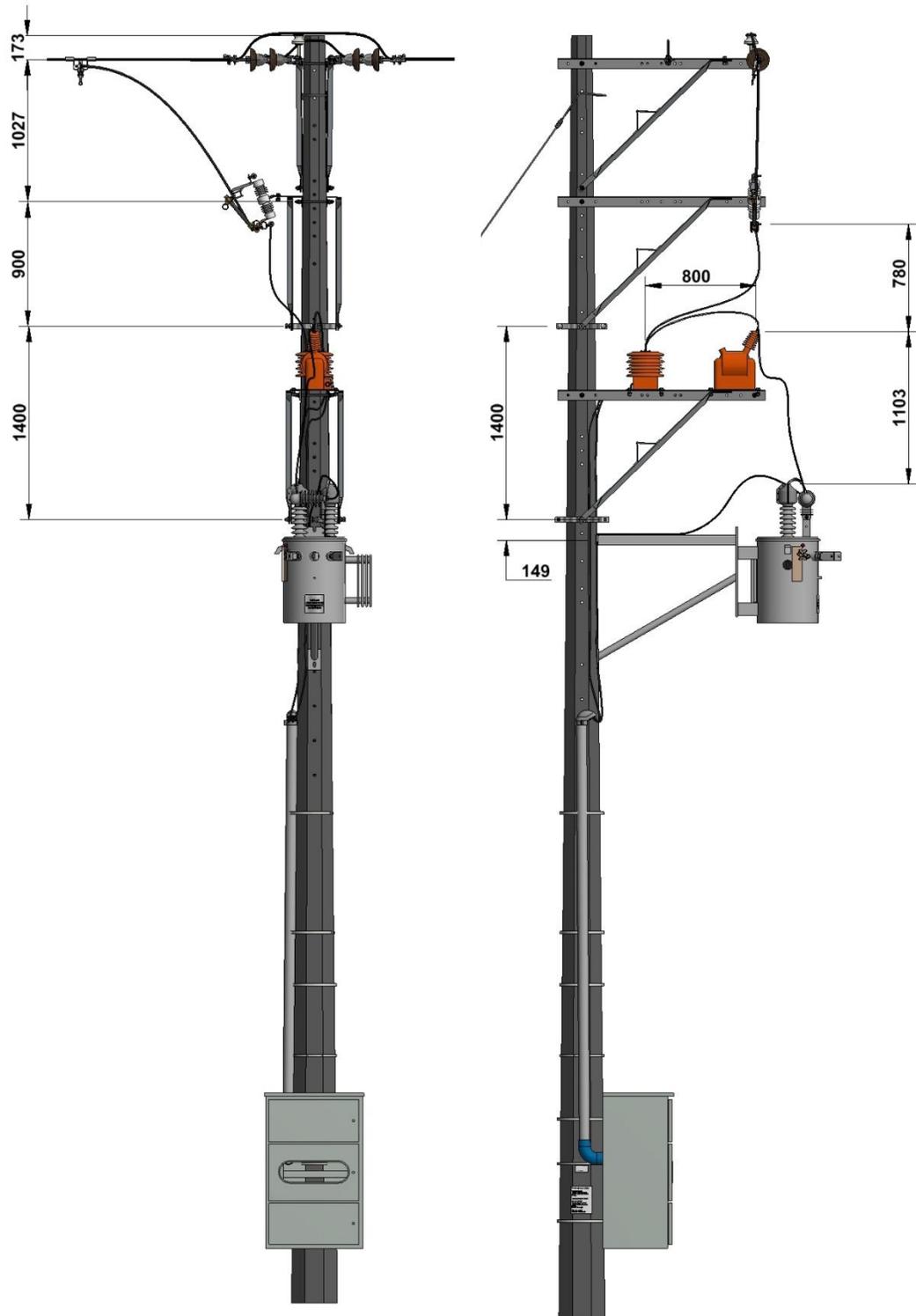
ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
20	16	UN	TORNILLO DE MÁQUINA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438
21	1	UN	MEDIDOR ENERGIA ELECTRONICO 58...240V 1(10)A 3F4H CLASE 0.5S/CLASE 2 BASE MULTIFUNCIONAL MONOCUERPO (5)	ET-TD-ME10-02	200126
22	-	M	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO (6)	ET-TD-ME01-22	200363
23	-	M	CABLE AAAC 77.4KCMIL AMES MONOPOLAR CUBIERTO XLPE/HDPE 15KV 90°C NEGRO/GRIS (6)	ET-TD-ME01-05	200454
24	1	UN	BORNERA CONEXION MEDIDORES ENERGIA	-	219619
25	1	UN	AISLADOR PIN POLIMÉRICO 15KV ANSI C29.5 CLASE 55-4	ET-TD-ME02-04	200134
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las dimensiones del tablero o gabinete de medida deben corresponder a las requeridas para alojar el medidor seleccionado, bornera de pruebas, entre otros componentes (modem).</li> <li>2. Las características descritas en para el transformador de tensión, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión.</li> <li>3. Las características descritas en para el transformador de corriente, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión</li> <li>4. El transformador de potencia puede ser nuevo o existente, asilado en aceite vegetal o mineral, la información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del transformador de potencia dependen de cada proyecto o caso.</li> <li>5. El medidor de energía puede ser de lectura directa o remota. La información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del medidor pueden variar de acuerdo con los requerimientos particulares de cada proyecto o caso.</li> <li>6. El calibre y la cantidad o longitud de los conductores se deben seleccionar de acuerdo con las características particulares de cada proyecto o caso.</li> </ol>					
<b>ENERGÍA</b>			<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
			<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES					PÁGINA: 23 de 38

Figura 8. Montaje monofásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista Isométrica



