





## TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA



ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 1 DE 50

CONTROL DE CAMBIOS								
FECHA			ELABORÓ (REVISÓ)	Aprobó	DESCRIPCIÓN	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA				DD	MM	AA
19	01	2012	AID	SRDE	Numeral 3.1.8	19	01	2012
23	03	2012	AID	SRDE	Numeral 3.1.16	23	03	2012
13	09	2012	AID	SRDE	Numeral 3.2.2	13	09	2012
12	12	2012	AID	SRDE	Numeral 3.1.4	12	12	2012
15	12	2014	CET N&E	CET	<p>Numerales 3 al 7 y anexos.</p> <p>Nota: Todas las especificaciones descritas en la presente norma tendrán vigencia a partir del 12 de Marzo de 2015. Por lo tanto hasta esta fecha se seguirá aplicando la versión anterior.</p> <p>Todos los proyectos y puntos de conexión aprobados después de la entrada en vigencia de la presente norma, deberán acogerse a lo exigido en esta última versión.</p>	12	03	2015

ENERGÍA		GRUPO DE NORMA			CIDIGO: RA8-012		REV. 0	
		TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones		REVISÓ: UNIDAD N&E	
					APROBÓ: GERENCIA CET		FECHA: 2015/03/12	
					UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 2 DE 50	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES				ANSI A		ESCALA: N/A		



## CONTENIDO

1. ALCANCE .....	6
2. DEFINICIONES .....	6
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	7
3.1 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS .....	7
3.1.1 Módulos .....	7
3.1.2 Compartimentos.....	7
3.1.3 Puertas .....	9
3.1.4 Frente muerto .....	12
3.1.5 Barrajes .....	12
3.1.6 Alambrado, Acometidas y Conexiones.....	15
3.1.7 Puesta a tierra y Puente Equipotencial .....	16
3.1.8 Paneles.....	17
3.1.9 Pintura .....	17
3.1.10 Espacios Internos y dimensiones .....	18
3.2 ACCESORIOS .....	20
3.2.1 Tornillos de seguridad.....	20
3.2.2 Embolo .....	21
3.2.3 Conectores .....	21
3.2.4 Empaques.....	21
3.2.6 Marcación de medidores.....	23
3.3 GRADO DE PROTECCION.....	24
3.4 MARCACION DE TABLEROS Y CELDAS.....	25
3.5 PROTECCIONES .....	26
4. LOCALIZACIÓN .....	27
4.1 UBICACIÓN DE TABLEROS DE UNO (1) A CUATRO (4) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA. .	27
4.2 UBICACIÓN DE TABLEROS DE CINCO (5) A SEIS (6) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA. ....	27
4.3 UBICACIÓN DE TABLEROS DE SIETE (7) A (24) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.....	28
4.4 UBICACIÓN DE TABLEROS CON MÁS DE (24) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA. ....	28
4.5 UBICACIÓN DE TABLEROS DE MEDIDA SEMIDIRECTA Y CELDAS MEDIDA INDIRECTA .....	29
4.6 TABLEROS INSTALADOS AL INTERIOR DE LA EDIFICACION .....	29
4.7 TABLEROS INSTALADOS AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION .....	30
4.8 TABLEROS EN PARCELACIONES CERRADAS.....	31

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 3 DE 50



4.9 TABLEROS PARA USO PROVISIONAL .....	31
5. REQUISITOS PARA LA MEDIDA SEMIDIRECTA E INDIRECTA.....	31
5.1 TRANSFORMADORES DE MEDIDA.....	31
5.2 CONEXIONES Y CABLEADO .....	33
5.3 BORNERA Y MEDIDOR .....	33
5.4 BARRAJES.....	34
5.5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA MEDIA TENSIÓN .....	34
6. NORMAS, PRUEBAS Y ENSAYOS.....	35
7. NORMAS DE REFERENCIA .....	35
ANEXOS.....	36



<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 DE 50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sellado de tablero .....	9
Figura 2. Esquemas típicos de bisagras según su uso .....	11
Figura 3. Pintura para tableros.....	17
Figura 4. Dimensiones del tornillo EP (Norma EPM RA7-202).....	20
Figura 5. Embolo o tubo protector, plástico y metálico (Norma EPM RA7-203).....	21
Figura 6. Empaque tipo Z (medida en mm).....	22
Figura 7. Empaque tipo cuña (medida en mm) .....	22
Figura 8. Elementos tableros de medida directa .....	37
Figura 9. Marcación de medidores.....	38
Figura 10. Espacios internos y dimensiones en tableros de medida directa.....	39
Figura 11. Detalle compartimento de salida. ....	40
Figura 12. Tablero con compartimento de salida en la parte superior. ....	41
Figura 13. Elementos tableros de medida semi-directa.....	43
Figura 14. Elementos celdas de media tensión (tres elementos) .....	45
Figura 15. Cableado celdas de media tensión .....	47
Figura 16. Celdas de media tensión (dos elementos) .....	48
Figura 17. Factor de corrección $k_2$ .....	50

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 5 DE 50



## 1. ALCANCE

Esta norma describe las características constructivas y de instalación que deberán cumplir los tableros y celdas que resguarden equipos de medida, protecciones y elementos de baja de tensión.

Los criterios y especificaciones para la selección de los transformadores de medida y el conexionado de medidores en medida semi-directa e indirecta se encuentran descritos en la norma RA8-030.

## 2. DEFINICIONES

- **Barraje:** Barra de cobre o conductor de sección equivalente, al cual pueden conectarse separadamente varios circuitos eléctricos.
- **Barraje Puesto a Tierra:** Barra en platina de cobre o de un material con capacidad de conducción equivalente de una instalación o circuito que es conectado intencionalmente al sistema de puesta a tierra. Generalmente corresponde al neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.
- **Compartimento:** cada una de las partes en la que se divide un tablero o celda.
- **Conector terminal o borna:** Terminal para conexión de conductores eléctricos.
- **Celda de medida:** Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, contruidos para instalarse generalmente de manera auto-soportada y destinados a encerrar equipos en media tensión como medidores de energía y transformadores de medida en media tensión.
- **Frente muerto:** Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas. Debe ser del mismo material del tablero.
- **Partes Vivas:** Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que crean riesgo de arco o choque eléctrico.
- **Tablero auto soportado:** Se entiende por tablero auto-soportado aquel que tiene la capacidad de soportar o sostener su propio peso y se instala fijado o anclado sobre un pedestal.
- **Tableros de medida:** Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, contruidos para instalarse generalmente de manera empotrada, sobre puesta en los muros o paredes o auto-soportados y destinados a encerrar equipos de baja tensión como medidores de energía, equipos de protección y transformadores de medida.
- **Tablero de medida de piso:** Consiste en un tablero de medida instalado en los distintos niveles de la edificación.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 6 DE 50

- **Tablero General de Alimentadores (TGA):** Tablero eléctrico hasta donde llega la acometida principal que surte del servicio a toda la edificación, y partir del cual se derivan los alimentadores para los tableros de medida de piso o la electrobarra.
- **Tablero sobrepuesto o empotrado:** Gabinete o panel empotrado o sobrepuesto, el cual es fijado a la pared a través de mampostería y medios de sujeción adecuados. Es un tablero que por su tamaño no está apoyado sobre el piso.

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En este capítulo se describen las características técnicas generales que deben cumplir los tableros para medida directa en baja tensión y los tableros y celdas para la medida semi-directa e indirecta.

Los requisitos exclusivos a la medida semi-directa e indirecta se mencionan en el numeral 5.

Los tableros que alojen equipos de medida no podrá ser fuente de alimentación para otros tableros de medidores, tal y como sucede en el caso del Tablero General de Alimentadores (TGA), el cual no puede alojar equipo de medida, según lo dispuesto en la norma RA8-017.

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS



##### 3.1.1 Módulos

a) Para facilitar los trabajos de instalación, mantenimiento y reposición, los tableros se deben construir en forma modular de máximo 24 medidores. En edificaciones donde predomine la carga no residencial cada módulo deberá contar con una protección o interruptor general y en el caso residencial, la instalación de la protección estará sujeta al criterio del diseñador.

b) Cuando se fabriquen los tableros en módulos, y exista un barraje general común para todos ellos, es necesario que todos estos se dispongan de manera continua y en contacto entre sí, sin que exista ningún elemento entre ellos ajenos al propio tablero, tales como cajas, ductos, muros, etc.

##### 3.1.2 Compartimentos

a) Todos los compartimentos deben estar separados por elementos del mismo material y calibre del encerramiento del tablero.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA		CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA		ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
			APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A
				UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 7 DE 50

b) El interior del tablero tendrá mínimo tres compartimentos, de los cuales el superior e inferior serán intercambiables en su función según los requerimientos de instalación.

c) Los tres compartimentos tienen las siguientes características:

- **Compartimento de entrada:** Aloja un barraje principal o de entrada de acometida y el totalizador o interruptor general según el caso. La protección debe ser operable desde el exterior, sin necesidad de retirar la tapa del compartimento. Este compartimento debe ir sellado y su acceso será exclusivo a personal de EPM.

Por el compartimento de entrada no deben cruzar conductores ya medidos o que correspondan a instalaciones de uso final.

- **Compartimento de medida:** En este compartimento se instalan los medidores y los soportes para su fijación.

El compartimento de medidores siempre deberá quedar entre el compartimento de salida y el compartimento de entrada, buscando evitar que los alimentadores de las instalaciones en el compartimento de salida atraviesen los demás compartimentos, así se realice a través de un ducto independiente en el interior del tablero.



En los compartimentos de los medidores no se permite instalar amperímetros, voltímetros, entre otros equipos que pertenezcan al cliente; si se requiere la instalación de algún otro equipo antes de la medida, tales como un DPS, analizador de redes, entre otros, se deberá disponer de un compartimento adicional e independiente con posibilidad de sellado. Además, no deberá existir la posibilidad de retirar componentes del equipo instalado desde la parte externa del tablero, sin que previamente se realice la apertura de la puerta del compartimento, con lo cual se busca evitar que partes vivas queden expuestas y con posibilidad de conexiones no autorizadas.

- **Compartimento de salida:** Este compartimento aloja los interruptores automáticos de cada instalación. Los interruptores se instalarán en este compartimento sobre un soporte metálico que permita su correcta fijación. A éste compartimento podrán tener acceso los usuarios.

d) Los compartimentos deben estar separados por una lámina calibre BWG 16 (1.65mm) como mínimo.

e) Todos los lados que conforman los compartimentos tanto de la entrada como el de la medida, deberán estar completamente cerrados con el mismo material del tablero. Las únicas aberturas hacia el exterior que deberá poseer el compartimento de entrada una vez instalado el tablero, serán para el ingreso del alimentador.

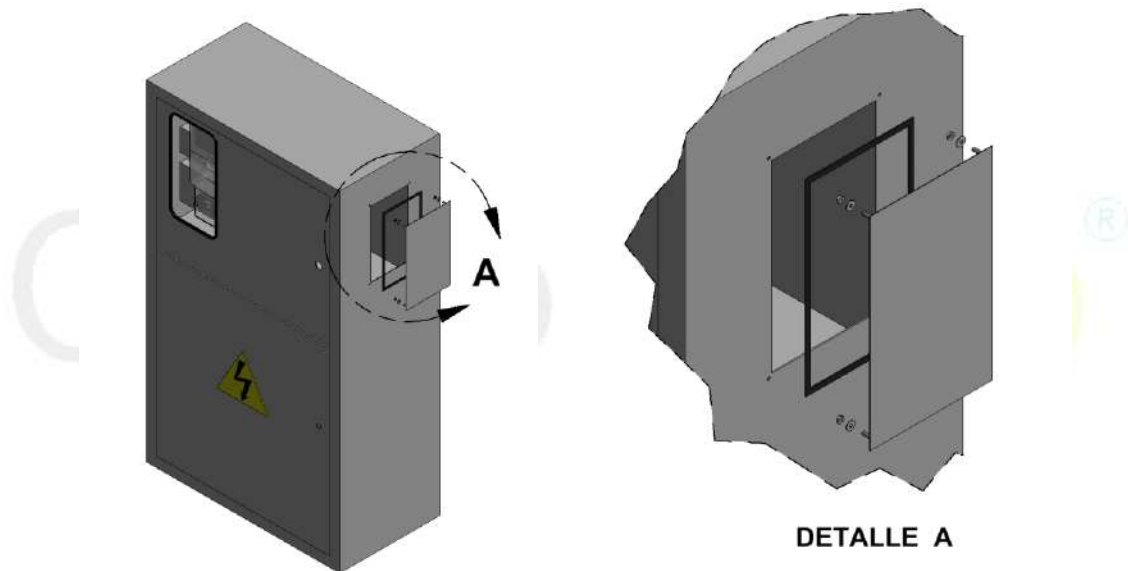
f) Por los compartimentos de la medida o de salida no deben cruzar los conductores de acometida o alimentador del tablero, a menos que estos se alojen dentro de un ducto completamente independiente de los compartimentos, el cual además deberá ser instalado desde fábrica y no podrá ser asegurado a la lámina del tablero por medio de tornillos, remaches u otros elementos de sujeción que puedan ser fácilmente retirados.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 8 DE 50



- g) Las aberturas de los tableros que no sean utilizadas en la obra, deberán ser selladas con el mismo material con el que fue construido, según lo dispone el Art 110-12 a) de la NTC 2050, y para el caso de los compartimentos de entrada y de medida, el sellado de dicha abertura no debe realizarse por medio de láminas aseguradas con tornillos, remaches o cualquier otro elemento que pueda retirarse desde el exterior. En todo caso, será responsabilidad del instalador garantizar lo antes descrito. Ver Figura 1.



