



Metro

SERVEI D'ENERGIA I SISTEMES
D'ESTACIONS

SISTEMES DE METRO

**ESPECIFICACIÓN
TECNICA CELDAS DE
MEDIA TENSIÓN
HASTA 36KV.**

Título		
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CELDAS DE MEDIA TENSIÓN		
Código	Fecha 1ª Edición	Edición vigente
E_UET_IP_PROJ_Especificación Técnica Celdas MT.	05-11-2019	Edición Nº: 2 Data: 04/12/2023
Clasificación	Estado	
Interno X	Borrador	X
Externo	En Revisión	
Confidencial	Informe Final	
Resumen del Documento		
<p>Especificación Técnica de las celdas de Media Tensión suministradas a Ferrocarril Metropolità de Barcelona, S.A., para su instalación en instalaciones de media tensión hasta 36kV de la red de distribución de FMB, S.A.</p>		
	Nombre	Fecha / Firma
Realizado	IBC	4-12-2023
Revisado	IBC	11-12-2023
Supervisado	JMA	
Aprobado	JMA	

ÍNDICE

1	OBJETO.....	7
2	DEFINICIONES	7
2.1	Celda	7
2.2	Unidad funcional.....	7
2.2.1	Función de línea.....	7
2.2.2	Función de protección	8
3	CONDICIONES DE SERVICIO	8
3.1	Condiciones normales de servicio.....	9
4	CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS.....	9
4.1	Celdas aislamiento 36kV.....	9
4.2	Celdas aislamiento 12kV.....	11
5	CLASES DE CELDAS	13
5.1	Celdas modulares	13
5.2	Celdas compactas	13
6	MARCAS E INDICACIONES	13
7	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	14
7.1	Características constructivas.....	14
7.2	Dieléctrico utilizado.....	15
7.3	Compartimentación.....	16
7.4	Cables de control.....	16
7.5	Puesta a tierra.....	17
7.6	Conexiones de Media Tensión.....	17
7.7	Grado de protección.....	18
7.7.1	Protección contra la penetración de cuerpos sólidos	18
7.7.2	Protección contra los impactos mecánicos.....	18
7.8	Arco interno	18
7.9	Envolvente	18
7.10	Compartimentos accesibles des del exterior	19
7.11	Mirillas.....	19
7.12	Esquema eléctrico	19
7.13	Dimensiones	20
7.14	Bastidor	20
7.15	Interruptores.....	20
7.15.1	Generalidades.....	20
7.15.2	Interruptor – Seccionador.....	21
7.15.3	Interruptor automático	21
7.16	Seccionador de puesta a tierra	25
7.17	Transformador de intensidad.....	25
7.18	Transformador de tensión	26
7.19	Enclavamientos	26
7.19.1	Ensayo dieléctrico de los cables	28
7.20	Pasatapas de cables exteriores.....	29
7.21	Detectores de tensión.....	29
7.22	Bases para fusibles.....	29
7.23	Embarrado.....	29
7.24	Circuitos auxiliares.....	30

7.25	Presión mínima de funcionamiento (Pmf)	31
7.26	Presión de diseño (Pd).....	31
8	ENSAYOS	31
9	ENSAYOS DE CALIFICACIÓN	31
9.1	Interruptor-seccionador.....	34
9.2	Interruptor automático con seccionador asociado	35
9.3	Interruptor automático sin seccionador asociado.....	36
9.4	Seccionador de puesta a tierra.....	36
9.5	Ensayo de arco por defecto interno.....	37
9.6	Placa de seguridad.....	38
9.7	Ensayo de la cadena cinemática.....	38
9.8	Pasatapas de cables exteriores	39
9.9	Verificación de las características del SF6	39
9.10	Estanqueidad de la cuba del SF6	40
10	ENSAYOS DE CALIFICACIÓN REALIZABLES OBLIGATORIAMENTE.....	40
10.1	Marcas.....	42
10.2	Esquema sinóptico del circuito principal	42
10.3	Indelebilidad de las marcas y del esquema sinóptico.....	42
10.4	Características constructivas.....	42
10.5	Verificación del grado de protección – IP – contra la penetración de cuerpos sólidos en la envolvente	44
10.6	Verificación del grado de protección – IK – contra los impactos mecánicos sobre la envolvente	44
10.7	Corriente de fuga	44
10.8	Circuitos auxiliares.....	45
10.9	Dieléctrico.....	45
10.10	Tensión continua	45
10.11	Resistencia del circuito principal	45
10.12	Calentamiento	45
10.13	Resistencia del circuito principal	46
10.14	Corriente admisible de corta duración y con su valor de cresta	46
10.15	Inmersión	47
10.16	Resistencia al fuego de la mirilla de la cuba.....	47
10.17	Resistencia de la cuba	47
10.18	Protección anticorrosiva	48
11	ENSAYOS INDIVIDUALES	49
11.1	Dieléctricos a frecuencia industrial	49
11.2	Circuitos auxiliares.....	50
11.3	Resistencia del circuito principal	50
11.4	Funcionamiento mecánico y enclavamientos.....	50
11.5	Concordancia de fases	50
11.6	Esquema sinóptico del circuito principal	50
11.7	Presión de la cuba de gas	50
11.8	Funcionamiento de la bobina de disparo	50
12	ENSAYOS DE RECEPCIÓN.....	50
13	NORMATIVA DE APLICACIÓN	51
13.1	Equipos.....	51
13.2	Aisladores pasantes	51
13.3	Equipos de protección.....	51

13.4	Galvanizado	51
13.5	Acción sísmica	52
13.6	Otras Normas	52
14	REQUERIMIENTOS DE CALIDAD	52

1 OBJETO

Esta especificación técnica tiene por objeto especificar las características asignadas, los elementos y los esquemas, así como los ensayos que ha de soportar la aparataje prefabricada bajo envolvente metálica (en adelante celda), con dieléctrico en aire seco o hexafluoruro de azufre (en adelante SF₆) prevista para la instalación interior, con niveles de aislamiento 12kV y 36kV y para una única frecuencia de 50 Hz, y destinada a la instalación en Centros de Transformación (en adelante CT), Centros de Distribución (en adelante CD) y Subcentrales de Tracción (en adelante SC).

Las partes individuales del equipo, tales como interruptores-seccionadores, seccionadores de puesta a tierra, disyuntores, detectores de presencia de tensión, transformadores de tensión e intensidad, y todo el aparellaje de la celda deberán ser diseñados, fabricados y ensayados antes de su montaje conforme a las normas particulares aplicables a los mismos.

En todo lo no expresamente indicado en esta especificación técnica, le será de aplicación lo contenido en las normas de referencia según el tipo de aparellaje.

2 DEFINICIONES

2.1 Celda

Se entiende por celda el conjunto de aparataje prefabricada bajo envolvente metálica de construcción modular o compacta, provista de una o varias unidades funcionales, bien de línea y/o de protección.

2.2 Unidad funcional

Parte o totalidad de la celda que comprende todos los materiales de los circuitos principales y de los circuitos auxiliares que contribuyen a la realización de una sola función.

Las funciones consideradas en esta Especificación son:

- función de línea (en adelante L)
- función de protección (en adelante P)

2.2.1 Función de línea

Se entiende que una parte o la totalidad de la celda tiene una función de línea cuando se utiliza para la maniobra de entrada o de salida de los cables que forman el circuito de alimentación. Estará provista de un interruptor seccionador motorizado, de un seccionador de puesta a tierra, con dispositivos de señalización de posición de los mismos, enclavamientos mecánicos propios de la celda que garanticen la ejecución de la maniobra de forma segura, de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión.

Cada celda o conjunto de celdas estará dotado de una válvula para el rellenado del aislante de la cuba, conectada a un manómetro dotado de contacto de alarma de baja presión para control, situado en el panel frontal. El manómetro, en su caso, podrá ser sustituido sin pérdida de gas en el depósito de la celda.

2.2.2 Función de protección

Se entiende que una parte o la totalidad de la celda tiene la función de protección cuando se utiliza para la protección de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación.

Esta función estará provista de un interruptor automático de corte en vacío o en hexafluoruro de azufre, de un seccionador de línea, de un seccionador de puesta a tierra, con dispositivos de señalización de posición de los mismos, enclavamientos mecánicos propios de la celda que garanticen la ejecución de la maniobra de forma segura, de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión.

La celda contará con el conjunto de los captadores de corriente y tensión, y del relé de protección ambos incorporados en el equipo que actuando sin fuente de energía auxiliar produzca la apertura del interruptor automático. Los captadores de corriente podrán estar integrados en la celda o situados en el cable.

Cada celda o conjunto de celdas estará dotado de una válvula para el rellenado del aislante de la cuba, conectada a un manómetro dotado de contacto de alarma de baja presión para control, situado en el panel frontal. El manómetro, en su caso, podrá ser sustituido sin pérdida de gas en el depósito de la celda.

El interruptor automático dispondrá de tantos contactos auxiliares como se precisen para las funciones de enclavamiento, supervisión y control.

Estos contactos auxiliares admitirán una corriente de paso en permanencia de 10 A C_A / C_C . y su constante de tiempo será $T = L/R: \leq 20$ ms.

Estará equipado con, al menos, estas bobinas con una tensión de alimentación cada una de 230 V_{ca}:

- Bobina de disparo 1 a emisión de tensión (tipo MX)
- Bobina de disparo 2 a emisión de tensión (tipo MX)
- Bobina de apertura a emisión de tensión (tipo MX)

3 CONDICIONES DE SERVICIO

Las celdas incluyendo sus dispositivos de mando y equipos auxiliares estarán previstas para realizar la función asignada cuando las condiciones ambientales estén dentro de los límites indicados en el apartado 3.1. y apartado 2.1 de la Norma UNE EN 60694.

3.1 Condiciones normales de servicio

- La temperatura del aire ambiente no excede de 55 °C y su valor medio medido en un período de 24 h no excede de 35 °C. La temperatura mínima del aire ambiente es de -25 °C.
- La altitud no excede de 1.000 m.
- Las condiciones de humedad son las siguientes:
 - el valor medio de la humedad relativa, medida en un período de 24 h, no excede del 95%
 - el valor medio de la presión de vapor, en un período de 24 h, no excede de 22 mbar
 - el valor medio de la presión de vapor, en un período de un mes, no excede de 18 mbar en estas condiciones se pueden producir condensaciones
- Los efectos de las vibraciones debidas a causas externas a la apartamenta o a temblores de tierra son despreciables.

Nota: se considera que las características dieléctricas del aislamiento interno son las mismas cualquiera que sea la altitud y no se tomarán precauciones especiales.

4 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS

En general, las Celdas de Media Tensión deberán suministrarse para operar satisfactoriamente en ambiente interior o exterior. Las Celdas funcionarán de acuerdo con las condiciones normales de servicio indicadas en norma UNE EN 60694 (nivel humedad) para equipos de tipo interior o exterior.

