



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

RA8-060

#### 1. DEFINICIÓN

El presente documento corresponde a una guía de especificaciones mínimas que deben cumplir los equipos a instalar en el sistema de distribución de energía a 44 kV de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. Dichas especificaciones fueron elaboradas con base en las normas ICONTEC, IEC, ANS/IEEE, el RETIE y las necesidades propias de las Empresas.

#### 2. CRITERIOS PARA EL DISEÑO

Se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipos de subestaciones: convencionales ó aisladas al aire, encapsuladas ó aisladas en SF<sub>6</sub>.
- Factores de corrección por altitud.
- Nivel básico de aislamiento del sistema.
- Efectos mecánicos y de calentamiento producidos por corrientes de corto circuito.
- El calibre mínimo del conductor para la construcción del alimentador a 44 kV debe ser 1/0 AWG, el cual podrá variar según la capacidad instalada y las necesidades futuras del Cliente.
- La construcción de redes aéreas nuevas deberá ser en lo posible en disposición delta o V con cable de guarda, según las normas RA1 de Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
- Al devanado secundario de los transformadores de medida de tensión y de corriente, asignados para la conexión de los equipos de medida, no se podrán conectar otros elementos de protección. Para tal fin se deberá tener otro devanado secundario.

#### 3. ELEMENTOS QUE SE DEBEN INSTALAR Y/O CONSTRUIR EN S/E TIPO EXTERIOR

1. Aisladores
2. Seccionador sin carga (cuchillas) o aisladero según el caso.
3. DPS (Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias)
4. Seccionador bajo carga.
5. Transformadores de Tensión.
6. Transformadores de Corriente.
7. Portafusible con fusibles.
8. Interruptor (puede reemplazar el equipo de los numerales 4 y 7).
9. Transformador de potencia.
10. Malla de puesta a tierra.
11. Conductor :
  - a) Subterráneo.
  - b) Aéreo.
12. Placas de aviso de peligro.

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 1 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

RA8-060

13. Apantallamiento.
14. Cerramiento con cerco en malla eslabonada o muros.
15. Foso del transformador con trampa de aceite, si aplica.
16. Contador electrónico multifuncional con telemedida.
17. Bornera.

El orden de los equipos en el pórtico ó bahía, iniciando desde la línea o circuito, deberá ser el siguiente: seccionador bajo carga, DPS, transformador de corriente, transformador de tensión, porta fusibles con fusible, interruptor a 44kV, seccionador tripolar (si aplica), transformador de potencia.

### 3.1 AISLADORES

- Norma: IEC – 61466-2, IEC 60672-1.
- Tipo de instalación: Intemperie
- Posición: Horizontal, vertical ó en “V”
- Aislante: Fibra de vidrio, polimérico, porcelana.
- Acople metálico: Acero galvanizado, forjado en caliente
- Voltaje de servicio continuo: 44 kV.
- Voltaje máximo de diseño: 52 kV.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Niveles de aislamiento nominales
  - a. Voltaje de prueba al impulso (BIL)  
(con onda 1.2 x 50  $\mu$ s) 250 kV.
  - b. Voltaje de prueba a la frecuencia industrial,  
en húmedo 95 kV.
- Distancia de fuga mínima: 835 mm.
- Distancia de arco mínima: 435 mm.
- Diámetro máximo del aislamiento: 200 mm.
- Carga mecánica nominal: 120 kN.

Nota: Los aisladores deberán ser marcados en forma legible e indeleble con la siguiente información:

- a. Nombre del Fabricante o Logotipo
- b. Número de Lote
- c. Año de Fabricación
- d. Capacidad Mecánica Nominal (CMN) en kN. CMN = SML (Specified Mechanical Load)
- e. Norma de fabricación y designación normalizada

La marcación deberá realizarse en el disco superior del aislador con pintura de silicona blanda u otro método aceptable.