**Figura 1.** Sellado de tablero



### 3.1.3 Puertas

Las puertas de todos los compartimentos del tablero deben cumplir con las siguientes características:



- Pueden ser instaladas con bisagras tipo interna o externa, ver Figura 2.
- Las bisagras tipo externas deben garantizar que el pasador no pueda ser retirado sin destruirla.
- Se debe garantizar para el retiro de la bisagra tipo externa que esto solo pueda ser realizado desde el interior del tablero. Cuando se instalen bisagras tipo externa, sobre la puerta deberá instalarse dos émbolos o adaptadores para el tornillo de seguridad EP (definidos en el numeral 3.2.1), localizados en la parte superior e inferior de la puerta y en el centro de la misma, (ver Figura 2).
- No se permite el uso de bisagras tipo cápsula o de dos cuerpos.
- Se permiten puertas con una sola ala de hasta 90cm de ancho, si el ancho de la puerta es mayor deberá ser de tipo doble ala.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 9 DE 50


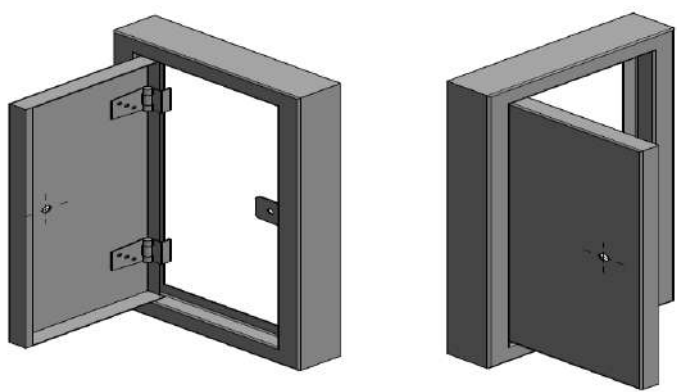

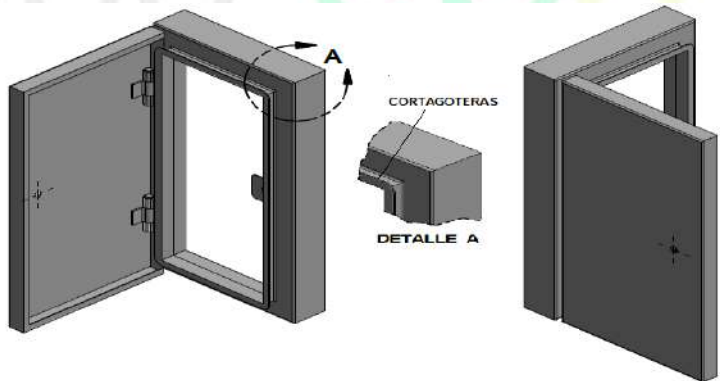

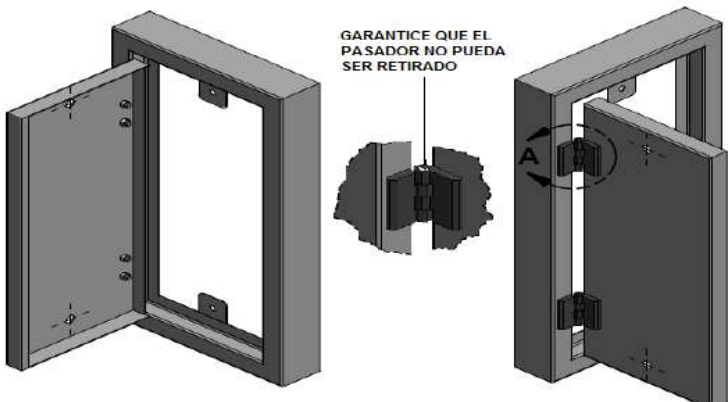
- f) Se puede utilizar puerta fijada con tornillos para el compartimento del totalizador.
- g) El sentido de apertura de la puerta en tableros con una sola ala deberá ser contrario a la ruta de evacuación o salida. Al acoplar varios tableros de una sola ala, las bisagras de todas las puertas deben quedar hacia el mismo costado.
- h) Todas las puertas de los compartimentos de los tableros y celdas de medida en media tensión deberá poseer bisagras para facilitar su apertura, excepto lo mencionado en el literal f de este numeral.
- i) El material de las bisagras deberá ser metálico.


Como referencia, la siguiente figura contiene algunos esquemas típicos de tipos de bisagra, los cuales pueden utilizarse en la construcción de los tableros.



ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 10 DE 50

**Figura 2.** Esquemas típicos de bisagras según su uso

Tipo de Bisagra	Esquema de Bisagra	Puerta con Bisagra	Numeral
Bisagra interna en tableros de uso interior			Ver numeral 3.1.3 literal a
Bisagra interna en tableros de uso exterior			Ver numeral 4.7, literal a
Bisagra externa en tableros de uso interior o exterior			Ver numeral 3.1.3, literales a, b, c

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 11 DE 50

### 3.1.4 Frente muerto

En su parte frontal, los tableros deberán contar con una barrera de protección del mismo material de éste con el fin de proporcionar seguridad a las personas que efectúen labores de operación y mantenimiento, impidiendo el contacto directo a partes vivas. Si los interruptores pueden ser operados desde la parte externa del tablero, y la abertura de la tapa no permite el contacto con partes vivas, la puerta puede ser considerada el frente muerto del tablero.



Para efectos de esta norma, las barras de neutros y de puesta a tierra se consideran partes vivas, por lo cual, el frente muerto deberá cubrirlas.

### 3.1.5 Barrajes

#### 3.1.5.1 Características constructivas de los barrajes

- a) Los barrajes tienen que ser construidos con cobre electrolítico con una pureza mínima del 99.9% y deben cumplir con la especificación de la norma ASTM-B187. No se permite el uso de aluminio en barrajes.
- b) Los barrajes deberán cumplir con la marcación de colores establecida en la tabla 6.5 del RETIE 2013, incluido el de puesta tierra.
- c) Para la protección del barraje principal se recomienda colocar una tapa en policarbonato con un espesor mínimo de 3mm. En cualquier caso esta placa no puede ser considerada frente muerto.
- d) Para futuras ampliaciones, se deben dejar los elementos mecánicos y eléctricos para el empalme de los tableros, en lo que se refiere a la estructura y a la capacidad de corriente del barraje de cobre.
- e) Al retirar la tapa exterior del compartimento de entrada, el barraje general del tablero de medidores debe quedar siempre visible y accesible en todo su recorrido, para su revisión y la observación de los puntos calientes.
- f) El barraje para los tableros de medidores debe calcularse teniendo en cuenta no solo la corriente de carga nominal sino también los esfuerzos mecánicos producidos por la corriente de cortocircuito.
- g) La separación de las barras entre sí deberá cumplir lo dispuesto en la tabla 384-36 de la NTC 2050, la cual podrá ser mayor dependiendo del nivel de cortocircuito al que serán sometidas dichos elementos.



Se exceptúa del cumplimiento de esta disposición las barras al ingreso a los totalizadores, siempre y cuando se instalen entre las barras los separadores aislantes que poseen los interruptores como accesorio para tal fin.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 12 DE 50

**Tabla 1.** Separación mínima entre piezas de metal desnudas en mm

V	Polaridad opuesta montadas en la misma superficie	Polaridad opuesta cuando están al aire libre	Entre las partes energizadas y tierra
125 o menos	19	13	13
126-250	32	19	13
251-600	51	25	25

- h) El barraje no deberá estar pintado en su recorrido.
- i) Las derivaciones que se realicen con un cable deben tener un conector terminal de presión tipo pala de cobre estañado, el cual debe fijarse al barraje mediante un tornillo, una tuerca y una arandela de presión. Se recomienda el uso de arandelas cóncavas.
- j) Todos los tornillos, tuercas y arandelas que se fijen en el barraje deben tener un recubrimiento que evite la oxidación y garantice una alta conductividad. Pueden ser electroplateados, tropicalizados o galvanizados en frío.
- k) Los barrajes, incluido el neutro, deberán instalarse sobre aisladores de soporte, los cuales no deben ser higroscópicos y combustibles. Los aisladores deben soportar una tensión de ensayo de aislamiento a frecuencia industrial de 2.2kV durante 1min, sin rompimiento del dieléctrico, tal y como lo especifica el numeral 3.6.4.5 de la norma NTC 3444.
- l) En tableros compuestos por varios módulos, los barrajes puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra deberán garantizar la continuidad, además deberá conservar la capacidad de corriente, ser independientes entre sí y claramente diferenciables en todo su recorrido.
- m) En los tableros donde se instalen medidores monofásicos bifilares, bifásicos o trifásicos, las señales de referencia de los medidores deberán derivarse únicamente desde una barra adicional que se instale en el compartimento de entrada, denominada “barra de señales de referencia para la medida”. (Ver Figura 8, Anexo A1). Dicha barra debe ser conectada al barraje neutro que proviene de la fuente, ya sea conectándola directamente a través de un conector de compresión certificado, o por medio de una pequeña barra desde la cual también se derive el conductor a la barra de neutro de las instalaciones en el compartimento de salida. En todo caso, la “barra de señales de referencia para la medida” no podrá ser desconectable desde la parte externa o desde otro compartimento del tablero.
- n) El barraje de señales de referencia debe dimensionarse y calcularse de acuerdo a la corriente promedio que circula por el común de las bobinas de tensión en el medidor. Un valor de referencia de corriente para los medidores trifásicos o bifásicos tipo estático es 10mA y para los medidores trifásicos o bifásicos electromecánicos es 35mA.
- o) El barraje puesto a tierra (neutro) donde se derivan los neutros de las instalaciones deberá instalarse en el compartimento de salida para facilitar el mantenimiento y reposición de dichos conductores.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 13 DE 50

### 3.1.5.2 Capacidad de los barrajes

- a) El fabricante del tablero deberá garantizar un aumento máximo de temperatura en las barras de 30°C sobre la temperatura ambiente, sin que el arreglo supere los 70°C.
- b) El barraje de neutro debe tener la misma capacidad de corriente que el barraje de fase, y en los casos donde predomine carga no lineal, éste deberá ser calculado por lo menos al 173% de la corriente de fase, acorde a lo descrito en literal d) del artículo 15.1 del RETIE.
- c) Para el dimensionamiento de los barrajes deberán tenerse en cuenta los valores de corriente continua y los esfuerzos térmicos y dinámicos ocasionados por los cortocircuitos.
- d) La capacidad mínima de corriente para el cálculo de los barrajes debe ser la indicada en la Tabla 7 del Anexo A4, la cual es tomada de la norma DIN 43671/11.64. Adicionalmente, se deben aplicar los factores de corrección ( $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ ,  $k_4$  y  $k_5$ ) descritos en dicha norma.

$k_1$  : Factor de corrección para variaciones en la capacidad debido a cambios en la conductividad de las barras



$k_2$  : Factor de corrección para diferentes temperaturas ambiente y/o de barras. Ver figura 18 del Anexo A4.

$k_3$  : Factor de corrección para variaciones en la capacidad térmica debido a la disposición física de las barras.

$k_4$  : Factor de corrección para variaciones en la capacidad eléctrica (con AC) debido a la disposición física de las barras.

$k_5$  : Factor de corrección debido a la altura sobre el nivel del mar.



- e) La temperatura mínima ambiente a emplear para el cálculo de la densidad de los barrajes es de 35°C. Es necesario validar la temperatura ambiente a la que estará sometida el tablero para el correcto cálculo de la densidad en las barras.
- f) Se acepta el uso de secciones transversales equivalentes a las establecidas en la tabla No. 7 del Anexo A4. (DIN 43671/11.64) para el dimensionamiento de las barras, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
- Para corrientes iguales o inferiores a 125 A, el espesor de la barra no debe ser superior a 4mm, buscando evitar gran pérdida de material al perforar la barra para las derivaciones.
  - La sección equivalente solo es válida por cada barra y no para arreglo de barras. Si se emplearan barras en paralelo, la sección equivalente se debe validar en forma individual.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 14 DE 50

- g) La sección neta en cualquier punto de las barras (descontando el espacio de los orificios o el material que deba ser retirado en los casos cuando es necesario para el ingreso a las terminales del interruptor), no debe ser inferior a la sección equivalente establecida en la Tabla No. 7 del Anexo A4, para la corriente nominal del interruptor, o en su defecto, para la corriente de diseño del tablero. Se exceptúa para el cálculo de la sección neta, el orificio donde se conecta el interruptor a la barra, debido a que en estos casos la corriente circula desde la superficie del interruptor a la superficie de contacto de la barra.

### 3.1.6 Alambrado, Acometidas y Conexiones

- a) Los conductores de las acometidas y desde los medidores hasta los interruptores individuales en el compartimento de salida deberán ser en cobre, no será permitido el uso de conductores en aluminio o de aluminio recubierto en cobre.
- b) Las acometidas desde el compartimento de entrada hasta cada uno de los medidores deberán ser visibles en todo su recorrido, por lo cual, los tableros no podrán ser construidos con doble fondo.
- c) Los conductores de todas las acometidas en el tablero no deben tener una sección transversal inferior a  $8,36 \text{ mm}^2$  (8 AWG). Se exceptúa de dicha disposición los conductores que sirven de referencia a las bobinas de tensión de los medidores bifásicos y trifásicos, los cuales se deberán calcular teniendo en cuenta lo dispuesto en el literal n) del numeral 3.1.5.1.
- d) El fabricante deberá calcular el calibre de las acometidas para soportar el nivel de cortocircuito al que estará sometido el tablero.
- e) El cableado de entrada y salida de los medidores deberán agruparse en conjuntos que no superen la cantidad necesaria para conectar una columna de medidores en el tablero. En todos los casos, no está permitido agrupar todas las acometidas en dos conjuntos instalados en los laterales del tablero, cuando estos se componen de 3 o más columnas de medidores. Así mismo, los conductores de la acometida y los ya medidos no podrán agruparse en el mismo conjunto, y estos deberán instalarse en trayectorias diferentes. Ver figura 10 del Anexo 1.
- f) El aislamiento de los conductores que servirán de referencia para las bobinas de tensión en los medidores bifásicos o trifásicos deberán ser en color blanco para facilitar su identificación y evitar errores de conexión. No se admitirá conductores de otro color marcados en los extremos con cinta de color blanco.
- g) Las acometidas de los medidores y los conductores entre estos y los interruptores individuales deberán alambrarse en el espacio entre columnas de medidores; no es permitido su instalación por detrás de estos, buscando facilitar su inspección. Para mayor claridad, ver detalle B, figura 10 del Anexo 1.



<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 15 DE 50



- h) Se permite la instalación de los conductores de entrada y salida de los medidores por detrás de los perfiles que sostienen los medidores, siempre y cuando el alambrado se realice en el espacio entre columnas de medidores, que los perfiles no tengan un ancho superior a los 50mm, y que la distancia entre perfiles sea superior a 100mm. Para mayor claridad, ver figura 10 del Anexo 1.
- i) Los ductos de entrada y salida de celdas y tableros se deberán sellar en ambos extremos tal y como lo establece el literal g del artículo 300-5 de la NTC 2050, en todos los casos en los que exista posibilidad de ingreso o condensación de agua al interior de estos elementos, como puede ocurrir cuando la caja de inspección se encuentra ubicada a una altura superior a la del tablero o celda, o cuando se generen proceso de condensación como consecuencia de altos niveles freáticos en las cajas de inspección.
- j) No se permite instalar más de una terminal o alambre en un mismo punto, se exceptúan las platinas de cobre siempre que la ubicación de estas lo permitan y que la conexión se realice en caras opuestas. Para el caso de interruptores de debe disponer de un accesorio o platina para tal fin.
- k) La temperatura nominal asociada a la capacidad de corriente de los conductores a instalar en el interior de un tablero, se debe elegir y coordinar de modo que la temperatura asociada a cualquier terminación, conductor o dispositivo conectado no supere 60 °C para corrientes inferiores a 100 A, y 75 °C para corrientes superiores o iguales a 100 A, tal y como lo dispone el artículo 110-14 y la tabla 310-16 de NTC 2050.