Las principales características generales son las siguientes:

4.1 Celdas aislamiento 36kV

Tensión nominal	kV	25
Nivel de Aislamiento		
Nominal	kV	36
A frecuencia industrial (50Hz-1min)	kV	70
Al choque (1,2 / 50 µs)	kV	170
Intensidad nominal		
Embarrado	A	630
Derivaciones	A	630
	kA	
Corriente de cortocircuito	(1s)	Hasta 21
Poder de cierre bajo cortocircuito	kA	50
Frecuencia	Hz	50
Nº de fases		3
Clasificación arco interno IAC AT. 1s	kA	Hasta 21
Clasificación endurancia eléctrica (IEC 62271-100)		E2
Temperatura ambiente instalación	°C	-25 / +55

Humedad relativa	%	máx. 95%
Altitud	m	<1000
Grado de protección		
Partes en tensión		IP67
Cubiertas frontales		IP2X
Cubierta de cables		IP3X
Maniobras manuales/motorizadas mínimas		<1000
Construcción		metálica
Material de la cuba de gas		chapa de acero inoxidable de 2mm
Gas		
Tipo de gas		Aire seco - limpio / SF6
Presión nominal del gas en operación	bar	1.4 bar absolutos (a 20°C)
Tasa de fuga de gas	% año	0.075% por año hasta abertura de válvula escape de gases
Prueba de presión en la cuba de gas		
Sección de las barras		
Barras principales	mm ²	> 300 mm ² Cu
Barra PaT	mm ²	> 120 mm ² cu
Vida útil		30 años
Tensión de maniobra	Vca	230
Pasatapas cajón cables Media Tensión		
Intensidad nominal	A	630
Tipo		Interfaz tipo B
Instalación		En "T" atornillable M16 o acodado
Testigos de presencia de tensión		
Tipo		Capacitivo
Instalación		En todas las funciones (Línea y Protección)
Texto		TESTIGO PRESENCIA TENSIÓN EN CABLES (Rojo con letras blancas)
Ubicación		Próximo cajón cables
Sección cables Media Tensión		
Función Línea		DHZ1FA3Z1- 2OL (AS) 18/30 kV 1x300 mm ² Cu +H16
Función Protección		DHZ1-K (AS) 18/30 kV 1x150 mm ² Cu+H16
Relé de protección		
Tipo		Electrónico
Tensión alimentación	Vca	230
Funciones		Multifunción
Comunicación		Multiprotocolo (IEC 61850, IEC 104...)
Accesorios		Módulo comunicación 2 canales FO Módulo 8 entradas PT100 Sensor arco
Transformadores de corriente		
Tipo		Toroidales (soporte / pasa barra)
Clase		0.2S / 0.2 / 0.5
Instalación		Compartimento de cables
Calibre		Adecuados al punto de instalación
Transformadores de tensión		
Tipo		Inducción

Clase	0.5
Instalación	Compartimento de cables
Calibre	Adecuados al punto de instalación
Función de Línea	Seccionador motorizado de corte en carga de tres posiciones, de 630A Interruptor automático con cámara de corte en vacío, con polos aislados en Aire seco - limpio / SF6, 36kV/630A
Función protección	Interruptor automático con cámara de corte en vacío, con polos aislados en Aire seco – limpio / SF6, 36kV/630A

4.2 Celdas aislamiento 12kV

Tensión nominal	kV	6
Nivel de Aislamiento		
Nominal	kV	12
A frecuencia industrial (50Hz-1min)	kV	50
Al choque (1,2 / 50 µs)	kV	125
Intensidad nominal		
Embarrado	A	630
Derivaciones	A	630
	kA	
Corriente de cortocircuito (1s)		Hasta 21
Poder de cierre bajo cortocircuito	kA	50
Frecuencia	Hz	50
Nº de fases		3
Clasificación arco interno IAC AT. 1s	kA	Hasta 21
Clasificación endurancia eléctrica (IEC 62271-100)		E2
Temperatura ambiente instalación	°C	-25 / +55
Humedad relativa	%	máx. 95%
Altitud	m	<1000
Grado de protección		
Partes en tensión		IP67
Cubiertas frontales		IP2X
Cubierta de cables		IP3X
Maniobras manuales/motorizadas mínimas		<1000
Construcción		metálica
Material de la cuba de gas		chapa de acero inoxidable de 3mm
Gas		
Tipo de gas		Libres de SF ₆ (aire seco – limpio)
Presión nominal del gas en operación	bar	1.4 bar absolutos (a 20°C)
	%	
Tasa de fuga de gas	año	0.075% por año hasta obertura de válvula escape de gases
Prueba de presión en la cuba de gas		
Sección de las barras		

Barras principales	mm2	> 240 mm ² Cu
Barra PaT	mm2	> 100 mm ² Cu
Vida útil		30 años
Tensión de maniobra	Vca	230
Pasatapas cajón cables Media Tensión		
Intensidad nominal	A	630
Tipo		Interfaz tipo B
Instalación		En "T" atornillable M16 o acodado
Testigos de presencia de tensión		
Tipo		Capacitivo
Instalación		En todas las funciones (Línea y Protección)
Texto		TESTIGO PRESENCIA TENSIÓN EN CABLES (Rojo con letras blancas)
Ubicación		Próximo cajón cables
Sección cables Media Tensión		
Función Línea		DHZ1FA3Z1- 2OL (AS) 18/30 kV 1x300 mm ² Cu +H16
Función Protección		DHZ1-K (AS) 18/30 kV 1x150 mm ² Cu+H16
Relé de protección		
Tipo		Electrónico
Tensión alimentación	Vca	230
Funciones		Multifunción
Comunicación		Multiprotocolo (IEC 61850, IEC 104...)
Accesorios		Módulo comunicación 2 canales FO Módulo 8 entradas PT100 Sensor arco
Transformadores de corriente		
Tipo		Toroidales (soporte / pasa barra)
Clase		0.2S / 0.2 / 0.5
Instalación		Compartimento de cables
Calibre		Adecuados al punto de instalación
Transformadores de tensión		
Tipo		Inducción
Clase		0.5
Instalación		Compartimento de cables
Calibre		Adecuados al punto de instalación
Función de Línea		Seccionador motorizado de corte en carga de tres posiciones, de 630A Interruptor automático con cámara de corte en vacío, con polos aislados en Aire seco - limpio, 12kV/630A
Función protección		Interruptor automático con cámara de corte en vacío, con polos aislados en Aire seco - limpio, 12kV/630A

5 CLASES DE CELDAS

Las celdas se clasifican en celdas modulares (con posibilidad de extensión) y compactas.

5.1 Celdas modulares

Son aquellas formadas por una o varias funciones con posibilidad de conectarse entre sí por acoplamiento de los embarrados.

5.2 Celdas compactas

Son aquellas celdas formadas por una o varias funciones sin posibilidad de conectarse con otra celda por acoplamiento de los embarrados.

6 MARCAS E INDICACIONES

Cada celda, llevará de forma clara, indeleble y legible, las marcas e indicaciones siguientes:

- nombre del fabricante
- designación UNESA de la celda
- número de serie del fabricante
- año de fabricación
- peso del SF6 o aire seco en kg
- presión asignada de llenado (del compartimento con SF6 o aire seco - limpio), es la presión asignada, en bar, en condiciones atmosféricas de 20 °C y 1,013 bar, a la cual se llena el comportamiento de SF6 o aire seco, antes de la puesta en servicio.
- tensión asignada, Un
- corriente asignada en servicio continuo, en In=400/200 ó In=630 A
- corriente admisible asignada de corta duración, Ith=16 kA ó 20 kA
- poder de cierre asignado sobre cortocircuito, Ima=40 kA ó 50 kA
- tensión asignada soportada a los impulsos de tipo rayo, Uw

Asimismo, cada celda deberá llevar una placa en la que se indique, de forma clara e indeleble, la secuencia de maniobras.

Igualmente, cada compartimento de cada celda llevará una placa de señalización de riesgo eléctrico del tamaño AE 14, especificado en la recomendación AMYS 1.4-10. Todas las marcas, indicaciones e instrucciones irán redactadas en español.

Las Celdas deberán tener a lo menos lo siguiente:

- Indicación eléctrica de la posición de los seccionadores (abierto-cerrado).
- Mecanismo eléctrico y manual de cierre y apertura.
- Selector local / distancia.

7 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

7.1 Características constructivas

La celda debe diseñarse de forma tal que las operaciones normales de explotación, de control y de mantenimiento, la verificación de la presencia o de la ausencia de tensión en el circuito principal incluyendo la comprobación del orden de sucesión de fases, la puesta a tierra de los cables conectados, la localización de los defectos en los cables, los ensayos dieléctricos de los cables o de otros aparatos conectados y la supresión de las cargas electrostáticas peligrosas, puedan efectuarse sin riesgo para las personas.

Las Celdas de Media Tensión serán de uso interior o exterior, con grado de protección IP4X para uso interior e IP54 para uso exterior.

En caso de uso interior, las Celdas de Media Tensión serán montadas en una sala de celdas y deberán tener acceso a cada compartimento, para permitir un adecuado mantenimiento de todos sus componentes.

En los compartimentos que posean orificios por los cuales se insertan herramientas, manillas, palancas, etc., se preverá que los mismos queden obstruidos en ausencia de dichas herramientas, manteniendo el grado de protección antes indicado.

La entrada y salida de cables de media tensión será por la parte inferior de las Celdas de Media Tensión y en el caso de los Cables de control por la parte superior o inferior del conjunto, según lo solicite FMB.

El diseño y fabricación de las Celdas, serán del tipo a prueba de arco interno y cumplirán con los criterios indicados en la Norma IEC 62271-200 Anexo A: "Method for testing the metal-enclosed switchgear and controlgear under conditions of arcing due an internal fault". El certificado de la prueba de arco interno deberá estar vigente y ser emitido por un organismo independiente del fabricante.

El ensamblamiento de dos cubículos de celdas ya sea por pared compartida o doble pared metálica, poseerá propiedades tales que aseguren la no propagación de un cubículo de celda a otro, daños originados por fallas producidas por arcos internos.

Los equipos y materiales que cumplen una misma función serán idénticos e intercambiables entre sí. Las Celdas de Media Tensión podrán ser de tecnología con aislamiento en aire seco – limpio presurizado, o aislamiento gas (GIS – Gas Insulated Switchgear).

El equipo suministrado será instalado según las recomendaciones del fabricante y deberá soportar las solicitudes sísmicas si así lo indica expresamente FMB. El suministro de las celdas debe incluir todos los elementos y accesorios necesarios para el correcto montaje y adecuado anclaje; así como los necesarios para el acoplamiento entre cubículos de celdas.

Las Celdas de Media Tensión deberán ser auto soportadas, para montaje con pernos de anclaje sobre bancada de acero galvanizado en caliente, zócalo metálico o de obra elaborado in situ, o ancladas directamente al suelo de la sala. Además, deberá tener la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y

operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.

En el diseño se tendrá en cuenta que los metales que se encuentren en contacto entre sí no generen fuerzas electromotrices de origen electroquímico que aceleren el proceso de corrosión.

Las Celdas de Media Tensión serán construidas en plancha de acero galvanizada, no obstante se permitirá chapa de acero no galvanizada previamente tratada y pintada.

Todas las partes metálicas de la estructura estarán sólidamente conectadas a la barra de tierra.

Los elementos de lectura y maniobra instalados en el frente de cada cubículo de celda, se ubicarán a una altura apropiada para un operador situado frente a los cubículos de celdas sin que requiera del uso de elementos especiales para visualizar u operar los diferentes dispositivos de las Celdas.

Se deberá incluir en la parte frontal de las Celdas de Media Tensión un esquema mímico de los componentes de acuerdo con el código de colores de FMB. Los mímicos deberán ser de un material resistente al paso del tiempo y su fijación deberá garantizar una adhesión adecuada y permanente a la celda, no se aceptan adhesivos.

Los cubículos de celdas de media tensión, están definidos según la norma IEC 62271-200, y sus principales características son:

- Separaciones metálicas entre compartimientos.
- En el caso de extraer un equipo de Media Tensión, existirán barreras metálicas ("shutters") que impedirán cualquier contacto con partes energizadas.
- Compartimientos separados al menos por:
 - Compartimiento del aparato de maniobra.
 - Compartimiento de barras.
 - Compartimiento de conexión.
 - Compartimiento de baja tensión.
 - Compartimiento para evacuación de gases producidos por un arco eléctrico.

El tipo de acceso a los cubículos de celdas será restringido solo a personal autorizado, de tipo A, según la norma IEC 62271-200.

La clase de compartimentación de los cubículos de celdas será de tipo PM (metálicas), según la norma IEC 62271-200.

La categoría de disponibilidad de servicio de cubículos de celdas será de tipo LSC2B, según la norma IEC 62271-200.

7.2 Dieléctrico utilizado

El dieléctrico utilizado será libre de SF₆ para tensiones de 12kV.

Para tensiones superiores será preferible dieléctrico libre de SF₆. Cuando no sea posible, también es admisible el hexafluoruro de azufre (SF₆) con una presión superior a la

atmosférica. Las prescripciones para el hexafluoruro de azufre nuevo son las indicadas en la norma UNE 21 339.

En el caso de los interruptores automáticos el medio de aislamiento será el corte en vacío.

Para cada suministro la tecnología del dieléctrico deberá ser aprobado por FMB.

7.3 Compartimentación

Cada uno de los compartimentos de barras y el compartimento de interruptor serán de ejecución modular e independiente. La unión entre ellos se realizará por atornillamiento externo y por placas pasatapas bipolares de segregación, siendo cada uno de ellos totalmente estanco y resistente a la presión con respecto a los otros.

De la misma manera, los compartimentos de los juegos de barras y de seccionadores de cada celda estarán segregados de forma estanca y resistente a la presión con respecto a los compartimentos de barras de las cabinas contiguas mediante pasatapas bipolares.

Cada compartimento dispondrá de tapa metálica atornillada de forma estanca, que permita el acceso a su interior para la reposición de cualquier componente.

