

## Acometidas y Sistemas de Medida

# **NTM-09**

## **INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN**

ESSA – Área de Proyectos – Equipo CET

**CONTROL DE CAMBIOS**

<b>Fecha</b>	<b>Naturaleza del cambio</b>	<b>Elaboró</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
2021-05-21	Elaboración	Equipo CET – Área de Proyectos	Equipo CET – Área de Proyectos	Comité técnico ESSA
Grupo Homologación y Normalización CET: Álvaro Ayala Rodríguez, Fredy Antonio Pico Sánchez, Adriana Marcela Ortiz Roa, Gema Liliana Carvajal Jiménez				

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 3 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	6
2.	ALCANCE .....	6
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	7
4.	DEFINICIONES.....	6
5.	ANTECEDENTES .....	8
6.	MACROMEDICIÓN EN BAJA TENSIÓN .....	8
6.1	MACROMEDICIÓN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN (1F O 3F) Y CIRCUITOS RAMALES DE CUALQUIER CAPACIDAD DE POTENCIA. ....	8
6.2	MACROMEDICIÓN EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS CON POTENCIA IGUAL O MENOR A 15 KVA.....	10
6.3	MEDIDORES DE ENERGÍA .....	10
6.4	CAJA HERMÉTICA .....	11
6.5	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE.....	11
6.6	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN .....	13
6.6.1	DETALLES DE MONTAJE .....	23
7.	INSTALACIÓN DE MACROMEDIDOR TELEMEDIDO .....	32
7.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	32
7.1.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN .....	32
7.1.2	PARAMETRIZACIÓN .....	33
7.1.3	PERFIL DE CARGA.....	34
7.1.4	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN .....	34
7.1.5	DETALLE DE MONTAJE .....	34
7.2	INSTALACIÓN DE MACROMEDIDOR EN MEDIA TENSIÓN .....	36
7.2.1	GENERALIDADES.....	36
7.2.2	UBICACIÓN .....	37
7.2.3	RECOMENDACIONES MECÁNICAS.....	37
7.2.4	RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.....	38

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 4 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Documentos de referencia .....	8
Tabla 2. Transformadores de corriente para balance .....	11
Tabla 3. Selección de transformadores de corriente para instalación en transformadores monofásicos de distribución. ....	12
Tabla 4. Selección de transformadores de corriente para instalación en transformadores trifásicos de distribución. ....	12
Tabla 5. Selección de transformadores de corriente para instalación en transformadores trifásicos contención nominal secundaria 440 V / 220 V. ....	13
Tabla 6. Lista general de materiales. Instalación de macromedidor en transformador 1F de potencia menor o igual a 15 kVA. ....	24
Tabla 7. Lista general de materiales. Instalación de macromedidor en transformador 1F o 3F, con TCs externos. ....	25
Tabla 8. Lista general de materiales. Instalación de macromedidor en transformador 1F o 3F, con TCs internos. ....	25
Tabla 9. Lista general de materiales. Instalación de medidor integrador en transformador 1F o 3F, con TCs externos. ....	35
Tabla 10. Lista general de materiales. Instalación de medidor integrador en transformador 1F o 3F, con TCs internos. ....	35

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 5 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de conexión macromedición con medida directa en transformador monofásico potencia menor a 15 kVA, medidor de conexión asimétrica o europeo. ....	13
Figura 2. Diagrama de conexión macromedición con medida directa en transformador monofásico potenciamenor a 15 kVA, medidor de conexión simétrica o americana. ....	14
Figura 3. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores existentes, sin TCs internos.....	15
Figura 4. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores nuevos con TCs internos.....	16
Figura 5. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores existentes, sin TCs internos.....	17
Figura 6. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores nuevos con TCs internos. ....	18
Figura 7. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores existentes sin TCs internos.....	19
Figura 8. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico, medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores nuevos con TCs internos.....	20
Figura 9. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores existentes sin TCs internos.....	21
Figura 10. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores nuevos con TCs internos.....	22
Figura 11. Transformador de distribución con TC's internos, terminales de conexión (1) en cable y (2) con bornera de conexión .....	23
Figura 12. Instalación de macromedidor en transformador 1F con potencia menor o igual a 15 kVA ....	24
Figura 13. Instalación de macromedidor en transformador monofásico con TCs externos.....	26
Figura 14. Instalación de macromedidor en transformador trifásico con TCs externos.....	27
Figura 15. Instalación de macromedidor en transformador monofásico con TCs internos.....	28
Figura 16. Instalación de macromedidor en transformador trifásico con TCs internos.....	29
Figura 17. Instalación de macro medición en subestación interna .....	30
Figura 18. Instalación de macromedición en un circuito ramal.....	31
Figura 19. Instalación de medidor integrador telemedido en transformador trifásico con TCs externos.	36
Figura 20. Principio de funcionamiento del sistema combinado.....	37
Figura 21. Transformador combinado de medida .....	39

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 6 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

## 1. OBJETO

Esta norma técnica tiene como objeto la descripción de las características técnicas de instalación de macromedidores o medidores de balance.

## 2. ALCANCE

La presente norma técnica tiene como alcance la instalación de macromedidores o medidores de balance, en bornes secundarios de transformadores de distribución, en circuitos ramales de baja tensión y de media tensión, haciendo uso de la tecnología de medidores y equipos especiales existentes en ESSA.

## 3. DEFINICIONES

**Acometida:** 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. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, para los efectos del presente reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición.

**Apoyo:** Nombre genérico dado al dispositivo de soporte de conductores y aisladores de las líneas o redes aéreas. Pueden ser postes, torres u otro tipo de estructuras.

**Caja hermética o encerramiento:** Envoltente o carcasa que rodean una instalación o un equipo para evitar que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas o para proteger los equipos contra daños físicos.

**Equipo de medida o medidor:** Dispositivo destinado a la medición o registro del consumo o de las transferencias de energía.

**Medidor de energía activa.** Instrumento destinado a medir la energía activa mediante la integración de la potencia activa con respecto al tiempo.

**Medidor de energía reactiva.** Instrumento destinado a medir la energía reactiva mediante la integración de la potencia reactiva con respecto al tiempo.

**Medidor estático.** Medidor en el cual la corriente y la tensión actúan sobre elementos de estado sólido (electrónicos) para producir una salida proporcional a la energía a ser medida.

**Medidor estático multifuncional.** Medidor que incluye funciones adicionales a las metrológicas básicas, tales como registro de demanda máxima, registro de tiempo de uso, dispositivo de control de tarifa y/o carga, como un interruptor horario o un receptor de telemando centralizado.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 7 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

**Medidor estático multienergía.** Medidor que, en una única carcasa, mide más de un tipo de energía, con o sin salida de impulso: con o sin puerto de comunicación óptico.

**Servicio monofásico bifilar.** Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por un conductor correspondiente a la fase y un conductor correspondiente al neutro. La fase y el neutro pueden provenir de un transformador de potencia monofásico.

**Servicio monofásico trifilar.** Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por dos conductores correspondientes a las fases y un conductor correspondiente al neutro, provenientes de un transformador de potencia monofásico.

**Servicio bifásico trifilar.** Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por dos conductores correspondientes a las fases y un conductor correspondiente al neutro provenientes de un transformador de potencia trifásico.

**Servicio trifásico trifilar.** Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por tres conductores correspondientes a las fases provenientes de un transformador de potencia trifásico.

**Servicio trifásico tetrafilar.** Corresponde a una instalación eléctrica en la cual la acometida está conformada por tres conductores correspondientes a las fases y un conductor correspondiente al neutro provenientes de un transformador de potencia trifásico.

**Tensión nominal o de referencia (Vn).** Valor de la tensión en función de la cual se fija el desempeño del medidor.

**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.

**Relación de transformación nominal.** Relación dada entre las señales de entrada y salida de los transformadores de medida. Ésta se da entre la tensión primaria nominal y la tensión secundaria nominal, y entre la corriente primaria nominal y la corriente secundaria nominal.

#### 4. 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.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 8 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

**Tabla 1. Documentos de referencia**

Código del documento	Descripción
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
Resolución CREG 038 (2014)	Por la cual se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes
NTC 2050	Código Eléctrico Colombiano

## 5. ANTECEDENTES

Esta norma técnica reúne los requerimientos técnicos para instalaciones monofásicas y para trifásicas. La actualización de esta norma incluye diagramas de conexión que contemplan transformadores de distribución con CT's internos, con y sin bornera de conexión, instalación de medidores con teledistribución e instalación de equipos especiales de macromedición en media tensión, lo anterior por medio del uso de tecnologías no convencionales, tales como, medidores bicuerpo, medidores telegestionados y transformadores de medida combinada.

La instalación de medidores de energía integradores o de balance, se utilizan con el objetivo de medir el total de la energía suministrada desde un transformador de distribución o desde un nodo o circuito ramal de la red aérea o subterránea de distribución de baja tensión. El valor de energía registrado por el medidor integrador deberá ser aproximadamente igual a la suma del valor de energía registrado por el medidor de cada usuario y/o cargas especiales en la red, conectado a dicho transformador o circuito; las diferencias admisibles son debidas a pérdidas técnicas de energía en los conductores y conexiones de la red.

## 6. MACROMEDICIÓN EN BAJA TENSIÓN

La macromedición en baja tensión tiene como puntos de instalación los bornes terminales secundarios de los transformadores de distribución y los circuitos ramales de baja tensión.

En general, la macromedición debe realizarse de forma semi-directa, es decir, por medio de transformadores de corriente, sin embargo, se pueden presentar casos especiales para los cuales la macromedición deba realizarse de forma directa, es decir, sin transformadores de corriente.

### 6.1 Macromedición transformadores de distribución (1F o 3F) y circuitos ramales de cualquier capacidad de potencia.

Para transformadores de distribución y circuitos ramales de cualquier capacidad de potencia, se instalará medida semidirecta, y la selección de transformador de corriente debe ser de acuerdo con las tablas 2, 3, 4 y 5 del numeral 6.5.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 9 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

Las señales de tensión y corriente, deben viajar a través de un tubo conduit, o en un cable múltiple encauchetado a la vista, hasta la caja hermética (medidor). Estos deben ser instalados y asegurados al poste con cinta de acero inoxidable a una altura de 2.20 m medidos desde el nivel del piso hasta el visor de la caja del medidor.

Los conductores para las señales de corriente y voltaje son:

- Para conexión trifásica: Cable de control 8 x 14 AWG.
- Para conexión monofásica: Cable de control 6 x 14 AWG.

Los transformadores de distribución presentan dos variaciones, respecto a la instalación de los transformadores de corriente (internos y externos) puesto que desde hace algunos años EPM adquiere los nuevos transformadores de distribución con transformadores de corriente internos. Aún se tienen instalados en la red transformadores de distribución que no cuentan con TC's internos, es decir, sus transformadores de corriente son externos, y por lo tanto se debe convivir con las dos tecnologías.

El cableado para la señal de corriente y tensión se realizan de la siguiente manera:

Transformadores con CT's externos:

- Las señales de corriente se llevan desde los secundarios de los transformadores de corriente al medidor a través de un cable de control.
- Las señales de tensión se llevan desde los terminales secundarios del transformador de distribución hasta el medidor a través de un cable control. Se deben instalar conectores tipo compresión del mismo calibre que el respectivo conductor.

Transformadores con CT's internos:

- Las señales de corriente se llevan desde las borneras de conexión (o terminales encable) de los secundarios de los transformadores de corriente internos, al medidor a través de un cable control.
- Las señales de tensión se llevan desde los terminales secundarios del transformador de distribución al medidor a través de un cable control, se deben instalar conectores tipo compresión del mismo calibre que el respectivo conductor.

