





REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
		PÁGINA: 1 de 15	

CONTROL DE CAMBIOS



Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AA					DD	MM	AA
07	10	2016	JSHH	RHOT	LFAG	Creación de la norma	07	10	2016



ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 2 de 15

CONTENIDO

1.	OBJETIVO.....	5
2.	ALCANCE	5
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	5
4.	DEFINICIONES.....	6
5.	ANTECEDENTES	6
6.	EXIGENCIAS TÉCNICAS	7
6.1.	CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES.....	7
6.2.	CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO.....	8
6.2.1.	Aislamiento en zonas contaminadas	8
6.2.2.	Aislamiento en zonas de alta densidad de rayos.....	9
6.3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS POSTES	13
6.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS HERRAJES Y CRUCETAS	13
6.4.1.	Herrajes.....	13
6.4.2.	Crucetas	14
6.5.	TRANSFORMADORES.	14
6.6.	PUESTA A TIERRA	15

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 3 de 15



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. CFO del aislamiento primario, secundario y terciario	12
Tabla 2. Recubrimiento mínimo de zinc para herrajes	13

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Actividad total de descargas por rayos	10
--	----



ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0		
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 4 de 15

1. OBJETIVO



Establecer las características técnicas fundamentales de los elementos que se instalan en zonas de alta densidad de rayos a tierra, contaminadas o costeras, para garantizar la continuidad y calidad del servicio de energía eléctrica en dichos sectores.

2. ALCANCE

Los criterios establecidos en el presente documento deben ser aplicados en la construcción de las redes de distribución de energía que se localizan en zonas de alta de densidad de rayos a tierra, contaminadas y costeras del área de influencia de EPM.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE
- IEEE 1410 Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines
- Gamma Boletín N° 05. (2005). Consideraciones en la selección de aisladores bajo condiciones de contaminación atmosférica.
- A. Nisar, H. Sujeewa. (2014). Corrosion Detection in Steel Reinforced Aluminium Conductor Cables. IEEE.
- W. J. Nicholls, F. G. McDonald. (1967). Aluminium conductors for overhead lines. IEEE
- Sarmiento M., Lacoursiere B. (2016). State of the Art Overview: Composite Utility Poles for Distribution and Transmission Applications, Transmission & Distribution Conference and Exposition: Latin America. TDC '06. IEEE/PES.
- Resolución CREG 075. (2015). Por la cual se decide sobre la solicitud de revisión de los cargos aprobados mediante la Resolución CREG 054 de 2003, presentada por ELECTROCOSTA.

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 5 de 15

4. DEFINICIONES

Zona costera: Zona donde los activos están expuestos a altos niveles de contaminación salina, definida como una franja de 30 km contigua al mar y medida desde el borde de la costa.

Zona contaminada: Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de plantas industriales que producen contaminación.

Corrosión galvánica: La corrosión corresponde al deterioro de los metales cuando interactúan con el medio que los rodea, de manera concreta, la corrosión galvánica es aquella que aparece cuando dos metales diferentes y diferente potencial electroquímico, están en contacto y rodeados de un medio húmedo (Agua, soluciones salinas o la humedad de la atmósfera).

Voltaje de Flameo Crítico (CFO): Valor de tensión que bajo ciertas condiciones causa un flameo a través de la superficie del aislamiento con una probabilidad de ocurrencia del 50% de las veces que se aplique.

Aislamiento primario: Es aquel que está determinado por medio de los aisladores convencionales y su valor se define como el CFO de la referencia seleccionada para la construcción de las redes.

Aislamiento secundario: Es el aislamiento adicional al aislamiento primario que aportan elementos o estructuras de soporte fabricados con materiales dieléctricos, por ejemplo, postes y crucetas de PRFV o madera. El valor del CFO asociado a este aislamiento está definido en la Tabla 1, según lo definido por la IEEE 1410.



Aislamiento terciario: Es el aislamiento adicional a los aislamientos primario y secundario que aportan los postes fabricados con materiales dieléctricos como el PRFV y la madera.

PRFV: Poliéster reforzado con fibra de vidrio.

5. ANTECEDENTES

De acuerdo con el RETIE los elementos empleados en las redes eléctricas deben corresponder a un diseño adecuado para su función mecánica y eléctrica, y además deben resistir la acción corrosiva durante su vida útil, según las características o condiciones ambientales de la zona donde se requieren instalar.

