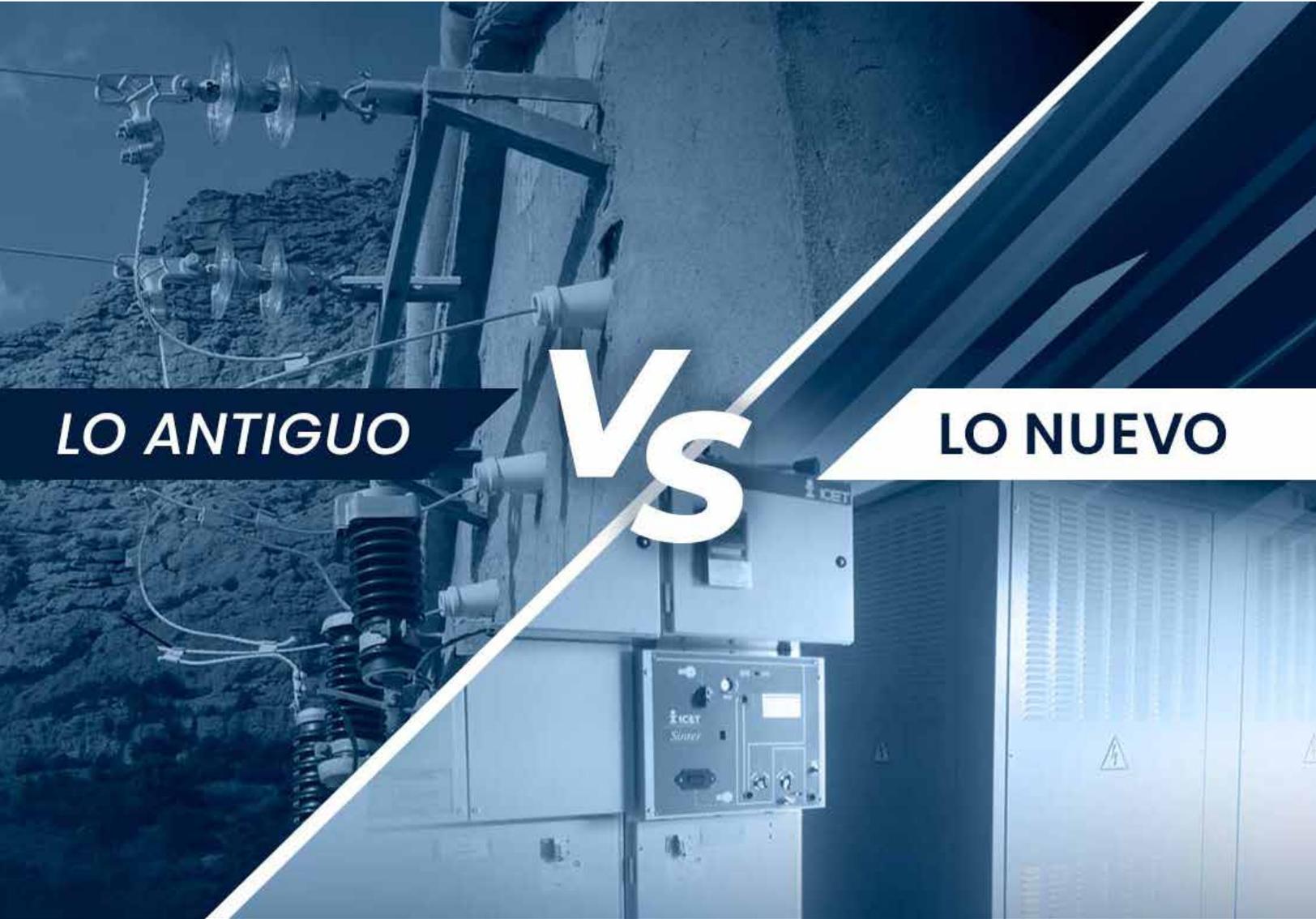


19 | JULIO 2021



**LO ANTIGUO**

**VS**

**LO NUEVO**

**DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN  
ELÉCTRICA EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN  
UNIDAD DE MEDIA TENSIÓN & DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA**

**AUTOR:** Abraham Escalante León  
**ASESOR TÉCNICO:** Ing. Orlando Pérez

# CONTENIDO

<b>1 RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>2 INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>3 COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN</b>	<b>5</b>
3.1 BARRAS DE DISTRIBUCIÓN ADOSADAS EN PARED CON PROTECCIÓN POR FUSIBLE.	5
3.2 BARRAS DE DISTRIBUCIÓN EN CELDA SECUNDARIA BLINDADA CON PROTECCIÓN POR INTERRUPTOR CON RELÉ	7
3.3 DATOS DE SELECCIÓN PARA CELDAS MT	9
<b>4 CONCLUSIÓN</b>	<b>9</b>
<b>5 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>10</b>