Para la instalación del macromedidor usando medidores bicuerpo, se debe tener presente lo siguiente:

- a. La altura de instalación del medidor en caja hermética es como mínimo 5 m, medidos desde el plano del suelo.
- b. La altura de instalación de la unidad de interfaz con el usuario dentro de caja hermética es como mínimo 2.2 m, medidos desde el plano del suelo al visor o display.
- c. La comunicación entre la unidad de medida y la interfaz del usuario es cableada.
- d. El conductor para la comunicación entre las dos unidades debe ser cable par trenzado telefónico acero recubierto de cobre calibre 18 AWG, o cable de datos adecuado para comunicaciones.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 10 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

- e. Tanto el cableado de comunicación entre unidades, como el cableado de señales de tensión y corriente deben estar protegidos por coraza metálica o tubería metálica intermedia IMC para uso exterior. El diámetro de la tubería es mínimo 3/4”.

Los medidores deben ser conectados a la puesta a tierra del transformador de distribución, y los equipos asociados al sistema de medición siempre que sea posible deben seguir los lineamientos establecidos en el código de medida.

## 6.2 Macromedición en transformadores de distribución monofásicos con potencia igual o menor a 15 kVA

Cuando se tengan transformadores de distribución monofásicos de muy bajas potencias la instalación del macromedidor, se podrá realizar por medio de conexión directa teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El conductor de conexión se debe seleccionar de acuerdo con las características de la instalación entre las siguientes opciones:
  - o Cable fuerza de cobre 2X4+4 AWG XLPE/XLPE FR 90 °C Negro 600 V.
  - o Cable fuerza de cobre 2X6+6 AWG XLPE/XLPE FR 90 °C Negro 600 V.
  - o Cable concéntrico de cobre 2X6+6 AWG XLPE/XLPE FR 90 °C Negro 600 V
- El cable de fuerza se debe alojar en tubería metálica galvanizada (IMC) de 2 in de diámetro.

Antes de realizar este tipo de instalación se deben tener presente los siguientes aspectos:

- a. Este tipo de instalación afecta los indicadores de calidad del servicio, cuando se requiere hacer acciones sobre el medidor, sea por falla, mantenimiento, entre otras.
- b. No se recomienda realizar este tipo de instalación, en las zonas con alto nivel de descargas atmosféricas, las fallas de los medidores debido a descargas atmosféricas en estas zonas son altas, por lo tanto, se corre con el riesgo de tener usuarios sin servicio de energía, afectando los índices de calidad.

## 6.3 Medidores de energía

Dadas las ventajas que ofrecen los medidores bicuerpo para su ubicación en la red, se implementarán los siguientes macromedidores:

- ✓ Medidor de energía electrónico, 240 V, 5(100) A, 1f-3h, clase 1, monocuerpo.
- ✓ Medidor electrónico de energía activa, bicuerpo, clase 1.0 y reactiva clase 2.0, 2f-3h, 120/208 V, 1 o 5 (10) A. Medida semidirecta.
- ✓ Medidor electrónico de energía activa, bicuerpo, clase 1.0 y reactiva clase 2.0, 3f-4h, 120/208 V, 1 o 5 (10) A. Medida semidirecta.
- ✓ Medidor electrónico de energía activa clase 1.0 y reactiva clase 2.0, 3f-4h, 120/208 V, 1 o 5 (10) A. Medida semidirecta.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 11 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

- ✓ Medidor electrónico de energía activa clase 1.0 y reactiva clase 2.0, 2f–3h, 120/208 V, 1 o 5 (10) A. Medida semidirecta.
- ✓ Medidor electrónico de energía activa clase 1.0, 1f-3h, 120/240 V, 5 (10) A. medida semidirecta.
- ✓ Medidor de energía electrónico, 58...240 V f/n, 1 (10) A, 3f-4h, energía activa clase 0.2s y energía reactiva clase 2, multifuncional monocuerpo, sin módulo de comunicaciones.

#### 6.4 Caja hermética

La caja hermética para alojar los medidores a instalar en redes aéreas debe ser traslúcida, de policarbonato, para medidor trifásico o macromedición, y debe cumplir las características técnicas descritas en ESSA.

El cierre de la caja hermética debe hacerse por medio de tornillo EP y sello de seguridad. La caja hermética debe ser instalada a una altura de 2.20 m, medidos desde la superficie del suelo hasta el visor de la caja.

#### 6.5 Transformadores de corriente

A continuación, se presentan tablas para la selección de transformadores de corriente, de acuerdo a la capacidad o potencia del transformador y/o circuito ramal.

**Tabla 2. Transformadores de corriente para balance**

CODIGO	DESCRIPCIÓN
213131	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 50/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213141	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 100/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213161	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 150/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213173	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 200/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213189	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 300/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213263	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 600/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213234	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 1000/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213241	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 1500/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE
213245	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA MEDIDA TIPO VENTANA 2000/5A 600V 5VA CLASE 1 CON CABLE

**Tabla 3. Selección de transformadores de corriente para instalación en transformadores monofásicos de distribución.**

Transformadores monofásicos 7620 V / 240 V - 120 V					
Capacidad [kVA]	Corriente nominal [A]	Corriente máxima [A] Factor:1,2	TC [A] Clase 1	Rango de operación TC [A]	
				Mínimo (20%)	Máximo (120%)
3	12,5	15,0	50	10	60
5	20,8	25,0	50	10	60
10	41,7	50,0	50	10	60
15	62,5	75,0	100	20	120
25	104,2	125,0	100	20	120
37,5	156,3	187,5	150	30	180
50	208,3	250,0	300	60	360
75	312,5	375,0	600	120	720

**Tabla 4. Selección de transformadores de corriente para instalación en transformadores trifásicos de distribución.**

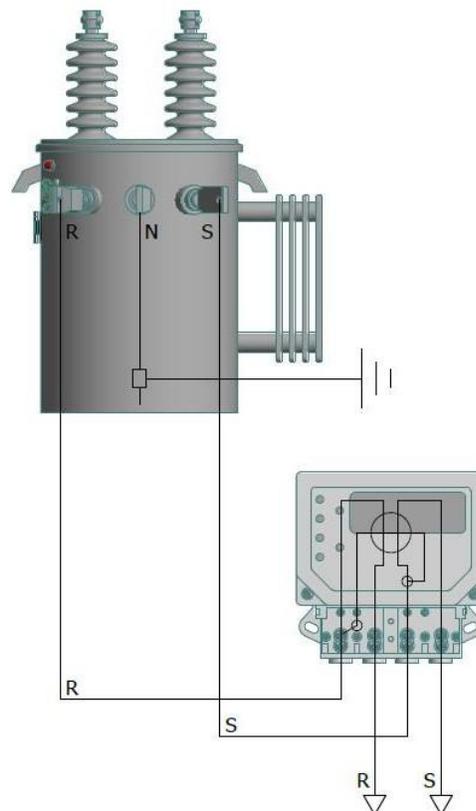
Transformadores trifásicos 13200 V / 220 V - 127 V					
Capacidad [kVA]	Corriente nominal [A]	Corriente máxima [A] Factor:1,2	TC [A] Clase 1	Rango de operación TC [A]	
				Mínimo (20%)	Máximo (120%)
30	78,7	94,5	100	20	120
45	118,1	141,7	150	30	180
112,5	295,2	354,3	300	60	360
150	393,6	472,4	600	120	720
225	590,5	708,6	600	120	720
300	787,3	944,8	1000	200	1200
400	1049,7	1259,7	1000	200	1200
500	1312,2	1574,6	1500	300	1800
630	1653,3	1984,0	2000	400	2400

**Tabla 5. Selección de transformadores de corriente para instalación en transformadores trifásicos contensión nominal secundaria 440 V / 220 V**

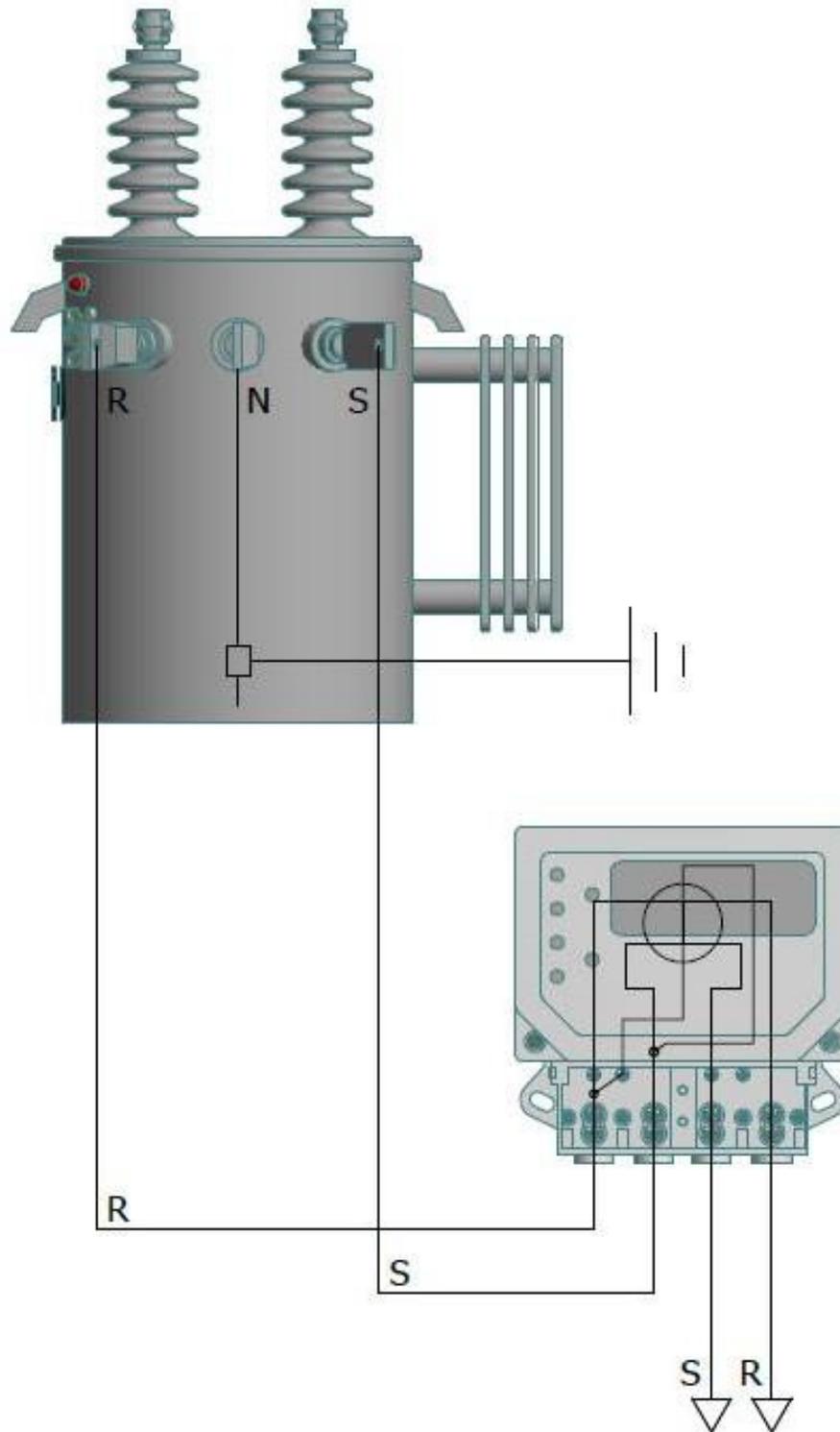
Transformadores trifásicos 13200 V / 440 V - 220 V					
Capacidad [kVA]	Corriente nominal [A]	Corriente máxima [A] Factor:1,2	TC [A] Clase 1	Rango de operación TC [A]	
				Mínimo (20%)	Máximo (120%)
150	196,8	236,2	300	60	360
225	295,2	354,3	300	60	360
300	393,6	472,4	600	120	720
400	524,9	629,8	600	120	720
500	656,1	787,3	1000	200	1200
630	826,7	992,0	1000	200	1200
800	1049,7	1259,7	1500	300	1800