Se ha identificado en algunas regiones una disminución de la vida útil de los elementos que conforman las redes aéreas de distribución y por consiguiente una afectación a la calidad en la prestación del servicio por fallas en los materiales o desviaciones respecto a un adecuado desempeño. Lo anterior exige que para zonas contaminadas, costeras o de alta densidad de descargas se establezcan las características técnicas que deben reunir los materiales y equipos que componen las redes construidas en dichas zonas.

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0		
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 6 de 15

6. EXIGENCIAS TÉCNICAS

Los materiales instalados en zonas costeras o contaminadas deben ajustarse de acuerdo los requisitos técnicos que se establecen en el presente documento.

6.1. Características de los conductores

Las redes de transmisión y distribución pueden ser construidas con conductores de cobre o aluminio. En los últimos años se tiene un mayor uso de conductores de aluminio y su prevalencia respecto a los de cobre, es debido a su menor costo y peso, además de tener características eléctricas similares.



Entre los conductores de aluminio pueden encontrarse diferentes tipos, entre ellos, conductor de aluminio (AAC), conductor de aleación de aluminio (AAAC), Conductor de aluminio con núcleo de acero (ACSR). Cada uno ellos puede guardar características similares respecto al otro (propiedades eléctricas, propiedades mecánicas, capacidad de conducción) o simplemente presentar ventajas según sean las condiciones bajo las cuales estarán expuestos.

En atmosferas contaminadas, los conductores de aluminio son afectados por la corrosión galvánica que tiene lugar en la interfaz entre los hilos de aluminio y los hilos de acero, lo cual es un factor que genera fallas en el conductor, llegando a ser mayores cuando se alcanza una fase crítica por la pérdida de zinc de los hilos de acero galvanizado y como consecuencia de ello, la exposición de los hilos de aluminio a una corrosión acelerada.

En atmosferas industriales y con presencia de humo, los conductores de aluminio rápidamente llegan a oscurecerse, pero a menos que exista una alta concentración de dióxido de azufre existirá una pequeña corrosión. Adicionalmente, en atmosferas húmedas, el dióxido de azufre forma ácido sulfúrico el cual puede atacar la capa de óxido y producir pequeñas marcas de corrosión sobre el conductor.

Teniendo en cuenta lo anterior y las características de los conductores, se identifica una alta resistencia a la corrosión en los conductores de aluminio y sus aleaciones (AAC, AAAC, entre otros), frente a una baja resistencia en aquellos cuyos hilos son de materiales diferentes, como es el caso de los ACSR. De esa manera, en las redes eléctricas aéreas de EPM debe cumplirse lo siguiente:

- a. En zonas costeras o de alta contaminación salina se deben instalar conductores del tipo AAC, AAAC o aleación de aluminio.
- b. En zonas industriales se debe seleccionar el conductor de acuerdo con el tipo de industria que se atiende y las condiciones atmosféricas del lugar. Para aquellas industrias ubicadas en zonas húmedas y donde se identifique contaminación por

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0		
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 7 de 15

compuestos químicos como el azufre, se recomienda el uso de conductores de aluminio o de aleación de aluminio (AAC, AAAC, entre otros).

- c. Podrán usarse conductores del tipo Alumoweld, que ofrecen mayor resistencia a la corrosión que los conductores acero galvanizado, siempre y cuando se valide que soportan las condiciones ambientales de la zona donde serán instalados.

6.2. Características del aislamiento

6.2.1. Aislamiento en zonas contaminadas



Según la Resolución CREG 075 (2005), los sistemas de aislamiento de las redes eléctricas que están expuestos a ambientes agresivos, principalmente ambientes costeros, empiezan a perder su función aislante por la formación de una capa sobre la superficie del aislador. Esta capa se puede formar debido a la presencia de lluvia salina o la deposición de una capa de polución seca con su subsiguiente humectación debido a la lluvia, humedad o niebla.

Gamma (2005) establece que una forma efectiva de prevenir problemas de flameo en zonas contaminadas, consiste en aumentar la distancia de fuga sobre la superficie del aislador. Una manera de aumentar dicha distancia consiste en utilizar aisladores sobredimensionados, por ejemplo: aisladores de 34.5 kV en circuitos de 13.2 kV (cuando se trata de aisladores tipo pin, "line post", entre otros) o aumentar el número de unidades cuando se trata de una cadena de aisladores de suspensión.

Desde el punto de vista del material de fabricación de los aisladores, se recomienda el uso de aisladores poliméricos por sus características y mejor comportamiento en zonas contaminadas. A pesar de la anterior, será el ingeniero quien valide y seleccione la mejor alternativa entre el uso de aisladores poliméricos o las cadenas de aisladores de porcelana de mayor longitud, más cuando se trata de actividades de mantenimiento o reposición.