## 1 RESUMEN

Los requerimientos técnicos de las empresas distribuidoras de electricidad de Bolivia (utilitarias), en lo referido al suministro de electricidad al consumidor final a través de transformadores de distribución y su correspondiente protección, han ido evolucionando desde la aislación en aire que ocupaban bastante espacio físico hasta otras alternativas de servicio y protección más seguras, confiables y más compactas. El presente artículo, compara las distintas tecnologías aceptadas por las utilitarias y presenta las características principales de cada una para recomendar técnicamente aquella instalación que sea segura, flexible y moderna, opción que debería ser aceptada de forma obligatoria en el futuro.

*Palabras Clave:* Celdas de media tensión, caseta de transformación, tecnologías de protección.

## 2 INTRODUCCIÓN

A objeto de garantizar la continuidad y preservar la calidad del suministro de electricidad y considerando los impactos económicos, en la actualidad se tiende a reemplazar las redes aéreas de distribución eléctrica (Ver Ilustración 1), con redes subterráneas y los dispositivos de protección y maniobra.

De la mano de la actualización de las redes de distribución viene la modernización de las casetas de transformación con los elementos de maniobra y protección adecuados. (Pararrayos de óxido metálico, interruptores, seccionadores, fusibles y otros).

De acuerdo con la tecnología aplicada los centros de transformación a ser comparados tienen dos tipos de barras de distribución:

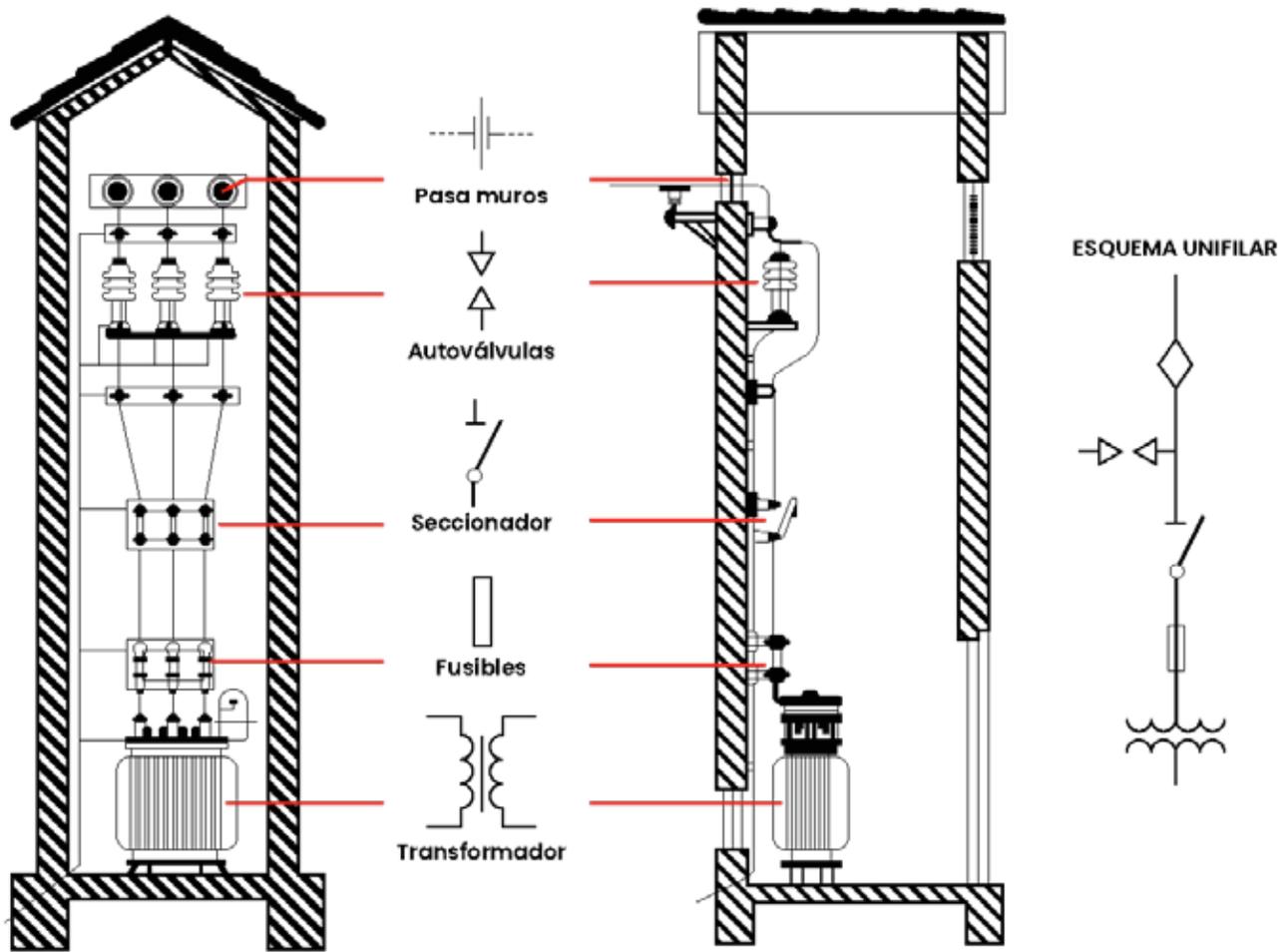
- » Barras de distribución adosadas en pared.
- » Barras de distribución instaladas en celdas blindadas.