### 6.6 Diagramas de conexión

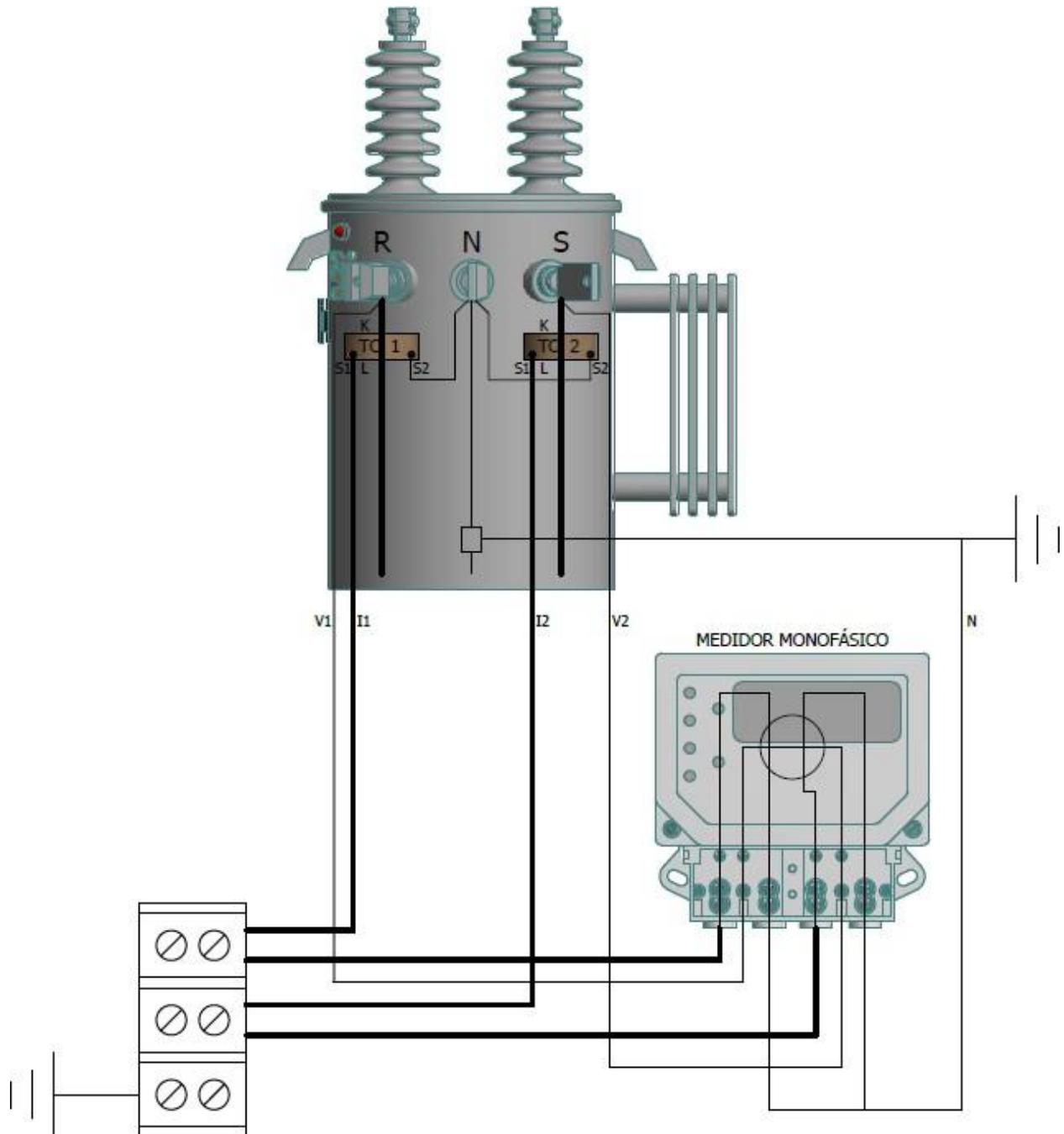
**Figura 1. Diagrama de conexión macromedición con medida directa en transformador monofásico potencia menor a 15 kVA, medidor de conexión asimétrica o europeo.**



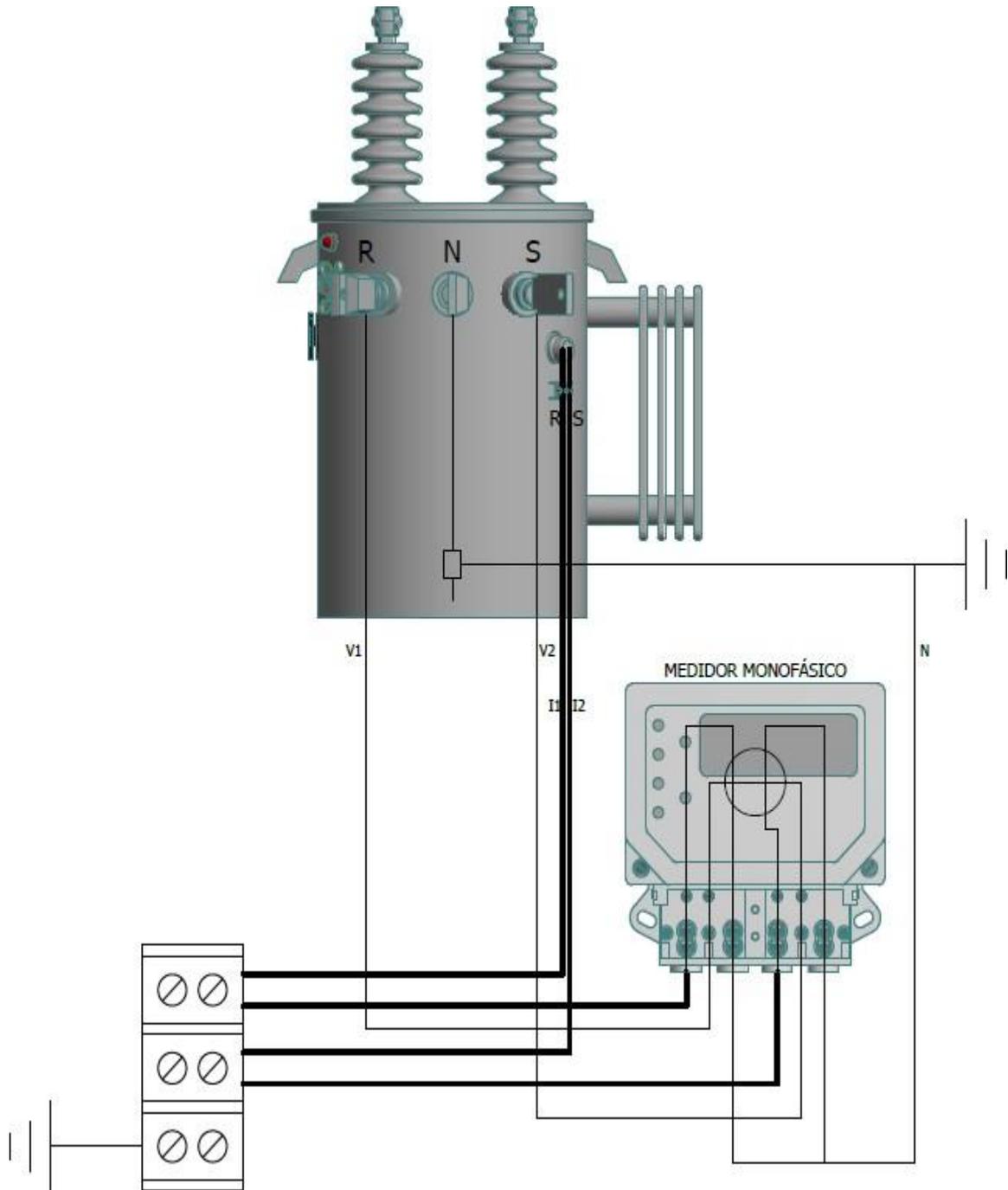
**Figura 2. Diagrama de conexión macromedición con medida directa en transformador monofásico potenciamenor a 15 kVA, medidor de conexión simétrica o americana.**



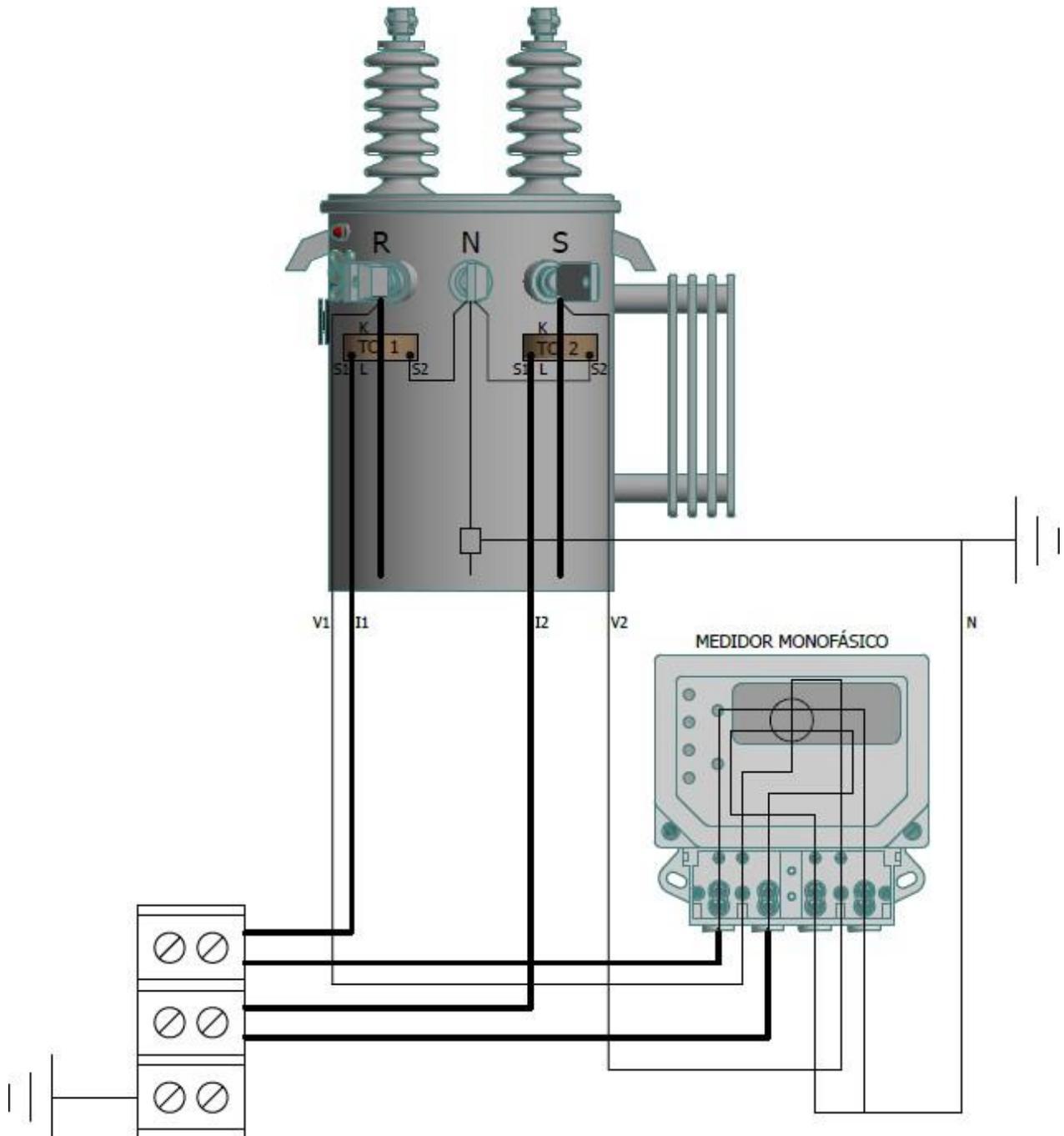
**Figura 3. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores existentes, sin CT's internos.**