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 2 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

RA8-060

#### 3.2 SECCIONADOR PARA OPERACIÓN SIN CARGA (CUCHILLAS)

- Norma: IEC – 62271-102.
- Tipo de instalación: Intemperie.  
(Según Norma RA1–010)
- Posición: Vertical.
- Ejecución (Accionamiento): Monopolar, de apertura simple
- Tipo de operación: Manual, ejecutado a palanca ó manivela.
- Voltaje de servicio continuo: 44 kV.
- Voltaje máximo de diseño: 52 kV.
- Corriente nominal: 100 – 200 – 400 – 600 A.
- Corriente mínima de cortocircuito
  - \* A voltaje nominal: 8 kA (durante 3 seg.)
  - \* A valor pico del impulso de corriente: 20 kA.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Voltaje de prueba al impulso (BIL) con onda 1.2 x 50 microsegundos
  - \* A tierra y entre polos: 250 kV.
  - \* Entre contactos abiertos: 290 kV.
- Voltaje de prueba a la frecuencia industrial durante 1 minuto en seco
  - a. A tierra y entre polos: 105 kV.
  - b. Entre contactos abiertos: 145 kV.
- Conexión del sistema: Según proyecto.

Nota: En los seccionadores provistos de cuchillas de puesta a tierra, deberá existir un enclavamiento mecánico que impida:

- Cerrar las cuchillas de puesta a tierra, si el seccionador principal está cerrado.
- Cerrar el seccionador principal si las cuchillas de puesta a tierra están cerradas.

#### 3.3 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES (DPS)

- Tipo: Oxido de Zinc sin GAPS (ZnO).
- Tensión nominal, kV rms: 60 kV.
- Máximo voltaje de operación continua, (MCOV): 48 kV.
- Corriente nominal de descarga: 10 KA.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Impedancia característica: 450Ω.
- Sobretensión del sistema: 2.6 p.u.
- Tipo de instalación: Intemperie (Tipo estación).

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 3 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

RA8-060

**Nota:** Cada DPS debe llevar una placa metálica de identificación, a prueba de intemperie, que contenga al menos las informaciones señaladas en el proyecto de acuerdo con la norma IEC 60099-4 o la norma ANSI C62.11.

#### 3.4 SECCIONADOR PARA OPERACIÓN BAJO CARGA

- Norma:	ANSI C37 –30, ANSI C37 –32, ANSI C37 –34
- Tipo de instalación:	Intemperie
- Posición:	Horizontal o vertical en poste o Estructura metálica
- Tipo de accionamiento:	Tripolar
- Tipo de operación:	Manual ó motorizada
- Voltaje de operación continuo:	44 kV.
- Voltaje máximo de diseño:	52 kV.
- Corriente nominal:	100 - 200 - 400 - 600 A.
- Corriente máxima de cortocircuito	
a. Al voltaje nominal	8 kA (durante 3 segundos).
b. Valor pico del impulso de corriente	20 kA.
- Frecuencia nominal:	60 Hz.
- Voltaje de prueba al impulso (BIL) (con onda 1.2 x 50 microsegundos)	
a. A tierra y entre polos	250 kV.
b. Entre aisladores	275 kV.
- Voltaje de prueba a la frecuencia Industrial durante 1 minuto, en seco	120 kV.

#### 3.5 TRANSFORMADOR DE TENSIÓN

- Norma:	IEC – 60044-2, 60044-5 y NTC – 2207
- Instalación:	Intemperie
- Voltaje de servicio continuo (Vnom):	44 kV.
- Voltaje máximo de diseño:	52 kV.
- Niveles de aislamiento nominales para devanados primarios	
a. Voltaje de prueba al impulso (BIL) (con onda 1.2 x 50 $\mu$ s)	250 kV.
b. Voltaje de prueba a la frecuencia industrial, durante 1 minuto, en seco	95 kV.
- Frecuencia nominal:	60 Hz.
- Capacidad para soportar cortocircuitos externos 1seg. conectados a su tensión nominal.	