Para la protección en Media Tensión (MT) del equipo principal (transformador) y toda la instalación aguas abajo se tiene dos tipos:

- » Protección por fusible tipo expulsión  
(Ver Ilustración 2 y 6).
- » Protección por interruptor con relé  
(Ver Ilustración 7 y 8).



Ilustración 1 Casetas de transformación antigua [5]



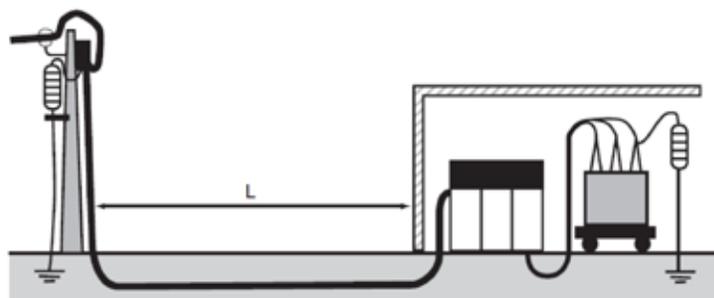
*Ilustración 2 Diagrama de una caseta de transformación con protección por fusibles. [5]*

La protección de la instalación eléctrica a las casetas de transformación inicia en la acometida MT del cable subterráneo, donde se instala el respectivo pararrayo de óxido metálico limitará la sobretensión producida por un rayo descargándolo a tierra, tomando nota [Publicación Técnica Schneider: PT-004] qué, si la distancia entre el punto de conexión de la acometida y la caseta de transformación es mayor a 25 metros, se requiere la instalación de un segundo juego de pararrayos en bornes del transformador (Ver Ilustración 3).

La protección contra sobre corrientes estará a cargo de los seccionadores fusible de expulsión de accionamiento monopolar, los cuales son dimensionados de acuerdo a la capacidad del transformador y la tensión primaria de operación.

Es conocido que, esta protección contra sobrecorriente, puede ser realizada por un interruptor automático comandado por un relé de sobre corriente.

En caso de sobrecarga o cortocircuito el seccionador fusible o el interruptor operan despejando la falla.



Si  $L < 25\text{m}$ : es suficiente un limitador de sobretensión situado sobre el poste  
 Si  $L \geq 25\text{m}$ : es necesario un segundo limitador de bornes del transformador

*Ilustración 3 Longitud máxima para protección con pararrayos externos. [2]*

# 3 COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN

## 3.1 BARRAS DE DISTRIBUCIÓN ADOSADAS EN PARED CON PROTECCIÓN POR FUSIBLE.

La acometida de cable de MT, los equipos auxiliares de medición, las barras de distribución y la derivación al transformador se encuentran libres, aislados en aire con las distancias de seguridad correspondiente al nivel de tensión de suministro y la altura sobre el nivel del mar de la instalación.

La protección principal contra sobre corrientes depende de la curva de operación del tipo de fusible (K, T, H, SL, etc.) seleccionado (Ver Ilustración 4), se hace notar que esta curva de operación del fusible es fija, la operación será por expulsión y la extinción de arco aislada en aire.

Para lo cual se requiere una caseta de dimensiones amplias por ejemplo 3 m x 5 m x 3.5 m de alto mínimamente.