El sistema de segregación de juego de barras entre cabinas permitirá la sustitución de las placas pasatapas, así como de las juntas de estanqueidad y otros componentes internos a través de la tapa de acceso, sin necesidad de mover de posición las cabinas.

Este sistema permitirá, asimismo, la sustitución de una celda intermedia sin mover las contiguas.

7.4 Cables de control

Los cables empleados en la realización del cableado de los cuadros serán de cobre, del tipo autoextinguible y no propagador de la llama.

El cableado de los cuadros deberá poder soportar un ensayo de aislamiento de 2 kV a frecuencia industrial, durante 1 minuto.

En cada borne de interconexión no existirá más de un cable. El cableado desde las bornas a los instrumentos de medida se realizará mediante cable libre de Halógenos de acuerdo al siguiente criterio:

- Señales Amperimétricas para secundarios de 5 amperios nominales $\geq 4 \text{ mm}^2$ (Medida).
- Señales Amperimétricas para secundarios de 5 amperios nominales $\geq 6 \text{ mm}^2$ (Protecciones).
- Señales Voltimétricas para secundarios de medida $\geq 2,5 \text{ mm}^2$.
- Señales Voltimétricas para secundarios de protección $\geq 2,5 \text{ mm}^2$.
- En relación a los ensayos de cables se cumplirán los ensayos de estos sometidos a las condiciones propias de un incendio (UNE 20427) y la exposición de las llamas (UNE 50266).

No estará permitido el uso de bornas de doble o triple piso, siendo la única solución aceptada las bornas simple del tipo cepo.

7.5 Puesta a tierra

Todas las partes activas protegidas por una tapa o cubierta amovible (conexiones de terminales de cables principalmente) tendrán enclavada dicha cubierta de forma tal que previamente a su apertura deban ser puestas a tierra a través del seccionador o seccionadores de puesta a tierra.

Todos los elementos constitutivos de la envolvente deberán estar conectados a tierra por medio de un conductor de cobre dispuesto a lo largo de todas las celdas.

Dicho conductor común de tierra estará constituido por una pletina de cobre de 150 mm² de sección como mínimo. Esta pletina, provista de dos orificios para tornillos de rosca M12, deberá permitir la conexión a la misma del sistema de tierras por ambos extremos desde el exterior del equipo así como la conexión de las pantallas metálicas de los cables. Estará situada en la celda de forma tal que para introducir o extraer un cable y su terminal correspondiente no sea necesario desmontarla ni total ni parcialmente. Esta pletina servirá de unión galvánica de toda la envoltura y dispondrá de tornillos debidamente repartidos, tanto para la puesta a tierra general de las cabinas entre sí, como para unir rígidamente a tierra los diferentes componentes mecánicos de la cabina, y para la puesta a tierra de transformadores de medida de tensión e intensidad, pantallas protectoras de los cables de potencia, etc. La pletina general de tierra del conjunto de las cabinas, se unirá en varios puntos a la tierra del edificio donde se aloje.

Las cubiertas metálicas amovibles, susceptibles de ser tocadas desde el exterior estando la celda en servicio, deberán estar unidas al resto de la envolvente fija por medio de tornillos y tuercas provistos de arandelas especiales que garanticen la continuidad eléctrica por penetración de los resaltes en la chapas respectivas. Las cabezas de los tornillos destinados a esta función se diferenciarán claramente por su forma o por su color. Para las partes amovibles recubiertas con tratamientos conductores, se considera satisfecha esta condición por las fijaciones (tornillos) de montaje.

En ningún caso se considerará que la simple unión o contacto metálico de estas partes metálicas, de las cabinas, constituya una unión rígida a tierra de las mismas, sino que esta unión deberá realizarse a través de conductores de cobre, unidos a cada uno de los componentes metálicos.

7.6 Conexiones de Media Tensión

Los zócalos para las conexiones enchufables de cables estarán situados en la parte inferior de la celda. En estos conectores irán insertados cables aislados de conductor de Cu homologado por FMB. Podrán alojarse hasta 3 cables por fase e incluirán indicadores de presencia de tensión.

La parte de acceso a los cables irá cubierta por una tapa desmontable y dispondrá de tomas para la comprobación de presencia de tensión. Esta tapa estará enclavada con la puesta a tierra de la celda.

7.7 Grado de protección

7.7.1 Protección contra la penetración de cuerpos sólidos

Las cubiertas metálicas de los compartimentos de mando, de terminales de cables y fusibles, deberán poseer un grado de protección IP igual a 3X de acuerdo con la norma UNE 20 324 salvo en la parte correspondiente a la zona de paso de cables.

7.7.2 Protección contra los impactos mecánicos

Las cubiertas metálicas de los compartimentos de mando, de terminales de cables y fusibles, deberán poseer un grado de protección contra los impactos mecánicos, IK, igual a 08 de acuerdo con la norma UNE 50 102.

La mirilla situada en la cubierta metálica de la celda deberá poseer un grado de protección contra los impactos mecánicos, IK, igual a 06.

Asimismo, la cuba y su mirilla, si la tuviese, tendrán un grado de protección contra los impactos mecánicos, IK, igual a 09.

7.8 Arco interno

Ante la posibilidad de que se produzca un cortocircuito trifásico en el interior de la cuba de gas o aire seco que conduzca a la destrucción de la celda, se adoptarán las condiciones constructivas necesarias para garantizar la seguridad de las personas que puedan encontrarse en su proximidad. Se deberá cumplir con lo indicado en el apartado Ensayos de la presente Especificación.

Cada compartimiento, irá dotado de clapeta de descompresión, para aliviar el exceso de presión producida por un arco interno, evitando así las cargas mecánicas sobre la estructura metálica, pudiendo incluir un contacto eléctrico para limitar el tiempo de un eventual arco interno.

Dicha clapeta estará situada y diseñada de tal forma que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el operador ni dañar los cables de alta tensión.

7.9 Envoltente

La envoltente metálica de la celda fabricada con chapa debe presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior además de la protección contra daños mecánicos especificados en el apartado Ensayos de la presente Especificación Técnica.

Todas las superficies exteriores de la envoltente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva. A fin de

verificar la eficacia de esta protección contra la corrosión se someterán a los ensayos especificados en el apartado Ensayos de la presente Especificación Técnica.

Las superficies que no estén pintadas, deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización de acuerdo con lo especificado en el apartado Ensayos de la presente Especificación Técnica.

7.10 Compartimentos accesibles des del exterior

Las celdas dispondrán en su parte frontal de un comportamiento que permita el fácil acceso a la zona de terminales de cables.

El cierre de cada compartimento se realizará en dos o más puntos de sujeción para lo cual deberán accionarse dos de ellos como mínimo.

No serán necesarios ni llaves ni herramientas para la apertura del compartimento de acceso a la zona de cables. Este compartimento estará enclavado con la puesta a tierra de la celda, de manera que no será posible su retirada sin la previa puesta a tierra de la celda.

7.11 Mirillas

En el caso de que la cuba de gas o aire seco disponga de una mirilla para la observación visual de algún elemento constitutivo situado dentro de la misma, esta mirilla deberá ser de material inastillable.

Además, la mirilla deberá cumplir el ensayo con el hilo incandescente, aplicado a 850 °C, de acuerdo con la norma UNE 20 672/2-1.

7.12 Esquema eléctrico

En la parte frontal de la celda estará representado, de forma clara e indeleble, un esquema sinóptico del circuito principal dibujado con líneas de 4 mm de anchura mínima que contenga los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o de cierre del interruptor-seccionador, del interruptor automático y de su seccionador y del seccionador de puesta a tierra. Dichos dispositivos deberán indicar en todo momento la situación real.

Los mímicos deberán ser de un material resistente al paso del tiempo y su fijación deberá garantizar una adhesión adecuada y permanente a la celda, no se aceptan adhesivos.

La parte del esquema sinóptico que representa la posición del interruptor-seccionador o del interruptor automático y de su eventual seccionador será de color negro y la correspondiente al seccionador de puesta a tierra será de color rojo.

7.13 Dimensiones

Las dimensiones de las celdas serán las indicadas por el fabricante.

7.14 Bastidor

El conjunto de la celda se apoyará sobre un bastidor soporte rígido dotado de patas graduables en altura y con los elementos de anclaje necesarios para su fijación al bastidor soporte de las cabinas. Estará provisto de puntos de instalación de elementos de rodadura para su más fácil manipulación y desplazamiento en obra.

Las celdas se instalarán sobre bancada de acero galvanizado en caliente de dimensiones adecuadas a la superficie de las celdas, regulable en altura y con suficientes puntos de anclaje para garantizar la estabilidad del conjunto.

7.15 Interruptores

7.15.1 Generalidades

Los interruptores serán tripolares, de energía acumulada por resorte accionado por motor, con mecanismos de cierre y apertura operados eléctricamente. El resorte será cargado automáticamente después de completada una operación de cierre o apertura, y de ejecución fija.

Cada interruptor será suministrado con una bobina de cierre (maniobra) y dos de apertura (disparo), las cuales podrán ser accionadas independientemente por comandos local o remoto. Los circuitos de cierre y apertura tendrán incorporados los respectivos enclavamientos de posición del interruptor y enclavamientos propios de la celda.

Las bobinas de cierre y apertura deberán operar en forma correcta con voltajes de alimentación que varían del voltaje nominal de control, siendo éste de +10% y -20%.

La secuencia de operación del interruptor será según IEC-62271-100.

Todos los contactos auxiliares del interruptor serán del tipo secos, libres de potencial y eléctricamente independientes.

Los interruptores podrán operarse en las posiciones de servicio y prueba.

Deberán ser visibles en su frente sin la necesidad de abrir puertas, a lo menos los siguientes indicadores y controles:

- Indicación mecánica del estado del interruptor (abierto-cerrado).
- Indicación del estado del resorte (cargado-descargado)
- Pulsadores de cierre y apertura del interruptor.
- Se emplearán interruptores magnetotérmicos independientes para proteger los circuitos de control de cierre, apertura, y comando de motor.
- Contador de operaciones

Por razones de seguridad los interruptores-seccionadores y los interruptores automáticos deberán estar diseñados de forma tal que no pueda circular ninguna corriente de fuga peligrosa entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del aparato en la posición de apertura.

Deberá verificarse que las posibles corrientes de fuga mencionadas anteriormente no excedan de 0,5 mA.

7.15.2 Interruptor – Seccionador

El interruptor-seccionador dispondrá siempre de un dispositivo que indique su estado de apertura o de cierre.

El interruptor-seccionador cumplirá la norma UNE 20 104/1 y será del tipo de frecuencia de maniobra elevada, de acuerdo con la definición del apartado 3.104 de la citada norma.

El interruptor-seccionador instalado en la celda y en su posición de servicio satisfará los valores del apartado 4, y los siguientes valores:

Tensión asignada	Corriente asignada	Corriente admisible asignada en corta duración (valor eficaz)	Poder de cierre asignado sobre cortocircuito (valor eficaz)		Frecuencia de maniobra elevada (valor eficaz)		Poder de corte asignado con cables en vacío		Poder de corte en caso de falta de tierra		
			Número de maniobras	A	Número de maniobras	A	Número de maniobras	A	Número de maniobras	A	Con cables en vacío A
kV	A	kA									
24	400/630	16 ó 20	2	40 ó 50	100	400/630	20	25	10	50	16
36	400/630	16 ó 20	2	40 ó 50	100	400/630	20	40	10	50	25

7.15.3 Interruptor automático

En el caso de interruptores automáticos serán de corte en vacío, el fabricante debe garantizar que la presión en el interior de la ampolla de vacío no alcanza la presión máxima de funcionamiento en un período de 30 años.

7.15.3.1. Interruptor automático con seccionador asociado

El interruptor automático dispondrá siempre de un dispositivo que indique su estado de apertura o de cierre.

Asimismo deberá cumplir las características siguientes:

- nivel de aislamiento a tierra y entre polos indicado en la Tabla 1
- corriente asignada de 400 ó 630 A, admitiéndose provisionalmente de 200 A
- secuencia de ensayos de cortocircuito indicadas en el apartado 6.106 y en su caso en los apartados 6.107 y 6.108 de la norma UNE 21 081, con los poderes de cierre y corte asignados establecidos en la siguiente tabla:

Tensión asignada, U	Corriente asignada (valor eficaz)	Poder de cierre asignado en cortocircuito (valor cresta)	Poder de corte asignado en cortocircuito (valor eficaz)
kV	A	kA	kA
24	400/630	40 ó 50	16 ó 20
36	400/630	40 ó 50	16 ó 20

7.15.3.1.1 *Seccionador asociado*

Todos los seccionadores deberán ser de operación motorizada, alimentados a la tensión auxiliar indicada anteriormente, excepto los seccionadores de puesta a tierra que serán siempre del tipo accionamiento manual.