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 4 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

RA8-060

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

- Relación de transformación: Según proyecto.
- Clase de precisión : 0.2 ó 0.5 (IEC o VDE)
- Potencia (Burden) con un factor de potencia de 0.8 inductivo. 25 VA.
- Factor de sobretensión entre línea y tierra para sistemas con neutro aislado sin disparo automático por fallas a tierra ó en un sistema aterrizado resonante sin disparo automático por fallas a tierra 1.2 x Vnom (continuo).  
1.9 x Vnom (durante 8 horas).
- Conexión del sistema Según proyecto.

**Nota 1:** Si la conexión es en  $\Delta$ , se permite utilizar 2 transformadores de tensión para conexiones en Y sólo se permite utilizar 3 transformadores de tensión con el correspondiente contador electrónico multifuncional con telemetria (ver numeral 11).

**Nota 2:** La bornera de conexiones debe contar con una tapa bloque que permita el sellado por parte de EPM.

### 3.6 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

- Norma: IEC –60044-1 y NTC – 2205
- Instalación Intemperie
- Voltaje nominal 44 kV.
- Máximo voltaje de diseño 52 kV.
- Niveles de aislamiento nominales para devanados primarios
  - a. Voltaje de prueba al impulso (BIL) (con onda 1.2 x 50  $\mu$ s) 250 kV.
  - b. Voltaje de prueba a la frecuencia industrial, durante 1 minuto, en seco: 95 kV.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Capacidad para soportar cortocircuitos externos con su devanado secundario cortocircuitado. 1seg.
- Corriente nominal primaria: Según proyecto.
- Corriente nominal secundaria: 5 A.
- Clase de precisión para medida : 0.2 ó 0.5 (IEC)
- Potencia (Burden) con un factor de potencia de 0.8 inductivo. 15 VA
- Corriente térmica (1 seg.) Según proyecto.
- Corriente dinámica: Según proyecto.
- Factor de sobrecorriente: 1.2 x Inom.
- Conexión del Sistema: Según proyecto.

**Nota 1:** Nota: Si la conexión es en  $\Delta$ , se permite utilizar 2 transformadores de corriente; para conexiones en Y se deben utilizar 3 transformadores de corriente con el correspondiente contador electrónico multifuncional con telemetria (ver numeral 11).

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 5 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 KV

RA8-060

**Nota 2:** La bornera de conexiones debe tener una tapa bloque que permita el sellado por parte de EPM.

#### 3.7 FUSIBLES Y PORTAFUSIBLES (intercambiables)

- Norma: IEC –TR 60787, NTC –2797
- Tipo de instalación: Intemperie  
Horizontal o vertical, en poste o estructura.
- Voltaje de servicio continuo: 44 kV.
- Voltaje máximo de diseño: 52 kV.
- Corriente nominal: Según proyecto
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Voltaje de prueba al impulso  
(con una onda de  $1.2 \times 50\mu s$ ):
  - a. Para distancias de aislamiento en el Portafusible 110 kV.
  - b. A tierra y entre polos del fusible 95 kV.
- Voltaje de prueba a la frecuencia industrial, en condiciones de humedad y durante 10 segundos
  - a. Para distancias de aislamiento en el portafusible 110 kV.
  - b. Para puestas a tierra y entre polos 100 kV.

**Nota:** Los portafusibles deben ser intercambiables.

#### 3.8 INTERRUPTOR

- Norma: IEC – 62271-100
- Tipo de instalación: Intemperie  
Tanque vivo ó muerto
- Voltaje de servicio continuo: 44 kV.
- Voltaje máximo de diseño: 52 kV .
- Capacidad de corte: El valor de *I<sub>cc</sub>* específica para cada S/E.
- Corriente nominal: 400 - 630 - 800 A.
- Niveles de aislamiento nominales
  - a. Voltaje de prueba al impulso (BIL)  
(con onda de  $1.2 \times 50$  microsegundos) 250 kV.
  - b. Voltaje de prueba a la frecuencia industrial durante 1 minuto, en seco 105 kV.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Medio de extinción del arco eléctrico: Aceite, SF6 o aire, vacío.
- Mecanismos de operación: Resortes, neumático ó hidráulico.
- Número de fases: 3
- Durabilidad eléctrica extendida: Clase E2.
- Durabilidad mecánica extendida: 1.000 operaciones.