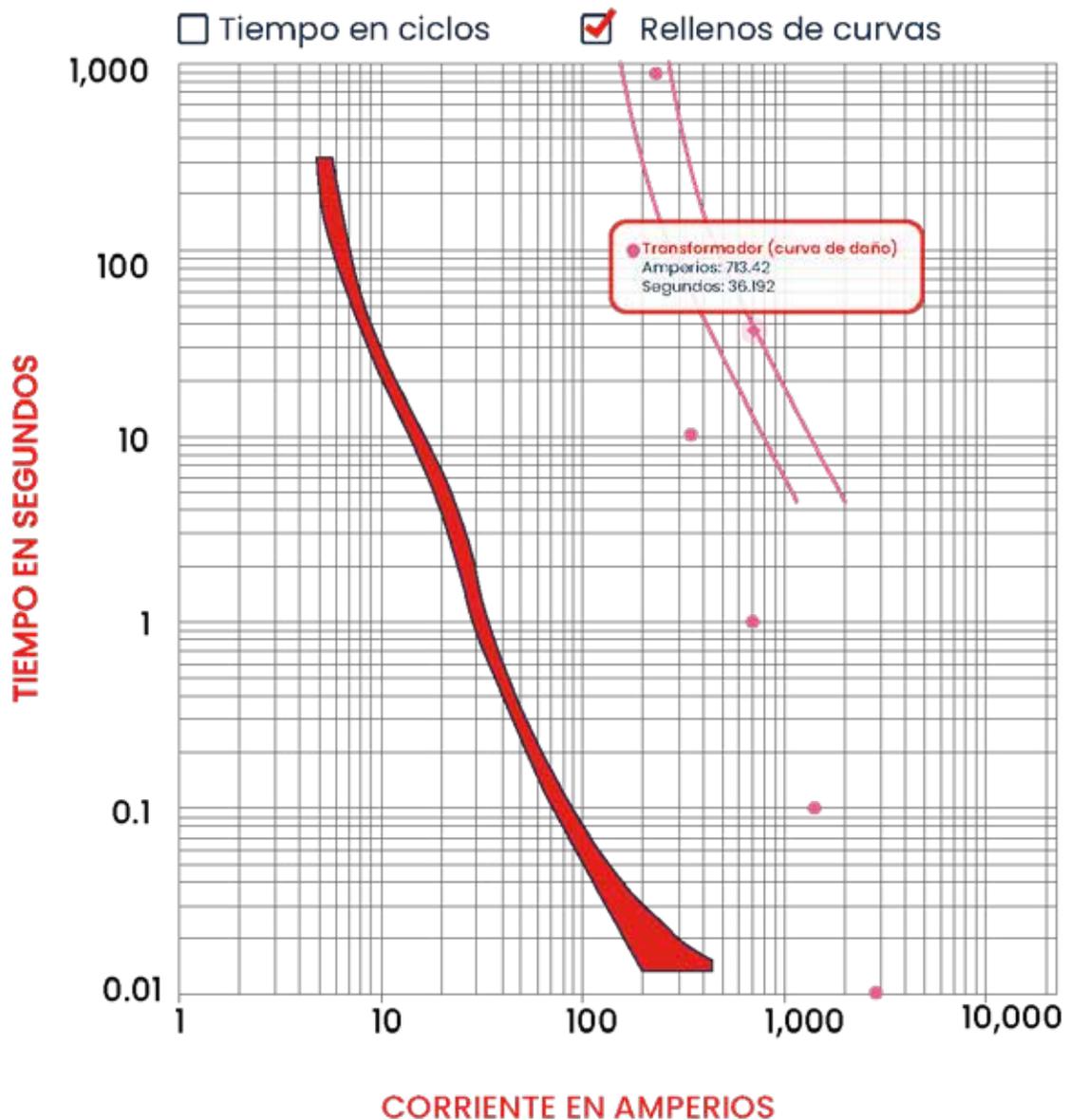
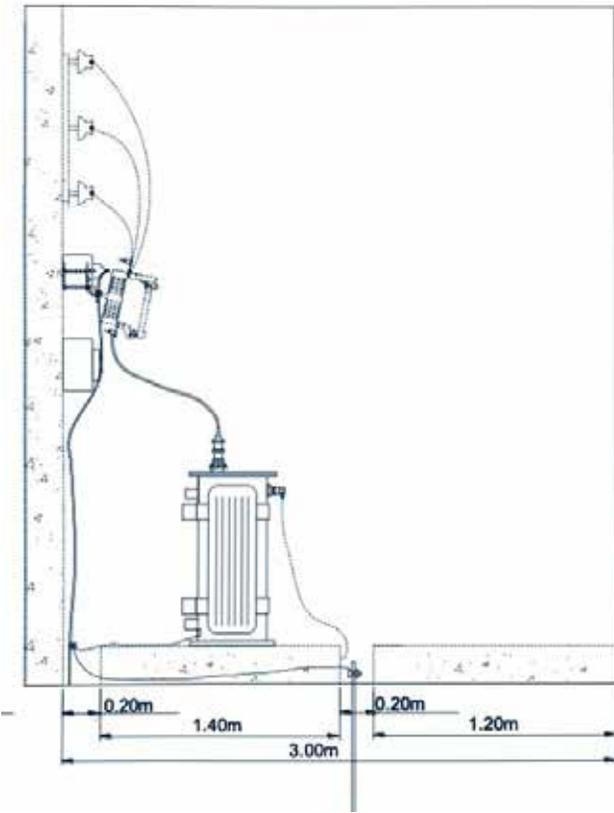