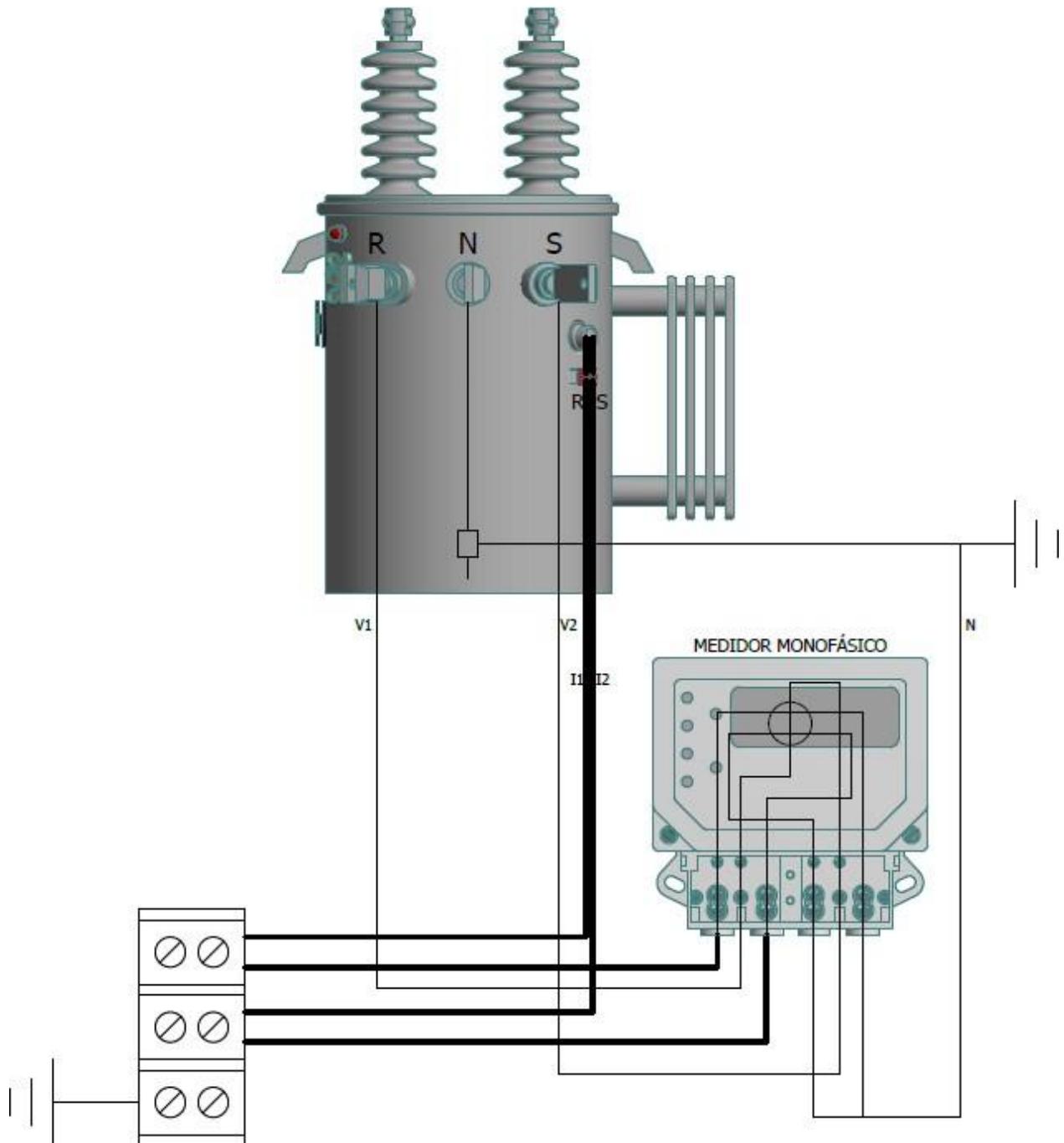
**Figura 4. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores nuevos con CT's internos.**



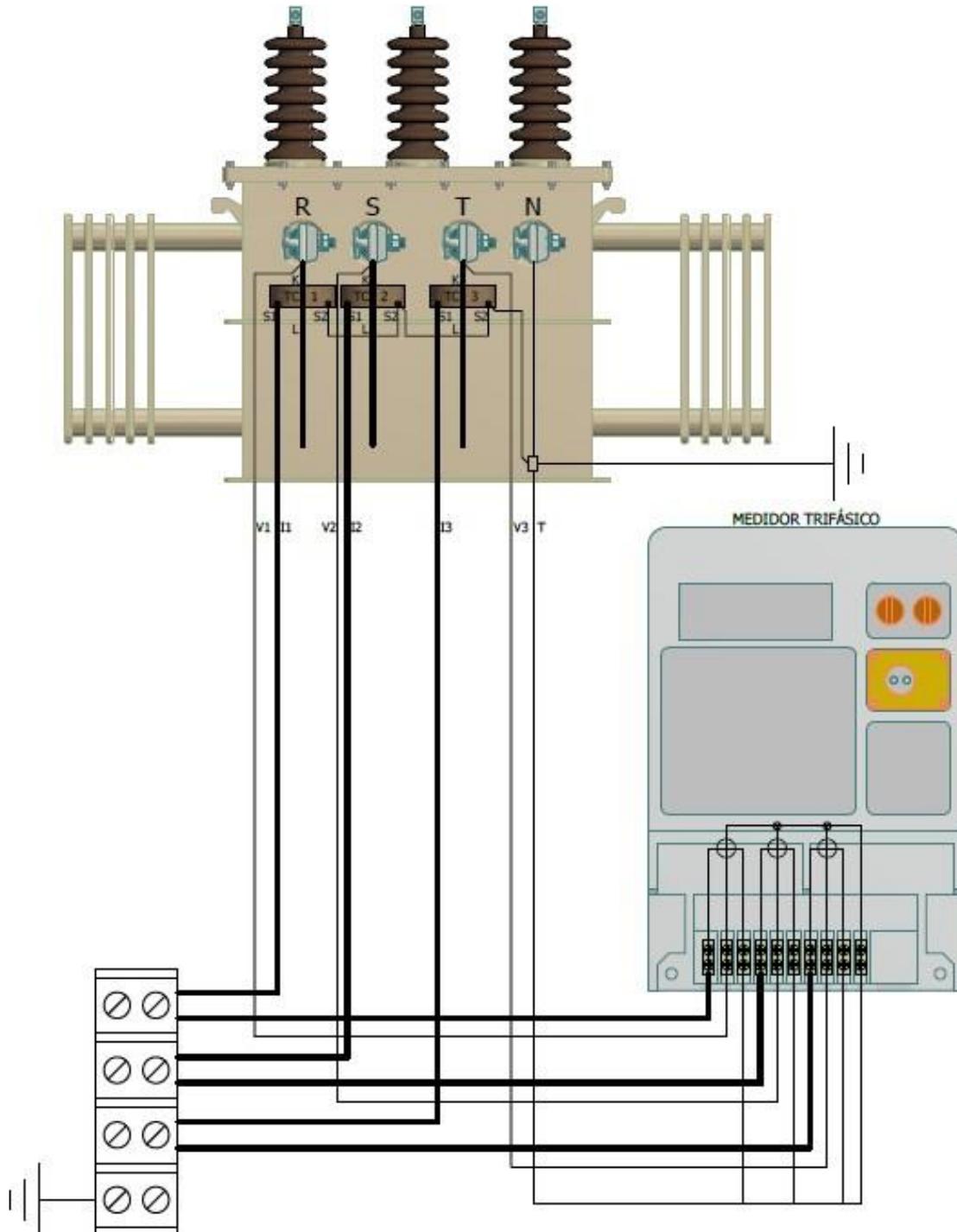
**Figura 5. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores existentes, sin CT's internos.**



**Figura 6. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador monofásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores nuevos con CT's internos.**

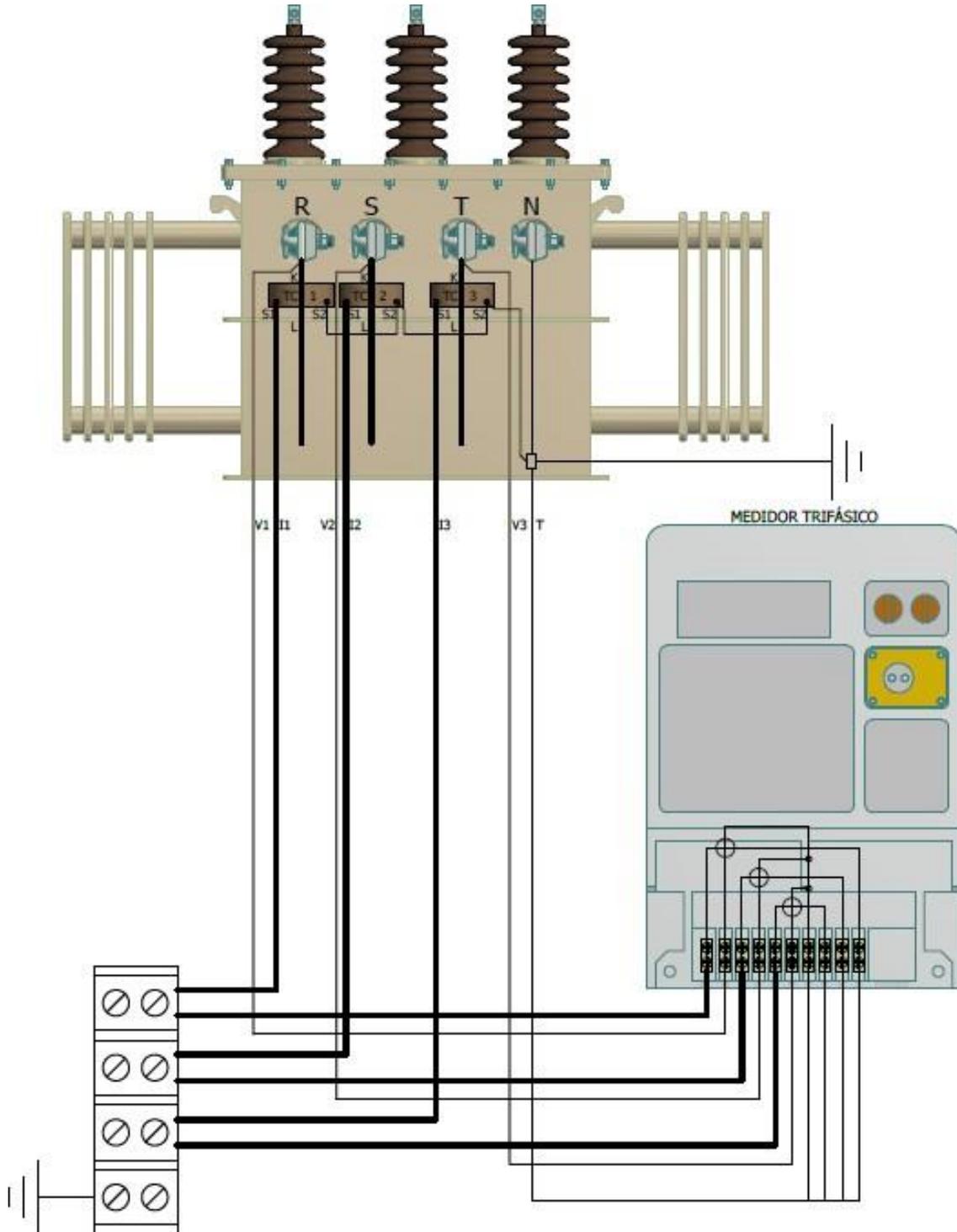


**Figura 7. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico medidor de conexión asimétrica o europea. Transformadores existentes sin CT's nternos.**