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 6 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

RA8-060

**Nota:** Cada interruptor estará provisto de su correspondiente caja o cabina de comando, en la cual se alojarán todos los equipos para su mando y control. Las cajas o cabinas para instalación Intemperie deberán ser construidas con chapa de acero galvanizado y con grado de protección IP 55 o superior.

#### 3.9 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

- Norma: IEC – 60076-3, ANSI C57– 12
- Instalación: Intemperie
- Tipo de transformadores: Transformadores Trifásicos aislados en aceite.
- Voltaje de servicio continuo (Vnom): 44 kV.
- Voltaje máximo de diseño: 52 kV.
- Tipo de refrigeración: ONAN, ONAF
- Clases de aislamiento: O – A – B – F- H – C
- Niveles de aislamiento nominales
  - a. Voltaje de prueba al impulso (BIL)  
(con onda 1.2 x 50  $\mu$ s) 250 kV.
  - b. Voltaje de prueba a la frecuencia industrial,  
durante 1 minuto, en seco 95 kV.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Distancia mínima de aislamiento en aire: 450mm
- Capacidad para soportar cortocircuitos externos  
conectado a su tensión nominal. 1seg.
- Potencia aparente de corto circuito: Según proyecto.
- Temperatura ambiente promedio en:  
el lugar de la instalación Según proyecto.
- Grupo horario de conexión: Según proyecto.
- Conexión del sistema: Delta – Y aterrizada,

#### 3.10. MALLA DE PUESTA A TIERRA

La malla de puesta tierra deberá proyectarse de modo tal que cubra la totalidad de la zona activa correspondiente al terreno de la subestación, incluida la malla de cerramiento.

Se deberá presentar el diseño con base en todos los criterios establecidos en el Artículo 15 del RETIE

- Se deberá realizar la medida de la resistividad del terreno.
- El diseño debe cumplir con la norma IEEE Std 80, las mediciones con IEEE Std 81 o su equivalente en la Norma Técnica Colombiana y las recomendaciones establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 7 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 KV

RA8-060

- Se deben presentar memorias de cálculo con perfiles de tensión de toque y de paso en varios puntos de la malla. Adicionalmente, indicar en los planos las especificaciones técnicas de los materiales de la malla.

#### Notas:

1. Las uniones en la construcción de la malla de puesta a tierra deberán efectuarse por medio de uniones exotérmicas o por conectores certificados para este uso.
2. Toda estructura metálica (no portadora de corriente) de la subestación, así como el cerco metálico de cerramiento (si lo hubiese), deberá unirse a la malla de puesta a tierra.
3. En las uniones entre: hierro-cobre y aluminio-cobre, se utilizarán elementos bimetálicos.
4. No se permite la utilización de elementos enterrados de hierro o aluminio u otros materiales, que al estar unidos a la malla, provoquen la formación de cuplas galvánicas.
5. Las varillas y mallas de puesta a tierra a instalar, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la norma RA7-017 de EPM
6. Construir una caja de inspección de dimensiones mínimas de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro con tapa, la cual debe ser removible para que permita revisiones futuras.
7. El diseño de la malla de puesta a tierra deberá presentarse firmado por un ingeniero electricista debidamente acreditado y con matrícula profesional expedida por la asociación correspondiente.

#### 3.11 PLACAS DE AVISO DE PELIGRO

En las subestaciones con malla eslabonada se deben instalar señales de seguridad en el perímetro accesible a las personas y en subestaciones de transformación debe exhibirse una señal de riesgo eléctrico.