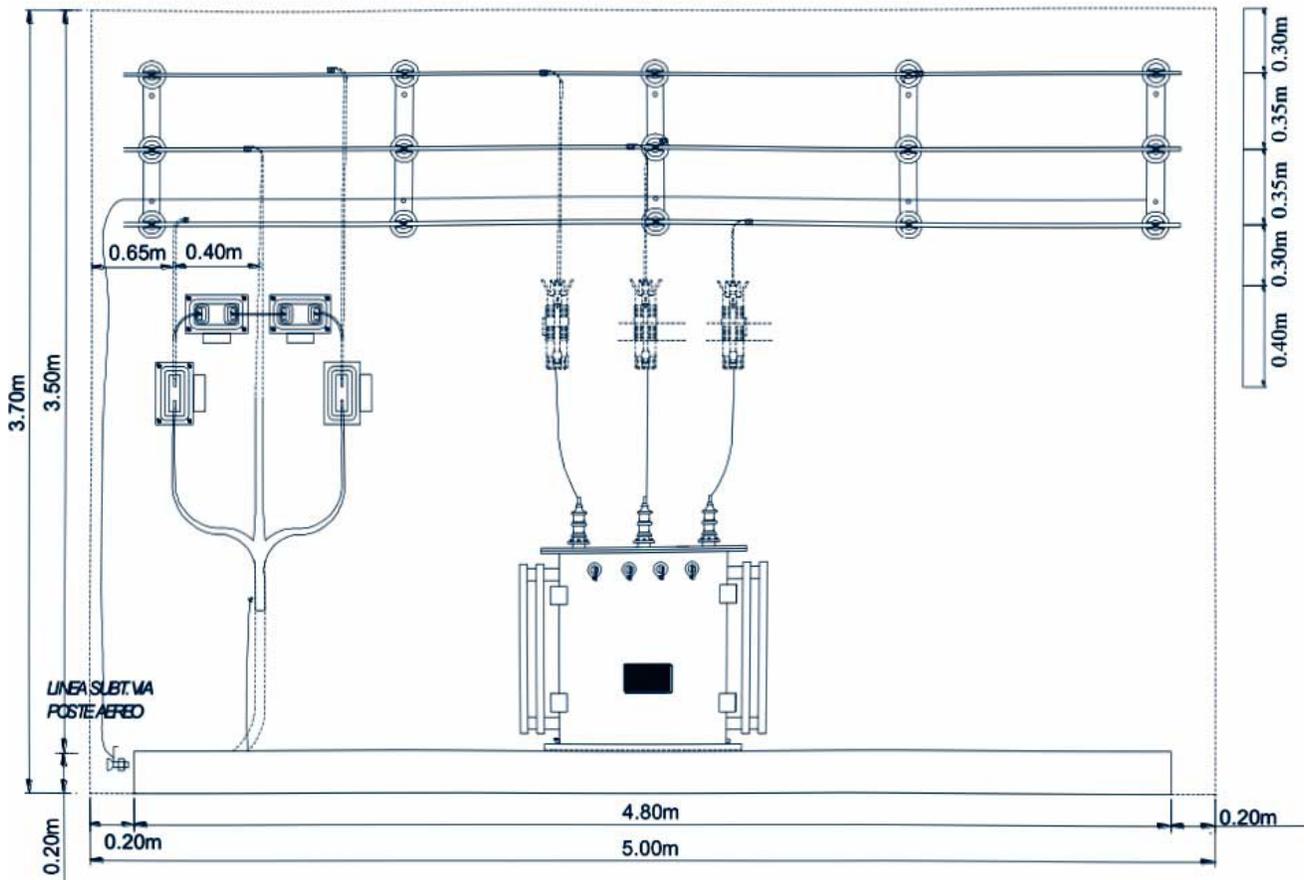
Ilustración 4 Curva fija de operación de fusible tipo SF (slow fast) [6]