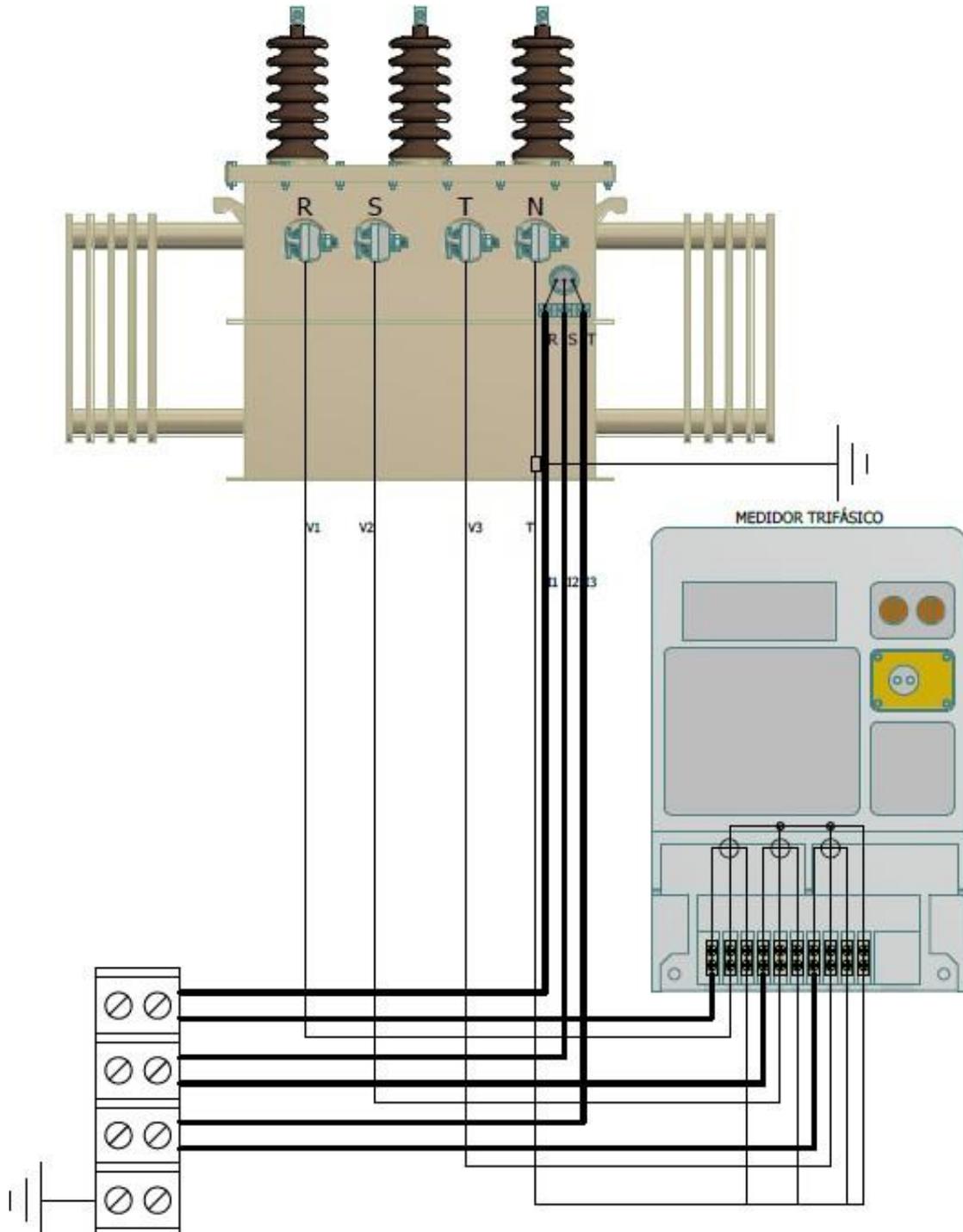




**Figura 9. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores existentes sin CT's internos.**



**Figura 10. Diagrama de conexión macromedición con medida semi-directa en transformador de distribución trifásico medidor de conexión simétrica o americana. Transformadores nuevos con CT's internos.**



**NOTAS:**

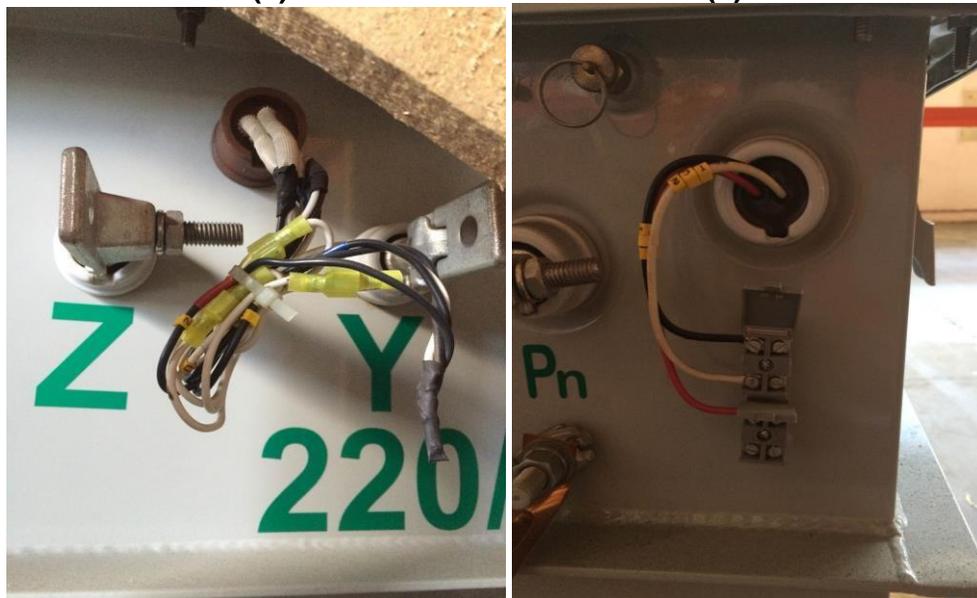
Algunos transformadores de distribución con CT's internos no traen bornera de conexiones, dado esta situación, las terminales de los CT's son en cable, y su conexión del neutro a tierra se hace en el exterior del transformador de distribución.

Todas las terminales en cable de los CT's están identificadas por colores de acuerdo con código de colores de RETIE y/o marcación alfanumérica indicando la correspondencia entrefases y CT's, por lo tanto, la conexión de los medidores integradores a transformadores de distribución con estas características en sus CT's no difiere notablemente de la conexión cuando se cuenta con borneras.

Todos los empalmes deben quedar adecuadamente aislados con cinta plástica certificada para tal fin y nivel de tensión.

Cuando no se haga uso de los transformadores de corriente internos, sus terminales deben permanecer cortocircuitados.

**Figura 11. Transformador de distribución con CT's internos, terminales de conexión (1) en cable y (2) con bornera de conexión**

**6.6.1 Detalles de montaje**

Nota: Estas listas de materiales son de referencia, los elementos y su cantidad deben ser verificados antes de su instalación.

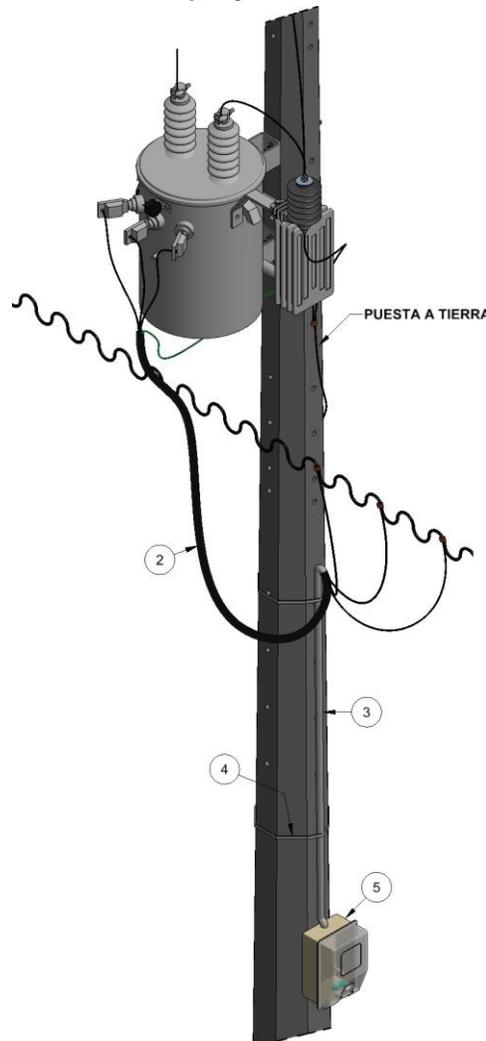
**6.6.1.1 Detalle 1: Macromedidor en baja tensión para transformador monofásico.**

**Tabla 6. Lista general de materiales. Instalación de macromedidor en transformador 1F de potencia menor o igual a 15 kVA**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REFERENCIA
2	Cable fuerza de cobre 2X4+4 AWG XLPE/XLPE FR 90 °C Negro 600 V (*)	m	NTC 1099-1
3	Tubería metálica intermedia I.M.C galvanizada con capacete, diámetro 2".	3 m	NTC 170
4	Cinta de acero inoxidable de 5/8"		
5	Caja hermética para medidor	1 un	RA7-203
6	Medidor de energía electrónico monofásico	1 un	Numeral 6.1.1
7	Kit de puesta a tierra	1 un	RA6-010
8	Prensa estopa 2".	1 un	

(\*) Ver numeral 6.2

**Figura 12. Instalación de macromedidor en transformador 1F con potencia menor o igual a 15 kVA**



Nota: Este tipo de montaje debe obedecer a las necesidades particulares de la instalación o

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 25 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

recursos disponibles. Siempre que sea posible, se deberá optar por hacer la instalación de macromedición a través de la conexión semidirecta del medidor, usando transformadores de corriente con relación 50/5 A.

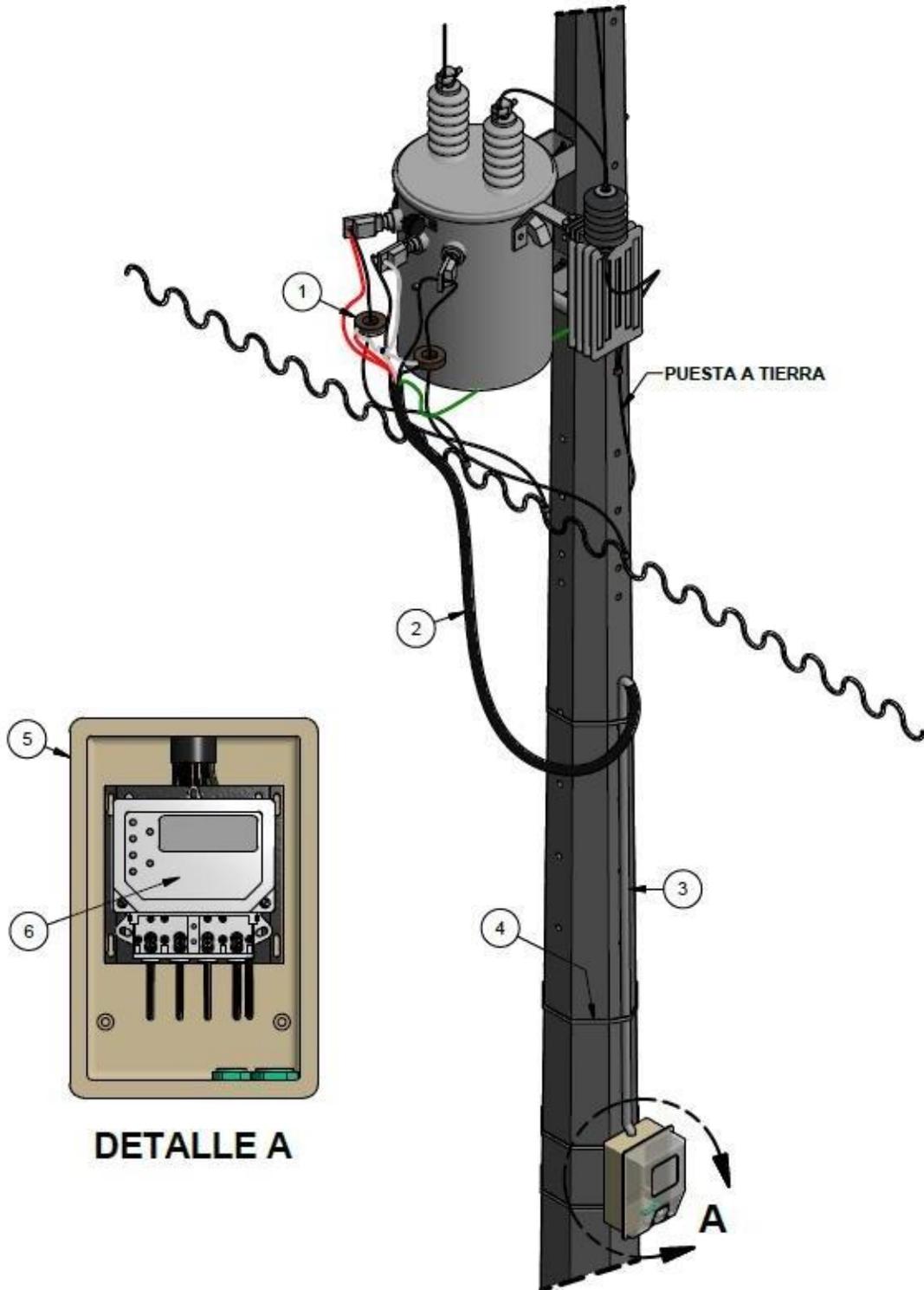
**Tabla 7. Lista general de materiales. Instalación de macromedidor en transformador 1F o 3F, con CT's externos**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REFERENCIA
1	Transformador de corriente	2 o 3	NTC 2205
2	Para conexión trifásica: Cable de control 8 x 14 AWG. Para conexión monofásica: Cable de control 6 x 14 AWG.	m	NTC 1099/1332
3	Tubería metálica intermedia I.M.C galvanizada con capicete, diámetro 3/4".	3 m	NTC 170
4	Cinta de acero inoxidable de 5/8"		
5	Caja hermética para medidor	1 un	RA7-203
6	Medidor de energía electrónico monofásico o trifásico	1 un	Numeral 6.1.1
7	Kit de puesta a tierra	1 un	RA6-010
8	Prensa estopa 3/4".	1 un	