### 3.1.7 Puesta a tierra y Puente Equipotencial

- a) El calibre del conductor que conecta la barra de neutro con el electrodo de puesta a tierra deberá cumplir con lo establecido en la tabla 250-94 de la NTC 2050.
- b) En los sitios donde deba equipotencializarse la barra de puesta a tierra con la barra de neutro, el conductor de interconexión deberá cumplir lo estipulado en la tabla 250-95 de la Norma NTC 2050. Dicho puente debe ser visible y manipulable para permitir su desconexión para futuras labores de medición del sistema de puesta a tierra de la instalación. Por tal motivo la barra de neutro y tierra del gabinete principal o ML no podrá consistir en una sola barra continua.
- c) El conductor de neutro y el conductor de puesta a tierra deben estar aislados entre sí, solo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, este puente equipotencial debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida o del transformador. El puente equipotencial se instalará en el tablero de medidores, solo si este punto es el más cercano a la acometida principal del predio y no exista otro puente equipotencial antes del tablero. El instalador es el responsable del cumplimiento de esta disposición.
- d) Cuando existan tableros “aguas arriba”, la barra de puesta a tierra debe estar conectada a la barra de puesta a tierra del tablero alimentador más cercano, empleando un conductor con la sección equivalente, según lo dispuesto en la tabla 250-95 de la NTC 2050.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO:	<b>RA8-012</b>	REV.	<b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ:	Normalización y Especificaciones	REVISÓ:	UNIDAD N&E
		APROBÓ:	GERENCIA CET	FECHA:	2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA:	PÁGINA:
				mm	16 DE 50



### 3.1.8 Paneles



- El fondo de los tableros deberá dejarse libre y no deberá ser utilizado para fijación de medidores o cualquier otro dispositivo. Solo podrá instalarse sobre el fondo, el perfil para la sujeción de los medidores.
- Si al retirar los paneles laterales, posteriores (fondo), superior e inferior de los tableros quedan partes vivas expuestas o algún elemento que compone el equipo de medida queda accesible, estos paneles deberán estar fijados o sellados desde el interior del tablero, y los mismos no podrán ser asegurados con tornillos u otro tipo de elementos que puedan ser retirados externamente. Esta disposición también aplica para los tableros que existan antes de la medida, tales como los que alojan el interruptor general o los interruptores parciales, cuando estos se instalen en un módulo independiente.
- Las paredes laterales, el fondo y las puertas de los tableros sobrepuestos o empotrados deben ser contruidos en calibre mínimo BWG 18 (1.24mm), en lámina de acero tipo Cold Rolled.
- Las paredes laterales, el fondo y las puertas de los tableros autosoportados deben ser contruidos en calibre mínimo BWG 16 (1.65mm), en lámina de acero tipo Cold Rolled.
- La estructura de las celdas de medida en media tensión debe ser contruida en calibre mínimo BWG 14 (2.11mm), en lámina de acero tipo Cold Rolled. Para los paneles se acepta un calibre mínimo BWG 16 (1.65mm).
- El calibre de la lámina deberá aumentarse acorde al nivel de corto circuito al que estará sometido el tablero.

### 3.1.9 Pintura

- La pintura a utilizar para celdas y tableros deberá ser de la gama de colores RAL 7032, 7035, 7042, 9001 o 9010, de acabado mate (Figura 3). Deberá emplearse pintura en polvo con poliéster y cumplir con las condiciones y requisitos que permita una adherencia mínima del 95%, cuando se someta al ensayo descrito en la NTC 811, método de la cuadrícula, o una norma equivalente.

**Figura 3. Pintura para tableros**

RAL	RGB	COLOR
7032	184-183-153	Gris guijarro
7035	215-215-215	Gris luminoso
7042	141-148-141	Gris tráfico A
9001	250-244-227	Blanco crema
9010	255-255-255	Blanco puro



<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 17 DE 50

- b) Los tableros metálicos deben estar protegidos interior y exteriormente contra la corrosión (NTC 2050 artículo 300-6), el material deberá ser el adecuado para soportar el medio en el que esté instalado.
- c) La dureza de la capa de pintura deberá ser de 2H como mínimo, cuando se verifique acorde al procedimiento descrito en la norma NTC 912, o una norma equivalente.

### 3.1.10 Espacios Internos y dimensiones

- a) Los registros o visores de la fila inferior de medidores de los tableros a instalar en un cuarto técnico o zona de circulación en el interior de una edificación, deben quedar a una altura mayor o igual a 600mm y los registros o visores de la fila superior deben quedar a una altura menor o igual a 1800 mm sobre el nivel del piso acabado.
- b) Las palancas de operación de las protecciones de los tablero a instalar en un cuarto técnico o zona de circulación en el interior de una edificación, deben quedar a una altura mayor o igual a 400 mm y menor o igual a 2000 mm sobre el nivel de piso acabado.
- c) Los registros o visores de la fila inferior de medidores de los tableros a instalar al exterior de las edificaciones, deben quedar a una altura mayor o igual a 1000 mm y los registros o visores de la fila superior de medidores deben quedar a una altura inferior o igual a 1800 mm sobre el nivel del piso acabado.
- d) Las palancas de operación de las protecciones de los tableros a instalar al exterior de las edificaciones deben quedar a una altura mayor o igual 800 mm y menor o igual a 2000 mm sobre el nivel de piso acabado.
- e) En tableros de medida semi-directa, la altura máxima permitida del registro del medidor será de 1800 mm y la mínima de 1300 mm sobre el nivel de piso acabado.
- f) Las celdas de medida en media tensión no deben tener una altura superior a 2200 mm, ni inferior a 1800mm. El ancho mínimo permitido cuando los transformadores de medida se instalan horizontalmente deberá ser de 1100 mm y una profundidad mínima de 1200mm. Si los transformadores de medida se instalan verticalmente, la aceptación quedará sujeta a previa revisión de EPM. La altura máxima para el registro del medidor es de 2000mm. Ver figura 15 del Anexo 3.



Se anexa tabla resumen con las dimensiones antes descritas.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 18 DE 50

**Tabla 2.** Alturas de los medidores y Protecciones.

Tipo de Medida	Ubicación Tablero de Medida	Altura Mínima del Medidor [=] mm	Altura Mínima Palanca Interruptor [=] mm	Altura Máxima del Medidor [=] mm	Altura Máxima Palanca Interruptor [=] mm
<b>Directa</b>	Interior	600	400	1800	2000
	Exterior	1000	800	1800	2000
<b>Semi-directa</b>	Interior	1300	400	1800	2000
	Exterior	1300	800	1800	2000
<b>Indirecta</b>	Interior	NA	NA	2000	NA

- g) Las aberturas entre los tres compartimentos del tablero deberán tener una distancia máxima de 50 mm, con lo cual se busca evitar que los compartimentos de entrada y de medida queden vulnerables a conexiones no autorizadas desde el compartimento de salida. Ver figura 10 del Anexo 1.
- h) En los casos cuando las acometidas se instalen detrás de los perfiles que sostienen los medidores, la distancia mínima entre el fondo del tablero y dichos perfiles deberá ser de superior a 50mm.
- i) Entre el registro o display del medidor y la puerta se permite una distancia hasta de 50mm. Ver sección A-A", Figura 10 del Anexo 1.
- j) Se deberá dejar un espacio mínimo de 30 mm horizontales entre medidores consecutivos y la acometida debe instalarse del tal manera sea visible durante su inspección. Ver detalle B, Figura 10 del Anexo 1.
- k) El espacio mínimo de separación vertical entre medidores deberá ser el mayor valor entre 100 mm y el radio de curvatura permitido para el conductor. Ver figura 10 del Anexo 1.
- l) El tablero se deberá diseñar basándose en el mayor tamaño de medidor comercial. Para facilidad, se adjunta una tabla de referencia con las mayores medidas comerciales según su tipo (monofásico, bifásico, trifásico). No obstante, queda bajo responsabilidad del fabricante el evaluar permanentemente el mercado para actualizar estas medidas en los casos cuando se detecten medidores de mayor tamaño.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 19 DE 50

**Tabla 3.** Dimensiones de referencia de medidores comerciales de mayor tamaño según su tipo.

Tipo de medidor	Electrónico Dimensiones (mm)		
	Alto	Ancho	Profundidad
Monofásico	115	130	35
Bifásico	221	175	50
Trifásico	221	174	50

### 3.2 ACCESORIOS

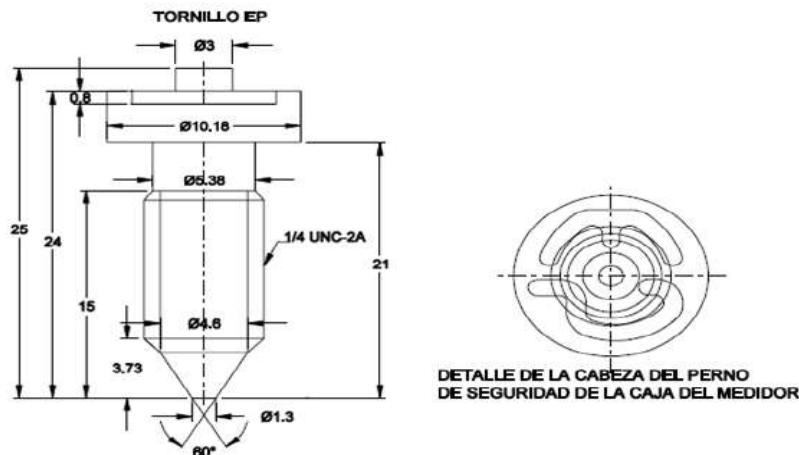
- Los terminales, empalmes y en general todas las conexiones que se realicen en los tableros de medidores deben cumplir con lo exigido en la NTC 2050, Art. 110-14.
- Para evitar la corrosión en puntos de interconexión, se exige el uso de tornillos electroplateados, tropicalizados o galvanizados en frío.
- Para la fijación de los medidores deberán emplearse soportes, tal como se observa en las Figuras 8, 9, 10,11 y 12 del Anexo 1.

#### 3.2.1 Tornillos de seguridad

Las puertas deben permitir la instalación de tornillos de seguridad tipo EP de ¼" x 1" con el fin de permitir el sellado por parte de EPM. Las dimensiones del tornillo se encuentran en la norma RA7-202.

En bisagras internas, la instalación de los tornillos de seguridad se debe realizar en las esquinas contrarias a las bisagras. En bisagras tipo externa, cada uno en la parte superior e inferior de la misma y en el centro de la puerta (Ver figura 2).

**Figura 4.** Dimensiones del tornillo EP (Norma EPM RA7-202)

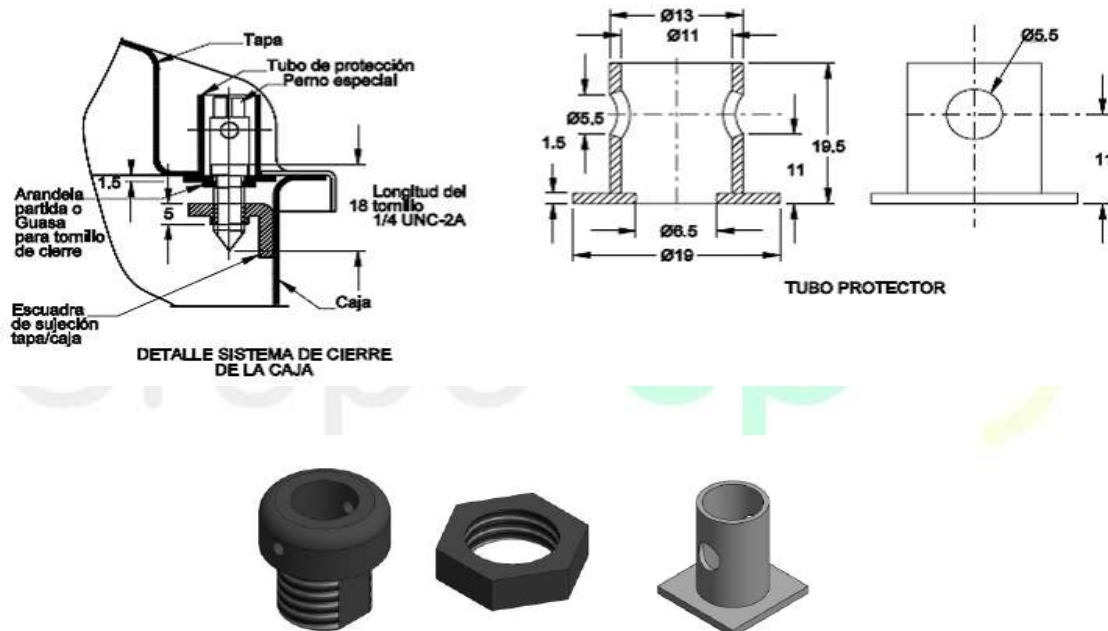


ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
Grupo <b>epm</b>	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 20 DE 50

### 3.2.2 Embolo

Los tableros deberán contar con un émbolo, tubo protector o un accesorio que permita alojar los tornillos de seguridad que usa EPM (tornillo EP). El émbolo podrá ser metálico o plástico y su elección se hará de acuerdo al criterio del fabricante.

**Figura 5.** Embolo o tubo protector, plástico y metálico (Norma EPM RA7-203)



### 3.2.3 Conectores

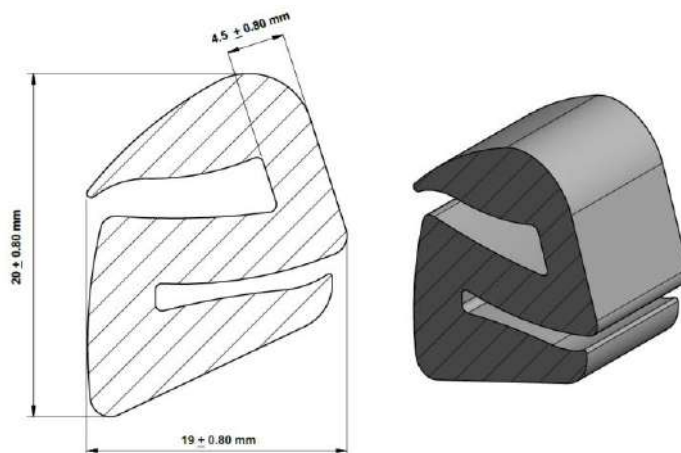
Los conectores terminales para cables utilizados en tableros deben ser dimensionados para soportar los esfuerzos térmicos, mecánicos y dinámicos previsibles, y serán de tamaño adecuado a la sección de los conductores que hayan de recibir. Se debe realizar una adecuada aplicación de los conectores terminales de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

### 3.2.4 Empaques

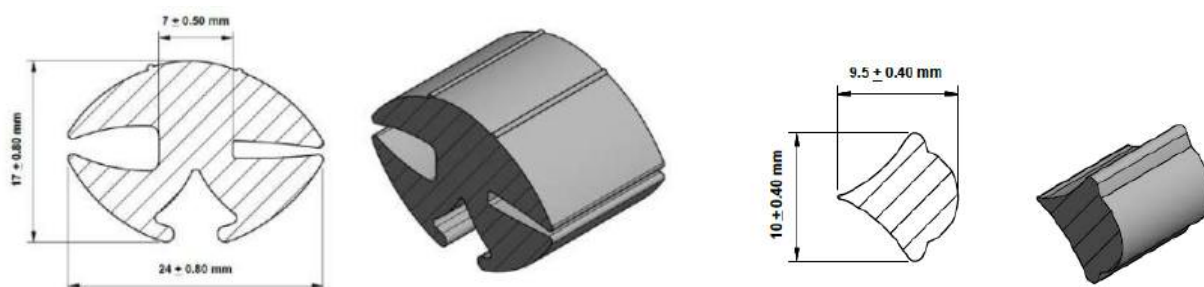
Los visores o registros deben ser fijados a las puertas por medio de empaques de caucho para evitar el ingreso de agua al tablero. En todos los casos, se deberá garantizar que dicho empaque no pueda ser retirado desde el exterior. Los empaques permitidos para este propósito deben ser del tipo Z o tipo cuña, de material EPDM, con las dimensiones y forma que se describen a continuación:

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
Grupo <b>epm</b>	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 21 DE 50

**Figura 6.** Empaque tipo Z (medida en mm)




**Figura 7.**Empaque tipo cuña (medida en mm)



### 3.2.5 Registros o Visores

- Todos los tableros deberán tener visores o registros en el espacio dedicado para la lectura de la medida y podrán ser individuales o por fila de medidores. La ventana de cada medidor tendrá una dimensión mínima ya sea de 100 x 100 mm o de diámetro 100mm.
- Los registros deberán ser instalados en láminas de policarbonato con protección UV o de vidrio templado y con un espesor mínimo de 3mm. No se aceptará visores en acrílico o registros de la medida sin los visores antes descritos.
- No se aceptan registros o visores en policarbonato de diseño especial donde sea necesario la inyección de policarbonato a través de un molde con la forma del registro.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 22 DE 50




- d) Los visores o registros para las celdas de media tensión y tableros de medida semi-directa deberán tener una dimensión mínima de 400mm de alto x 200 mm de ancho y deberán permitir la visualización de la bornera de conexiones que se emplea para separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual con la instalación en servicio. Los visores deberán ser fijados con un empaque de caucho, el cual deberá cumplir con lo descrito en el numeral 3.2.4, de forma tal que no pueda ser retirada por la parte exterior.
- e) Los orificios de las tapas de los tableros deben permitir tomar la lectura del medidor y los datos de placa de estos.