Las placas de aviso de peligro deben cumplir con las especificaciones establecidas en la norma RA7-074 de EPM y el Artículo 11 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Por seguridad de las personas se deberá instalar un aviso de *"Prohibido el Acceso a Personal No Calificado Ni autorizado"*

#### 3.12 APANTALLAMIENTO

La protección se debe basar en la aplicación de un Sistema Integral de Protección, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos. En general, una protección contra rayos totalmente efectiva no es técnica ni económicamente viable.

El diseño debe realizarse aplicando el método electrogeométrico. La persona calificada, encargada del proyecto debe incluir unas buenas prácticas de ingeniería de protección contra rayos, con el fin de disminuir sus efectos, que pueden ser de tipo electromagnético, mecánico o térmico. El diseño deberá cumplir con la norma IEEE Std 998.

#### Notas:

- Es común emplear cables de guarda de acero galvanizado de 3/8" y 7/16".

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 8 de 14





## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 kV

RA8-060

- Si en el sitio de instalación existen problemas de contaminación es conveniente utilizar cuernos salta chispas con el fin de mantener constante el voltaje de flameo de impulso crítico (VFIC o CFO), entendido éste como el nivel de tensión al cual estadísticamente existe el 50% de probabilidad de flameo.

#### 3.13 CERRAMIENTO

Se debe garantizar el cerramiento con malla eslabonada con las distancias establecidas en el RETIE y en la NTC 2050.

#### 4. CONDUCTORES

##### Cables subterráneos y aéreos

Todos los cables aislados o desnudos deberán cumplir la norma técnica nacional o internacional que aplique además de la certificación del producto con el RETIE. .

##### Cables pilotos

Los cables piloto para comando, protección, señalización, enclavamiento, medición y alarmas, serán de cobre electrolítico, aislados para 1000 V.

Tendrán una sección mínima de 4 mm<sup>2</sup>, excepto los cables correspondientes a los transformadores de tensión que podrán tener sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>. En todos los casos deberá verificarse por cálculo la sección necesaria, pero nunca se instalarán cables de secciones inferiores a las indicadas. Los cables piloto deben cumplir con norma NEMA WC57.

#### 5. FOSO PARA EL TRANSFORMADOR

El foso y la trampa de aceite deberán diseñarse y construirse de tal forma que entre ambas obras se tenga capacidad para contener como mínimo un volumen equivalente al 100% del volumen total de aceite del transformador a instalar. La dimensión del área libre interna del foso debe ser como mínimo de la misma área que ocupa el transformador armado completo, incluyendo todos sus accesorios (radiadores, tanque conservador, etc.).

La trampa de aceite deberá ser del tipo sifón que garantice una columna permanente de agua que impida la llegada del aceite derramado a las redes de agua.

El foso debe llenarse en su totalidad con piedra redondeada con diámetro entre 2" y 3" para contribuir a la extinción del fuego en caso de que el aceite caiga inflamado.

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 9 de 14

Se recomienda la construcción de rieles de apoyo, de dispositivos de anclaje y de herramientas de tiro para fácil maniobra del transformador en caso de tener que movilizarlo ya sea por mantenimiento o durante contingencias.

En la construcción del foso y la trampa de aceite se debe utilizar tubería de hierro o concreto. No se debe usar tuberías de plástico ó PVC para evitar obstrucción por derretimiento ó propagación del fuego. (Ver Anexo).

**6. DISTANCIAS MÍNIMAS EN AIRE Y DE SEGURIDAD (ver figuras 1,2 y 3)**

Las distancias entre los elementos energizados y los que no lo están deben cumplir con el Artículo 13 y el Artículo 29 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Las distancias mínimas en aire deberán garantizar el adecuado nivel de aislamiento, teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas y de posible contaminación que prevalezcan en el sitio y distancias de seguridad basadas desde tierra, a vehículos, a cercos y/o muros. Se debe tener en cuenta el valor básico, determinado con base en la distancia mínima en aire fase-tierra incrementada un 5% ó 10% como factor de seguridad.