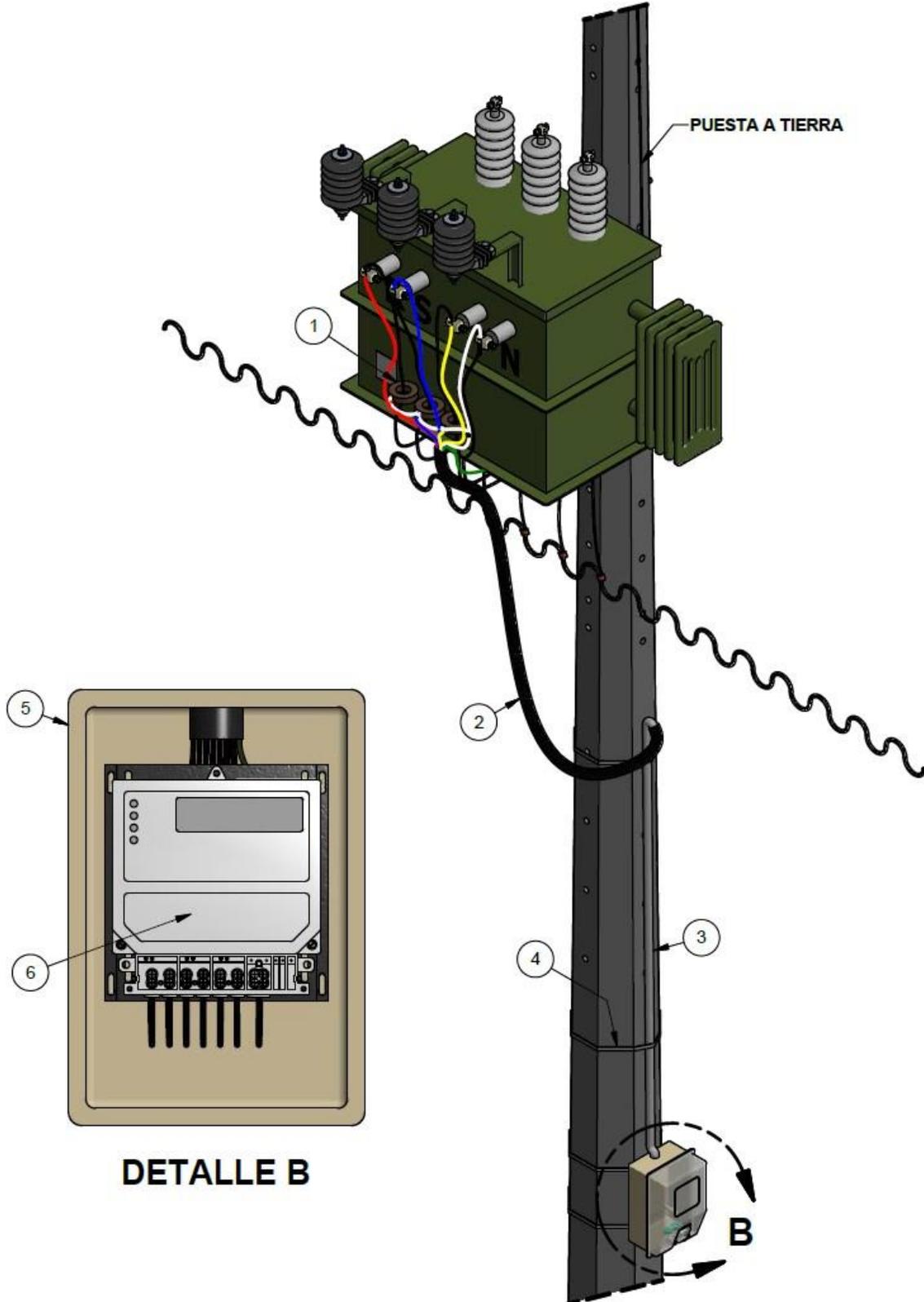
**Tabla 8. Lista general de materiales. Instalación de macromedidor en transformador 1F o 3F, con CT's internos**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REFERENCIA
1	Bornera de conexión	N/A	N/A
2	Para conexión trifásica: Cable de control 8 x 14 AWG. Para conexión monofásica: Cable de control 6 x 14 AWG.	m	NTC 1099/1332
3	Tubería metálica intermedia I.M.C galvanizada con capicete, diámetro 3/4".	3 m	NTC 170
4	Cinta de acero inoxidable de 5/8"		
5	Caja hermética para medidor	1 un	RA7-203
6	Medidor de energía electrónico monofásico o trifásico	1 un	Numeral 6.1.1
7	Kit de puesta a tierra	1 un	RA6-010
8	Prensa estopa 3/4".	1 un	

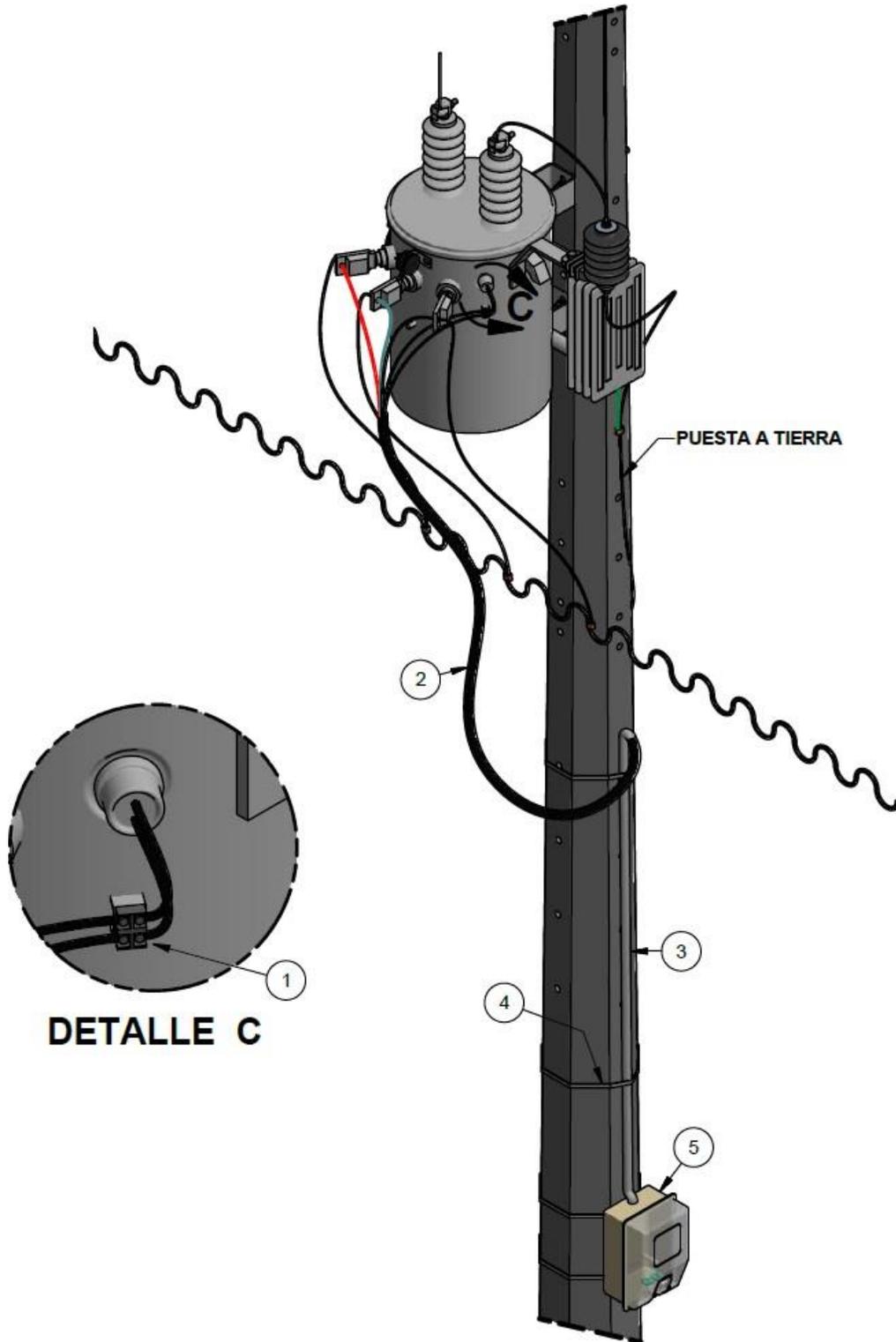
**Figura 13. Instalación de macromedidor en transformador monofásico con CT's externos**



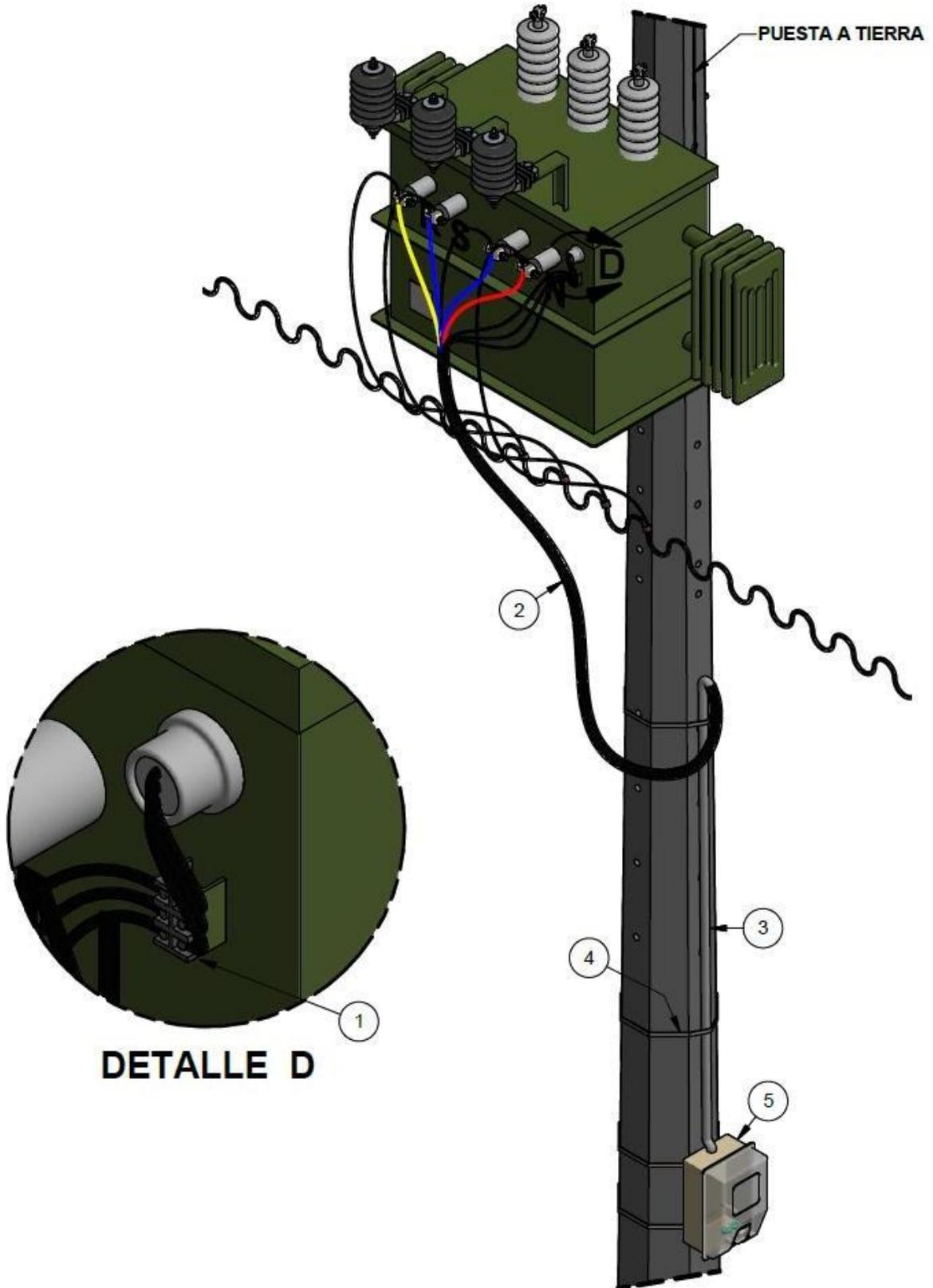
**Figura 14. Instalación de macromedidor en transformador trifásico con CT's externos**