### 3.2.6 Marcación de medidores

- a) Para cumplir lo dispuesto en los artículos 110-22 y 230-72 de la NTC 2050, los equipos de medida deben rotularse con el fin de identificar el inmueble o instalación a la cual pertenecen. En la tapa del tablero, en la parte superior de cada uno de los registros, se deben colocar los rótulos con la nomenclatura o identificación del inmueble, empleando un material que garantice permanencia en el tiempo. La identificación deberá colocarse también en la protección respectiva. Ver figura 9 del Anexo 1.
- b) Los elementos de marcación empleados deben ser plásticos, acrílicos o metálicos. Los números y letras deben tener una altura mínima de 5mm, ser indelebles en alto o bajo relieve. Es responsabilidad del instalador garantizar los requisitos anteriores. No se permiten elementos de marcación atornillados, hechos con rotuladora, pintura, cinta, marcador o similar (NTC 2050 art. 110-22).
- c) La identificación de las instalaciones y su disposición, debe estar ordenada de menor a mayor y de arriba hacia abajo, ejemplo:

Instalación	1	4	7	.....	Bandeja o Fila N°1
Instalación	2	5	8	.....	Bandeja o Fila N°2
Instalación	3	6	9	.....	Bandeja o Fila N°3

- d) El instalador deberá garantizar la correspondencia entre el medidor y su respectivo elemento de marcación, con el fin de evitar problemas de inversión de cuentas. En tal caso, EPM no tendrá ninguna responsabilidad en los problemas ocasionados al usuario derivados por los cruces de facturas de cobro de energía.
- e) El extremo de cada conductor de entrada o salida en los medidores de medida directa, deberá estar claramente identificado mediante marquillas indelebles firmemente adheridas al conductor.
- f) No se permitirá localizar en un mismo tablero, medidores de diferentes bloques de apartamentos, oficinas o locales comerciales. Cada bloque deberá tener su propio tablero de medidores.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO:	<b>RA8-012</b>	REV.	<b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ:	Normalización y Especificaciones		
				REVISÓ:	UNIDAD N&E		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A			APROBÓ:	GERENCIA CET		
				FECHA:	2015/03/12		
			ESCALA:	N/A			
				UNIDAD DE MEDIDA:	mm		
					PÁGINA:		
					23 DE 50		

### 3.3 GRADO DE PROTECCION



- a) Los tableros y celdas deberán estar protegidos contra el ingreso de cuerpos solidos o partículas de polvo y líquidos de acuerdo al lugar de operación y al personal que tendrá contacto directo con este elemento.
- b) Los tableros y celdas de medida instalados en subestaciones o cuartos técnicos deberán contar al menos con un grado de protección IP igual a 4X o su equivalente NEMA, es decir, protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 1mm. 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.
- c) Los tableros instalados en zonas de circulación en el interior de las edificaciones deberán contar al menos con un grado de protección IP igual a 43 o su equivalente NEMA, es decir, protegido contra cuerpos solidos de diámetro o espesor superior a 1mm y contra agua nebulizada (rociada). 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.
- 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.

En resumen, los grados de protección de los tableros y celdas de medida según su sitio de instalación deberán ser los siguientes:

**Tabla 4.** Grado de Protección de celdas y tableros de medida según su ubicación.

Ubicación	Grado de Protección
Cuarto Técnico	4X
Zonas de Circulación	43
Intemperie	44

- 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) El estándar IEC 60529 establece que el equipo a ser certificado debe cumplir con alguna de las siguientes condiciones.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 24 DE 50



**Tabla 5.** Grados de protección IP, primer y segundo dígito



PRIMERACIFRA			SEGUNDA CIFRA	
IP	Protección contra contactos eléctricos directos	Protección contra penetración de cuerpos sólidos extraños	IP	Protección contra penetración de agua
0	Ninguna protección	Ninguna protección	0	Ninguna protección
1	Penetración mano	Cuerpos $\phi > 50$ mm	1	Goteo vertical
2	Penetración dedo $\phi > 12$ mm y 80 mm de longitud	Cuerpos $\phi > 12,5$ mm	2	Goteo desviado 15° de la vertical
3	Penetración herramienta	Cuerpos $\phi > 2,5$ mm	3	Lluvia. Goteo desviado 60° de la vertical
4	Penetración alambre	Cuerpos $\phi > 1$ mm	4	Proyecciones de agua en todas direcciones
5	Igual que 4	Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial	5	Chorros de agua en todas direcciones
6	Igual que 4	No hay penetración de polvo	6	Fuertes chorros de agua en todas direcciones
				Inmersión temporal
				Inmersión prolongada (Material sumergible)

### 3.4 MARCACION DE TABLEROS Y CELDAS

a) Los tableros deben estar rotulados de acuerdo a lo establecido en el numeral **20.23.1.4** del RETIE, deberá tener adherida una placa donde se especifique de manera clara, permanente y visible, por lo menos la siguiente información:



- Tensión(es) nominal(es) de operación.
- Corriente nominal de operación.
- Corriente de cortocircuito.
- Número de fases.
- Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
- Razón social o marca registrada del fabricante, comercializador o importador.
- Cuadro para identificar los circuitos.
- Ambiente para el cual fue diseñado (tipo interior, intemperie, corrosivo o áreas explosivas).
- Grado de protección IP.

b) El fabricante deberá poner a disposición del usuario como mínimo la información consignada en el numeral **20.23.1.4** del RETIE. Adicionalmente el tablero deberá estar marcado con el símbolo de riesgo eléctrico e incluir el diagrama unifilar y las instrucciones para su instalación, operación y mantenimiento, las cuales deberán quedar ubicadas en el interior de la puerta del compartimiento de salida.

ENERGÍA		GRUPO DE NORMA		CIDIGO:	<b>RA8-012</b>	REV.	<b>0</b>
		TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA		ELABORÓ:	Normalización y Especificaciones	REVISÓ:	UNIDAD N&E
				APROBÓ:	GERENCIA CET	FECHA:	2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA:	N/A	UNIDAD DE MEDIDA:	PÁGINA:
						mm	25 DE 50

### 3.5 PROTECCIONES

- a) Los interruptores que se utilicen en el tablero deberán contar con certificación RETIE.
- b) El interruptor se debe calcular según lo descrito en los artículos 210-22 literal c), 230-208, 220-3 de la NTC 2050, de tal forma que la corriente nominal que circule a través de dicho dispositivo corresponda al 80% de la corriente de disparo por sobrecarga de este elemento, o en otras palabras, se debe calcular como 125% de la corriente nominal.
- c) En la puerta del compartimento de entrada se debe dejar una ventana exclusiva para el accionamiento de la palanca del totalizador, con el fin de evitar que los usuarios tengan que abrir la puerta del compartimento para operar el interruptor.
- d) Se permite el uso de interruptores automáticos de disparo ajustable, siempre que el valor de ajuste no sea superior a la corriente requerida y con acceso restringido al medio de ajuste, para lo cual, deberá garantizarse que para cambiar dicho ajuste sea estrictamente necesario realizar la apertura de la puerta del compartimento de entrada donde se aloja dicho interruptor, o en otras palabras, la ventana exclusiva para el accionamiento de la palanca del interruptor no deberá dejar expuesta la unidad de ajuste. Adicionalmente, en el interruptor deberá fijarse un rotulo con la corriente ajustada y la advertencia de no modificarlo sin previa autorización.
- e) Cuando se empleen interruptores automáticos de disparo ajustable como totalizador general del tablero, el rango superior de ajuste del interruptor no podrá ser mayor al 150% de la capacidad de conducción de corriente del barraje o capacidad de diseño del tablero.
- f) El fabricante del tablero deberá garantizar una adecuada coordinación en las curvas tiempo-corriente con el tiempo apropiado entre las protecciones del tablero y en todo el rango de la corriente de falla, para que haya una selectividad total entre la protección principal del tablero y la que corresponde a cada una de las instalaciones, de tal manera que en caso de falla en un ramal solo se desconecte el interruptor específico asociado a la falla y no operen las protecciones aguas arriba.
- g) La disposición anterior también aplica para las protecciones entre el tablero de medidores, el tablero general de alimentadores, y los tableros en cada una de las instalaciones, cuya responsabilidad es del instalador.
- h) El interruptor para la bomba contra incendios debe poseer solo protección magnética y dicha protección debe tener solo este módulo establecido desde fábrica. Además, en el rotulo de características del interruptor debe identificarse claramente esta condición. En ningún caso se aceptarán interruptores convencionales modificados a los que se les retire la protección térmica, y tampoco se aceptarán rótulos de características en papel u otro material que sea fácilmente retirable o que no perdure en el tiempo.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA		CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA		ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
			APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A
				UNIDAD DE MEDIDA: mm
				PÁGINA: 26 DE 50

- i) Como única excepción, y debido que las protecciones de 70 A no son muy comerciales, se aceptará para calibres No 4 AWG en cobre, que éstas sean protegidas por interruptores hasta de 80 A, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
- Los aislamientos de los conductores a emplear con la protección a 80A deberán ser THHN o THWN.
  - Las terminales a conectar en los interruptores deberán estar certificadas para 75°C mínimo.
  - El interruptor deberá poseer como mínimo el número de polos de la acometida (monopolar, bipolar o tripolar según el caso).
  - Deberá poseer la capacidad de soportar el nivel de cortocircuito en el sitio donde será instalado, pero en ningún caso podrá ser inferior a 10kA.
  - Deberá estar certificado para el cumplimiento de las disposiciones del RETIE y la norma IEC60947-2 o una equivalente.
- j) La capacidad de interrupción (nivel de cortocircuito) de los interruptores deberá ser igual o superior al nivel de cortocircuito al que estará sometido el tablero, y en todo caso, para tableros que sean instalados en unidades residenciales, dicha capacidad de interrupción no podrá ser inferior a 10kA, tal y como lo determina la norma IEC 60947-2.



#### 4. LOCALIZACIÓN

##### 4.1 UBICACIÓN DE TABLEROS DE UNO (1) A CUATRO (4) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.

- a) La ubicación de los medidores en instalaciones que tengan de uno (1) a cuatro (4) medidores de lectura directa, podrá realizarse en cajas independientes tipo intemperie según norma RA7-203 y RA8-020, o en un tablero general instalado en la fachada y apropiado para uso exterior.
- b) Para medidores monofásicos con acometidas superiores a calibre N°6 AWG e inferiores a calibre No. 1/0 AWG o medidores bifásicos o trifásicos, se deberán utilizar cajas tipo medidor parrilla o un tablero que permita el alojamiento del medidor y la manipulación de los cables de la acometida.
- c) Se permite para este tipo de tableros el uso de solo 2 puertas, una para el compartimento de entrada y el compartimento de medidores y la otra para el compartimento de salida o de protecciones individuales.

##### 4.2 UBICACIÓN DE TABLEROS DE CINCO (5) A SEIS (6) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.

- a) Para las instalaciones en las que se requieran entre cinco (5) y seis (6) medidores monofásicos, bifásicos o trifásicos de lectura directa, deberá emplearse un tablero general para alojar los medidores, el cual deberá ser instalado en la fachada de la edificación y deberá ser tipo intemperie.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 27 DE 50

- b) Para esta cantidad de medidores, no se requiere la instalación de un interruptor general (totalizador).
- c) En todos los casos los tableros instalados en fachada deberán ser empotrados.

#### 4.3 UBICACIÓN DE TABLEROS DE SIETE (7) A VEINTICUATRO (24) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.

Los tableros con siete (7) o más medidores deben contar con una protección o interruptor general.

Los tableros que tengan entre siete (7) y veinticuatro (24) medidores deben cumplir lo siguiente:

- a) Podrán ubicarse al interior de la edificación, cumpliendo lo establecido en el numeral 4.6.
- b) Podrán instalarse en la fachada de la edificación siempre y cuando esté empotrado y cumpla con lo exigido en el numeral 4.7.



#### 4.4 UBICACIÓN DE TABLEROS CON MÁS DE (24) MEDIDORES DE MEDIDA DIRECTA.

Los tableros con más de veinticuatro (24) medidores deben instalarse en un cuarto técnico para ese propósito. La llave del cuarto debe estar disponible en portería para que los funcionarios de EPM puedan acceder. Las condiciones de espacio de trabajo, distancias de seguridad y altura mínima del cuarto técnico deberá cumplir con lo especificado en la norma RA8-014.

En resumen, los tableros deberán ubicarse según el número de instalaciones que aloje, en los sitios que se describen en la tabla a continuación:

**Tabla 6.** Ubicación de los Tableros según el número de instalaciones.

Tipo de Medida	Cantidad Instalaciones	Forma de Alojar los medidores	Ubicación Tablero o Caja Hermética	Observaciones
Directa	1 a 4	Caja Hermética o Tablero	Fachada	Acometidas superiores a calibre No. 6 AWG debe ser tablero. Tablero puede ser de dos tapas
	5 a 6	Tablero	Fachada	Empotrado
	7 a 24	Tablero	Fachada o Interior	Empotrado si es fachada
	Más de 24	Tablero	Cuarto Técnico	

ENERGÍA		GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
		TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
					APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 28 DE 50

#### 4.5 UBICACIÓN DE TABLEROS DE MEDIDA SEMIDIRECTA Y CELDAS MEDIDA INDIRECTA

Los tableros para medida semi-directa pueden ser empotrados o autosoportados y las celdas para medida indirecta solo se permiten autosoportados.