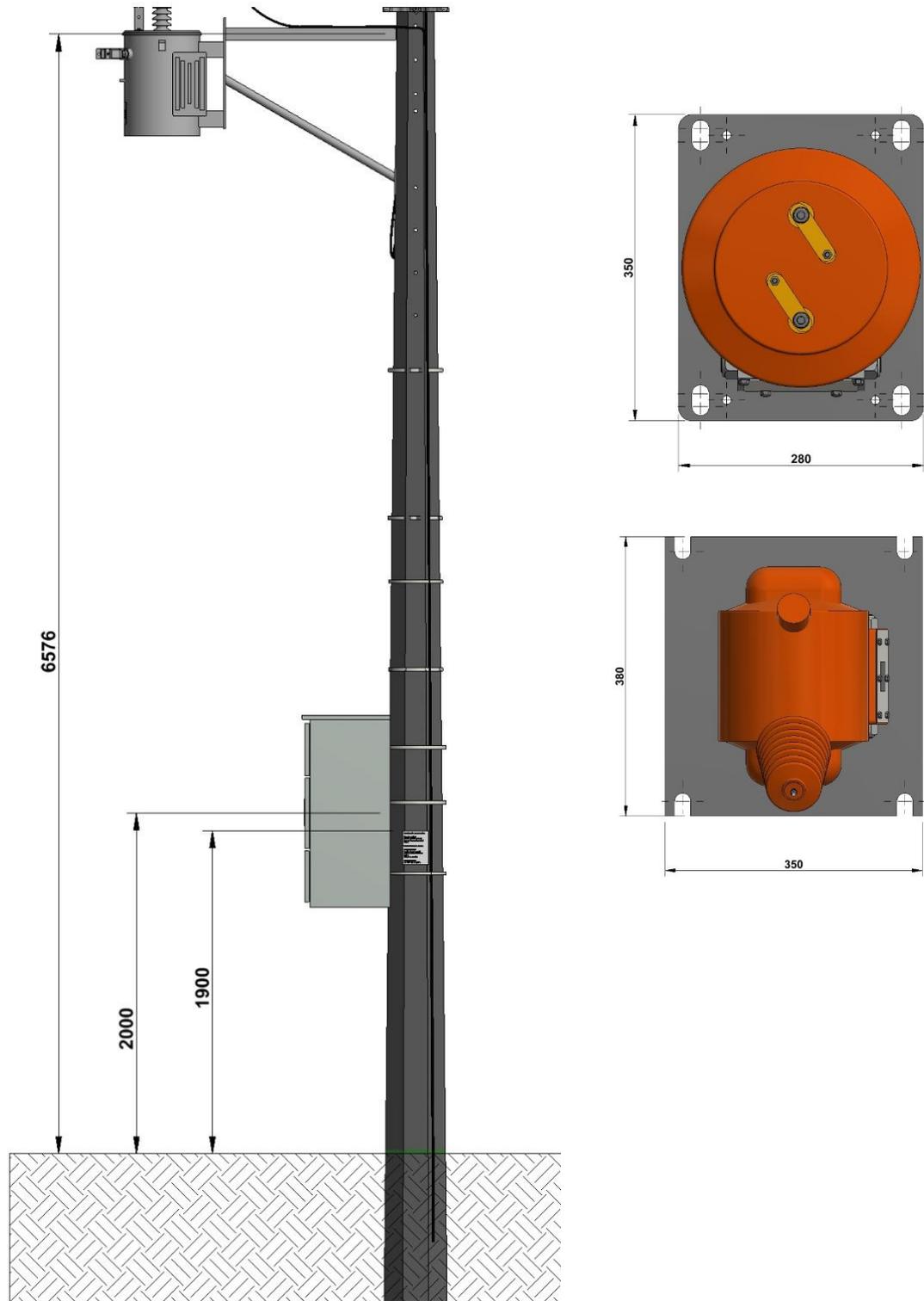
ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. 0
	<p align="center"><b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b></p>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		PÁGINA: 24 de 38	

Figura 9. Montaje monofásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista frontal y lateral



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 25 de 38

Figura 10. Montaje monofásico disposición cruceta en bandera. Vista lateral y dimensiones placas para equipos



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 26 de 38

**Tabla 6. Lista de materiales montaje monofásico cruceta en bandera o volada**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
1	1	UN	POSTE FIBRA DE VIDRIO 12M 750KGF MONOLITICO	ET-TD-ME04-02	200058
2	2	UN	DPS TIPO DISTRIBUCION POLIMERICO OXIDO DE ZINC 12KV 10KA	ET-TD-ME05-02	210881
3	1	UN	CORTACIRCUITO MONOPOLAR 100A 15KV 12KA	ET-TD-ME05-06	200981
4	2	UN	COLLARIN 250 MM (10") UNA SALIDA	ET-TD-ME03-08	211328
5	5	UN	CINTA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211372
6	6	UN	ESPARRAGO 5/8" X 12"	ET-TD-ME03-19	211392
7	3	UN	DIAGONAL METALICA RECTA 1/2" X 1/2" X 3/16" 1500MM	ET-TD-ME03-02	211290
8	1	UN	GABINETE METALICO MEDIDOR ENERGIA 120-240V IP44 EXTERIOR SIN CORTE IK05 (1)	-	-
9	1	UN	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA MEDIDA 13.2KV/V3 120V/V3 CLASE 0.5 5VA 17.5KV 1NM ONP USO EXTERIOR (2)	-	-
10	1	UN	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA 2.5/5A CLASE 0.5S 2.5VA 17.5KV 1NM ONP USO EXTERIOR (3)	-	-
11	1	UN	ESTRIBO CABLE DESNUDO (CALIBRE DE ACUERDO CON RED EXISTENTE)	ET-TD-ME03-15	217349
12	1	UN	CONECTOR TRANSVERSAL (LINEA VIVA) PRINCIPAL 6-2/0AWG A DERIVACION 6-1/0AWG	ET-TD-ME11-07	212946
13	3	UN	CRUCETA METALICA 1500MM 3" X 3" X 1/4"	ET-TD-ME03-02	211274
14	1	UN	TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL (4)	ET-TD-ME06-01	200194
15	1	UN	TUBERIA ACERO GALVANIZADO IMC 1" ROSCA NPT TUBO 3M	ET-TD-ME15-03	210529
16	1	UN	HERRAJE DE SOPORTE TIPO L ESPESOR 3/8" PARA CORTACIRCUITO Y DPS EN LINEA	ET-TD-ME03-29	217357