Los seccionadores deberán poseer la superficie de los contactos principales plateados.

El esquema de enclavamiento eléctrico deberá evitar la apertura o cierre de un seccionador con carga.

Los motores de accionamiento de los seccionadores deberán ser accesibles para el mantenimiento desde el exterior, y deberán permitir las operaciones de apertura y cierre manual en caso de falla del sistema motorizado.

Deberán estar equipados a lo menos con 8 contactos auxiliares para el control, mando y señalización del mismo, de los siguientes tipos: 4NA, 4NC.

El seccionador asociado dispondrá siempre de un dispositivo que indique su estado de apertura o de cierre.

Asimismo deberá cumplir las características siguientes:

- nivel de aislamiento
- corriente asignada de 630 A
- corriente admisible asignada de corta duración de 16 kA o de 20 kA en el caso de los seccionadores de 24 kV, y de 16 ó 20 kA en los de 36 kV
- corriente de fuga inferior o igual a 0,5 mA

7.15.3.2. **Interruptor automático sin seccionador asociado**

El interruptor automático asociado dispondrá siempre de un dispositivo que indique su estado de apertura o de cierre.

Asimismo deberá cumplirlas características siguientes:

- nivel de aislamiento asignado en la Tabla 1
- corriente asignada de 630 A,
- secuencias de ensayos de cortocircuito indicadas en el apartado 6.106 de la norma

UNE 21 081, con los poderes de cierre y corte asignados, establecidos en la Tabla IV

- corriente de fuga inferior o igual a 0,5 mA

7.15.3.3. Relé de protección

El conjunto formado por los captadores de corriente y el relé ha de asegurar sin necesidad de una fuente de energía auxiliar la protección de la línea o transformador. El fabricante deberá suministrar su curva de funcionamiento y los datos de referencia de la misma que garanticen dicha protección ante sobrecargas y cortocircuitos de alta y baja tensión en el punto de instalación. Se deberá poder verificar el funcionamiento de la protección.

El citado conjunto estará ajustado de manera que no actúe ante las sobrecorrientes de conexión del transformador.

El relé de protección cumplirá con las especificaciones de FMB, con posibilidad de alimentación multi tensión, tanto en corriente alterna como corriente continua, deberá ser comunicable vía una red Ethernet con multi protocolos de comunicación, siendo mínimo indispensable IEC 61850 Ed 2.1, OPC UA, IEC 60870-5-104, IEC 60870-5-101, Modbus TCP/IP.

El relé contará con todas las funciones de protección ANSI, siendo decisión de FMB cuáles deberán estar activas, dependiendo del punto de instalación de la celda donde se ubica el relé de protección.

Deberá ser de construcción tipo Plug&Play, y sustitución Hot Stand By, pudiendo sustituir una unidad manteniendo la continuidad del servicio, y sin necesidad de realizar ninguna acción adicional sobre los circuitos de medida, ya que le mismo relé se encargará de cortocircuitar cuando sea necesario dichos circuitos.

Los ajustes se podrán transferir al relé de manera fácil y sin necesidad de pasar por cero, de forma que se pueda mantener el servicio durante la tarea de programación y ajuste del relé. El relé admitirá la carga de ajustes de otro relé, sin necesidad de tener que programar el relé punto a punto.

A continuación se detallan las características que han de cumplir los relés de protección para suministro e instalación en FMB:

- Tensión de alimentación: 65 a 265 V_{AC}
- Entradas para medida de intensidades: tendrá 3 entradas para medida de intensidades de fases, con una intensidad nominal de 1A y soportando la opción de tener 3 TTTII o 2 TTII.
También tendrá una entrada de intensidad para el neutro, de nominal 1A y alimentada mediante un transformador toroidal abrazando las tres fases o bien mediante el sumatorio de los 3 TTII de fases.
- Opcionalmente se podrá solicitar el suministro de un modelo especial en el que la entrada de intensidad de neutro sea más sensible, teniendo una intensidad nominal menor, del orden de 20mA a 200mA.
- El relé podrá alimentarse de forma dual, mediante alimentación externa o bien

interna proveniente de los transformadores de intensidad,

- Entradas para sondas de temperatura,
- Capacidad para medir temperatura de 8 sondas tipo PT100 a 3 hilos,
- Salidas digitales: el relé tendrá una salida digital no configurable para informar de una falta de alimentación o mal funcionamiento (“Wachdog”). También tendrá un mínimo de 8 salidas adicionales configurables, ya sea mediante una matriz de eventos vs salidas o mediante un lógica programable mediante puertas lógicas, de forma orientativa se les dará el siguiente uso:
 - Disparo interruptor – cableada a directamente la bobina de apertura del interruptor.
 - Señal alarma función imagen térmica (49) + alarma temperatura (sondas PT100)
 - Señal disparo imagen térmica (49) + disparo por sobretensión (sondas PT100)
 - Señal disparo por sobrecarga de fases (51F)
 - Señal disparo por cortocircuito de fases (50F)
 - Señal disparo defecto homopolar (50N+51N)
 - Alarma bobina de apertura
 - Reserva
- Entradas digitales: el relé tendrá un mínimo de 4 entradas digitales configurables, de forma orientativa se les dará el siguiente uso:
 - Estado cerrado del interruptor
 - Vigilancia bobina de apertura, interruptor en posición abierto
 - Vigilancia bobina de apertura, interruptor en posición cerrado
 - Reserva
- Funcionalidades protectivas: el relé tendrá como mínimo las siguientes funcionalidades protectivas:
 - Sobreintensidad de fases de tiempo dependiente (51F)
 - Sobreintensidad de fases de tiempo independiente (50F+TD)
 - Sobreintensidad homopolar de tiempo dependiente (51N)
 - Sobreintensidad homopolar de tiempo independiente (50N+TD)
 - Imagen térmica (49)
 - Alarma y disparo cuando las sondas PT100 lleguen a un determinado valor de temperatura.

Todas las sobreintensidades tendrán la posibilidad de activar un bloqueo de su actuación por la detección de un tanto por ciento de componentes armónicas de segundo y quinto orden.

El relé deberá estar preparado para otras funciones protectivas tales como diferenciales de línea, diferencial de barras, protección direccional, falsas diferenciales,... Será FMB quien apruebe la propuesta de relé para cada instalación.

- Puertos de comunicación:
El relé contará con los suficientes puertos de comunicación para su integración a nivel local en la instalación e integración en el Telemando de Enegia para poder realizar su gestión a nivel remoto.

Como mínimo contará con los siguientes puertos de comunicación:

- 2 puertos de fibra óptica multi modo con protocolo de comunicación IEC 61850 Ed. 2.1,
- 2 puertos RJ45 con protocolo de comunicación IEC61850 Ed. 2.1.
- Funcionalidades varias:
 - Sincronización horaria mediante los puertos de comunicación anteriormente mencionados.
 - Oscilografía con capacidad de registrar también las medidas de las sondas de temperatura PT100.
 - Histórico de sucesos donde se registren todos los eventos internos del relé.
 - Batería o sistema que mantenga los ajustes, registros y eventos aun perdiendo la alimentación.

7.16 Seccionador de puesta a tierra

Los seccionadores de puesta a tierra contarán con poder de cierre conforme al nivel de cortocircuito establecido para la instalación. Serán trifásicos con accionamiento manual desde el frente de la celda.

Los seccionadores poseerán al menos cuatro (4) contactos NA y cuatro (4) contactos NC; que actuarán en las posiciones extremas.

Deberá existir un enclavamiento mecánico que impida cerrar el seccionador de puesta a tierra, si el interruptor correspondiente está en la posición de servicio.

Los seccionadores de puesta a tierra deberán estar conectados sólidamente a tierra mediante barras de cobre rectangulares de una sección no inferior a 150 mm².

Las funciones de línea estarán provistas de seccionadores de puesta a tierra situados entre los pasatapas enchufables y el interruptor-seccionador según se indica en el apartado 6.

En las funciones de protección con interruptor automático los seccionadores de puesta a tierra estarán dispuestos entre los pasatapas enchufables y el seccionador del interruptor automático.

La velocidad de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será independiente de la acción del operador.

7.17 Transformador de intensidad

Los Transformadores de Intensidad (en adelante TI) serán del tipo toroidales.

Los transformadores de intensidad serán diseñados, construidos y probados de acuerdo con las Norma IEC 60044.

Los terminales primarios (P1 y P2) y secundarios (S1 y S2) tendrán marcas de polaridad. Todos los terminales secundarios deben ir cableados a una regleta de bornes fácilmente accesible y serán cortocircuitables.

Los TI's tendrán las características eléctricas del circuito primario en que van ubicados; deberán tener la misma capacidad nominal de cortocircuito que el circuito primario. Serán de la precisión, relación de transformación y capacidad de acuerdo con las características técnicas requeridas de la red de distribución, bajo aprobación por FMB.

En el caso de las celdas simple barra se deberán medir las siguientes intensidades:

- Intensidad en entrada a barra principal.
- Intensidad en el remonte o interconexión de barras (si es requerido)
- Intensidad en salidas de alimentación.

La polaridad de los TI's será P1 a cables y P2 a barras. Cualquier otro modo de instalación deberá ser aprobado por FMB.

Preferiblemente los TI's deberán ser de baja potencia $X/0.075A$ y $0.1VA$ para evitar que el relé de protección utilice TI's internos.

7.18 Transformador de tensión

Los Transformadores de tensión (en adelante TT) serán del tipo inducción.

Los transformadores de tensión serán diseñados, construidos y probados de acuerdo con las Norma IEC 60044.

Los terminales primarios y secundarios tendrán marcas de polaridad. Todos los terminales secundarios deben ir cableados a una regleta de bornes fácilmente accesible, en caso de fabricación en resina epoxy. Para los del tipo electrónico se recogerán en el correspondiente módulo de entradas/salidas de la cabina.

Los transformadores de tensión serán de la precisión, relación de transformación y capacidad de acuerdo con las características técnicas requeridas de la red de distribución, bajo aprobación por FMB.

En el caso de las celdas simple barra se deberán medir los siguientes voltajes:

- Voltaje de barra principal y opcionalmente, si se indica voltaje de Cable desde el Transformador.
- Opcionalmente, y donde lo indique FMB, voltaje en la llegada / salida de cables de alimentación.

7.19 Enclavamientos

Las celdas deberán tener los enclavamientos recomendados por la norma IEC 62271-200 e IEC 60694, necesarios para garantizar la seguridad del personal y del propio material, imposibilitando falsas maniobras, tanto si son efectuadas con accionamiento eléctrico o

mecánico.

En algunos casos, se podrá prever facilidades para asegurar los enclavamientos a través de algún sistema (p. ej. Candados).

Cada celda incorporará los enclavamientos de seguridad pertinentes entre los accionamientos eléctricos del interruptor y seccionadores (motores) y los accionamientos manuales (manivela o palanca).

Para el caso de emergencias, se podrá realizar la operación manual, sin enclavamientos. En tal caso, el fabricante deberá indicar con claridad los elementos asociados y procedimientos para la operación.

El suministro de enclavamientos adicionales que se requieran para una determinada instalación de las Celdas en la red de distribución, estará sujeto al acuerdo entre el fabricante y FMB, en el proceso de compra o durante el proceso de homologación del producto. El fabricante deberá proporcionar toda la información necesaria sobre el carácter y la función de sistemas de enclavamiento.

La celda dispondrá de un sistema de enclavamientos que garantice las condiciones siguientes:

- El interruptor-seccionador o el conjunto interruptor automático más seccionador y los seccionadores de puesta a tierra no podrán estar cerrados simultáneamente excepto en las operaciones de prueba del interruptor automático con su seccionador asociado abierto.

Por tanto, en el caso del interruptor automático sin seccionador asociado, no se podrá efectuar la prueba de este interruptor.