Las celdas de medida indirecta deberán estar alojadas en el interior de un cuarto técnico. No se permite este tipo de celdas a la intemperie, a excepción de los proyectos para provisionales de obra, o los que por su condición de operación, deban reubicarse permanentemente y en periodos inferiores a un año, tales como lo pozos de exploración, túneles, entre otros.

Los tableros de medida semi-directa para zonas comunes, RCI y locales de centros comerciales pueden instalarse en el interior o exterior de la edificación, siempre que cumplan con los grados de protección respectivos, además de la correcta ubicación de la protección y la medida.

Los tableros de medida semi-directa individuales para bodegas y locales que no pertenezcan a un centro comercial, deberán ser instalados única y exclusivamente en el exterior de la edificación, preferiblemente en la fachada del inmueble.

#### 4.6 TABLEROS INSTALADOS AL INTERIOR DE LA EDIFICACION



- Si el tablero será instalado en el interior de la edificación, deberá estar ubicado en un sitio de fácil acceso, cercano a la entrada del edificio y para trabajos eléctricos deberá cumplir con los límites de aproximación seguros establecidos en el numeral 13.4 del RETIE.
- No debe ubicarse en zonas de circulación vehicular, sobre las rutas de evacuación general del edificio debidamente identificadas o zonas privadas (celdas de parqueo, útiles etc.). Esto con el fin de evitar restricciones de acceso o circulación.
- Los cuartos donde se ubiquen los tableros deben ser de uso exclusivo para tal fin, deberán permanecer libres, por lo tanto, no pueden ser utilizados como bodega, cuarto útil, shut de basuras, cuartos técnicos de bombas de agua, entre otros.
- De otro lado, no está permitida la instalación de equipos de medida en el interior de los cuartos que se usen para el almacenamiento de objetos, tanques de agua, combustibles, shut de basura, elementos de aseo, entre otros. El cuarto o local debe estar señalizado con el símbolo de riesgo eléctrico y su acceso debe restringirse solo a personal calificado.
- En la ubicación de los tableros, se deberá garantizar un espacio suficiente para que la apertura de todas las puertas de los gabinetes sea mínimo de 90°. Adicionalmente deberán cumplirse con los requisitos de espacios de trabajos descritos en la norma RA8-014.
- Los tableros no se deben instalar sobre o debajo de tuberías que transporten líquidos o gases, con excepción de los rociadores o tuberías de las redes contraincendios que sirvan de protección única y exclusivamente al tablero o elementos aledaños a éste elemento.

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 29 DE 50

- g) Los tableros no deberán ser instalados en el ascenso de escalas. Podrán ser instalados debajo de estas o en los descansos siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos de altura y espacios de trabajo establecidos en la norma RA8-014 y que no se trate de unas escalas exclusivas de emergencia.
- h) Los tableros instalados en lugares donde puedan estar sometidos a salpicaduras de agua debido a labores de limpieza o condiciones ambientales deben ser fabricados a prueba de intemperie.
- i) Los tableros de medidores que estén sometidos a niveles de cortocircuito superiores a 20kA, deberán ser instalados en cuartos técnicos. No se permitirá la instalación de dichos tableros en zonas de libre circulación o en nichos debido a los efectos generados por un arco eléctrico a personal no calificado que puedan estar expuestos a dicha circunstancias, tal y como lo describe el artículo 13.4 del RETIE con la presencia de radicación térmica de hasta 20.000°C, aumento súbito de presión hasta de 30 t/m2, niveles de ruido por encima de 120 dB y expulsión de vapores metálicos.
- j) En los casos donde el tablero sea instalado en sitios de circulación general, y que éste posea abertura que permita la operación de los interruptores desde la parte externa del mismo, dicha abertura se deberá dotar con una cubierta de protección que permita la instalación de candado o chapa, pero conservando la posibilidad por parte de EPM para poder retirar la tapa completa para la revisión del compartimento de entrada sin la necesidad del uso de llaves. Ver figura 8, Anexo 1.
- k) Los tableros se deben anclar al piso sobre un pedestal de altura no inferior a 50 mm y sujetarse a las paredes (si se requiere), con las fijaciones adecuadas para garantizar su firmeza, cumpliendo con las alturas mínimas dispuestas para visores, e interruptores en los apartados 3.1, 3.2 y 3.5.

#### 4.7 TABLEROS INSTALADOS AL EXTERIOR DE LA EDIFICACION

- a) Los tableros para intemperie se deben construir con cortagoteras (Ver figura 2) para evitar la entrada de agua y con empaques adecuados sobre todo el perfil donde cierra la puerta o la tapa para darle hermeticidad.
- b) La caja para alojar un medidor de lectura directa se podrá ubicar en poste única y exclusivamente en zonas rurales, siempre que no obstruyan el paso peatonal, vehicular y no esté expuesto a daños. Si se requiere dos o más equipos de medida directa o medida semi-directa o indirecta no se podrán instalar en poste y se acordará con el personal de EPM el lugar de su ubicación.
- c) Los tableros instalados al exterior de la edificación que no puedan empotrarse totalmente, deberán ser contruidos con muros laterales y un techo en desnivel para protección contra la intemperie. Los muros deben permitir una fácil instalación y/o retiro del armario.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 30 DE 50



#### 4.8 TABLEROS EN PARCELACIONES CERRADAS

- a) En parcelaciones, como única excepción del numeral 3.2.5, cuando el medidor se instale en pedestal, se permitirá que el visor del tablero de medida se ubique a una altura mínima de 1m medidos desde el nivel del piso hasta el visor del medidor, siempre y cuando el compartimento de las protecciones quede ubicado a una altura mínima de 40cm con respecto al nivel del piso.
- b) En parcelaciones sin inmuebles construidos, al momento de la instalación del pedestal, la longitud máxima del alimentador entre el medidor y el respectivo lote al que se le suministrará el servicio, no podrá ser superior a 70m. Lo anterior, apoyados en lo establecido en el numeral 7.2 de la resolución CREG 070 de 1998, la cual establece: “el equipo de medida para un punto de conexión debe colocarse de tal forma que el punto de medición esté lo más cerca posible del punto de conexión, considerando aspectos económicos y de seguridad de la instalación”.

#### 4.9 TABLEROS PARA USO PROVISIONAL



Los tableros para el servicio provisional, se pueden ubicar en postes propiedad de EPM a una altura de 1800 mm, medidos desde el visor del medidor hasta el suelo, siempre y cuando no obstaculicen la circulación peatonal, no interfieran con el flujo vehicular y no esté expuesto a daños por paso de maquinaria, de lo contrario deben estar instalados en un poste o pedestal en el interior de la obra, igualmente no deben quedar en zonas de tránsito de equipos y materiales.

#### 5. REQUISITOS PARA LA MEDIDA SEMIDIRECTA E INDIRECTA



Los tableros para la medida semi-directa y celdas para medida indirecta, deben cumplir con todos los requisitos aplicables en los numerales anteriores, además de los siguientes que los complementan o modifican.

##### 5.1 TRANSFORMADORES DE MEDIDA

- a) Los transformadores de medida se deben ubicar en un compartimento independiente del medidor. Los bordes de perforación para pasar los cables de señal debe tener empaque de caucho con el fin de evitar deterioros en los mismos (ver Figura 14 Anexo 2 y Figura 15 Anexo 3).
- b) Los transformadores de corriente y de potencial en media tensión deberán tener un sistema de fijación adecuado. En todo caso, los mismos deberán estar soportados en un base construida ya sea con platinas de espesor mínimo 5mm y de 50mm de ancho o que posea refuerzos con este tipo de estructura.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 31 DE 50

- c) Para la fijación de los transformadores de corriente en baja tensión, no es permitido el uso de correas plásticas.
- d) Los transformadores de medida, los medidores y sus equipos de protección se deben ubicar en un mismo tablero. Para el sistema de 44kV, el equipo de medida se debe ubicar preferiblemente a una distancia inferior a 5000mm del pórtico, en otro caso deberán realizarse los cálculos de la carga asociada a cada transformador de medida, cumpliendo los requisitos establecidos en la norma EPM RA8-030.
- e) Los transformadores de medida deben ser instalados con el espacio adecuado para su correcta operación, revisión y mantenimiento; no deben quedar en contacto o presionados entre sí y se deben localizar de manera tal, que sea de fácil lectura el rótulo de identificación, además que deberá garantizarse el fácil acceso a la bornera de conexiones. En ningún caso se aceptarán transformadores que estén realizando esfuerzos mecánicos al barraje o sueltos.
- f) Los transformadores de corriente y de potencial que sean utilizados para fines distintos a la medida, deben ir en un compartimento independiente.
- g) Las puertas de las celdas donde se alojen los transformadores de medida en media tensión, deberán proveerse con ventanas de inspección de 5 mm de espesor y dimensión 200 x 400 mm, fijado con un empaque de caucho, el cual deberá cumplir con lo descrito en el numeral 3.2.4, de forma tal que no pueda ser retirada por la parte exterior. En celdas de medida en media tensión, tendrán además una ventana mínimo de 150 x 150 mm., para acceder a los elementos de iluminación interna de la celda. La ventana de inspección podrá ser fabricada en policarbonato o vidrio templado.
- h) Las dimensiones mínimas para el compartimento de transformadores de corriente en baja tensión son 400mm de alto X 400mm de ancho X 200mm de profundidad, y en todos los casos, dicho compartimento no podrá estar al interior del compartimento de salida o en el compartimento de las protecciones individuales de la instalación.
- i) En los tableros de semi-directa no se permite doble fondo en el compartimento de los transformadores de corriente.
- j) En la abertura entre el compartimento de los transformadores de corriente y el interruptor, por donde atraviesan las barras, deberá instalarse una lámina “pasabarras” de material aislante certificado como mínimo para 600 Voltios, con la perforación exacta del tamaño de la barra, con el fin de impedir conexiones no autorizadas desde el compartimento del interruptor. Dicha lámina deberá ser instalada en el compartimento de los transformadores de corriente por medio de remaches, cuya cabeza deberá quedar instalada en este mismo compartimento. Ver Detalle A, Figura 14 del Anexo 2.
- k) Los compartimentos de los transformadores de corriente en baja tensión y el del medidor deberán quedar ubicados de tal forma que estos queden visibles en el mismo costado, es decir, en los casos donde se fabriquen los denominados tableros “doble cara”, el único compartimento que se permite en la parte posterior del tablero es el de salida que aloja los interruptores de los diferentes circuitos de la instalación.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 32 DE 50





## 5.2 CONEXIONES Y CABLEADO

- a) Los conductores que sirven de conexión entre el secundario del transformador de corriente y el medidor de energía serán mínimo en calibre N° 10 AWG Cu.
- b) Los conductores que sirven de conexión entre el secundario del transformador de tensión y el medidor de energía será mínimo en calibre N° 12 AWG Cu. Para el caso de medida en baja tensión, estos conductores deberán ser conectados al barraje principal, en el mismo compartimento donde se instalen los transformadores de corriente.
- c) El cableado de los transformadores de medida deberá respetar el código de colores establecido en la tabla 6.5 del RETIE. Adicionalmente, se deben marcar los extremos de cada uno de los conductores mediante sistemas de identificación de cableado, según los diagramas de conexión descritos en la norma RA8-030.
- d) El cableado de los transformadores de medida en celda deberán ser visibles en todo su recorrido, así que estos no podrán ser alojados dentro de ningún tipo de ducto, buscando facilitar la inspección de dichos conductores.
- e) Para facilitar la revisión de las conexiones en la medida indirecta, los conductores que sirven de conexión entre el secundario de los transformadores de tensión y el medidor de energía, deberán agruparse e instalarse en una trayectoria diferente a la de los conductores que sirven de conexión entre el secundario de los transformadores de corriente y dicho medidor. Ver Figura 16 del Anexo 3.
- f) El cableado de los transformadores de medida deberá contar con terminales del tipo pin o tubular, del largo suficiente para permitir la conexión a los dos tornillos que poseen tanto la bornera del medidor como la bornera para separar o intercalar un equipo de medición de control, buscando garantizar una mejor conexión.
- g) El cableado de los transformadores de medida deberá asegurarse directamente a la estructura de la celda por medio de correas plásticas y no será permitido el uso de soportes con adhesivos, debido a que estos no garantizan un contacto adecuado, y al soltarse, podrían generar acercamientos de estos conductores a partes vivas en media tensión.
- h) En medida indirecta, para garantizar el registro del consumo propio de los transformadores de potencial, estos deberán quedar instalados después de los transformadores de corriente ("Aguas Abajo").

## 5.3 BORNERA Y MEDIDOR

- a) Para tableros de medida semi-directa e indirecta se deberá 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). (ver Figura 14 Anexo 2 y Figura 15 Anexo 3).

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 33 DE 50



- b) La bornera para separar o intercalar un equipo de medición de control de forma individual, deberá instalarse horizontalmente, de tal forma que las aldabas de las señales de tensión queden cerrando hacia arriba.
- c) Las dimensiones mínimas para el compartimento del medidor y la bornera de conexiones en tableros de medida semi-directa deberán ser de 550mm de alto x 300mm de ancho.

#### 5.4 BARRAJES

- a) Las barras de neutro y de puesta a tierra en la celda de medida en media tensión deberán ser instaladas solo en el compartimento que aloja los transformadores de medida.
- b) La barra de neutro donde se conectan los conductores del equipo de medida semi-directa que deben ser puestos a tierra, deberá ser instalada en el mismo compartimento donde se instalen los transformadores de corriente y la alimentación de dicha barra no deberá ser desconectable desde otro compartimento del tablero diferente al de entrada o desde el buje neutro secundario del transformador de potencia que lo alimenta.
- c) Los transformadores de corriente para medida en baja tensión, deberán ser instalados en un barraje construido con platinas en cobre electrolítico de pureza mínima del 99.9%.
- d) Las barras donde se instalan los transformadores de corriente, deben estar alimentadas de tal manera que el punto de conexión con el alimentador de éstas debe quedar a la vista.

#### 5.5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA MEDIA TENSIÓN

- a) Se deberá garantizar que el tamaño de la abertura entre la celda de medida en media tensión y las celdas contiguas sea mínima, disminuyendo así la vulnerabilidad de los elementos que conforman la medida, por lo cual, en los casos donde el barraje entre la celda de medida y el seccionador o transformador sea realizado en platinas de cobre, deberá instalarse en la abertura una lámina de material aislante a 15kV, a la cual se le deberá hacer las perforaciones o ranuras del tamaño de las barras. Dicha lámina deberá instalarse en el interior de la celda de medida, de forma tal, que para poder ser retirada sea necesaria la apertura de dicha celda.
- b) En las celdas de medida en media tensión y en los compartimentos de entrada y de medidores en un tablero en baja tensión no está permitida la instalación de cerraduras con llave.
- c) Los conductores desde los transformadores de medida en nivel de tensión III (44 kV) al medidor deberán ser alojados en un ducto en TMG del tipo IMC de diámetro no inferior a 1", al cual no se le deberán instalar accesorios que dejen expuestas las señales de medida, tales como conduletas u otros elementos con esta misma característica.
- d) Para celdas de medida en media tensión, éstas deberán ir ubicadas en un cuarto técnico donde sólo tenga acceso el personal calificado. En cualquier circunstancia, se debe cumplir con las exigencias establecidas en las secciones 110-34 de la norma NTC 2050 y lo descrito en la norma RA8-014.