**Figura 15. Instalación de macromedidor en transformador monofásico con CT's internos**



**Figura 16. Instalación de macromedidor en transformador trifásico con CT's internos**



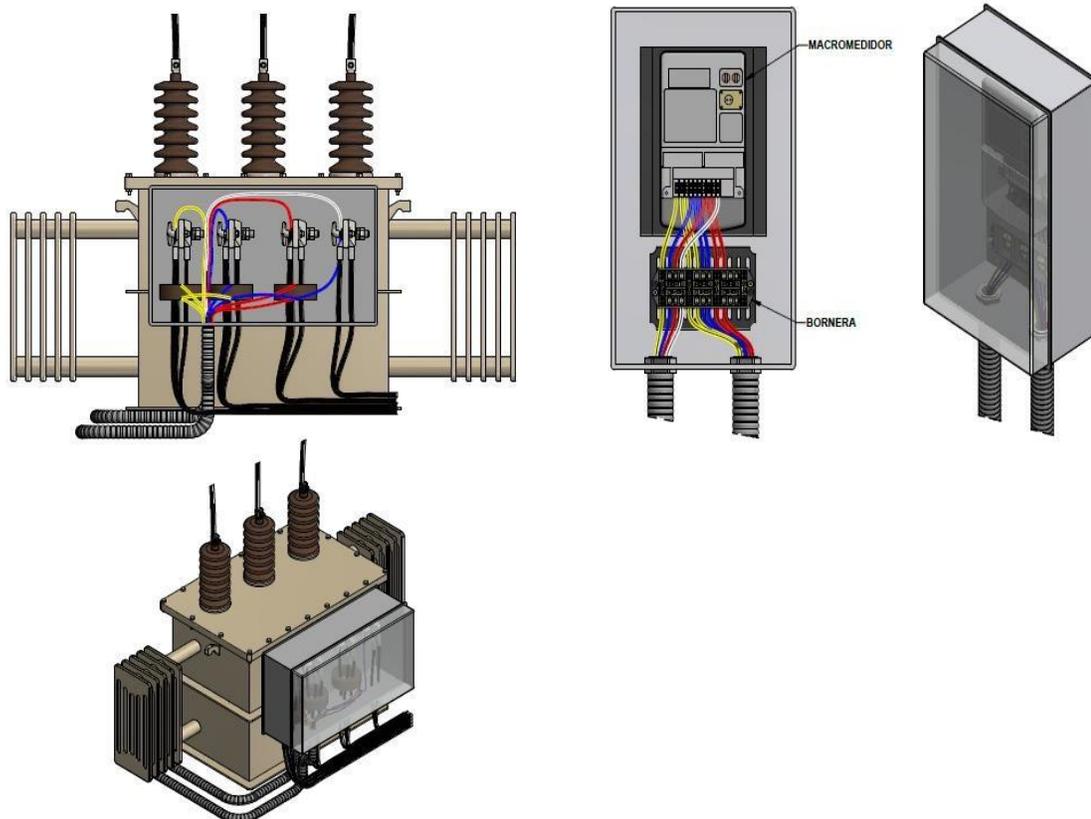
### 6.6.1.2 Instalación de macromedición en subestaciones internas

El caso de la instalación de macromedidores en subestaciones tipo interior, se deben tener las siguientes recomendaciones:

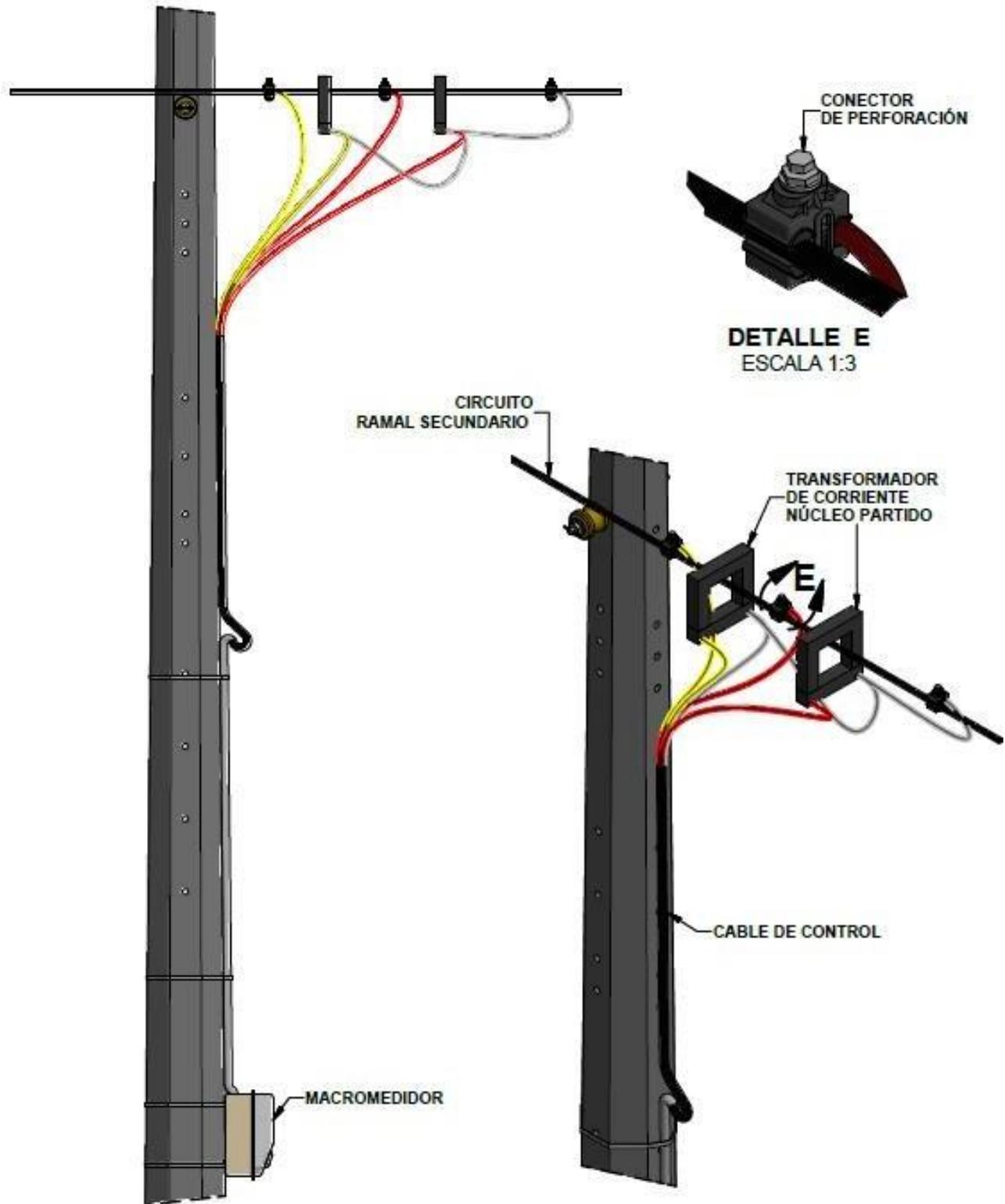
- Proteger los conductores de las señales de corriente y tensión por medio de coraza plástica o metálica.
- Uso de cajas plástica traslúcida para agolar y bloquear el acceso a los CT's y bornes del transformador. Esta recomendación implica un trabajo adicional para la adecuación de la caja, dado que no es un producto de utilización estándar.
- La ubicación del macromedidor está ligada a la disponibilidad de espacio en la subestación. En todo caso el cliente o usuario propietario del transformador debe permitir y facilitar al operador de red la instalación del medidor de macromedida o de balance, en caso de que así se solicite.
- El costo total de instalación del medidor de balance, incluyendo materiales y mano de obra, será por cuenta del operador de red.

A continuación, se ilustra la aplicación de dichas recomendaciones.

**Figura 17. Instalación de macro medición en subestación interna**



**Figura 18. Instalación de macromedición en un circuito ramal**



	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 32 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

## 7. INSTALACIÓN DE MACROMEDIDOR TELEMEDIDO

### 7.1 Características generales

#### 7.1.1 Componentes del Sistema de Medición

Las señales de corriente y tensión cuando aplique, deben viajar a través de un tubo metálico galvanizado hasta la caja hermética (medidor) de mínimo 3/4". Los equipos de medida deben ser instalados y asegurados al poste con cinta de acero inoxidable a una altura mínima de 2.20 m medidos desde el nivel del piso al visor de la caja del medidor.

##### 7.1.1.1 Medidores de energía

Los medidores telegestionables se definen en la NTC 5019 de la siguiente manera:

- Multifuncionales: Medidores básicos o de multienergía, que incluyen funciones adicionales a las metrológicas básicas, tales como registro de demanda máxima, registro de tiempo de uso, dispositivo de control de tarifa y/o carga. También pueden funcionar como un interruptor horario o un receptor de telemando centralizado.
- Medidores con funciones adicionales: Medidores con otras unidades funcionales como PLC, comunicación telefónica o por radio, etc.

Los medidores a implementar como medidores integradores telemedidos deben cumplir con las especificaciones del Grupo EPM.

##### 7.1.1.2 Caja hermética

La caja hermética para alojar el medidor debe estar fabricada en policarbonato, ser traslúcida y cumplir las características técnicas descritas por el Grupo EPM.

##### 7.1.1.3 Transformadores de medida y la bornera o bloque de pruebas

Los criterios de selección y características de los transformadores de medida y la bornera o bloque de pruebas deben basarse en la norma Selección y Conexión de Medidores de Energía y Transformadores de Medida del Grupo EPM.

##### 7.1.1.4 Cableado

El conductor que conduce las señales de corriente y tensión desde las salidas de los CT's y bornes del transformador de distribución o de potencial respectivamente, debe ser un cable de control sin pantalla de calibre mínimo 14 AWG y cumplir con las especificaciones técnicas del Grupo EPM.

El cableado se debe realizar conforme se ilustra en los diagramas de conexión señalados en el presente documento.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 33 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

### 7.1.1.5 Dispositivos de Interfaz de comunicación

Son los equipos que permiten la interrogación local, remota y la gestión de la información, y pueden estar integrados o no, al medidor.