- Tanto el interruptor-seccionador como el conjunto interruptor automático más seccionador y los seccionadores de puesta a tierra dispondrán de un dispositivo que permita bloquear su maniobra en la posición de abierto y opcionalmente en la de cerrado.
- La función de protección con fusibles tendrá un sistema de enclavamiento que impida el acceso a los compartimentos de los fusibles mientras no estén cerrados los correspondientes seccionadores de puesta a tierra. Estos seccionadores no podrán abrirse en explotación normal hasta que no estén cerrados los compartimentos anteriores.
- En la función de línea y en la de protección con interruptor automático la tapa del compartimento de los terminales estará enclavada con el correspondiente seccionador de puesta a tierra, de tal forma que se impida el acceso a los terminales de los cables de alta tensión mientras no está cerrado el correspondiente seccionador de puesta a tierra.

Un completo sistema de enclavamientos entre el interruptor de potencia, seccionador de línea y seccionador de puesta a tierra de una cabina, permitirá que solamente pueden ser

maniobrados de la forma prevista, es decir asegurando la protección de las personas y los bienes.

Para abrir o cerrar el seccionador de línea, será necesario que esté abierto el interruptor. La maniobra de puesta a tierra solo podrá efectuarse si está abierto el seccionador de línea. En las cabinas de catenaria – feeder para maniobrar el seccionador de puesta a tierra habrá de encontrarse también abierto el seccionador bipolar instalado en el pórtico de salida de feeder.

Los enclavamientos permitirán que cada maniobra se realice íntegramente, de forma que una vez que finaliza un movimiento, un robusto trinquete mecánico evitará que se pueda retroceder, o que se pueda extraer la propia manivela de accionamiento sin concluirse la maniobra.

En base a todo lo anterior, se cumplirán las siguientes funciones de enclavamiento:

- La conexión de un seccionador de línea estando cerrado el interruptor o la puesta a tierra.
- Conexión del interruptor cuando el seccionador no se encuentre en sus posiciones finales.
- No puede cerrarse la puesta a tierra si el seccionador de línea está cerrado.

Por otra parte además se cumplirán las siguientes funciones complementarias:

- No podrá extraerse la manivela de accionamiento del seccionador o de la puesta a tierra antes de alcanzarse la posición final de movimiento.
- No existirá posibilidad de accionar el interruptor mientras se esté manipulando al seccionador o a la puesta a tierra.
- Todos los enclavamientos tendrán efecto eléctrico y mecánico.
- Solamente podrá introducirse la manivela de accionamiento del seccionador o de la puesta a tierra, si el sistema de enclavamiento permite accionar el dispositivo.
- Todos los interruptores vendrán equipados con un sistema que permita bloquearlos en posición “abierto”.

7.19.1 Ensayo dieléctrico de los cables

Con la tapa de acceso a los terminales de cables abierta, se tendrá la posibilidad de abrir el seccionador de puesta a tierra para efectuar la prueba del cable. En esta situación no será posible maniobrar el interruptor-seccionador. Para reponer el servicio, la secuencia obligada por los enclavamientos será cerrar el seccionador de puesta a tierra, poner la tapa y abrir el seccionador de puesta a tierra, pudiéndose entonces cerrar el interruptor-seccionador.

Cualquier otro sistema alternativo para la realización de la prueba del cable que no contemple la posibilidad de acceder directamente a los terminales de cables deberá presentar una secuencia de enclavamientos independiente del operador que ofrezca las mismas garantías que en el sistema anterior impidiendo la actuación sobre el interruptor seccionador mientras se efectúa dicha prueba.

7.20 Pasatapas de cables exteriores

Las conexiones para el embornado de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior serán:

- en el caso de la función de línea y de protección con interruptor automático: Pasatapas con conexión reforzada de 400 ó 630 A, de acuerdo con las dimensiones indicadas en el apartado 5.2 de la recomendación UNESA 5205

Los pasatapas estarán dimensionados para soportar la corriente admisible de corta duración especificada en la siguiente tabla:

Corriente asignada del circuito	Tensión asignada de la celda	Corriente admisible de corta duración	
		Valor eficaz	Valor cresta
A	kV	kA	kA
200	24	10	25
400/630	24	20	50
	24	16	40
	36	16 - 20	40 - 50

7.21 Detectores de tensión

Los detectores de tensión estarán incorporados a la celda y consistirán en tomas de corriente para dispositivos amovibles que indiquen la presencia de tensión mediante señales luminosas.

Las cabinas contarán con detectores de tensión que puedan dar valor analógico real de la tensión medida en el cajón de cables y una señal digital de presencia de tensión.

7.22 Bases para fusibles

La presente especificación no cuenta con la disposición de cabinas con protección mediante fusible.

Si se diera el hipotético caso de instalar alguna celda con protección por fusible, la celda de protección dispondrá de bases para fusibles limitadores de corriente que cumplan la recomendación UNESA 6405.

Los contactos de la base estarán plateados, con un espesor mínimo de 5 mm. También se admitirán contactos niquelados, previo acuerdo entre el fabricante y el usuario.

7.23 Embarrado

Las Celdas de Media Tensión contarán con un sistema de juego de barras simples, con aislamiento seco 36kV, 3 fases.

- Configuración barra: simple

- Capacidad (A): 630A
- Corriente Cortocircuito (kA): hasta 20

Además, deberán tener las barras de fase y de tierra, horizontales a través de todo su largo y estar diseñadas de tal forma que permitan conexiones futuras en ambos extremos.

Las barras se diseñarán para las capacidades de transporte y cortocircuito indicadas anteriormente.

La ubicación de las fases en los compartimentos de entrada y salida de cable será de izquierda a derecha, L1-L2-L3, RST o ABC.

Los colores de identificación de las fases se definirán en la etapa de aprobación de planos.

Las barras dispondrán de puntos que permitan su conexión a tierra mediante elementos portátiles de puesta a tierra.

El diseño de las barras y sus soportes deberá considerar las expansiones de las mismas debido a los efectos térmicos por las corrientes de carga normal y de cortocircuito, así como los esfuerzos dinámicos de un cortocircuito trifásico simétrico máximo.

La barra de tierra deberá disponerse de forma que permita la conexión de prensas de puesta a tierra u otros dispositivos en todas las celdas.

El embarrado debe soportar, sin deformaciones permanentes, los esfuerzos dinámicos producidos por el valor de cresta de la corriente admisible asignada de corta duración.

Asimismo, el embarrado deberá soportar también los ensayos dieléctricos especificados en el apartado 4.2.

En las celdas extensibles, los aislamientos que recubren los embarrados, deberán estar provistos de pantallas semiconductoras puestas a tierra.

7.24 Circuitos auxiliares

Cada cabina llevará uno o varios compartimentos de control con espacio suficiente para alojar todos los elementos auxiliares de control y de protección.

Las celdas dispondrán de alimentación independiente para cada circuito de maniobra o elemento auxiliar, de forma que se pueda seccionar un elemento auxiliar sin afectar al resto.

Como mínimo contará con las siguientes alimentaciones:

- Alimentación general
- Alimentación maniobra
- Alimentación para relé de protección
- Alimentación para analizador de redes

- Alimentación para PLC

Las alimentaciones contarán con protección magnetotérmica en cabecera provista de contacto auxiliar cableado al sistema de control, según estándares de FMB. En ningún caso se aceptará la protección de los circuitos auxiliares mediante fusibles.

7.25 Presión mínima de funcionamiento (Pmf)

Presión relativa del aire seco o gas, en bar, referida a las condiciones atmosféricas de 20 °C y 1013 mbar, a la cual y por encima de la cual se mantienen las características asignadas de la celda.

Esta presión será facilitada por el fabricante en su manual de instrucciones y es la que se utilizará para realizar la totalidad de los ensayos eléctricos.

Cuando la presión mínima de funcionamiento sea superior a 0,20 bar, la cuba estará provista de un indicador de presión.

7.26 Presión de diseño (Pd)

Presión relativa del aire seco o gas, en bar, utilizada para diseñar el compartimento de SF₆

$$Pd = 1,3 (\text{Presión asignada de llenado} + I) - 1$$

8 ENSAYOS

Los ensayos se clasifican en:

- ensayos de calificación, que se dividen en:
 - aceptables mediante certificado
 - realizables obligatoriamente
- ensayos individuales
- ensayos de recepción

9 ENSAYOS DE CALIFICACIÓN

Como requisito previo para obtener la calificación por UNESA, el fabricante debe demostrar que dispone de un sistema de calidad que cumple lo indicado en las normas UNE 9001 ó UNE 9002.

Los ensayos de calificación deben efectuarse sobre las celdas especificadas en esta Especificación antes de su suministro para demostrar que sus características son adecuadas para las aplicaciones previstas. Estos ensayos son de tal naturaleza que después de haberlos efectuado no es necesario repetirlos, salvo que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño de la aparamenta susceptibles de modificar sus características.

Por lo tanto, en primer lugar, el fabricante debe proporcionar la documentación necesaria incluidas fotografías que permitan identificar claramente las distintas celdas y cada uno de sus componentes así como la situación de éstos en las mismas. Además, el fabricante debe presentar las especificaciones técnicas y el manual de instrucciones de transporte, manipulación, instalación y mantenimiento redactado en español.

En segundo lugar, el fabricante debe presentar los protocolos de ensayo que sean procedentes y los de los ensayos de calificación aceptables mediante certificado realizados en laboratorios independientes y acreditados.

Los restantes ensayos deben realizarse obligatoriamente en el laboratorio designado por UNESA.

La calificación se efectuará separadamente para celdas del tipo CE y CNE.

En los certificados debe constar claramente sobre qué tipo de celda se han realizado los ensayos.

Son los indicados en la siguiente tabla.

ENSAYO	MUESTRA A ENSAYAR	METODO Y CONDICIONES	VALORES A OBTENER Y PRESCRIPCIONES
Interruptor-seccionador - Endurancia mecánica - Dieléctrico - Corriente admisible de corta duración y con su valor de cresta - Poder de cierre sobre cortocircuito - Frecuencia de maniobra elevada - Poder de corte con cables en vacío - Poder de corte en caso de falta a tierra - Poder de corte de cables en vacío en caso de falta a tierra - Dieléctrico adicional sobre la distancia de seccionamiento	Una celda del tipo correspondiente a elección del fabricante	Apartado 6.102 de UNE 20104/1 Apartado 6.1 de UNE 20 104/1 Apartado 6.5 de UNE 20 104/1 Apartado 6.101.7 de UNE 20 104/1 Apartado 6.101.10 de UNE 20 104/1 Apartado 6.101.8c de UNE 20 104/1 Apartado 6.101.18 de UNE 20 104/1 Apartado 6.101.18 de UNE 20 104/1 Apartado 6.1 de UNE 20 104/1	1.000 ciclos de maniobra Tabla 1 Apartados 4.5, 4.6 y 4.7 Tabla III 100 maniobras, Tabla 3 Tabla 3 Tabla 3 80% del valor de la Tabla 1
Interruptor automático con seccionador asociado Interruptor automático - Endurancia mecánica - Dieléctrico - Poder de cierre y de corte - Corriente admisible de corta duración y con su valor cresta Seccionador asociado - Endurancia mecánica - Dieléctrico - Dieléctrico adicional sobre la distancia de seccionamiento	Una celda del tipo correspondiente a elección del fabricante	Apartado 6.101.2 de UNE 21 081 Apartado 6.1 de UNE 21 081 Apartado 6.108, 6.108 de UNE 21 081 Apartado 6.5 de UNE 21 081 Apartado de 6.102.3 de UNE 20 100 Apartado 6.1 de UNE 20 100 Apartado 6.1 de UNE 20 100	2.000 ciclos de maniobra Tabla 1 Tabla 4 Apartados 4.5, 4.6 y 4.7 1.000 ciclos de maniobra Tabla 1 80% del valor de la Tabla 1
Interruptor automático sin seccionador asociado - Endurancia mecánica - Dieléctrico - Poder de cierre y de corte - Corriente admisible de corta duración y con su valor cresta - Dieléctrico adicional sobre la distancia de seccionamiento	Una celda del tipo correspondiente a elección del fabricante	Apartado 6.101.2 de UNE 21 081 Apartado 6.1 de UNE 21 081 Apartado 6.108, 6.107 y 6.108 de UNE 21 081 Apartado 6.5 de UNE 21 081 Apartado 6.1 de UNE 21 081	2.000 ciclos de maniobra Tabla 1 Tabla 4 Apartados 4.5, 4.6 y 4.7 80% del valor de la Tabla 1
Seccionador de puesta a tierra - Endurancia mecánica - Dieléctrico - Corriente admisible de corta duración y con su valor cresta - Poder de cierre sobre cortocircuito	Una celda del tipo correspondiente a elección del fabricante	Apartado 6.102.3 de UNE 20 100 Apartado 6.1 de UNE 20 100 Apartado 6.5 de UNE 20 100 Apartado 6.101 de UNE 20 100	1.000 ciclos de maniobra Tabla 1 Apartados 4.5, 4.6 y 4.7 Apartados 4.6 y 4.7
Arco por defecto interno	Una celda del tipo correspondiente a elección del fabricante	Anexo AA de CEI 298	Capítulo AA.6 de CEI 298 y apartado 10.5
Placa de seguridad	Una celda con interruptor seccionador y otra con interruptor automático del tipo correspondiente, a elección del fabricante	Anexo AA de CEI 298	Apartado 8.8
Ensayo de la cadena cinemática	Una celda con interruptor seccionador y otra con interruptor automático del tipo correspondiente, a elección del fabricante	Apartado 11.7	Apartado 11.7
Pasatapas de cables exteriores	Dos de 200 A Dos de 400 A	RU 5205	Apartado 11.8
Características del SF₆	A elección del fabricante	Apartado 11.9	Tabla 4
Estanqueidad de la cuba del SF₆		Apartado 5.102.3 de CEI 298	Apartado 11.10

Los aparatos de conexión incluidos en el presente capítulo deben ensayarse como se indica a continuación y en condiciones similares a las de instalación y empleo, es decir, deben ensayarse tal como se instalan normalmente en la celda, con todos los materiales asociados cuya colocación puede influir en el funcionamiento tales como conexiones, soportes, dispositivos de salida de gases, etc.