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
					PÁGINA: 34 DE 50

- e) Si al retirar los paneles laterales, posteriores (fondo) y superiores de las celdas quedan partes vivas expuestas o algún elemento que compone el equipo de medida queda accesible, estos paneles deberán estar fijados o sellados desde el interior de la celda, y los mismos no podrán ser asegurados con tornillos u otro tipo de elementos que puedan ser retirados externamente. Esta disposición también aplica para las celdas que existan antes de la medida.

## 6. NORMAS, PRUEBAS Y ENSAYOS



Los tableros deben cumplir con lo establecido en el artículo 20.23 del RETIE.

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.
- Medidas de protección contra el contacto directo (barreras, señales de advertencia, etc).
- Resistencia al cortocircuito.
- Arco Interno (solo para el caso de celdas de media tensión).

## 7. NORMAS DE REFERENCIA

- NTC 3475 Electrotecnia. Tableros eléctricos.
- NTC 3444 Electrotecnia. Armarios para instalación de medidores de energía eléctrica.
- NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano.
- UL 50 Enclosures for Electrical Equipment.
- UL 67 Panelboards.
- RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- 3278 Paneles de maniobra y control de baja tensión
- 3279 Grados de protección para encerramientos de equipos eléctricos
- IEC 61439-1 Reglas Generales
- IEC 61439-2 Conjuntos de Potencia

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 35 DE 50





## ANEXOS

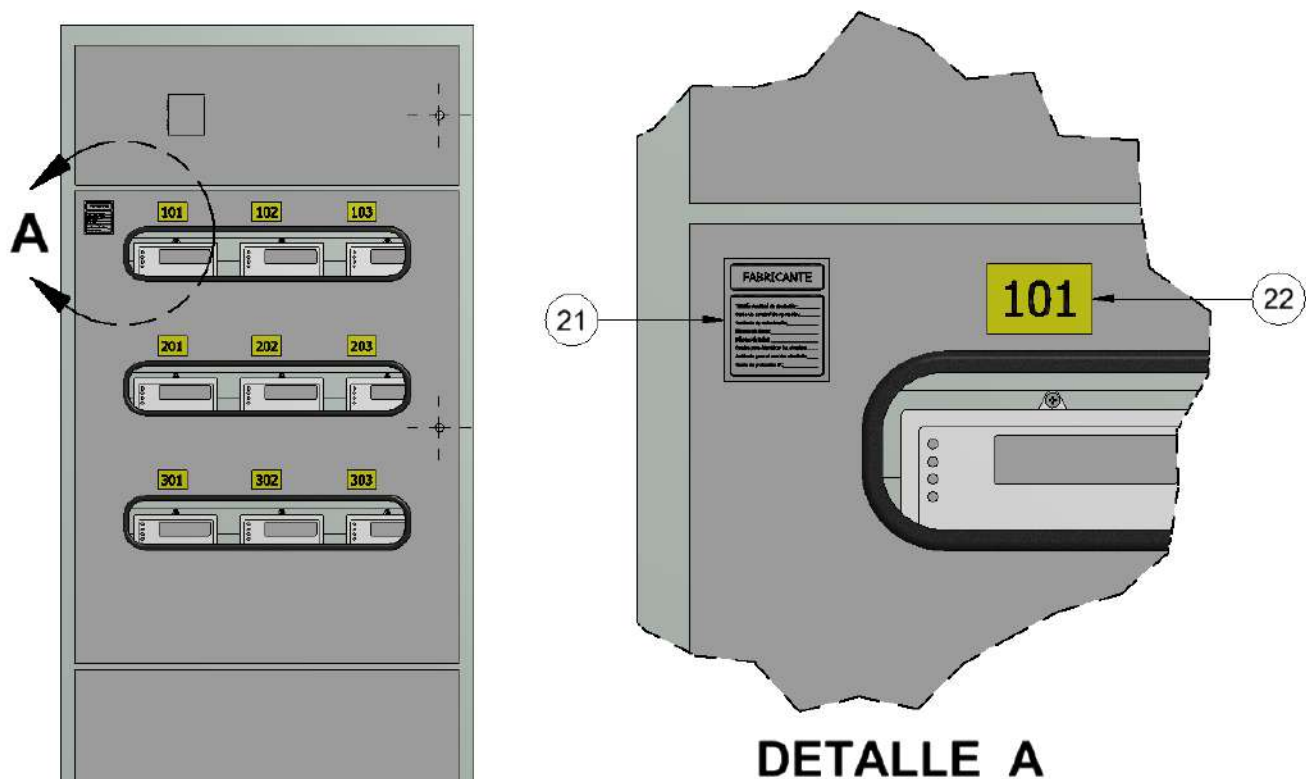
ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO:	<b>RA8-012</b>	REV.	<b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ:	REVISÓ:		
		Normalización y Especificaciones	UNIDAD N&E		
		APROBÓ:	FECHA:		
		GERENCIA CET	2015/03/12		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA:	N/A	UNIDAD DE MEDIDA:
					mm
					PÁGINA: 36 DE 50

**Figura 8.** Elementos tableros de medida directa



ENERGÍA		GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>		REV.: <b>0</b>
		TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>		REVISÓ: UNIDAD N&E
					APROBÓ:		FECHA:
					GERENCIA CET		2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 37 DE 50

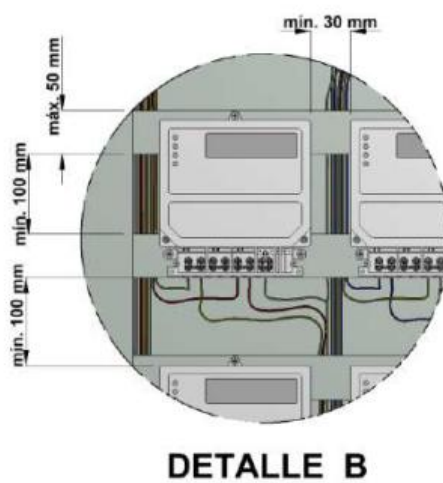
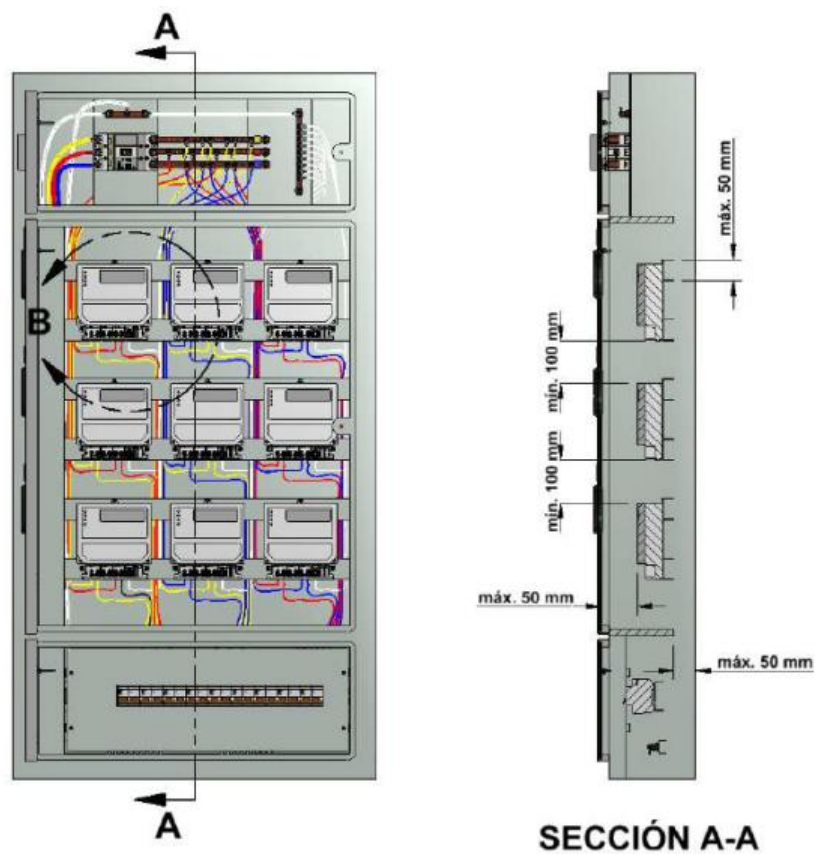
**Figura 9. Marcación de medidores**




<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 38 DE 50

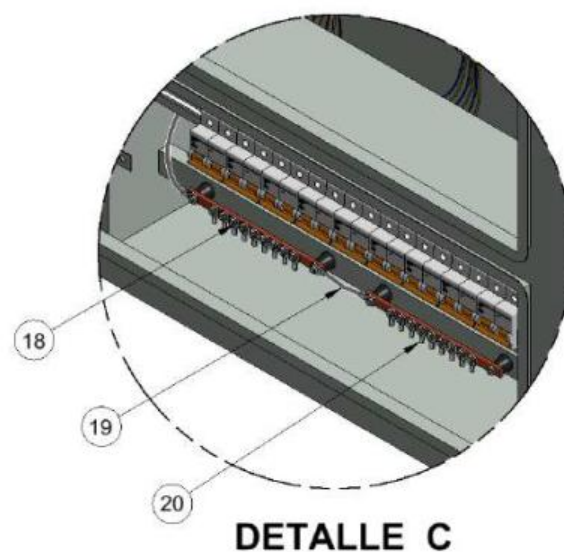
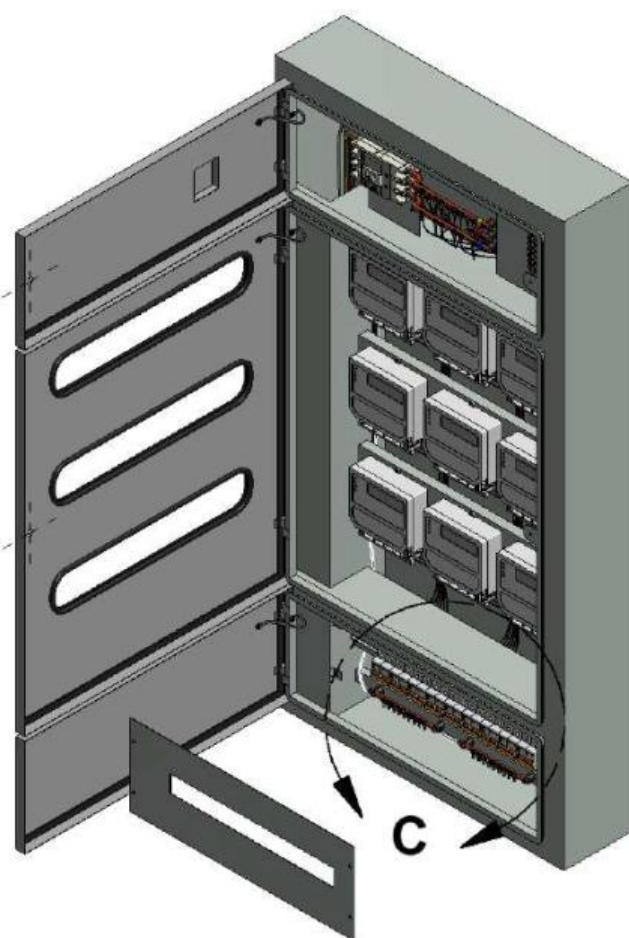