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 27 de 38

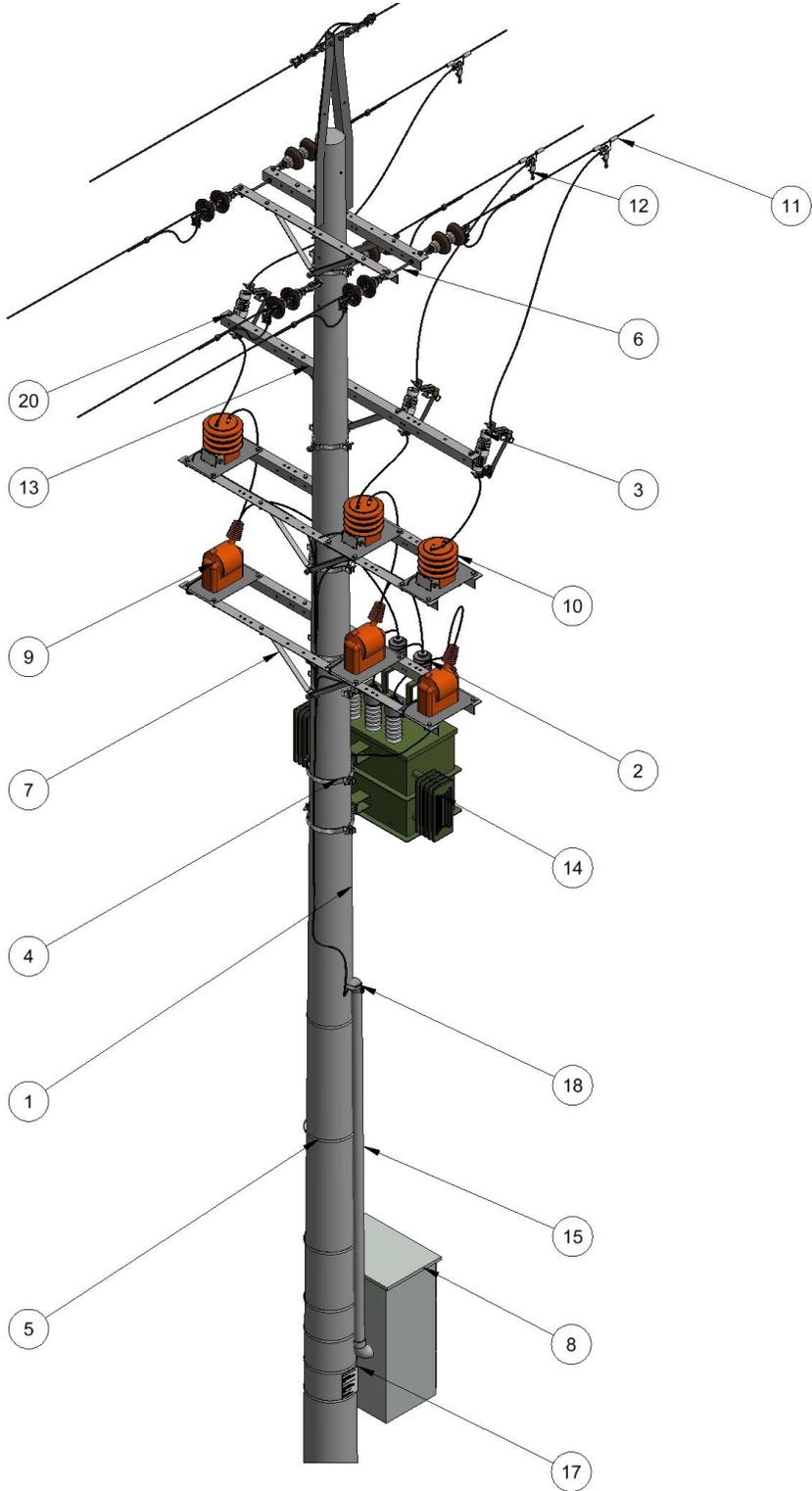
ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
17	1	UN	PLACA PLASTICA CON CARACTERISTICAS DE EQUIPOS	-	-
18	1	UN	CAPACETE ACERO GALVANIZADO IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 1" ROSCA NPT NTC 332	ET-TD-ME15-03	210536
19	4	UN	HEBILLA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211376
20	12	UN	TORNILLO DE MÁQUINA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438
21	1	UN	MEDIDOR ENERGIA ELECTRONICO 58...240V 1(10)A 3F4H CLASE 0.5S/CLASE 2 BASE MULTIFUNCIONAL MONOCUERPO (5)	ET-TD-ME10-02	200126
22	-	M	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO (6)	ET-TD-ME01-22	200363
23	-	M	CABLE AAAC 77.4KCMIL AMES MONOPOLAR CUBIERTO XLPE/HDPE 15KV 90°C NEGRO/GRIS (6)	ET-TD-ME01-05	200454
24	1	UN	BORNERA CONEXION MEDIDORES ENERGIA	-	219619
25	1	UN	SOPORTE PARA TRANSFORMADOR LARGO 1000MM - ALTO 900MM	ET-TD-ME03-60	218334

Notas:

1. Las dimensiones del tablero o gabinete de medida deben corresponder a las requeridas para alojar el medidor seleccionado, bornera de pruebas, entre otros componentes (modem).
2. Las características descritas en para el transformador de tensión, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión.
3. Las características descritas en para el transformador de corriente, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión
4. El transformador de potencia puede ser nuevo o existente, asilado en aceite vegetal o mineral, la información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del transformador de potencia dependen de cada proyecto o caso.
5. El medidor de energía puede ser de lectura directa o remota. La información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del medidor pueden variar de acuerdo con los requerimientos particulares de cada proyecto o caso.
6. El calibre y la cantidad o longitud de los conductores se deben seleccionar de acuerdo con las características particulares de cada proyecto o caso.