Se permite una comunicación desde el medidor al centro de gestión de la medida 3G (UMTS) o superior. Los equipos asociados son los siguientes:

- **Módem:** Debe ser mínimo 3G (UMTS), estar ubicado dentro de la caja del medidor y las conexiones para alimentación de energía eléctrica deben ser seguras.
- **Antena:** Debe cumplir con las especificaciones técnicas descritas por el grupo EPM. Cuando la caja sea metálica, la antena debe ubicarse a un (1) m por encima de la caja del medidor, en caso de ser polimérica se podrá instalar la antena en la parte interior.
- **Sensores:** En caso de ser necesario se podrán instalar sensores de seguridad que permitan la supervisión de la instalación, los cuales serán ubicados dentro de la caja del medidor.

### 7.1.2 Parametrización

Los medidores multifuncionales deben de estar parametrizados de acuerdo a lo definido por los responsables y requerimientos técnicos de ESSA, a continuación, se presenta la parametrización tipo o de referencia:

#### 7.1.2.1 Display

Se debe mostrar en el display de cada medidor los valores de energía activa y reactiva con la resolución indicada en la Resolución CREG 038 de 2014.

#### 7.1.2.2 Modo normal

La información que se debe mostrar en el modo normal es la siguiente:

- Energía reactiva en kVArh suministrada al usuario
- Energía activa en kWh suministrada al usuario.

Para el modo alterno se debe mostrar la siguiente información:

- Fecha.
- Hora.
- Energía activa kWh recibida del usuario.
- Energía reactiva kVArh recibida del usuario.
- Factor de potencia del sistema.
- Tensión por fase.

	MACROPROCESO PLANEACIÓN EMPRESARIAL	Versión No.: 01
	PROCESO PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	Página: 34 de 39
	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MACROMEDICIÓN	Código: NTM-09

- Corrientes por fase.
- Ángulos de fase para corrientes.
- Ángulos de fase para tensiones.
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Alarmas presentes

### 7.1.3 Perfil de carga

Los medidores multifuncionales solicitados por el Grupo EPM cuentan con dos canales de memoria donde cada uno debe almacenar como mínimo en intervalos de 15 minutos las variables de perfil de carga y cada 60 minutos las variables de energía:

#### 7.1.3.1 Canal 1

Los campos de memoria del canal 1 deben almacenar la siguiente información:

- Energía activa en kWh suministrada al usuario.
- Energía reactiva en kVARh suministrada al usuario.
- Voltaje en la fase R.
- Voltaje en la fase S.
- Voltaje en la fase T.
- Corriente en la fase R.
- Corriente en la fase S.
- Corriente en la fase T.

### 7.1.4 Diagramas de conexión

En las figuras 1 a la 4 se presentan los esquemas de conexión para medidores en transformadores.

### 7.1.5 Detalle de montaje

Nota: Estas listas de materiales son de referencia, los elementos y su cantidad deben ser verificados antes de su instalación.

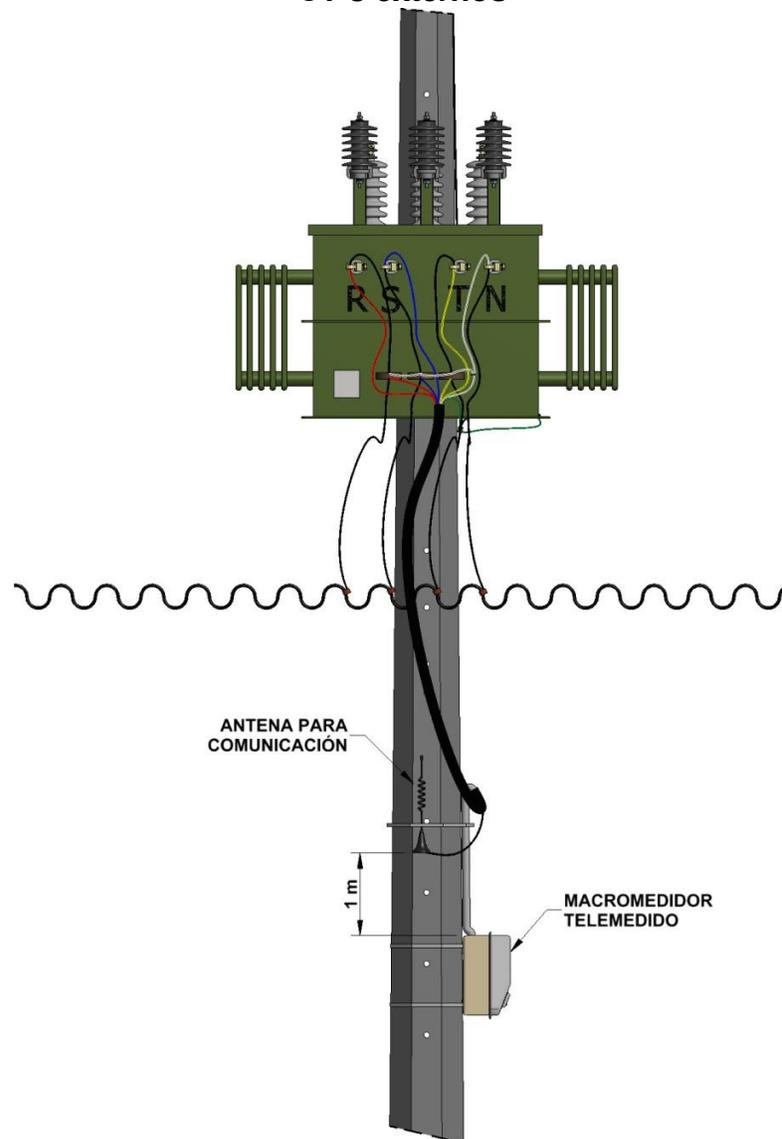
**Tabla 9. Lista general de materiales. Instalación de medidor integrador en transformador 1F o 3F, con CT's externos**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REFERENCIA
1	Transformador de corriente	3 un	NTC 2205
2	Cable de control calibre mínimo 14 AWG	m	NTC 1099/1332
3	Tubería metálica intermedia I.M.C galvanizada con capacete, diámetro 3/4".	3 m	NTC 170
4	Cinta de acero inoxidable de 5/8"		
5	Caja hermética para medidor	1 un	RA7-203
6	Medidor de energía electrónico telegestionable	1 un	
7	Caja para alojamiento y protección de TC	1 un	

**Tabla 10. Lista general de materiales. Instalación de medidor integrador en transformador 1F o 3F, con CT's internos**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT	REFERENCIA
1	Bornera de conexión	N/A	N/A
2	Cable de control calibre mínimo 14 AWG	m	NTC 1099/1332
3	Tubería metálica intermedia I.M.C galvanizada con capacete, diámetro 3/4".	3 m	NTC 170
4	Cinta de acero inoxidable de 5/8"		
5	Caja hermética para medidor	1 un	RA7-203
6	Medidor de energía electrónico trifásico telemedido	1 un	

**Figura 19. Instalación de medidor integrador telemedido en transformador trifásico con CT's externos**



## 7.2 Instalación de macromedidor en media tensión

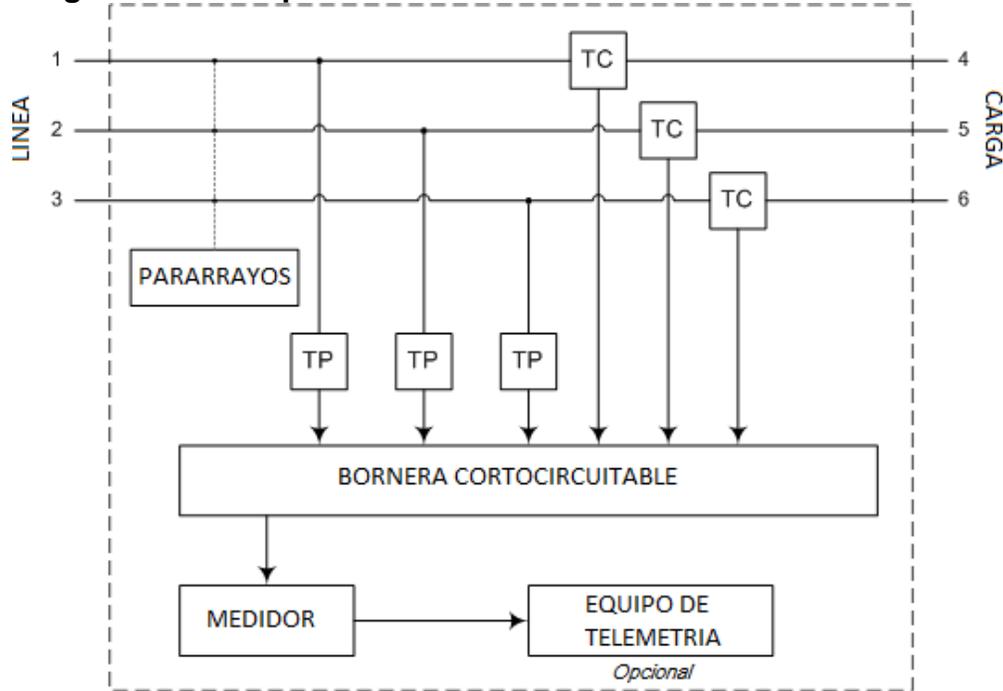
### 7.2.1 Generalidades

La macromedición en media tensión, consiste en la instalación de un equipo especial de medida, como el transformador de medida combinada.

Los transformadores de medida combinados están conformados por un transformador de corriente y un transformador de tensión, ubicados dentro del mismo cuerpo. Adicionalmente estos equipos cuentan con medidores especializados.

El principio de funcionamiento se describe brevemente por medio del diagrama de bloques, presentado a continuación:

**Figura 20. Principio de funcionamiento del sistema combinado**



- TC – Transformador de Corriente, uno por cada fase.
- TP – Transformador de Potencial, uno por cada fase.
- Bloque de pruebas – Permite la inspección, mantenimiento o calibración del medidor de energía, desconectando la alimentación del circuito de tensión y cerrando el circuito de corriente. De esta manera el medidor es aislado de los CT's y PT's sin necesidad de interrumpir el suministro de energía eléctrica.
- Pararrayos – Dispositivo de protección contra descarga atmosférica (DPS) por conexión estándar hacia el lado de la línea (fuente).
- Medidor multifunción – Medidor de cuatro (4) hilos de medición indirecta.
- Equipo de Telemetría – Unidad de comunicación vía red, módem o teléfono móvil para la transmisión remota de datos.

### 7.2.2 Ubicación

La ubicación de estos transformadores en las redes de distribución de media tensión, será en los puntos de retención. Es decir, el poste donde los conductores de la red de distribución tienen un puente, pasa cable o derivación, y sus aisladores se encuentran en vestida de retención.

### 7.2.3 Recomendaciones mecánicas

Para la instalación de un transformador de medida combinado, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Se debe hacer siempre un análisis mecánico de los esfuerzos en la estructura que soportará el equipo, cuando se presente cualquiera de las siguientes condiciones:
  - a. Transformadores de medida combinada con peso mayor a 150 kg.
  - b. Cuando se pretenda instalar el transformador de medida combinada por medio de un brazo que lo aleje de la estructura de soporte.
2. Para transformadores de medida combinada con peso menor a 150 kg, no se requiere el análisis mecánico de esfuerzos.

El análisis mecánico podrá consistir en la verificación de la capacidad mecánica del poste y de ser necesario un cálculo de esfuerzos. Para la condición 1.b siempre se deberá hacer análisis mecánico de esfuerzos.

#### 7.2.4 Recomendaciones de Seguridad

Las siguientes recomendaciones de seguridad deben ser seguidas en todo momento:

- Las conexiones del equipo durante la instalación no deben ser realizadas bajo tensión. El contacto con partes energizadas genera riesgo de muerte.
- Se deben observar las regulaciones de seguridad locales. La instalación de los medidores debe ser realizada exclusivamente por profesionales técnicos cualificados y con entrenamiento adecuado.
- Los sistemas deben ser mantenidos firmemente asegurados en todo momento durante la instalación, ya que puede haber daño en caso de caída.
- En caso de caída o impacto de estos equipos, no deben ser instalados aún si no se observa ningún daño externo aparente. Un daño interno del equipo puede resultar en problemas funcionales o cortocircuito.

**Figura 21. Transformador combinado de medida**