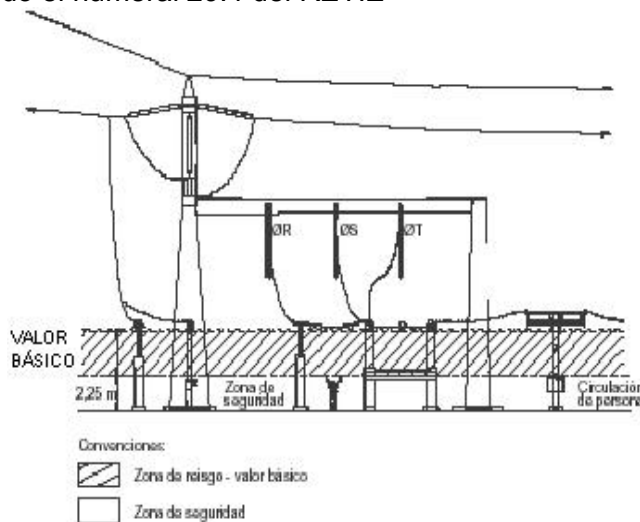
Adicionalmente, es necesario tener en cuenta las correcciones por altura sobre el nivel del mar.

Para una tensión nominal soportada al impulso tipo rayo de 250 kV, la distancia mínima fase-fase y fase-tierra debe ser 480mm, según lo establece la norma IEC 60071-2,.

A continuación se muestran las distancias de seguridad requeridas en la subestación de acuerdo a las figuras 20, 21 y 22 del RETIE. Las distancias indicadas están en metros.

**• Circulación de personas**

De acuerdo a lo establecido el numeral 29.4 del RETIE



**Figura 1. Circulación de personas**

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 10 de 14

• Trabajos sobre equipos

Para trabajos en una subestación dejando energizados conductores y equipos. De acuerdo a lo establecido en la Figura 21 del RETIE

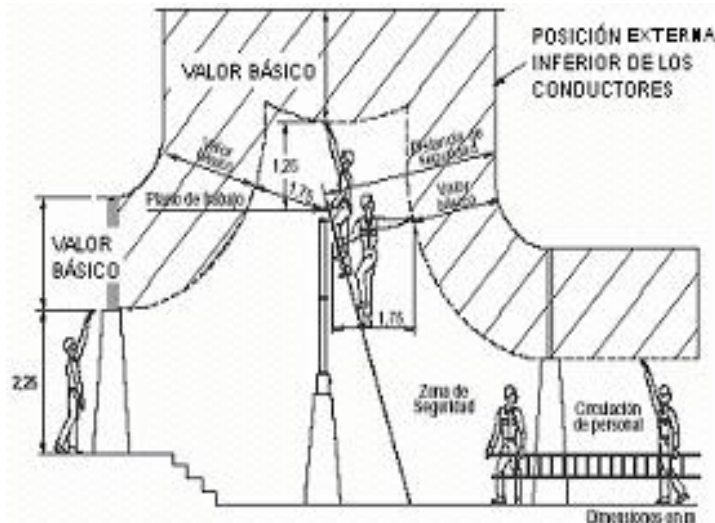


Figura 2. Trabajo sobre equipos

• Distancias de seguridad contra contactos directos

Los cercos o paredes que son instalados como barreras para el personal no autorizado, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la siguiente figura y tabla.