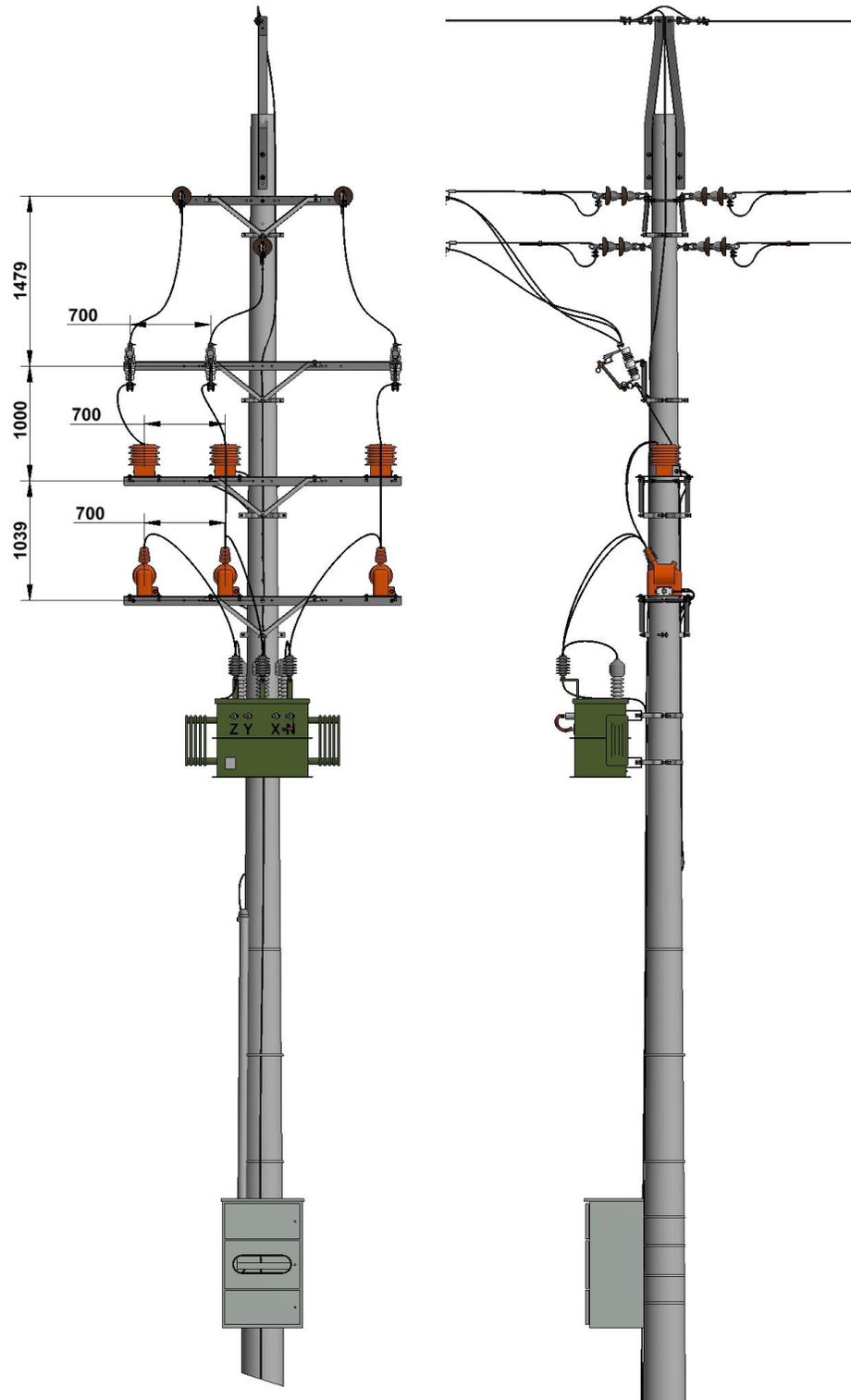
<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 28 de 38

Figura 12. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista frontal y lateral