# DETALLE CONSTRUCTIVO DE BARRA DE MEDIA TENSIÓN

CASETA DE TRANSFORMACIÓN CON BARRAS EN MT  
*Un transformador con equipo de medición en MT*

Ilustración 5 Detalle constructivo barras de distribución adosadas en pared [1].



ción 5). La operación debe ser realizada necesariamente por personal capacitado y con amplia experiencia en la manipulación de seccionador fusible debido al riesgo de arco eléctrico, Equipo de protección personal, pértigas y otros elementos necesarios para el nivel de tensión requerido (Ver Ilustración 6).

Se observa también que no existe un equipo para realizar puesta a tierra y proceder con el mantenimiento, tampoco existe una opción para realizar bloqueos de seguridad en posición abierto.

Los equipos auxiliares de medición (CT's y PT's) son accesibles y pasibles a manipulación malintencionada

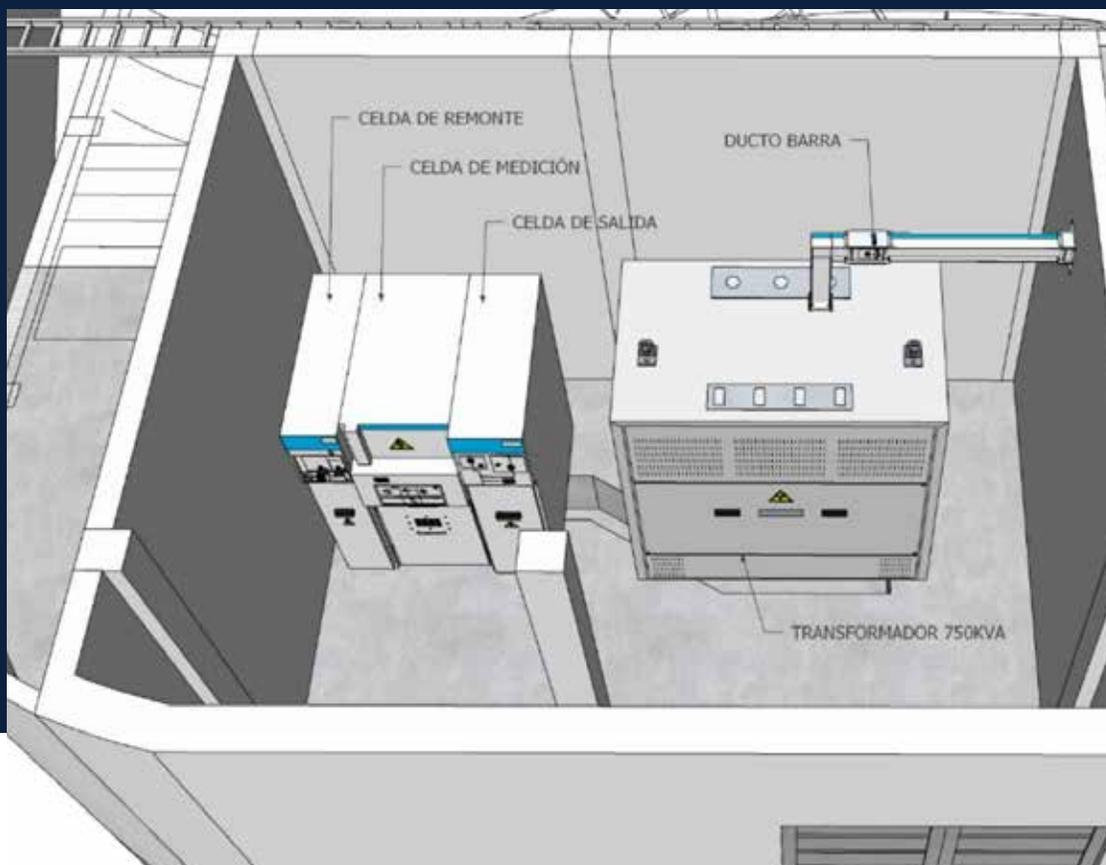


*Ilustración 6 Arco eléctrico en operación de seccionador fusible. [5]*

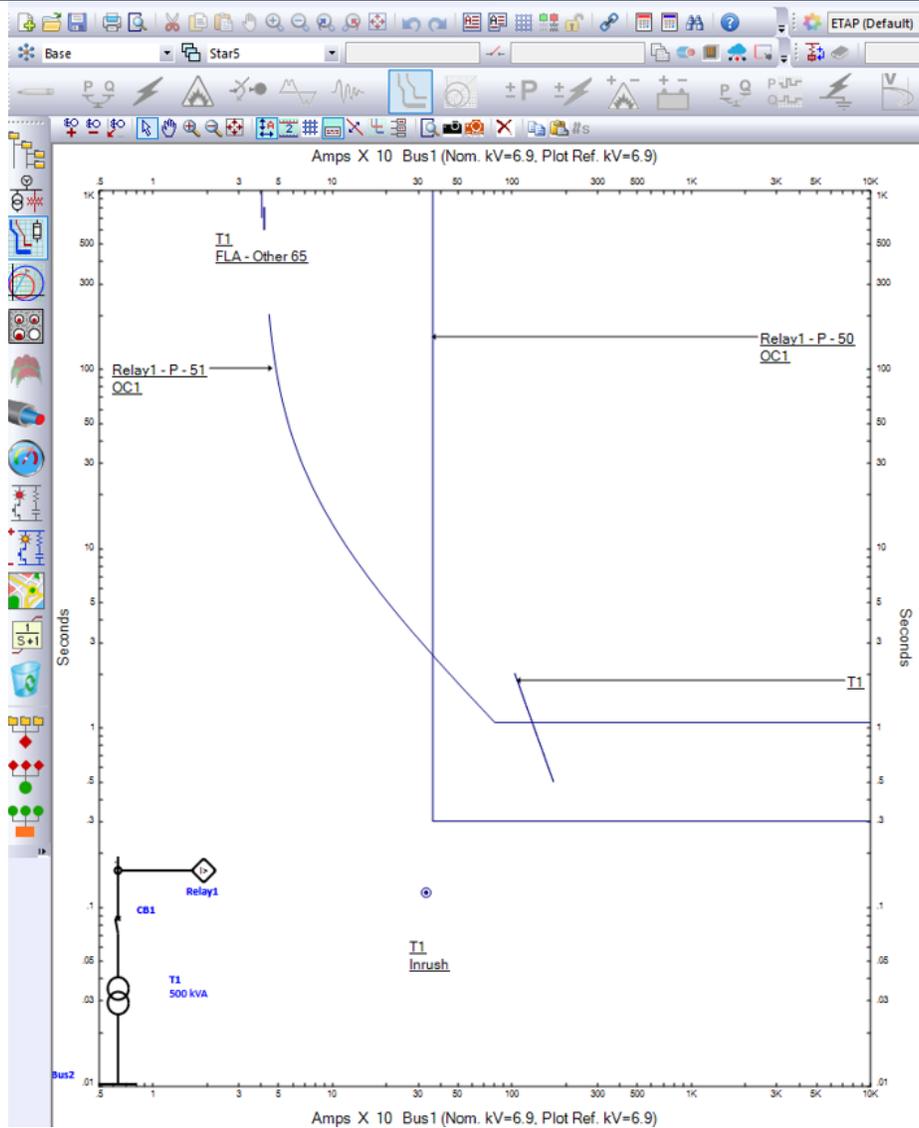
### 3.2 BARRAS DE DISTRIBUCIÓN EN CELDA SECUNDARIA

#### BLINDADA CON PROTECCIÓN POR INTERRUPTOR CON RELÉ

La acometida de cable de MT, los equipos auxiliares de medición, las barras de distribución, la derivación al transformador y a otros circuitos de MT según corresponda, si bien se encuentran aisladas en aire no presentan riesgo de contacto con partes vivas ya que cuentan con una envolvente metálica a prueba de arco interno (Ver Ilustración 7).



*Ilustración 7 Caseta de transformación con barras de distribución en celdas secundarias, provisión e instalación AMPER SRL 2020 [7]*



*Ilustración 8* Curvas regulables de relé de sobre corriente [4]

Es importante anotar que las dimensiones de la celda que acoge todos los equipos requeridos para este tipo de instalaciones MT, pueden disminuir un 30%.

La protección contra sobre corrientes debido a sobrecargas y/o cortocircuitos depende de la parametrización del relé y las curvas de operación son configurables en tiempo y corriente (Ver Ilustración 8).

La operación es por disparo del interruptor que realiza la extinción del arco puede ser en vacío o SF6 brindando seguridad tanto al personal como a los equipos adyacentes.