**Figura 10.** Espacios internos y dimensiones en tableros de medida directa.




<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 39 DE 50

**Figura 11.** Detalle compartimento de salida.

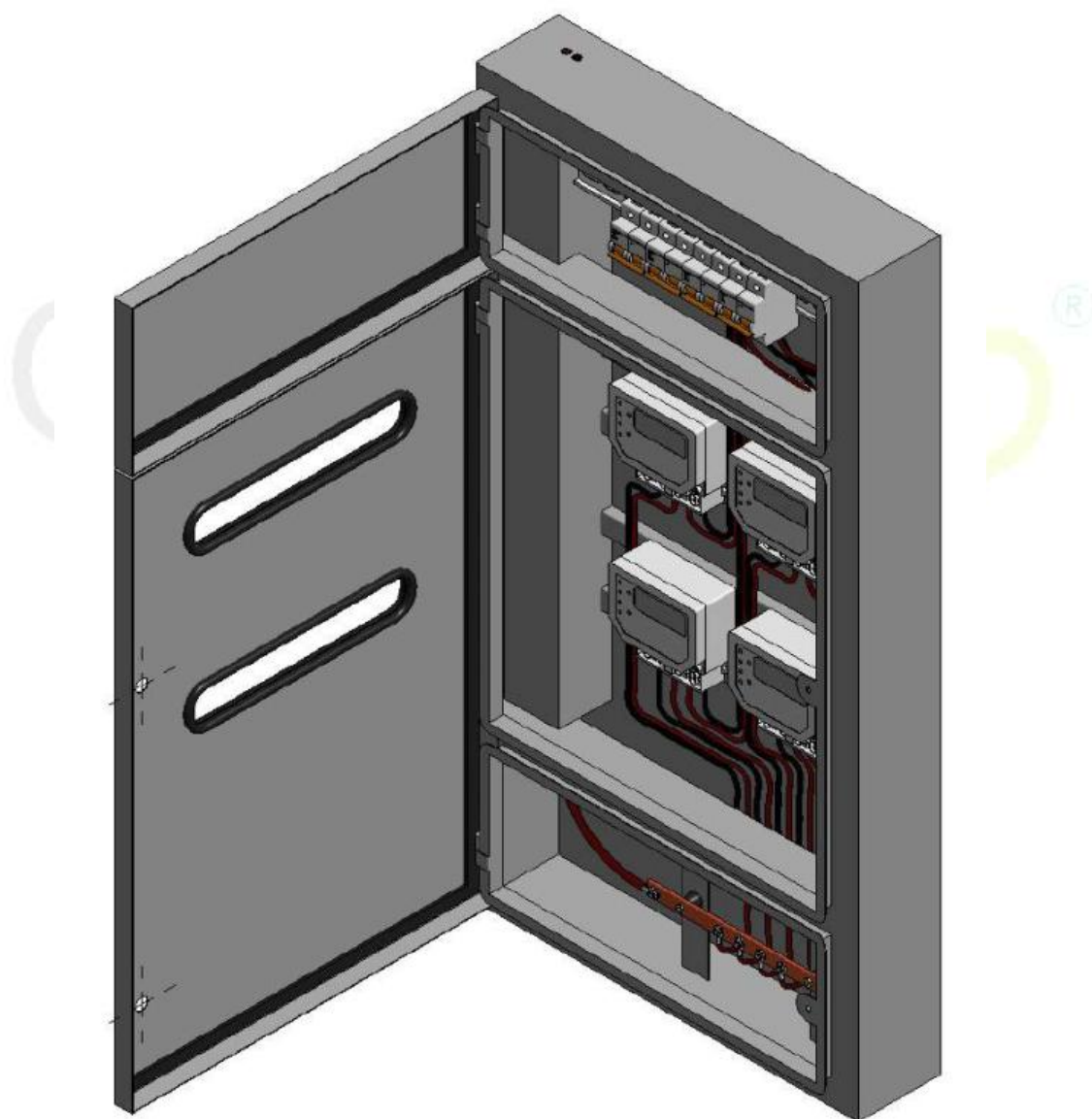




**DETALLE C**

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 40 DE 50

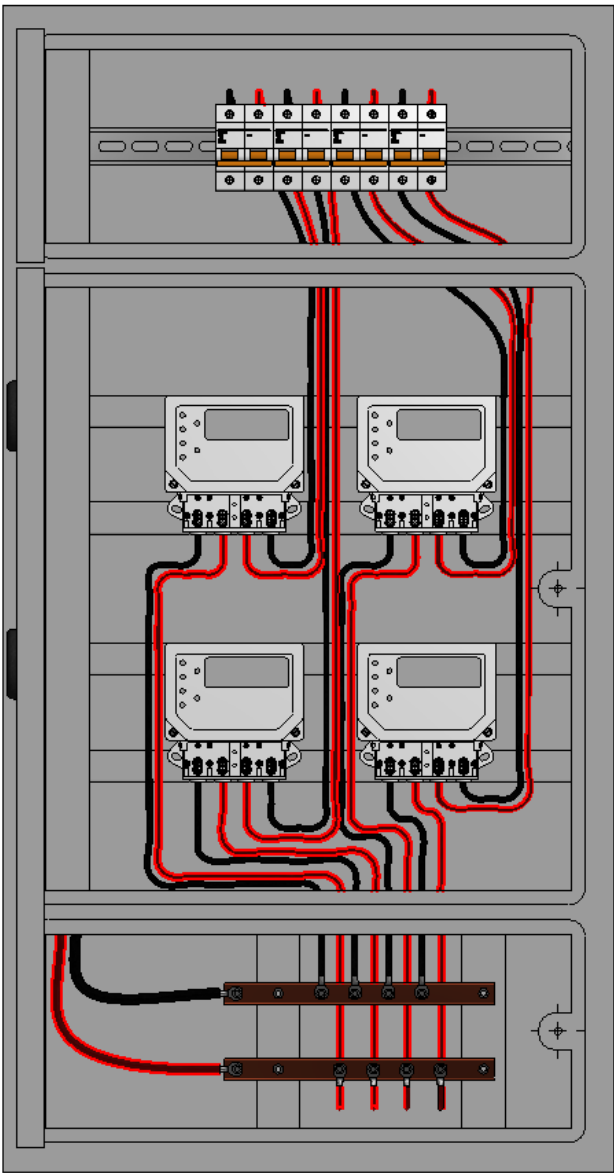


**Figura 12.** Tablero con compartimento de salida en la parte superior.



<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 41 DE 50

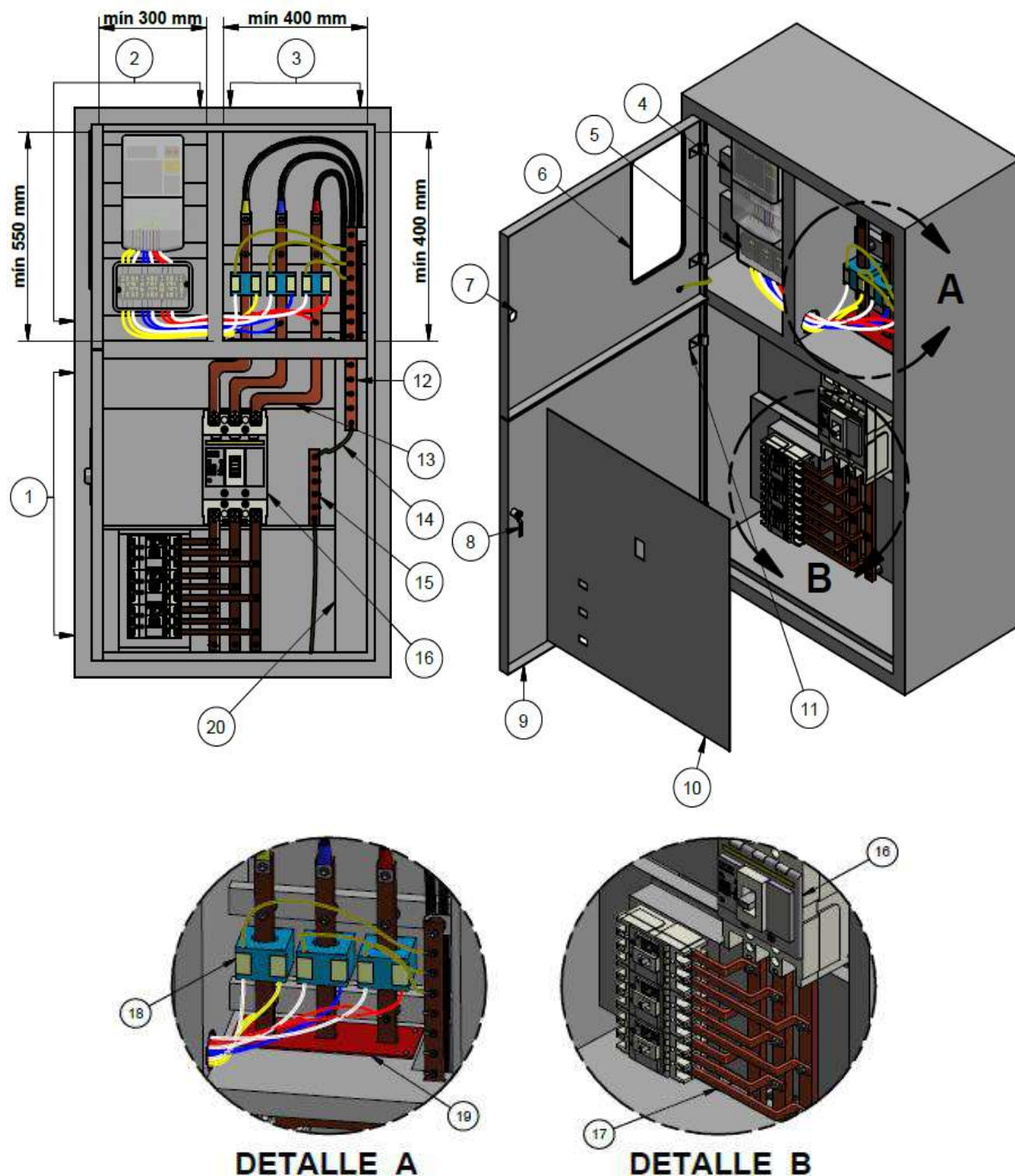
**Figura 13.** Vista Frontal tablero con compartimento de salida en la parte superior



ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
Grupo·epm®	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 42 DE 50



## A2. Tableros de medida semi-directa

Figura 13. Elementos tableros de medida semi-directa



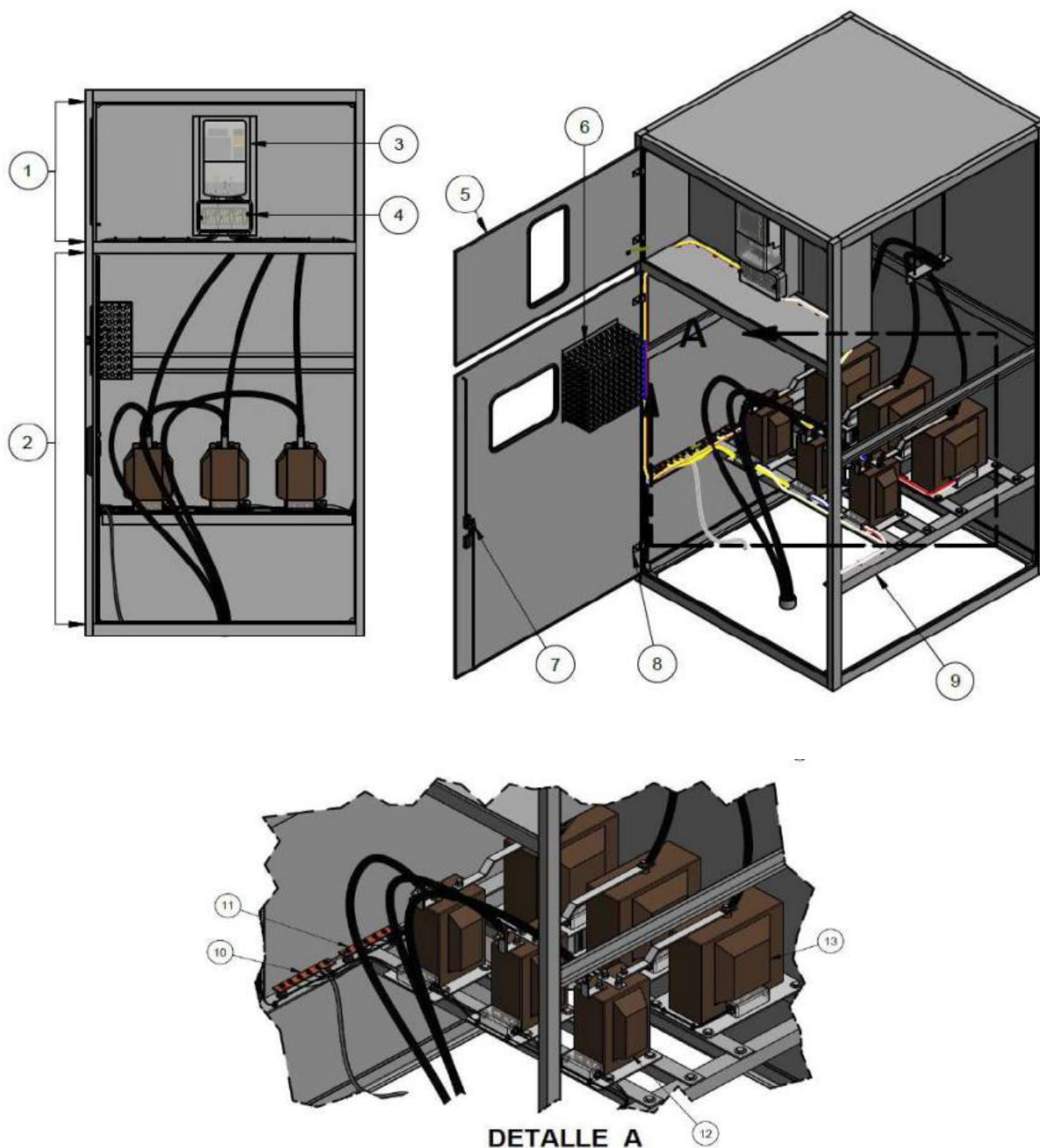
ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
Grupo <b>epm</b>	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 43 DE 50

ITEM	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	COMPARTIMIENTO DE SALIDA	3.1.2 5.1 Lit i
2	COMPARTIMIENTO DE MEDIDOR	3.1.2 5.1 Lit k
3	COMPARTIMIENTO TRANSFORMADORES DE MEDIDA	5.1 5.4 Lit c
4	MEDIDOR ELECTRONICO	5.3
5	BORNERA DE PRUEBAS	5.3
6	REGISTRO DEL MEDIDOR	3.1.10 Lit e 3.2.5 Lit d 5.1 Lit g
7	ÉMBOLO	3.2.2
8	CERRADURA	4.6 Lit: j
9	PUERTA	3.1.3
10	FRENTE MUERTO	3.1.4
11	BISAGRAS	3.1.3
12	BARRA DE NEUTROS	3.1.5 5.4 Lit b
13	BARRAJE GENERAL	3.1.5
14	PUENTE EQUIPOTENCIAL	3.1.7
15	BARRA GENERAL DE CONEXIÓN A PUESTA A TIERRA	3.1.5 3.1.7
16	PROTECCIÓN GENERAL	3.5
17	CIRCUITOS RAMALES	-
18	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	5.1 Lit b, c, d,e,f 5.2 Lit c, f,g
19	LAMINA PASABARRAS	5.1 Lit j
20	DUCTO	3.1.2 Lit c,f

<b>ENERGÍA</b>	<b>GRUPO DE NORMA</b>	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 44 DE 50

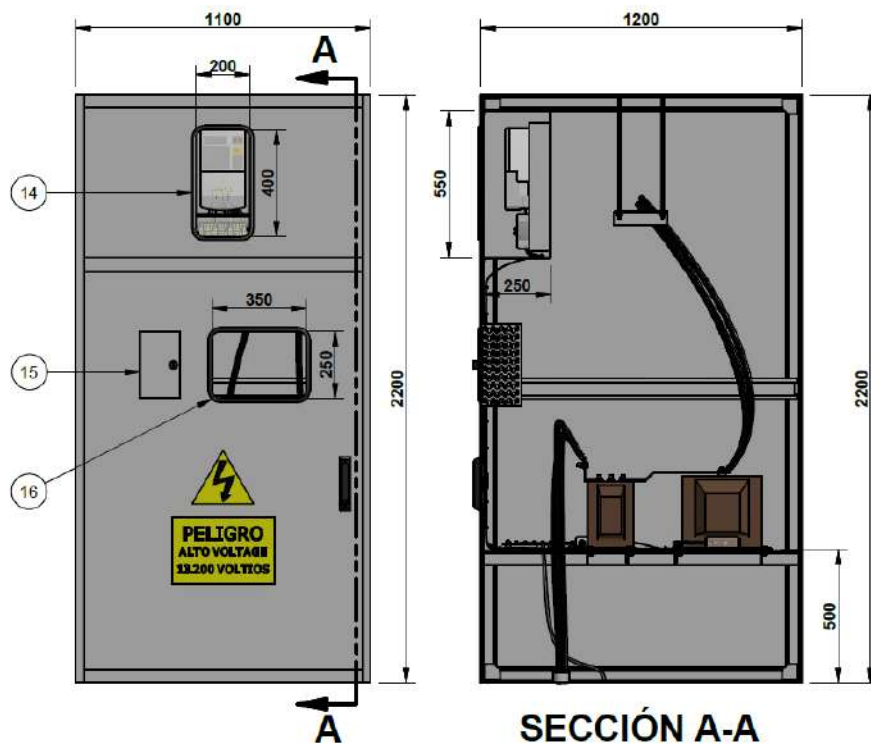
### A3. Celdas de medida de media tensión

**Figura 14.** Elementos celdas de media tensión (tres elementos)



ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
Grupo·epm®	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 45 DE 50