Estos ensayos deben efectuarse a la presión mínima de funcionamiento.

Cuando se trate de interruptores automáticos de corte en vacío, se debe indicar la presión en el interior de la ampolla al realizar el ensayo.

9.1 Interruptor-seccionador

9.1.1 Endurancia mecánica

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.102 de la norma UNE 20 104/1, realizando 1.000 ciclos de maniobra.

9.1.2 Dieléctrico

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1 de la norma UNE 20 104/1, aplicando los valores especificados en la apartado 4.

9.1.3 Corriente admisible asignada de corta duración y con el valor de cresta de esta corriente

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.5 de la norma UNE 20 104/1, aplicando los valores especificados en los apartados 4.5, 4.6 y 4.7.

9.1.4 Poder de cierre sobre cortocircuito

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.7 de la norma UNE 20 104/1, aplicando la secuencia de ensayo número 5 y los valores especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.1.5 Frecuencia de maniobra elevada

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.10 de la norma UNE 20 104/1, aplicando los valores especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.1.6 Poder de corte con cables en vacío

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.8c) de la norma UNE 20 104/1, aplicando la secuencia de ensayo número 4 y los valores especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.1.7 Poder de corte en caso de falta a tierra

Este ensayo puede realizarse sobre un interruptor-seccionador nuevo.

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.18 de la norma UNE 20 104/1, aplicando los valores especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.1.8 Poder de corte de cables en vacío en caso de falta a tierra

Este ensayo se realiza con el mismo interruptor-seccionador utilizado en el ensayo indicado en el apartado anterior. Se aplican también los valores especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.1.9 Dieléctrico adicional sobre la distancia de seccionamiento

Debido a que, después de los ensayos anteriores, la distancia de aislamiento entre los contactos abiertos del interruptor-seccionador no puede verificarse mediante un examen visual con la confianza necesaria, se ha provisto la realización de un ensayo de tensión a frecuencia industrial entre los bornes del interruptor- seccionador abierto.

La tensión que se debe aplicar es el 80% del valor indicado en el apartado 4, correspondiente a la distancia de seccionamiento.

9.2 Interruptor automático con seccionador asociado

9.2.1 Interruptor automático

9.2.1.1. Endurancia mecánica

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.2 de la norma UNE 21 081, realizando 2.000 ciclos de maniobra.

9.2.1.2. Dieléctrico

Este ensayo se efectuará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1 de la norma UNE 21 081, aplicando los valores especificados en el apartado 4 correspondientes a tierra y entre polos.

9.2.1.3. Poder de cierre y de corte

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.106 y, en su caso, en los apartados 6.107 y 6.108 de la norma UNE 21 081, aplicando los poderes de cierre y de corte especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.2.1.4. Corriente admisible asignada de corta duración y con su valor de cresta

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.5 de la norma UNE 21 081, aplicando los valores indicados en los apartados 4.5, 4.6 y 4.7.

9.2.2 Seccionador asociado

9.2.2.1. Endurancia mecánica

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.3 de la norma UNE 20 100, realizando 1.000 ciclos de maniobra.

9.2.2.2. Dieléctrico

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1 de la norma UNE 20 100, aplicando los valores especificados en el apartado 4.

9.3 Interruptor automático sin seccionador asociado

9.3.1 Endurancia mecánica

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101.2 de la norma UNE 21 081, realizando 2.000 ciclos de maniobra.

9.3.2 Dieléctrico

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1 de la norma UNE 21 081, aplicando los valores indicados en el apartado 4.

9.3.3 Poder de cierre y de corte

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.106 y, en su caso, en los apartados 6.107 y 6.108 de la norma UNE 21 081, aplicando los valores de cierre y de corte especificados en el apartado 8.9.3.2.

9.3.4 Corriente admisible asignada de corta duración y con su valor de cresta

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.5 de la norma UNE 21 081, aplicando los valores indicados en los apartados 4.5, 4.6 y 4.7.

9.4 Seccionador de puesta a tierra

9.4.1 Endurancia mecánica

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.102.3 de la norma UNE 20 100, realizando 1.000 ciclos de maniobra

9.4.2 Dieléctrico

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1 de la norma UNE 20 100, aplicando los valores especificados en el apartado 4, correspondientes a tierra y entre polos.

9.4.3 Corriente admisible asignada de corta duración y con el valor de cresta de esta corriente

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.5 de la norma UNE 20 100, aplicando los valores especificados en los apartados 4.5, 4.6 y 4.7.

9.4.4 Poder de cierre sobre cortocircuito

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101 de la norma UNE 20 100, aplicando los valores especificados en los apartados 4.6 y 4.7.

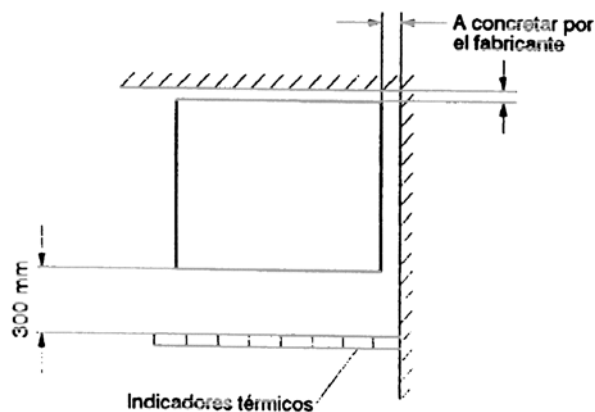
Cuando existan dos seccionadores de puesta a tierra, el situado a la salida del fusible tendrá un poder de cierre sobre cortocircuito de 2,5 kA de valor de cresta como mínimo.

9.5 Ensayo de arco por defecto interno

Este ensayo se realiza con objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos especificados en el apartado 8.6.

El ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el anexo AA de la norma CEI 298, considerando la accesibilidad restringida a personas autorizadas.

La situación de la celda con todo su equipamiento en la sala de ensayo será la indicada en la siguiente figura, reflejándose mediante fotografías en el protocolo de ensayos. El arco se iniciará en las cuchillas del interruptor-seccionador o del interruptor automático en posición cerrada.



Se debe aplicar durante 0,5 s una corriente trifásica de 16 kA ó de 20 kA eficaces en el caso de las celdas de 24 kV y de 16 kA ó 20 kA en las redes de 36 kV. La frecuencia debe ser de 50 Hz.

En las celdas con fases separadas se aplican los mismos valores pero realizando el ensayo sobre tres defectos monofásicos simultáneos.

Cuando las conexiones para el embornado de los cables de alta tensión se realicen por medio de terminales sin pantallas equipotenciales se podrá exigir, además, un ensayo de arco en el compartimento de dichos terminales.

El ensayo se considera satisfactorio si se cumplen todos los criterios indicados en el capítulo AA.6 de la norma CEI 298 y si los gases se expulsan antes de que la presión interna alcance 5 bar, sin dañar a los cables.

9.6 Placa de seguridad

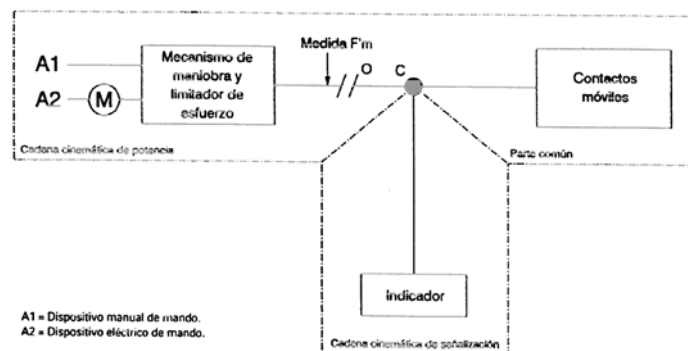
La verificación de que la placa de seguridad cumple lo especificado en el apartado 8.8, tiene lugar al efectuar el ensayo de arco interno especificado en el apartado 11.5.

9.7 Ensayo de la cadena cinemática

Debido a que en las celdas no es visible la distancia de seccionamiento, se considera como fiable el dispositivo indicador de la posición, conectado mecánicamente a los contactos móviles de los interruptores-seccionadores, de los interruptores automáticos con o sin seccionador asociado y de los seccionadores de puesta a tierra, que cumple las condiciones indicadas en este apartado.

El objeto de este ensayo es verificar la eficacia y la robustez del dispositivo limitador de esfuerzos y que la cadena de señalización es capaz de resistir esfuerzos superiores a los transmitidos por el dispositivo limitador de esfuerzos.

En la siguiente figura se indican los componentes de la cadena cinemática.



9.7.1 Definiciones

La cadena cinemática de potencia es el sistema de conexión mecánico comprendido entre el mecanismo de maniobra inclusive y los contactos móviles inclusive.

La cadena cinemática de señalización es el sistema de conexión mecánico comprendido entre los contactos móviles inclusive y el dispositivo indicador.

El dispositivo limitador de esfuerzo no debe formar parte de la cadena cinemática de señalización.

El punto de conexión, C, es el punto donde comienza la parte común de las dos cadenas cinemáticas.

El punto de apertura O, es el punto accesible más próximo al punto de conexión donde puede abrirse la cadena cinemática de potencia.

9.7.2 Procedimiento de ensayo

El fabricante indica el esfuerzo máximo – F_m – o el par máximo – T_m – transmitidos por el dispositivo limitador de esfuerzos.

El ensayo se efectúa con el contacto móvil del interruptor-seccionador, del seccionador asociado al interruptor automático y del interruptor automático sin seccionador asociado bloqueado, con el aparato cerrado, y con el contacto móvil del seccionador de puesta a tierra bloqueado, con el aparato abierto.

La cadena cinemática de potencia se abre en el punto de apertura.

El esfuerzo o el par transmitidos, se miden durante la maniobra de apertura en el caso del interruptor-seccionador, del seccionador asociado al interruptor automático y del interruptor automático sin seccionador asociado y durante la maniobra de cierre en el caso del seccionador de puesta a tierra.

En el centro de la empuñadura del mecanismo de maniobra se aplica una fuerza no superior a la admisible por el dispositivo limitador con un máximo de 750 N.

El esfuerzo o el par transmitidos por el dispositivo limitador se miden en el punto de apertura O y su valor – F'_m – debe ser inferior al indicado por el fabricante.

A continuación, se aplica en el punto de apertura O un esfuerzo igual a 1,5 F_m o un par igual a 1,5 T_m para comprobar que lo soporta la cadena cinemática de señalización.

Se considera que el resultado del ensayo es satisfactorio si el dispositivo indicador señala correctamente la posición de los contactos móviles y si no se ha producido una rotura o deformación permanente en la cadena cinemática de señalización.

9.8 Pasatapas de cables exteriores

Debe verificarse que tienen las medidas indicadas en el apartado 5.2 de la recomendación UNESA 5205 y que cumplen los ensayos especificados en el apartado 8.1.1 de dicha recomendación con la salvedad de que los valores que se deben aplicar en el ensayo de cortocircuito son los que figuran en la Tabla II de la mencionada recomendación.