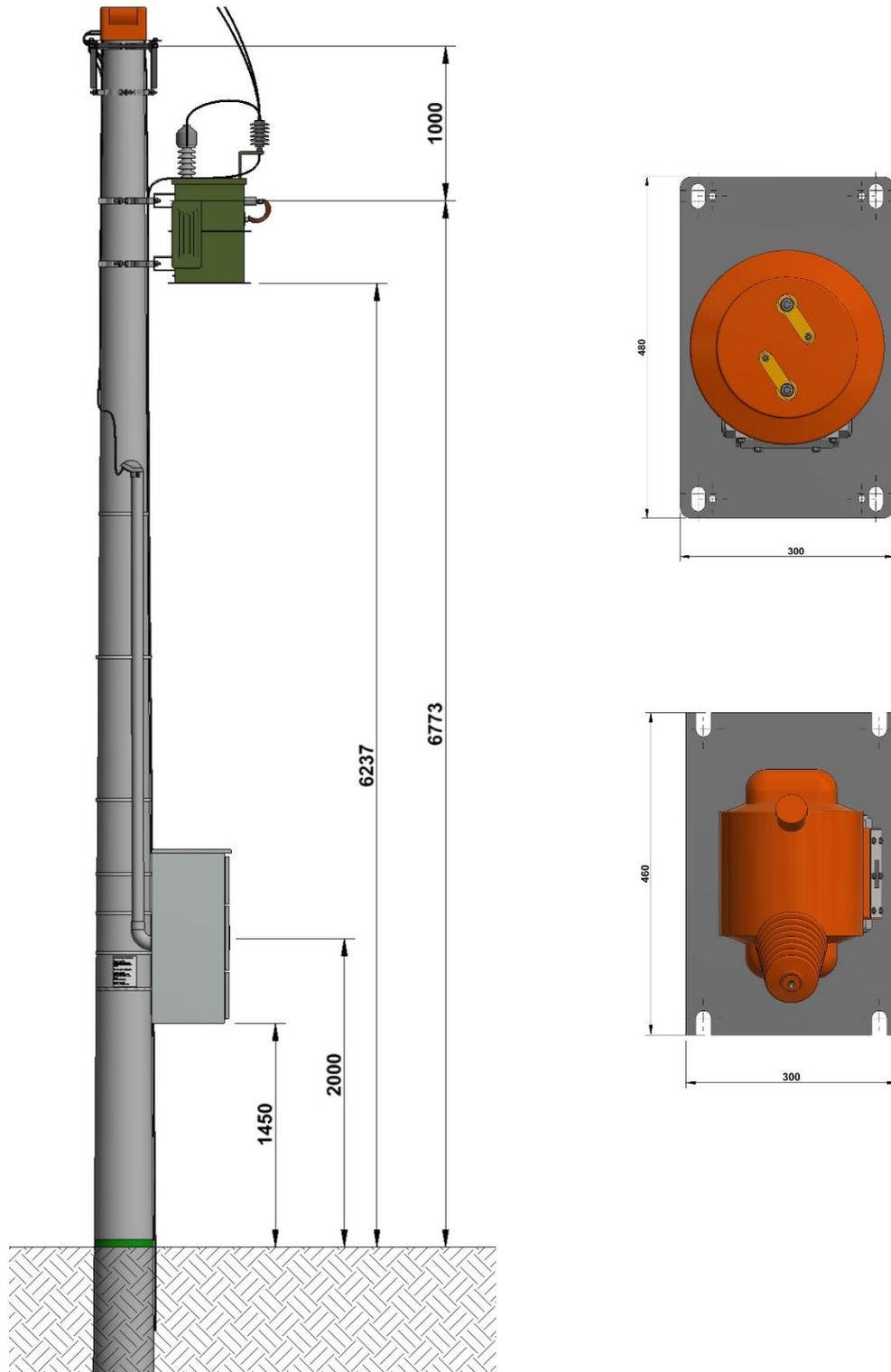
ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
	<p align="center"><b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b></p>		
<p align="center">CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES</p>		<p align="right">PÁGINA: 29 de 38</p>	

Figura 13. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista frontal y lateral



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
		<p align="center"><b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b></p>	
<p align="center">CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES</p>			<p align="right">PÁGINA: 30 de 38</p>

Figura 14. Montaje trifásico disposición cruceta al centro. Vista lateral y dimensiones placas para equipos



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 31 de 38

**Tabla 7. Lista de materiales montaje trifásico cruceta al centro**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
1	1	UN	POSTE FIBRA DE VIDRIO 14M 750KGF MONOLÍTICO	ET-TD-ME04-02	200166
2	3	UN	DPS TIPO DISTRIBUCION POLIMERICO OXIDO DE ZINC 12KV 10KA	ET-TD-ME05-02	210881
3	3	UN	CORTACIRCUITO MONOPOLAR 100A 15KV 12KA	ET-TD-ME05-06	200981
4	8	UN	COLLARIN 250 MM (10") UNA SALIDA	ET-TD-ME03-08	211328
5	5	UN	CINTA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211372
6	4	UN	ESPARRAGO 5/8" X 12"	ET-TD-ME03-19	211392
7	5	UN	DIAGONAL METALICA EN V 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16" 48"	ET-TD-ME03-02	211295
8	1	UN	GABINETE METALICO MEDIDOR ENERGIA 120-240V IP44 EXTERIOR SIN CORTE IK05 (1)	-	-
9	3	UN	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA MEDIDA 13.2KV/V3 120V/V3 CLASE 0.5 5VA 17.5KV 1NM ONP USO EXTERIOR (2)	-	-
10	3	UN	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA 2.5/5A CLASE 0.5S 2.5VA 17.5KV 1NM ONP USO EXTERIOR (3)	-	-
11	3	UN	ESTRIBO CABLE DESNUDO (CALIBRE DE ACUERDO CON RED EXISTENTE)	ET-TD-ME03-15	217349
12	3	UN	CONECTOR TRANSVERSAL (LINEA VIVA) PRINCIPAL 6-2/0AWG A DERIVACION 6-1/0AWG	ET-TD-ME11-07	212946
13	5	UN	CRUCETA METALICA 2400MM 3" X 3" X 1/4"	ET-TD-ME03-02	211275
14	1	UN	TRANSFORMADOR 3F 30KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL (4)	ET-TD-ME06-01	200219
15	1	UN	TUBERIA ACERO GALVANIZADO IMC 1" ROSCA NPT TUBO 3M	ET-TD-ME15-03	210529
16	3	UN	HERRAJE DE SOPORTE TIPO L ESPESOR 3/8" PARA CORTACIRCUITO Y DPS EN LINEA	ET-TD-ME03-29	217357
17	1	UN	PLACA PLASTICA CON CARACTERISTICAS DE EQUIPOS	-	-
18	1	UN	CAPACETE ACERO GALVANIZADO IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 1" ROSCA NPT NTC 332	ET-TD-ME15-03	210536
19	5	UN	HEBILLA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211376