Tensión Nominal entre Fases (kV)	Dimensión "R" (m)
0.151-7.2	3
13.8/13.2/11.4	3.1
34.5	3.2
66/57.5	3.5
115/110	4
230/220	4.5
230/220	4.7
500	5.3

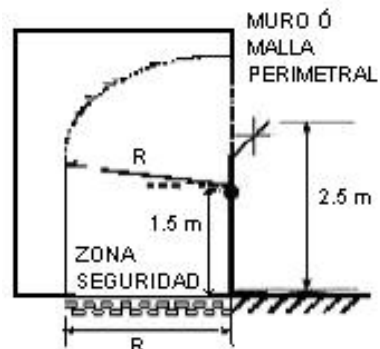


Figura 3. Distancias de seguridad contra contactos directos



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 KV

RA8-060

#### 7. CONTADOR ELECTRÓNICO MULTIFUNCIONAL CON TELEMEDIDA

Debido a la diversidad de marcas, tipos, modelos y funciones de los medidores multifuncionales que se consiguen en el mercado, se recomienda que antes de iniciar la compra de éste elemento, se contacte al grupo de Equipos de Medida de EPM con el fin de brindarles la asesoría necesaria en las especificaciones y el tipo de equipo más recomendable a adquirir, de acuerdo con las condiciones específicas del sitio, diseño o montaje a realizar, de tal forma que cumpla con las exigencias de las normas aplicables y los requerimientos propios de EPM

#### 8. PROYECTOS

La presentación de los planos y/o diseños deberá realizarse teniendo en cuenta las exigencias técnicas indicadas en la presente norma y la distribución en planos según lo indicado en la norma RA0-001 de las EPM.

#### 9. MURO CORTAFUEGOS

Cuando en una subestación sea necesaria la instalación de varios transformadores de potencia, entre estos se debe instalar un muro cortafuegos con resistencia mínima de tres horas, el cual deberá ser construido a una altura tal que cubra por completo la cuba de los transformadores.

#### 10. DISPOSICIÓN FÍSICA

La disposición física consiste esencialmente en el ordenamiento de los equipos con base en el espacio mínimo requerido por las dimensiones de los equipos a instalar, el cumplimiento de los espacios de trabajo y de las distancias de seguridad establecidas en el artículo 13 y 33.1 del RETIE. Como no es posible crear una completa normalización de las disposiciones físicas en las subestaciones, debido a que cada subestación parte de una necesidad particular, con espacios diferentes, lo cual representa un problema particular, es necesario que el usuario tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Posibilidades de ampliación futura.
- Dimensiones de los equipos a conectar.
- Espacios de trabajo, con posibilidades para hacer recorridos por toda la subestación con el fin de realizar inspecciones visuales.

#### 11. ESPACIOS DE TRABAJO

Para facilitar las labores de operación y mantenimiento, garantizando distancias seguras a los equipos energizados, es necesario que se tenga presente el cumplimiento de las siguientes distancias:

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 12 de 14



## NORMAS TÉCNICAS

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SUBESTACIONES DE 44 KV

RA8-060

- Entre el pórtico donde se encuentra instalado el portafusibles y la cuba del transformador, se debe conservar una distancia mínima de 3m, lo cual garantiza el espacio mínimo requerido para poder operar el portafusibles.

#### 12. ILUMINACIÓN DEL ESPACIO DE TRABAJO

Deberá diseñarse la iluminación para el área de la subestación con luminarias de vapor de sodio alta presión debidamente certificadas, las que se instalarán teniendo en cuenta las distancias de seguridad; podrán ubicarse sobre la estructura de la subestación o en pórticos separados.

Todos los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico deben ser iluminados con un nivel de iluminación adecuada según lo establecido en el RETILAP.

Las salidas de iluminación estarán ubicadas de tal manera que las personas que hacen su mantenimiento no estén en peligro debido a partes vivas expuestas.

Los controles de iluminación serán de fácil acceso y estarán ubicados de tal forma que no presenten peligro en su operación.

Los locales de subestación de media tensión deberán proveerse de alumbrado de emergencia, con baterías y cargador (con voltímetro y amperímetro incorporados).

#### 13. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Se deben seguir los lineamientos establecidos en el RETIE, especialmente el 38 y en la norma NTC 2050.