9.9 Verificación de las características del SF6

Esta verificación se efectúa comprobando que la concentración de impurezas, de acuerdo con el certificado proporcionado por el fabricante del SF6, es inferior al indicado en la siguiente tabla.

Impureza o grupo de impurezas	Concentración máxima admitida (en peso)
CF ₄	0,05%
O ₂ + N ₂ , aire	0,05%
Agua	15,0 ppm
Acidez, expresada en FH	0,0 ppm
Fluoruros hidrolizables, expresados en FH	1,0 ppm
Contenido de aceite mineral	10,0 ppm

Además se verificará que el SF₆ contenido en la cuba tiene un contenido de humedad tal, que el punto de rocío es igual o inferior a -5 °C.

9.10 Estanqueidad de la cuba del SF₆

El fabricante debe demostrar que con el sistema de presión utilizado y el índice de fuga determinado en el ensayo correspondiente se puede garantizar un funcionamiento fiable de la cuba durante 30 años.

10 ENSAYOS DE CALIFICACIÓN REALIZABLES OBLIGATORIAMENTE

Son los indicados en la siguiente tabla:

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Marcas	La indicada en el capítulo 10	Examen visual	Apartado 7.2
Esquema sinóptico		Examen visual	Apartado 8.7.3
- Indelebilidad		Apartado 12.3	Apartado 1.2.3
Dimensiones		Medidas	Apartado 8.7.4
Características constructivas		Ensayo manual Examen visual y medidas Examen manual Examen visual	Apartado 8.2.1
- Puesta a tierra			Apartado 8.2.2
- del circuito principal			Apartado 8.3
- de la envolvente		Examen visual	Apartado 8.4
- Mandos		Examen visual	Apartado 8.7.1
- Funcionamiento de los disparadores			Apartado 8.9.3.3
- Compartimentos accesibles desde el exterior		Examen visual	Apartado 8.10
- Relé de protección		Examen visual	Apartado 8.11
- Seccionador de puesta a tierra		Examen manual	Apartado 8.11.1
- Enclavamientos		Examen manual	Apartado 8.13
- Ensayo dieléctrico de los cables		Examen visual	Apartado 8.14
- Detectores de tensión		Examen manual y medidas	Apartado 8.15
- Bases para fusibles		Examen visual	Apartado 12.5.13
- Embarrado	Examen visual	Apartado 12.5.13	
- Indicador de presión	Examen visual	Apartado 12.5.13	
Grado de protección	UNE 20 324	Apartado 8.5 y 12.6	
- Contra la penetración de cuerpos sólidos en la envolvente		Apartado 8.5.2	
- Contra impactos mecánicos	UNE 50 102	Apartado 8.5.2	
- Envolvente	UNE 50 102	Apartado 8.5.2	
- Mirilla	Apartado 12.8	Apartados 8.9.1 y 12.8	
Corriente de fuga	Apartado 12.8	Apartados 8.9.1 y 12.8	
Circuitos auxiliares	Apartado 6.1.10 de CEI 298	Apartado 12.9	
Dieléctrico	Apartado 6.1 de CEI 298	Tabla 1	
Tensión continua	Apartado 12.11	Apartado 12.11	
Resistencia del circuito principal	Apartado 6.4 de CEI 298	Apartado 12.12	
Calentamiento	Apartado 6.3 de CEI 298	Apartado 4.4.2 y UNE 21 139	
- Resistencia del circuito principal	Apartado 6.4 de CEI 298	Apartado 12.14	
Corriente admisible de corta duración y con su valor cresta	Apartado 6.5 de CEI 298	Apartados 4.5, 4.6, 4.7 y 12.15	
Inmersión	La indicada en el capítulo 10	Apartado 12.16	Apartado 12.16
Resistencia al fuego de la mirilla de la cuba		UNE 20 672/2-1	Apartado 12.17
Resistencia de la cuba		UNE 50 102 Apartado 6.104 de CEI 298	Apartado 12.18.1
- Contra los impactos mecánicos			Apartado 12.18.2
- Contra la sobrepresión		Método 6A de ISO 2808 UNE 48032 UNE 20 501/11 UNE 48 183 UNE 48 184 UNE 48 024 UNE 36 130 UNE 36 130	Apartado 12.19.1.1
Protección anticorrosiva	Apartado 12.19.1.2		
- Pintura	Apartado 12.19.1.3		
- Espesor	Apartado 12.19.1.4		
- Adherencia	Apartado 12.19.1.5		
- Niebla salina	Apartado 12.19.1.6		
- Embutición	Apartado 12.19.2.1		
- Impacto directo	Apartado 12.19.2.2		
- Dureza			
- Galvanizado			
- Adherencia			
- Masa de Zinc			

Cuando sea procedente, los ensayos deben efectuarse a la presión mínima de funcionamiento.

10.1 Marcas

Cada celda debe llevar las marcas, la secuencia de maniobras y la señalización de riesgo eléctrico especificadas en el apartado 7.2.

10.2 Esquema sinóptico del circuito principal

Debe verificarse que cada celda está provista del esquema sinóptico especificado en el apartado 8.7.3.

10.3 Indelebilidad de las marcas y del esquema sinóptico

La verificación consiste en frotar durante 15 s las marcas y el esquema sinóptico existente en la celda con un trapo empapado de agua y a continuación, también durante 15 s, con otro trapo empapado de gasolina.

Después del ensayo, las marcas, la secuencia de maniobras, la señalización de riesgo eléctrico y el esquema sinóptico, deben seguir siendo fácilmente legibles o no deben haber perdido su color, según proceda.

Nota – A los efectos de este Estándar, se considera como gasolina un hexano disolvente con un contenido máximo de componentes aromáticos del 0,1% en volumen, un valor de kauributanol de 29, un punto de inicio de ebullición de 65 °C, y un punto de fin de bullición de 69 °C y una densidad de 0,68 g/cm³ aproximadamente.

10.4 Características constructivas

10.4.1 Puestas a tierra

10.4.1.1. Puesta a tierra del circuito principal

Debe verificarse el cumplimiento de lo indicado en el apartado de puesta a tierra de la celda de la presente Especificación Técnica.

10.4.1.2. Puesta a tierra de la envolvente

Debe verificarse el cumplimiento de lo indicado en el apartado de puesta a tierra de la celda de la presente Especificación Técnica.

10.4.2 Mandos

Debe verificarse, de acuerdo con lo indicado en el apartado 8.3.1 que tanto la maniobra de cierre y apertura de los interruptores-seccionadores y de los interruptores automáticos, como la maniobra de cierre de los seccionadores de puesta a tierra, es independiente de su forma de actuación.

10.4.3 Funcionamiento de los disparadores

Debe verificarse el correcto funcionamiento de las bobinas de disparo y apertura de la celda.

10.4.4 Compartimentos accesibles desde el exterior

Debe verificarse el cumplimiento de lo indicado en el apartado de compartimentos accesibles desde el exterior de la presente Especificación Técnica.

10.4.5 Relé de protección

Además de verificar los datos indicados en el apartado Relé de Protección de la presente Especificación Técnica, se debe comprobar que el interruptor automático, en su caso, abre el circuito cuando por el relé de protección, sin alimentación auxiliar, pase una corriente monofásica de 20 A.

10.4.6 Seccionador de puesta a tierra

Debe verificarse el cumplimiento de lo indicado en el apartado seccionador de puesta a tierra de la celda de la presente Especificación Técnica.

10.4.7 Enclavamientos

Debe verificarse el cumplimiento de lo indicado en el apartado Enclavamientos de la presente Especificación Técnica.

10.4.8 Ensayo dieléctrico de los cables

Debe verificarse el cumplimiento de las prescripciones de enclavamiento indicadas en la presente Especificación Técnica.

10.4.9 Detectores de tensión

Debe verificarse la presencia de tensión y la concordancia de fases con los aparatos proporcionados por el fabricante de la celda.

10.4.10 Embarrado

Debe verificarse en las celdas extensibles que el aislamiento que recubre la parte de embarrado que interconecta las celdas está provisto de pantallas semiconductoras puestas a tierra.

La resistencia al esfuerzo dinámico producido por la corriente admisible de corta duración queda comprobada al efectuar el ensayo indicado en el ensayo de corriente admisible de corta duración y su con su valor de cresta.

La tensión soportada queda verificada al efectuar el ensayo dieléctrico especificado en el ensayo de dieléctrico.

10.4.11 Indicador de presión

La cuba debe estar provista de un indicador de presión, cuando la presión relativa mínima de funcionamiento sea superior a 0,2 bar.

10.5 Verificación del grado de protección – IP – contra la penetración de cuerpos sólidos en la envolvente

La primera cifra 3 del grado de protección, debe garantizar que una varilla rígida de 2,5 mm de diámetro con el extremo sin rebabas y aplicando con una fuerza de 3 N, no penetra en el interior de los compartimentos de mando, de terminales de cables y de fusibles, salvo en la zona correspondiente al paso de cables.

Este ensayo se efectúa tal como se indica en los apartados 13.2 y 13.3 de la norma UNE 20 324.

10.6 Verificación del grado de protección – IK – contra los impactos mecánicos sobre la envolvente

El grado de protección contra los impactos mecánicos IK 08, representa que, excepto la mirilla, si la hay, las cubiertas metálicas de los compartimentos de mando y de terminales y de fusibles deben soportar, según la norma UNE 50 102, una energía de impacto de 5 julios.

La mirilla, situada en la cubierta metálica de la celda, deberá poseer un grado de protección contra los impactos mecánicos – IK – igual a 06, que representa una energía de 1 julio.

Estos ensayos deben realizarse en las condiciones indicadas en la norma UNE 50102, con el martillo pendular especificado en la norma UNE 60068-2-62.

No se deben aplicar más de tres impactos en las proximidades de un mismo punto ni más de cinco en cada una de las caras de la celda.

No deberá producirse ningún daño que reduzca el grado de protección – IP – de la celda. Las cubiertas se retirarán y se podrán volver a colocar de nuevo; las puertas se abrirán y se podrán volver a cerrar.

10.7 Corriente de fuga

El circuito principal, debe conectarse, bien a una fuente trifásica, a frecuencia industrial, cuya tensión sea igual a la tensión asignada de la celda, con una fase puesta a tierra o bien a una fuente monofásica cuya tensión sea igual a la tensión asignada con las partes activas del circuito principal conectadas entre sí.

En el caso del ensayo trifásico, deben realizarse tres medidas con las diferentes fases de las fuentes unidas sucesivamente a tierra. En el caso del ensayo monofásico basta con una sola medida.

La envolvente de la celda se conecta a tierra.

En estas condiciones, se mide la corriente que se deriva a tierra por los pasatapas de la función de línea, cuyo interruptor-seccionador está abierto, y por los pasatapas de la función de protección.

El valor de la corriente de fuga medida debe ser inferior o igual a 0,5 mA por cada fase.

10.8 Circuitos auxiliares

Este ensayo se efectúa sobre una celda de protección con fusibles, de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1.10 de la norma CEI 298, salvo en el valor especificado de la tensión de ensayo que será de 10 kV a frecuencia industrial durante 1 minuto entre los circuitos auxiliares y de mando conectados entre si y el bastidor de la celda.

Entre estas mismas partes, se aplicarán 10 impulsos de tipo rayo con un valor de cresta de 20 kV, cinco de ellos con polaridad positiva y otros cinco con polaridad negativa.

10.9 Dieléctrico

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1 de la norma CEI 298, aplicando los valores especificados en el apartado 4.

10.10 Tensión continua

Este ensayo se efectúa aplicando una tensión continua a los terminales de cable en una función de línea estando el interruptor-seccionador en posición de seccionamiento y el embarrado a la tensión alterna asignada de la celda. Esta situación se mantendrá con polaridad positiva durante un período de 15 minutos y con polaridad negativa durante otro período de 15 minutos. La tensión continua aplicada será igual a 2 veces el valor eficaz de la tensión asignada.

No deberá producirse un arco entre el interruptor-seccionador y el embarrado durante el ensayo.

10.11 Resistencia del circuito principal

Esta medición se efectúa para permitir la comparación entre la celda sometida a calificación y las sometidas a ensayos individuales. Indica, además, el buen estado del circuito principal.

La medición se efectúa con corriente continua de un valor comprendido entre 50 A y la intensidad asignada, tal como se indica en el apartado 6.4 de la norma CEI 298.