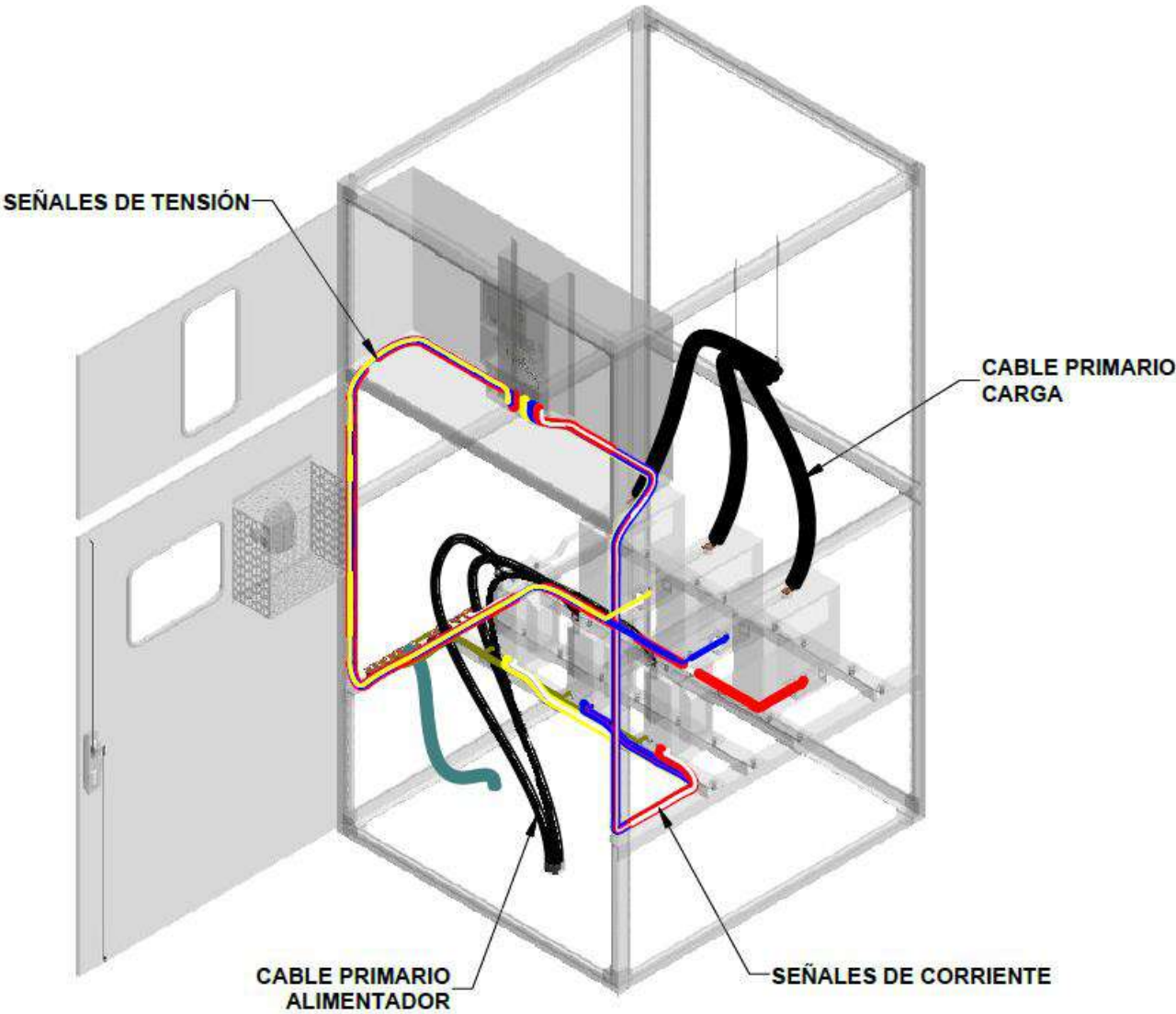




ITEM	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	COMPARTIMIENTO MEDIDOR	5.5 Lit a,c
2	COMPARTIMIENTO TRANSFORMADORES DE MEDIDA	5.1 Lit g,j,k 5.5 Lit c
3	MEDIDOR ELECTRONICO	3.1.2 5.3
4	BORNERA DE PRUEBAS	5.3 Lit a,b
5	PUERTA	3.1.3
6	COMPARTIMIENTO ILUMINACIÓN CELDA	5.1 Lit g 5.5 Lit c
7	CERRADURA DE MANETA	5.5 Lit b
8	BISAGRAS	3.1.3
9	SOPORTE TRANSFORMADORES	5.1 Lit b
10	BARRA DE NEUTROS	3.1.5 5.4 Lit a
11	BARRA DE TIERRA	3.1.5 5.4 Lit a
12	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	5.1 Lit a,e, f 5.2 Lit a, c,d
13	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	5.1 Lit a,e,f 5.2 Lit b,c,d,h
14	REGISTRO DEL MEDIDOR	3.2.5 Lit d
15	ACCESO ILUMINACIÓN CELDA	5.1 Lit g 5.5 Lit c
16	REGISTROS DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA	5.4 Lit d

ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
Grupo <b>epm</b>	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: <b>Normalización y Especificaciones</b>	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 46 DE 50

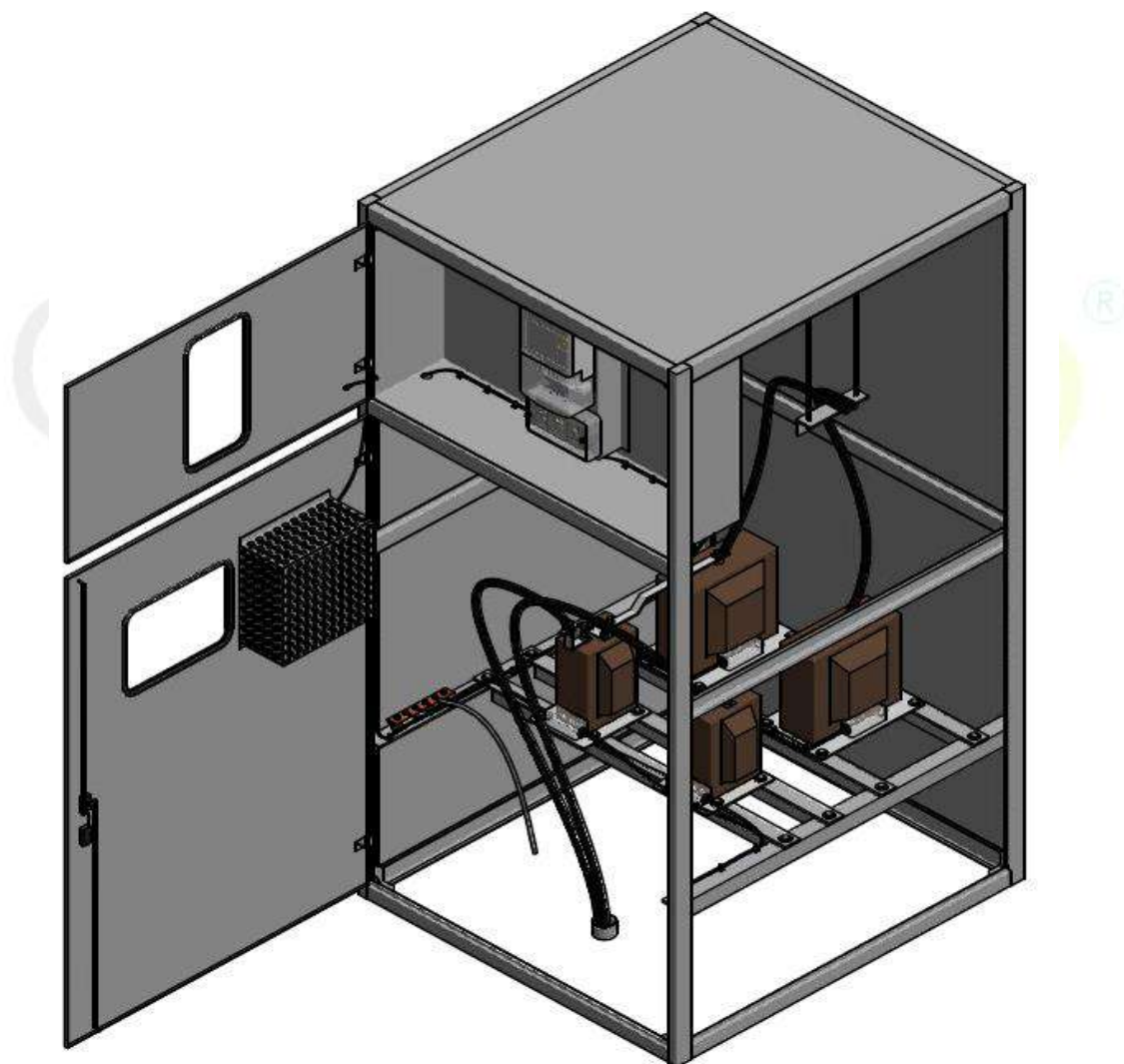
Figura 15. Cableado celdas de media tensión





ENERGÍA	GRUPO DE NORMA	CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	<b>TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA</b>	ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
		APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/03/12
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 47 DE 50



**Figura 16.** Celdas de media tensión (dos elementos)

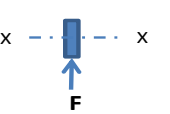
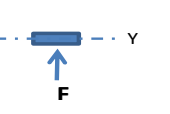


ENERGÍA		GRUPO DE NORMA			CÍDIGO: <b>RA8-012</b>		REV. <b>0</b>	
		TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones		REVISÓ: UNIDAD N&E	
					APROBÓ:		FECHA:	
					GERENCIA CET		2015/03/12	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES			ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 48 DE 50



#### A4. Requisitos Norma DIN 43671

**Tabla 7.** Capacidad de corriente constante buses de barras con sección transversal rectangular. Norma DIN 43671, Tabla 1.

Capacidad de corriente constante en buses de barras de cobre con sección transversal rectangular. Temperatura ambiente 35°C. Temperatura de barras 65°C

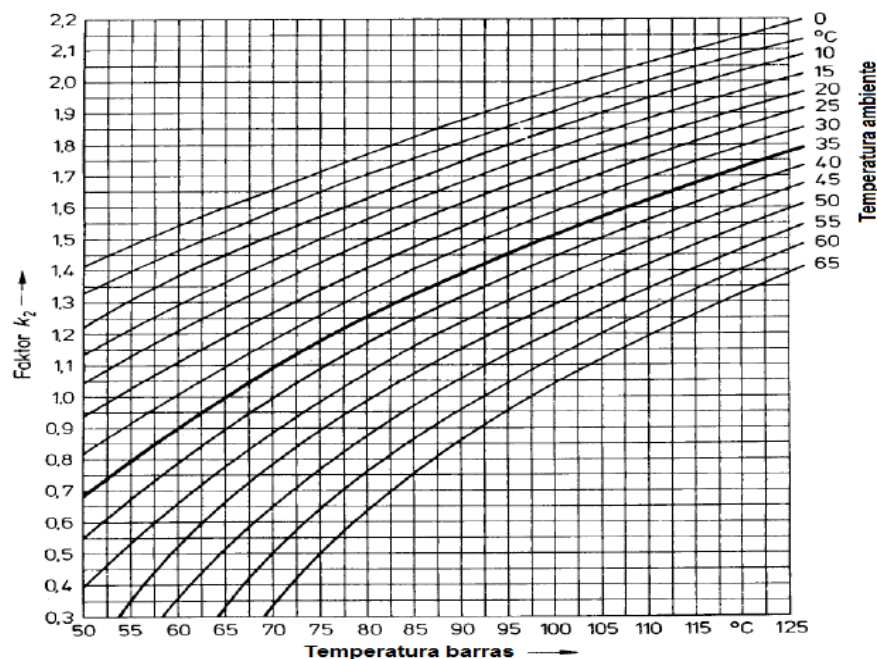
Ancho x Espesor  mm	Sección transversal  mm <sup>2</sup>	Peso  1)  Kg/m	Material  2)	Corriente AC en A 60Hz				Valores de esfuerzos estaticos para cada barra					
				Numero de barras (sin pintar)									
				1	2	3	4 3) 50						
								J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	182	216		0,0288	0,048	0,346	0,0008	0,008	0,0577
15 x 2	29,5	0,262		128	212	247		0,0563	0,075		0,001	0,01	0,0577
15 x 3	44,5	0,396		162	282	361		0,0844	0,113	0,433	0,00338	0,0225	0,0866
20 x 2	39,5	0,351		162	264	298		0,133	0,133		0,00133	0,0133	0,0577
20 x 3	59,5	0,529		204	348	431		0,200	0,2		0,0045	0,03	0,0866
20 x 5	99,1	0,882		274	500	690		0,333	0,333	0,577	0,0208	0,0833	0,144
20 x 10	199	1,77		427	825	1180		0,667	0,667		0,167	0,333	0,289
25 x 3	74,5	0,663		245	412	498		0,391	0,313		0,00563	0,0375	0,0866
25 x 5	124	1,11		327	586	795		0,651	0,521	0,722	0,026	0,104	0,144
30 x 3	89,5	0,796		285	476	564		0,675	0,450		0,00675	0,045	0,0866
30 x 5	149	1,33		379	672	896		1,13	0,750	0,866	0,0313	0,125	0,144
30 x 10	299	2,66		573	1060	1480		2,25	1,50		0,25	0,5	0,289
40 x 3	119	1,06		366	600	690		1,6	0,8		0,009	0,06	0,0866
40 x 5	199	1,77		482	836	1090		2,67	1,33	1,15	0,0417	0,167	0,144
40 x 10	399	3,55		715	1290	1770	2280	5,33	2,67		0,333	0,667	0,289
50 x 5	249	2,22		583	994	1260	1920	5,21	2,08	1,44	0,0521	0,208	0,144
50 x 10	499	4,44		852	1510	2040	2600	10,4	4,17		0,417	0,833	0,289
60 x 5	299	2,66		688	1150	1440	2210	9	3		0,0625	0,25	0,144
60 x 10	599	5,33		985	1720	2300	2900	18	6	1,73	0,5	1	0,289
80 x 5	399	3,55		885	1450	1750	2720	21,3	5,33	2,31	0,0833	0,333	0,144
80 x 10	799	7,11		1240	2110	2790	3450	42,7	10,7		0,667	1,33	0,289
100 x 5	499	4,44		1080	1730	2050	3190	41,7	8,33	2,89	0,104	0,417	0,144
100 x 10	999	8,89		1490	2480	3260	3980	83,3	16,7		0,833	1,67	0,289
120 x 10	1200	10,7		1740	2860	3740	4500	144	24	3,46	1	2	
160 x 10	1600	14,2		2220	3590	4680	5530	341	42,7	4,62	1,33	2,67	0,289
200 x 10	2000	17,8		2690	4310	5610	6540	667	66,7	5,77	1,67	3,33	


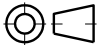
1) Calculado para una densidad de 8,9Kg/dm<sup>3</sup> 2) Base de Referencia para un valor de corriente constante 3) Espacio mínimo dado en mm

ENERGÍA		GRUPO DE NORMA				CÍDIGO: <b>RA8-012</b>		REV. <b>0</b>
		TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA				ELABORÓ: Normalización y Especificaciones		REVISÓ: UNIDAD N&E
						APROBÓ: GERENCIA CET		FECHA: 2015/01/05
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		ANSI A		ESCALA: N/A		UNIDAD DE MEDIDA: mm		PÁGINA: 49 DE 50

**Figura 17.** Factor de corrección  $k_2$

La tabla anterior aplica para una temperatura ambiente de 35°C y una temperatura de barras 65°C. Para valores diferentes aplicar el factor de corrección  $k_2$ .



ENERGÍA	GRUPO DE NORMA			CIDIGO: <b>RA8-012</b>	REV. <b>0</b>
	TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA			ELABORÓ: Normalización y Especificaciones	REVISÓ: UNIDAD N&E
				APROBÓ: GERENCIA CET	FECHA: 2015/01/05
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 50 DE 50