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 32 de 38

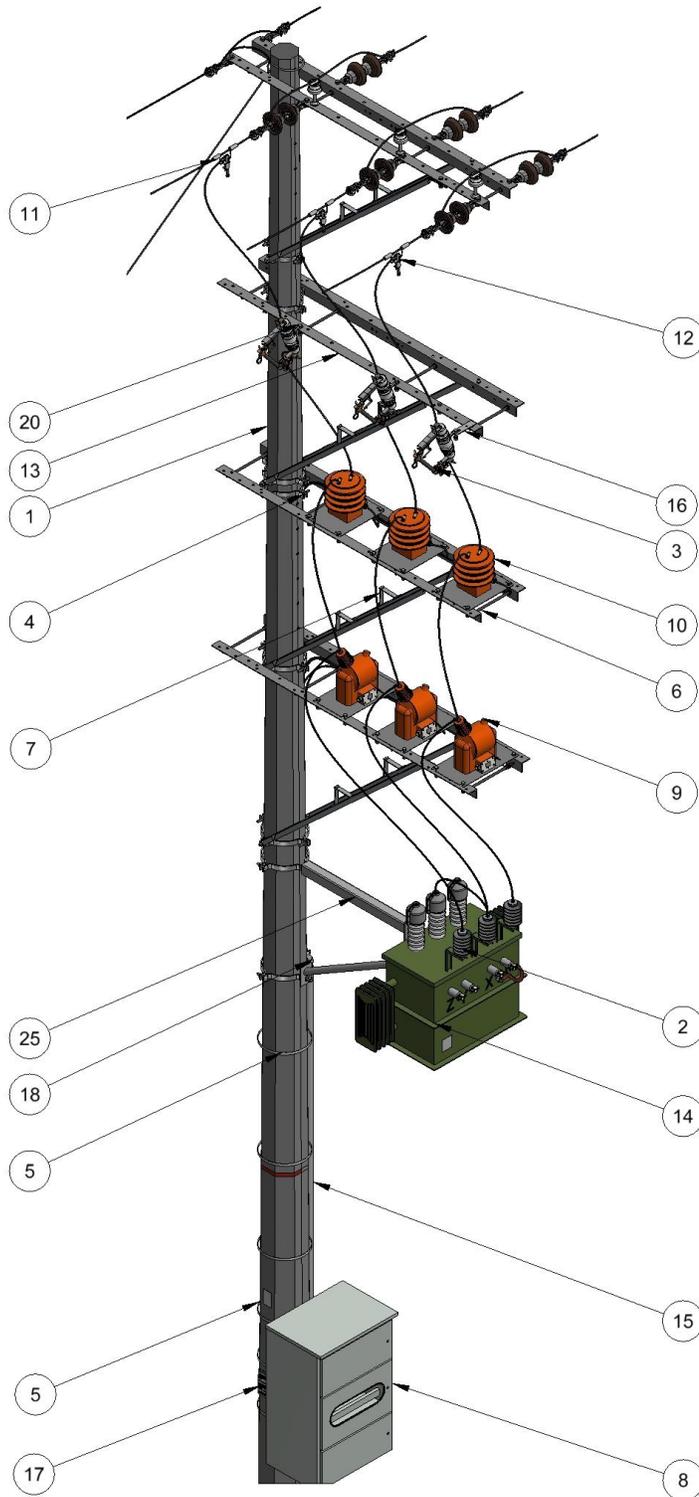
ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
20	42	UN	TORNILLO DE MÁQUINA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438
21	1	UN	MEDIDOR ENERGIA ELECTRONICO 58...240V 1(10)A 3F4H CLASE 0.5S/CLASE 2 BASE MULTIFUNCIONAL MONOCUERPO (5)	ET-TD-ME10-02	200126
22	-	M	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO (6)	ET-TD-ME01-22	200363
23	-	M	CABLE AAAC 77.4KCMIL AMES MONOPOLAR CUBIERTO XLPE/HDPE 15KV 90°C NEGRO/GRIS (6)	ET-TD-ME01-05	200454
24	1	UN	BORNERA CONEXION MEDIDORES ENERGIA	-	219619

Notas:

1. Las dimensiones del tablero o gabinete de medida deben corresponder a las requeridas para alojar el medidor seleccionado, bornera de pruebas, entre otros componentes (modem).
2. Las características descritas en para el transformador de tensión, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión.
3. Las características descritas en para el transformador de corriente, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión.
4. El transformador de potencia puede ser nuevo o existente, asilado en aceite vegetal o mineral, la información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del transformador de potencia dependen de cada proyecto o caso.
5. El medidor de energía puede ser de lectura directa o remota. La información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del medidor pueden variar de acuerdo con los requerimientos particulares de cada proyecto o caso.
6. El calibre y la cantidad o longitud de los conductores se deben seleccionar de acuerdo con las características particulares de cada proyecto o caso.