10.12 Calentamiento

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.3 de la norma CEI 298, con la celda montada con todo el equipo utilizado en servicio normal.

El ensayo se realiza con el número de fases previsto y con la corriente asignada circulando por el circuito principal.

Los calentamientos obtenidos no deben superar los indicados en el apartado 4.4.2 y en la norma UNE 21 139.

10.13 Resistencia del circuito principal

Una vez efectuado el ensayo de calentamiento, se mide de nuevo la resistencia del circuito principal.

La resistencia medida no debe diferir en más de un 20% de la obtenida antes del ensayo de calentamiento.

10.14 Corriente admisible de corta duración y con su valor de cresta

Deben ensayarse los circuitos principales y el de tierra de las celdas con el fin de verificar si soportan la corriente admisible de corta duración y el valor de cresta de esta corriente en las condiciones de instalaciones y empleo previstas, es decir, deben ensayarse tal como se colocan en las celdas con todos los materiales que pueden influir en el comportamiento o modificar la corriente.

Este ensayo se efectúa de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.5 de la norma CEI 298, con corriente trifásica.

Excepto los dispositivos de protección destinados a limitar la intensidad y la duración de la corriente, no debe funcionar ningún otro dispositivo de protección. Los cartuchos fusibles limitadores de corriente, si los hay, deben ser de la mayor intensidad asignada especificada.

Debe ensayarse el circuito formado por las dos funciones de línea y el embarrado general cuya corriente asignada es de 400 ó 630 A, el circuito de tierra que debe soportar la misma corriente que el anterior y el circuito que comprende la función de protección cuya corriente asignada es de 200 A.

Los valores de las corrientes que se deben aplicar, durante 1 s, son los indicados en la siguiente tabla:

Corriente asignada del circuito	Tensión asignada de la celda	Corriente admisible de corta duración	
		Valor eficaz kA	Valor cresta kA
A	kV		
200	24	10	25
400/630	24	20	50
	24	16	40
	36	16 - 20	40 - 50

En los circuitos principales ni los componentes ni los conductores de la celda deben presentar una deformación o un deterioro que impida su buen funcionamiento. En el circuito de tierra se admite una pequeña deformación o deterioro del conductor de las conexiones o del seccionador, con tal de que se mantenga la continuidad del circuito.

10.15 Inmersión

Este ensayo se realiza con la celda sumergida totalmente en agua y sometida a una sobrepresión media en la zona de fusibles de 0,3 bar, estando debidamente conectados los cables de alimentación.

En estas condiciones se le aplica durante un minuto la tensión asignada a frecuencia industrial correspondiente al valor a tierra y entre los polos que figura en el apartado 4.

Una vez transcurrido el minuto, se reduce la tensión hasta el valor correspondiente a la tensión asignada que se mantiene durante 24 h.

Al cabo de este tiempo se saca la celda del recinto y se verifica que no ha penetrado agua en el interior del encapsulamiento monofásico de los fusibles.

10.16 Resistencia al fuego de la mirilla de la cuba

La mirilla, si la hay, debe someterse al ensayo con el hilo incandescente, aplicado a 850 °C, de acuerdo con la norma UNE 20 672/2-1.

El resultado del ensayo se considera satisfactorio si:

- no se producen llamas ni incandescencia mantenida
- las llamas o la incandescencia de la probeta se extinguen antes de que transcurran 30 s a partir del instante en que se retira el hilo incandescente

10.17 Resistencia de la cuba

10.17.1 Contra los impactos mecánico

El grado de protección contra los impactos mecánicos IK 09, representa que la cuba y la mirilla, si la hay, deben soportar según la norma UNE 50102, una energía de impacto de 50 julios.

Este ensayo debe realizarse en las condiciones indicadas en la norma UNE 50102, con el martillo pendular especificado en la norma CEI 68-2-62.

No se deben aplicar más de tres impactos en las proximidades de un mismo punto, ni más de cinco en cada una de las caras.

No deberán producirse fisuras en la cuba y el material situado en su interior deberá continuar soportando el ensayo de rigidez dieléctrica.

10.17.2 Sobrepresión

Este ensayo se efectúa para comprobar que la cuba soporta, durante 1 minuto, una presión igual a tres veces la de diseño.

Se admite que después del ensayo la cuba esté deformada.

Este ensayo se efectúa sin los dispositivos de alivio de presión si es que existen.

10.18 Protección anticorrosiva

10.18.1 Mediante pintura

En el caso de los apartados 12.20.1.3, 12.20.1.4 y 12.20.1.5, el material empleado en la elaboración de las probetas correspondientes así como los métodos de preparación de sus superficies antes de aplicar el recubrimiento objeto de ensayo, son los especificados en la norma UNE 605.

Todos los ensayos descritos en los apartados indicados a continuación deben realizarse después de que hayan transcurrido 7 días, como mínimo, desde el pintado de las probetas. La temperatura de acondicionamiento debe ser (23 ± 2) °C y la humedad relativa del $(50\pm 5)\%$.

10.18.1.1 Espesor

El espesor de la pintura debe medirse sobre la propia celda y su valor mínimo no debe ser inferior a 30 μ m. Se medirá de acuerdo con el método 6A de la norma ISO 2808.

10.18.1.2 Adherencia

Este ensayo se efectúa sobre la propia celda en dos lugares distintos de acuerdo con el método de corte por enrejado indicado en la norma UNE 48 032.

El aparato de corte, estará provisto de una cuchilla capaz de realizar seis cortes sobre la película de pintura a ensayar. La cuadrícula obtenida en el ensayo no deberá estar clasificada con un valor superior al 1.

10.18.1.3 Niebla Salina

Se efectúa sobre tres probetas de 150x100 mm, siguiendo el método especificado en la norma UNE 20 501/11, con una duración de 336 horas.

Sobre cada una de las dichas probetas se efectuarán dos rayas en forma de cruz de San Andrés, que penetran hasta el acero.

Después de la exposición de 336 horas, el desplazamiento de la corrosión no debe exceder de 1 mm con relación al eje de las respectivas rayas y la capa de pintura no deberá haberse despegado.

El resto de la superficie de las probetas deberá quedar exento de cualquier signo de corrosión.

10.18.1.4 Embutición

Al realizar este ensayo sobre dos probetas, tal como se especifica en la norma UNE 48 183, no se producirá cuarteamiento, agrietamiento ni despegue de la película con un desplazamiento de 6 mm de la bola sobre una probeta de 75x150 mm de un espesor comprendido entre 0,3 mm y 1,25 mm.

10.18.1.5 Impacto directo

Se efectuará sobre el anverso de una probeta de 50x50 mm como mínimo, o sea, sobre la superficie pintada, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 48 184, dejando caer una esfera de acero de 20 mm de diámetro desde una altura de 40 cm. La capa de pintura no deberá agrietarse ni desprenderse.

10.18.1.6 Dureza

Se realiza sobre dos probetas de vidrio pulido de 150x100x5 mm. Se debe utilizar el péndulo de Persoz especificado en la norma UNE 48 024. El tiempo de amortiguación no debe ser inferior a 180 segundos.

10.18.2 Mediante galvanizado

En el caso de que la chapa galvanizada está pintada, no serán exigibles los ensayos indicados en el apartado correspondiente de la presente Especificación Técnica.

10.18.2.1 Doblado para comprobación adherencia

Este ensayo debe realizarse sobre dos probetas, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 36 130.

10.18.2.2 Masa de recubrimiento

El ensayo para comprobar la masa del recubrimiento de zinc, debe realizarse de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 36 130, teniendo en cuenta que se trata de un recubrimiento del tipo Z 275, depositado sobre un acero de grado Fe PO2 G.

11 ENSAYOS INDIVIDUALES

Son los ensayos que se efectúan sobre cada una de las celdas fabricadas o, en los casos en que se considere apropiado, durante el proceso de fabricación con el fin de comprobar que cumplen las prescripciones exigidas.

El fabricante que no pueda realizar todos estos ensayos, no podrá obtener la calificación por UNESA.

11.1 Dieléctricos a frecuencia industrial

Estos ensayos se efectúan aplicando los valores indicados en la presente Especificación Técnica.

No deberá producirse ninguna descarga disyuntiva durante el ensayo.

11.2 Circuitos auxiliares

Estos ensayos se efectúan aplicando 10 kV a frecuencia industrial durante un minuto entre las fases de los circuitos auxiliares, conectadas entre si, y el bastidor de la celda.

No deberá producirse ninguna descarga disyuntiva durante el ensayo.

11.3 Resistencia del circuito principal

Estos ensayos se efectuarán para comprobar que el valor de la resistencia óhmica del circuito principal coincide prácticamente con el del prototipo.

11.4 Funcionamiento mecánico y enclavamientos

Estos ensayos consisten en maniobrar cinco veces los aparatos de conexión y una vez los enclavamientos.

11.5 Concordancia de fases

Estos ensayos tienen por objeto comprobar la presencia de tensión y la concordancia de fases.

11.6 Esquema sinóptico del circuito principal

Estos ensayos tienen por objeto comprobar que el esquema sinóptico posee las características indicadas en el apartado 8.7.3, excepto en lo referente a la indelebilidad y a la fiabilidad de la posición de los indicadores.

11.7 Presión de la cuba de gas

Estos ensayos se efectúan para comprobar que cada cuba resiste una presión igual a 1,3 veces la presión de diseño.

Estos ensayos no se realizan sobre cubas selladas con presión de llenado asignada igual o inferior a 0,5 bar.

11.8 Funcionamiento de la bobina de disparo

En las celdas de protección con fusibles se comprobará, mediante dispositivos auxiliares, el funcionamiento correcto de la bobina de disparo.

12 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Son los ensayos que realizan los representantes de las Empresas Suministradoras en el laboratorio del fabricante sobre una celda, cuando adquieren un lote de ellas, para comprobar que poseen las características especificadas.

El usuario podrá exigir las actas de prueba de los ensayos individuales efectuados sobre la partida adquirida y la presentación, por parte del fabricante, de un certificado que indique el porcentaje de impurezas que contiene el SF6 nuevo utilizado en el llenado de las cubas que forman parte del lote.

El usuario se reserva el derecho de asistir o no a la realización de los ensayos individuales así de que se repitan en su presencia, sobre un 10% como máximo del número de unidades de la partida adquirida.

13 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se deberán aplicar en este suministro las últimas revisiones de las siguientes normas, siendo éste no limitativo:

13.1 Equipos

- IEC 62271-200: Equipos bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- IEC 60694: Estipulaciones comunes para las normas de equipos de alta tensión.
- IEC 62271-102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- IEC 62271-100: Interruptores de corriente alterna para Alta Tensión.
- IEC 60044-1 Transformadores de Intensidad
- IEC 60044-2 Transformadores de Tensión
- IEC 60044-7 Transformador de Tensión Electrónicos
- IEC 60044-8 Transformador de Intensidad Electrónicos
- IEC 61958 High-voltage prefabricated switchgear and controlgear assemblies – Voltage presence indicating systems

13.2 Aisladores pasantes

- IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1.000 V.

13.3 Equipos de protección

- IEC 60255: Relés eléctricos

13.4 Galvanizado

- ASTM A123: Especificación para galvanizado en caliente de productos de hierro y acero.
- ASTM A153: Especificación para galvanizado en caliente de herrajes de hierro y acero.

- ISO 1461 (1999): "Galvanizado en baño caliente de productos de hierro y acero – Especificaciones y métodos de prueba"

13.5 Acción sísmica

Para los equipos suministrados a FMB no requieren de especificación sísmica.

13.6 Otras Normas

- IEC 60518: Normalización dimensional de terminales de equipos AT
- NEMA CC1: Conectores eléctricos de potencia para subestaciones.
- ASTM B117: Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus.
- ASTM D2247: Standard practice for testing water resistance of coatings in 100% relative humidity.
- ASTM D2794: Standard test method for resistance of organic coatings to the effects of rapid deformation (impact).
- ASTM D3359: Standard test methods for measuring adhesion by tape test.
- IEC 60502: Cables de potencia aislación extruida, y accesorios, para voltajes entre 1 y 30 kV.

14 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El proveedor deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Garantía de Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales, cumpliendo las siguientes Normas:

- ISO 9001: Sistemas de calidad: Modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.

Además, idealmente deberá contar con la siguiente certificación de gestión ambiental:

- ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental. FMB se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación de las Celdas de Media Tensión, y el fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.