Para fines de mantenimiento las celdas MT tienen las opciones de corte de suministro con seguridad, mediante el disparo del interruptor por un botón, asimis-

mo, existe el seccionador para garantizar la aislación de la red eléctrica, incluso se tiene la opción de un seccionador de puesta a tierra y los bloqueos por llave para garantizar la inexistencia de manipulaciones incorrectas.

Todo lo citado sin riesgo de contacto directo con partes energizadas.

La operación debe ser realizada por personal capacitado, con el requisito de utilizar el equipo de protección personal adecuado.

Los equipos auxiliares de medición se encuentran dentro la celda y no son pasibles a manipulación malintencionada.

### 3.3 DATOS DE SELECCIÓN PARA CELDAS MT

En la siguiente Tabla 1, se presentan los requisitos mínimos requeridos para la selección de una Celda Secundaria de MT para su conexión a la red de distribución de la utilitaria.

DESCRIPCIÓN	GARANTIZADO	UBICACIÓN: LA PAZ	UBICACIÓN: COCHABAMBA	UBICACIÓN: SANTA CRUZ
Norma de fabricación	IEC 62271-200	IEC 62271-200	IEC 62271-200	IEC 62271-200
Altura de instalación	INDICAR	4000 MSNM	2600 MSNM	415 MSNM
Temperatura ambiente (°C)	INDICAR	$-10 \leq T_a \leq 40$	$-5 \leq T_a \leq 40$	$-5 \leq T_a \leq 40$
Tensión de servicio	INDICAR	12 kV	10 kV	10.5 kV
Tensión soportada al impulso (BIL)	INDICAR	150 kV	125 kV	125 kV
Corriente de barras	400/630 A, eventualmente 1250 A	400 A	400 A	400 A
Capacidad de interrupción de Icc del interruptor	$\leq 25$ kA	16 kA	12 kA	12 kA
Corriente de arco	$16 \leq I \leq 20$ kA a 1 s	16 kA a 1 s	16 kA a 1 s	16 kA a 1 s
Continuidad de servicio	LSC1, LSC2A, LSC2B PM	LSC2A PM	LSC2A PM	LSC2A PM
Clasificación de arco interno	IAC AFLR	IAC AFL	IAC AFL	IAC AFL
Funciones del relé	Sobre corriente 50/51	Sobre corriente 50/51 y 50N/51N configurable	Sobre corriente 50/51 y 50N/51N configurable	Sobre corriente 50/51 y 50N/51N configurable
Seccionadores de puesta a tierra	INDICAR	Seccionador de tres posiciones (cerrado, abierto, puesto a tierra)	Seccionador de tres posiciones (cerrado, abierto, puesto a tierra)	Seccionador de tres posiciones (cerrado, abierto, puesto a tierra)
Bloqueos de seguridad	INDICAR	Bloqueos de seguridad por llave.	Bloqueos de seguridad por llave.	Bloqueos de seguridad por llave.

Tabla 1 Datos de selección para celdas MT [8].

## CONCLUSIÓN

La protección de casetas de transformación con barras adosadas en pared y seccionadores fusible es una solución pensada en el pasado y con buenos resultados hasta la fecha, pero la actualización de las redes de media tensión exige también la modernización de los elementos de protección.

*Las casetas de transformación con barras de distribución en celdas blindadas deberían ser la opción obligatoria en el futuro, pensando en la seguridad de las personas contra arcos eléctricos, y en la seguridad de las instalaciones eléctricas.*





## SOLUCIONES DE CALIDAD, RENDIMIENTO Y DURABILIDAD SUPERIOR, PARA LAS APLICACIONES MÁS EXIGENTES

### 4 BIBLIOGRAFÍA

- » [1] Manual de suministro de energía eléctrica en media tensión hasta 15 kV Distribuidora de Electricidad La Paz - DELAPAZ.
- » [2] Norma técnica de diseño y construcción de acometidas eléctricas en media tensión Empresa de Luz y Fuerza Electrica de Cochabamba - ELFEC.
- » [3] Guía para la elaboración y aprobación de proyectos eléctricos Cooperativa Rural de Electrificación - CRE
- » [4] Software de simulación Etap
- » [5] [www.images.google.com](http://www.images.google.com)
- » [6] <https://coordinaide.sandc.com/>
- » [7] Archivo Amper srl
- » [8] Sistema modular seire "N" ICET INDUSTRIE SPA

Todos los derechos reservados | © 2021 Amper SRL