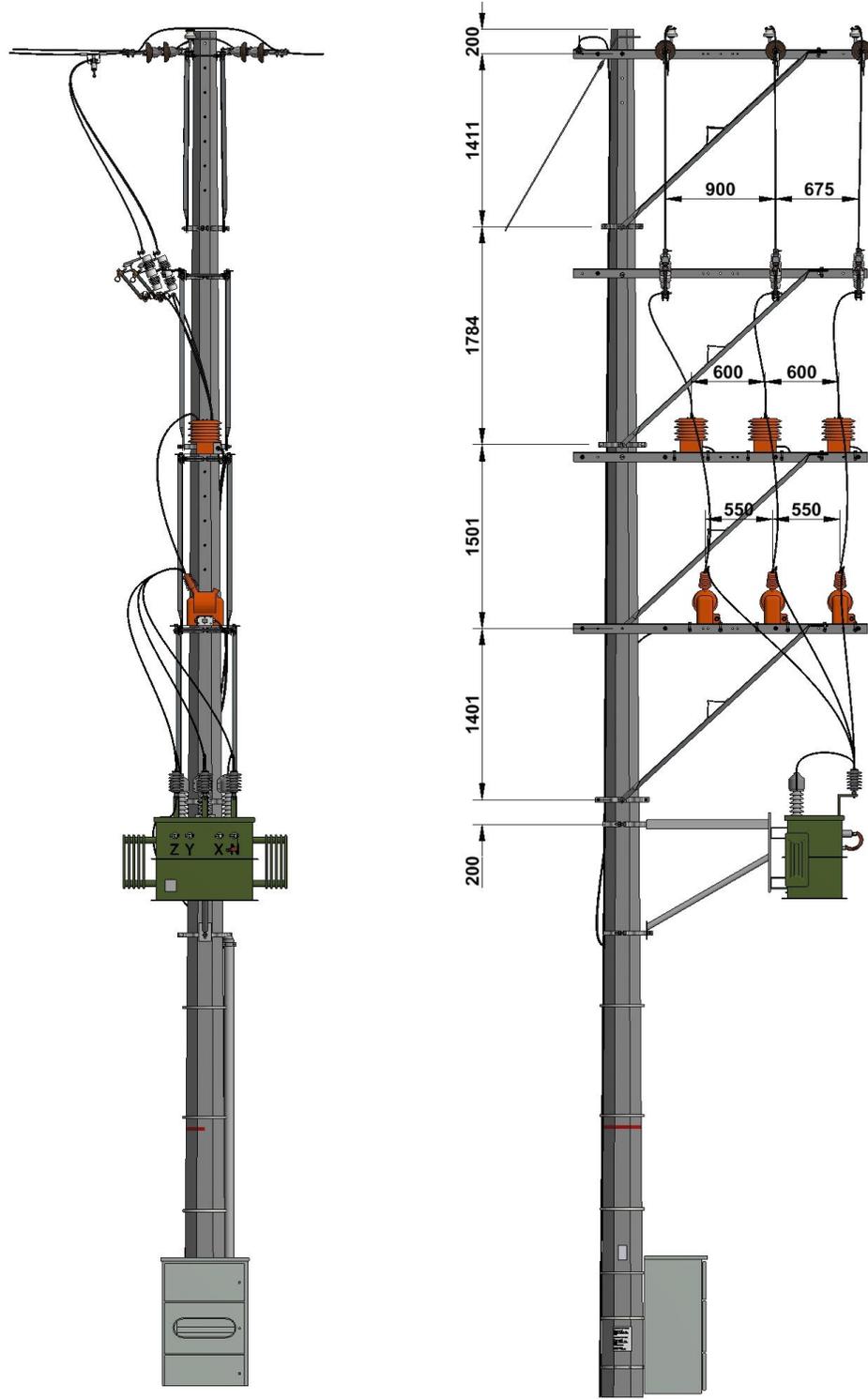
<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 33 de 38

Figura 15. Montaje trifásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista Isométrica



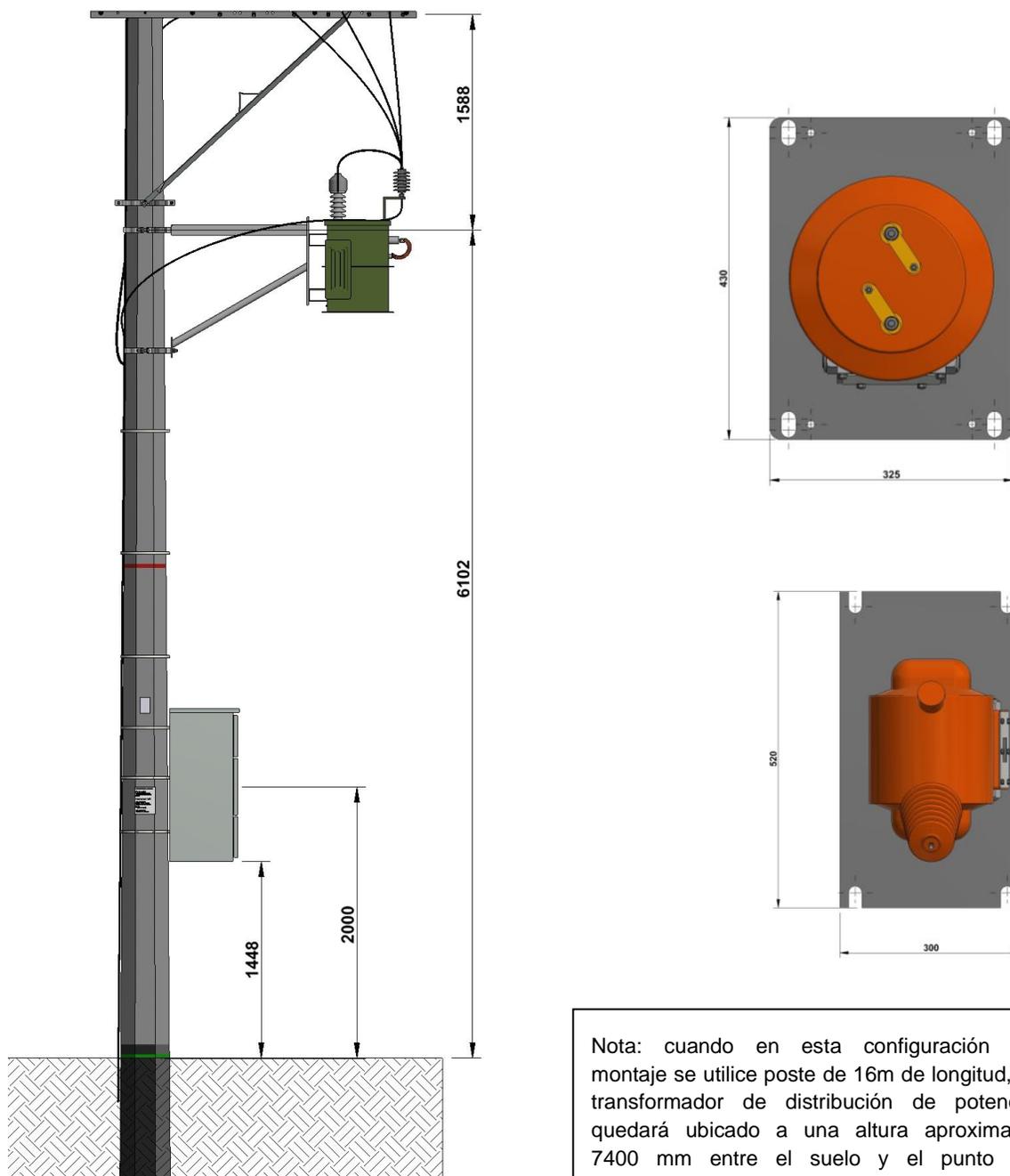
ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. <b>0</b>
	<p align="center"><b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b></p>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		PÁGINA: 34 de 38	

Figura 16. Montaje trifásico disposición cruceta en bandera o volada. Vista frontal y lateral



ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. 0
		<p align="center"><b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b></p>	
<p align="center">CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES</p>			<p align="right">PÁGINA: 35 de 38</p>

Figura 17. Montaje trifásico disposición en bandera o volada. Vista lateral y dimensiones placas para equipos



Nota: cuando en esta configuración de montaje se utilice poste de 16m de longitud, el transformador de distribución de potencia quedará ubicado a una altura aproximada 7400 mm entre el suelo y el punto de aseguramiento sobre el poste.