#### 14. NOTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CIVIL.

Todos los materiales utilizados en las obras civiles y estructuras mecánicas deben cumplir RETIE

PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 13 de 14

**ANEXO. REFERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL UN FOSO Y TRAMPA DE ACEITE DE TRANSFORMADOR.**

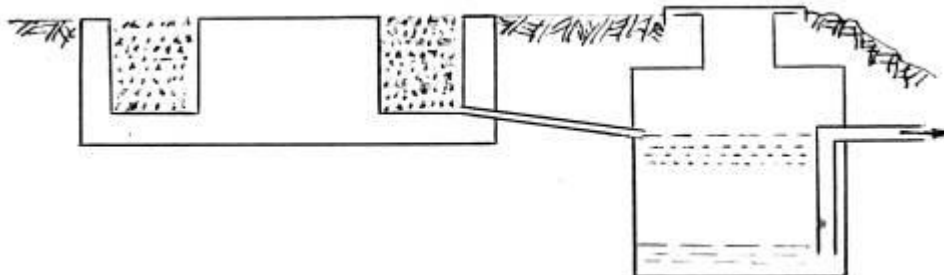
Alrededor de la cimentación del transformador, y como parte integral de ésta para evitar filtraciones, se tiene un foso de derrames, completa de concreto y con brocal a una altura ligeramente superior al nivel de piso terminado. El foso está lleno hasta nivel de piso, de grava gruesa, como de 50 mm. La capacidad del foso con grava más el contenedor es el volumen del 100% aceite del transformador. La grava es usada para disminuir el peligro de incendio. El piso debe tener una pendiente tal que permita el desalojo del agua o del aceite.

En la parte más baja del foso de derrames, se coloca un tubo para drenar, del diámetro suficiente para que no se tape con facilidad, y evitar su mantenimiento. El otro extremo del tubo entra al foso contenedora para el agua y/o el aceite. El foso contenedora puede estar hecho de cualquier material impermeable, con volumen suficiente para contener todo el aceite que aun a futuro se pueda derramar, más unos 25 centímetros de altura de agua en la parte inferior. Exactamente al nivel superior calculado del aceite se coloca un tubo en codo, de diámetro suficiente, en que su rama vertical llegará hasta unos 20 centímetros del fondo y servirá como única salida del agua, y la rama horizontal descargará el agua al drenaje. Este foso tendrá una tapa para mantenimiento, y para sacar el aceite en caso de algún derrame.

El sistema trabaja así en el caso más crítico: Vamos a suponer que el foso contenedora se encuentra llena de agua de lluvia cuando sucede un derrame de todo el aceite del transformador. El aceite derramado entrará a este foso y por densidad se deposita arriba del agua. Cuando el nivel total alcance el del tubo de salida en codo, saldrá por este tubo el agua de abajo, que es el efecto deseado.

En el caso que el tubo de salida de el foso contenedora no pueda descargar directamente al drenaje por gravedad, por cuestión de niveles, se puede colocar una bomba eléctrica pequeña, con electronivel de electrodos que funcionará muy bien con el agua para cerrar y aceite para abrir, cuidando en el diseño el volumen y niveles del aceite, y del agua a bombear.

Para el buen funcionamiento se deben tener algunas precauciones: Que el tubo de salida final sea recto, casi horizontal, con descarga al aire, para que no haga efecto de sifón; Que se debe dar mantenimiento periódicamente, para vigilar que no se tapen los tubos de desagüe.



PRIMERA EDICIÓN:  
JUNIO - 2005

DIBUJÓ:  
CENTRO DE INFORMACIÓN REDES ENERGÍA

APROBÓ:  
SUBGERENCIA REDES DISTRIBUCIÓN

ÚLTIMA PUBLICACIÓN:  
ABRIL 2010

REVISÓ:  
ÁREA INGENIERÍA DISTRIBUCIÓN

Página 14 de 14