ENERGÍA	NORMA TÉCNICA	RA8-028	REV. 0
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 36 de 38

**Tabla 8. Lista de cantidades montaje trifásico cruceta en bandera o volada**

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
1	1	UN	POSTE FIBRA DE VIDRIO 14M 750KGF MONOLÍTICO	ET-TD-ME04-02	200166
2	3	UN	DPS TIPO DISTRIBUCION POLIMERICO OXIDO DE ZINC 12KV 10KA	ET-TD-ME05-02	210881
3	3	UN	CORTACIRCUITO MONOPOLAR 100A 15KV 12KA	ET-TD-ME05-06	200981
4	6	UN	COLLARIN 250 MM (10") UNA SALIDA	ET-TD-ME03-08	211328
5	5	UN	CINTA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211372
6	4	UN	ESPARRAGO 5/8" X 12"	ET-TD-ME03-19	211392
7	6	UN	DIAGONAL METALICA RECTA 2"X2"X1/4" 2400MM	ET-TD-ME03-02	211291
8	1	UN	GABINETE METALICO MEDIDOR ENERGIA 120-240V IP44 EXTERIOR SIN CORTE IK05 (1)	-	-
9	3	UN	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL PARA MEDIDA 13.2KV/V3 120V/V3 CLASE 0.5 5VA 17.5KV 1NM 0NP USO EXTERIOR (2)	-	-
10	3	UN	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA 2.5/5A CLASE 0.5S 2.5VA 17.5KV 1NM 0NP USO EXTERIOR (3)	-	-
11	3	UN	ESTRIBO CABLE DESNUDO (CALIBRE DE ACUERDO CON RED EXISTENTE)	ET-TD-ME03-15	217349
12	3	UN	CONECTOR TRANSVERSAL (LINEA VIVA) PRINCIPAL 6-2/0AWG A DERIVACION 6-1/0AWG	ET-TD-ME11-07	212946
13	6	UN	CRUCETA METALICA 2400MM 3" X 3" X 1/4"	ET-TD-ME03-02	211275
14	1	UN	TRANSFORMADOR 3F 30KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL (4)	ET-TD-ME06-01	200219
15	1	UN	TUBERIA ACERO GALVANIZADO IMC 1" ROSCA NPT TUBO 3M	ET-TD-ME15-03	210529
16	3	UN	HERRAJE DE SOPORTE TIPO L ESPESOR 3/8" PARA CORTACIRCUITO Y DPS EN LINEA	ET-TD-ME03-29	217357
17	1	UN	PLACA PLASTICA CON CARACTERISTICAS DE EQUIPOS	-	-
18	1	UN	CAPACETE ACERO GALVANIZADO IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 1" ROSCA NPT NTC 332	ET-TD-ME15-03	210536
19	5	UN	HEBILLA ACERO INOXIDABLE 3/8"	ET-TD-ME03-21	211376

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
	<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 37 de 38

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	CÓDIGO DE INVENTARIO (JDE)
20	42	UN	TORNILLO DE MÁQUINA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 5/8" X 1 1/2"	ET-TD-ME03-17	211438
21	1	UN	MEDIDOR ENERGIA ELECTRONICO 58...240V 1(10)A 3F4H CLASE 0.5S/CLASE 2 BASE MULTIFUNCIONAL MONOCUERPO (5)	ET-TD-ME10-02	200126
22	-	M	CABLE COBRE 12AWG MONOPOLAR AISLADO XLPE 600V 90°C NEGRO (6)	ET-TD-ME01-22	200363
23	-	M	CABLE AAAC 77.4KCMIL AMES MONOPOLAR CUBIERTO XLPE/HDPE 15KV 90°C NEGRO/GRIS (6)	ET-TD-ME01-05	200454
24	1	UN	BORNERA CONEXION MEDIDORES ENERGIA	-	219619
25	1	UN	SOPORTE PARA TRANSFORMADOR LARGO 1000MM - ALTO 900MM	ET-TD-ME03-60	218334

Notas:

1. Las dimensiones del tablero o gabinete de medida deben corresponder a las requeridas para alojar el medidor seleccionado, bornera de pruebas, entre otros componentes (modem).
2. Las características descritas en para el transformador de tensión, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión.
3. Las características descritas en para el transformador de corriente, son de referencia, todas sus propiedades deben seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del proyecto, la instalación y el punto de conexión
4. El transformador de potencia puede ser nuevo o existente, asilado en aceite vegetal o mineral, la información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del transformador de potencia dependen de cada proyecto o caso.
5. El medidor de energía puede ser de lectura directa o remota. La información indicada en el listado de cantidades es solo de referencia, las características del medidor pueden variar de acuerdo con los requerimientos particulares de cada proyecto o caso.
6. El calibre y la cantidad o longitud de los conductores se deben seleccionar de acuerdo con las características particulares de cada proyecto o caso.

<b>ENERGÍA</b>	<b>NORMA TÉCNICA</b>	<b>RA8-028</b>	REV. <b>0</b>
		<b>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE SISTEMA DE MEDICIÓN ACTIVOS DE CONEXIÓN TRANSFORMADORES MONOUSUARIOS</b>	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			PÁGINA: 38 de 38