En las redes de EPM deben cumplirse con las siguientes disposiciones de acuerdo con el nivel de tensión:

- a. Para 13.2 kV se debe considerar lo siguiente:
- Utilizar aisladores tipo pin HDPE de 25kV o aislador de porcelana tipo pin 25 kV.
 - Utilizar aisladores tipo line post que tienen mejor desempeño que el aislador tipo pin. Los mismos pueden ser de las siguientes referencias:
 - Aislador tipo line post 57-1 clase ANSI C29.7
 - Aislador tipo pin post
 - Adicionar un aislador de porcelana tipo suspensión 6 ½" por cadena o utilizar aislador

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022		REV. 0	
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 8 de 15

polimérico para 25kV.

b. Para 44 kV se debe hacer lo siguiente:

- Adicionar un aislador de porcelana tipo suspensión por cadena o utilizar aislador polimérico para 69 kV.
- Utilizar aislador polimérico line post.

6.2.2. Aislamiento en zonas de alta densidad de rayos

Antioquia y particularmente algunas de sus regiones están ubicadas en una zona de alto nivel cerámico, el mapa de la Figura 1 informa este hecho y del mismo se evidencian sitios con 70 descargas por kilómetro cuadrado al año (km²/año) en esta zona.

Recomendaciones de la IEEE 1410 sugieren que las redes de distribución deben construirse con un CFO de 300 kV para suelos de alta resistividad y de 420 kV para suelos de baja resistividad, y para lograrlo estipula que es posible reforzar el aislamiento primario (aisladores), haciendo uso de otros materiales en la construcción de la estructura o vestida.

La Tabla 1 de la IEEE 1410 muestra los valores de aislamiento secundario (cruceas - postes) y terciario (postes) que es posible alcanzar con otros materiales alternos a los que componen las estructuras conductoras (metal y concreto), con las que comúnmente se construyen las redes. Los valores que presenta la tabla son de referencia y por lo tanto, siempre se deben validar los valores particulares de los elementos que compra EPM de acuerdo con las características técnicas de la red a construir.



ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 9 de 15

Figura 1. Actividad total de descargas por rayos

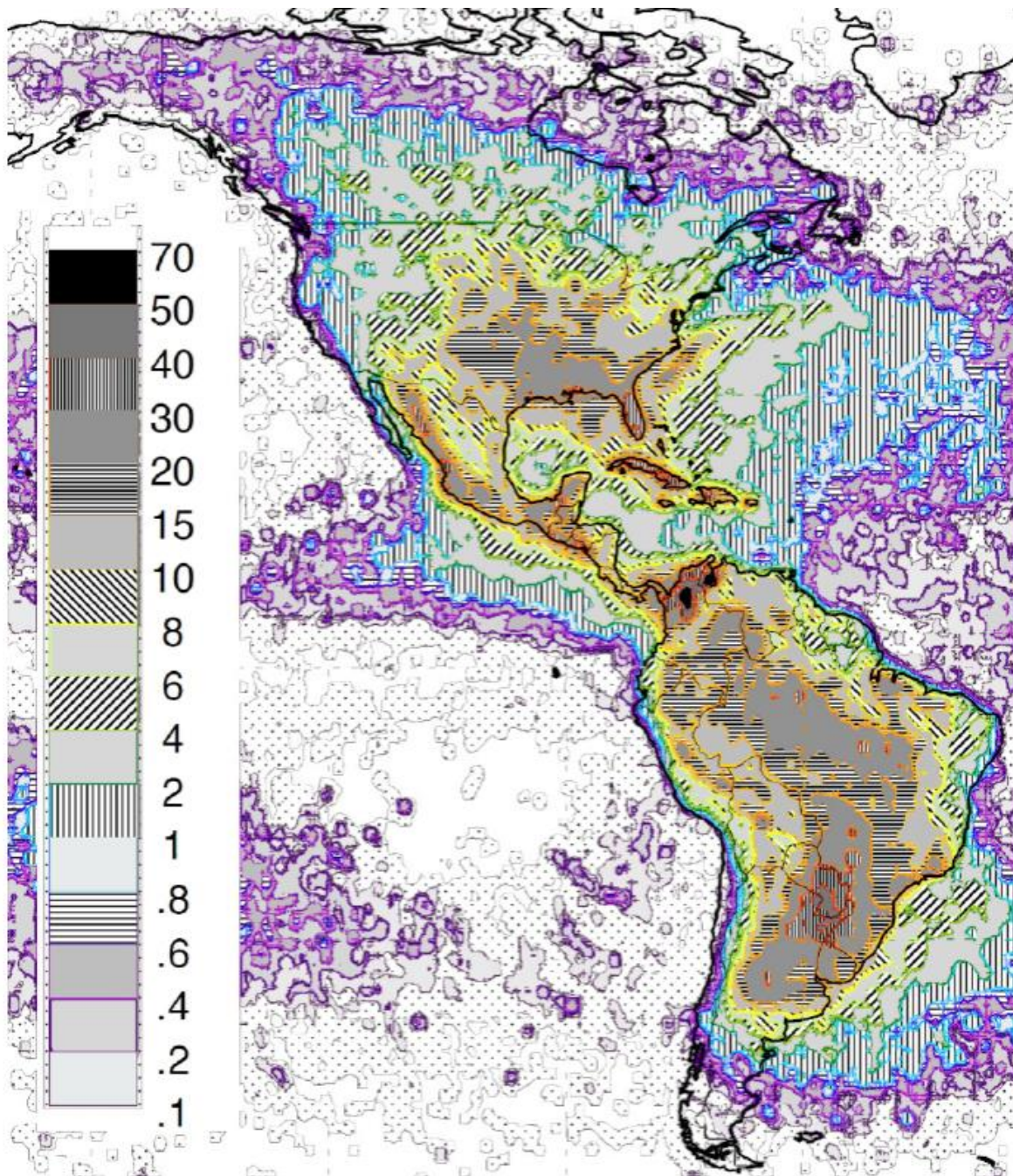




Figure 1b—Total (cloud + ground) lightning activity (Nt, optical flashes per km² year⁻¹) for North and South America, adapted from Christian et al. [B24]. Tomado de la IEEE 1410 (Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines).

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
		PÁGINA: 10 de 15	

De acuerdo con la IEEE 1410, a continuación se muestra el cálculo del CFO de acuerdo con los componentes seleccionados según las necesidades identificadas:

Ecuación 1. Cálculo del CFO para cuando se tiene aislamiento secundario

$$CFO_{Total} = CFO_{Aislador} + CFO_{secundario}$$

Ecuación 2. Cálculo CFO para cuando se tiene aislamiento terciario o mayor

$$CFO_{Total} = CFO_{Aislador} + CFO_{secundario} + CFO_{terciario} + \dots + CFO_{enésimo}$$

CFO_{Total}: Voltaje de flameo crítico total de aislamiento en serie

CFO_{Aislador}: Voltaje de flameo crítico del aislamiento primario

CFO_{Secundario}: CFO sumado por el aislamiento secundario

CFO_{Terciario}: CFO sumado por el aislamiento terciario

CFO_{Enésimo}: CFO sumado por el aislamiento secundario

De acuerdo con las recomendaciones presentadas en la IEEE 1410 y las condiciones ambientales identificadas, las redes de distribución de EPM que se construyan en zonas de alta densidad de rayos se deben diseñar y construir mínimo con un aislamiento primario y secundario, de tal manera que se garantice un CFO que soporte la magnitud de las descargas. Es decir, las redes deben construirse con las siguientes combinaciones de aislamiento:

a. Con aislamiento secundario:

- Aisladores + Cruceta en PRFV
- Aisladores + Cruceta de madera
- Aisladores + Poste en PRFV
- Aisladores + Poste de madera

b. Con aislamiento terciario:

- Aisladores + Cruceta en PRFV + Poste en PRFV
- Aisladores + Cruceta en PRFV + Poste de madera
- Entre otras combinaciones que apliquen según el material utilizado.

Por sus características técnicas las crucetas y postes metálicos, y los postes de concreto no ofrecen un nivel aislamiento, por lo tanto, son consideradas como materiales conductivos que no aportan al aislamiento secundario o terciario.





ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 11 de 15

Tabla 1. CFO del aislamiento primario, secundario y terciario

CFO ^{1,2} del aislamiento primario			CFO del aislamiento secundario adicional		CFO del aislamiento terciario adicional
Descripción	Tipo ³	CFO (kV)	Descripción	CFO (kV/m)	Descripción y CFO (kV/m)
Aislador polimérico	15 kV hasta 35 kV		Poste de madera	210	Poste de madera, 65
			Poste PFRV	410	
Aislador de porcelana tipo pin	ANSI 55-4 ANSI 55-5 ANSI 55-6	105 120 140	Poste de madera	235	
			Cruceta de madera	250	
			Poste PFRV	400	
			Cruceta PFRV	250	
Cadena vertical de aisladores de porcelana	1 x 102 mm 2 x 102 mm 3 x 102 mm(4")	75 165 250	Poste de madera	90	
			Cruceta de madera	160	
			Cruceta PFRV	250	
Cadena horizontal de aisladores de porcelana	1 x 102 mm 2 x 102 mm 3 x 102 mm(4")	75 165 250	Poste de madera	90	
			Cruceta de madera	295	
			Cruceta PFRV	250	
Descripción	Tipo	CFO (kV/m)	Descripción y CFO (kV/m)		
Madera	Poste	330	Poste de madera, 65		
	Cruceta	360			
PRFV	Poste	470			
Aire		600			
<p>Nota 1: Todos los valores son niveles de CFO obtenidos en pruebas estándar hechas en húmedo.</p> <p>Nota 2: Los valores son los mínimos de los valores de polaridad negativa y positiva.</p> <p>Nota 3: Los aisladores son presentados como un ejemplo, se deben consultar los valores requeridos en la ficha técnica del fabricante.</p>					

Tomado de la IEEE 1410 Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines.

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 12 de 15

6.3. Características de los postes

Los postes deben soportar las condiciones ambientales de la zona donde serán instalados, por lo tanto, en zonas costeras o contaminadas debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Deben instalarse postes de concreto o postes de PRFV.
- De acuerdo con la NTC 1329, los postes de concreto deben tener un recubrimiento mínimo de 25 mm.
- Los postes de concreto deben cumplir la norma EPM RA7-035.
- Los postes de PRFV deben cumplir la norma EPM RA7-036.

6.4. Características de los herrajes y crucetas

6.4.1. Herrajes



De acuerdo con el numeral 20.20 “Herrajes de líneas de transmisión y redes de distribución” del RETIE, los herrajes usados deben estar protegidos contra la acción corrosiva y elementos contaminantes; para lo cual deben utilizarse técnicas probadas tales como galvanizado en caliente, galvanizado electrolítico o recubrimiento organometálico. De igual manera, establece que debe hacerse una selección de herrajes teniendo en cuenta las características ambientales predominantes de la zona donde se requieren instalar.

Según las exigencias mencionadas, los herrajes empleados para zonas contaminadas deben ser seleccionados de acuerdo con el nivel de contaminación de la zona donde serán instalados y en todo caso bajo cualquiera de las tecnologías mencionadas:

- Se deben utilizar tornillos en acero inoxidable.
- Los demás herrajes (Tuercas de ojo, Eslabones, entre otros) deben ser galvanizados en caliente, galvanizado electrolítico o recubrimiento organometálico.

Tabla 2. Recubrimiento mínimo de zinc para herrajes

Promedio		Mínimo	
gr/m ²	micras	gr/m ²	micras
825	116	750	105

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 13 de 15

6.4.2. Crucetas

Las crucetas de PRFV están destinadas a ser sustitutas de las crucetas metálicas o de madera donde los ambientes altamente corrosivos, como las zonas costeras con el elevado grado de salinidad, producen en el acero galvanizado una pérdida entre 4 y 8 μm al año de la capa de recubrimiento de zinc. De esta manera, para estos ambientes, se estimaría una vida útil de 10 años para las crucetas metálicas. Por su parte, debido al uso de recubrimientos para la protección UV y otros aditivos en la resina del PRFV se contrarresta la degradación de la intemperie, que de acuerdo con Sarmiento (2006) se estima una vida útil de 60 años para este material.



Además de su resistencia a la intemperie, el PRFV posee un nivel de aislamiento (BIL) mayor a 300 kV/m, de esta manera, con el uso de las crucetas de PRFV, se tiene un aislamiento secundario que se suma al aislamiento primario aportado por el aislador convencional, cumpliéndose de esta manera, con las recomendaciones de la IEEE 1410, mejorando la confiabilidad de la red de distribución frente al comportamiento ante a descargas atmosféricas como se presentó en el numeral 6.2.2.

En concordancia con las características técnicas mencionadas, en zonas altamente contaminadas y zonas costeras se deben utilizar crucetas de PRFV para la construcción de las redes aéreas de energía.

6.5. Transformadores.

Con respecto al tema de la protección de los tanques de los transformadores para ambientes costeros o de alta contaminación, de acuerdo con los fabricantes, debe tenerse en cuentas las siguientes alternativas que para mitigar los problemas que pueden presentarse en dichos ambientes:



- a. Emplear pintura rica en zinc con la cual se tiene una protección extra de la lámina del tanque. Lo que antes era un método bicapa, ahora es una capa un poco más gruesa con este tipo de pinturas.
- b. Fabricar el tanque en acero inoxidable y con un acabado en pintura de tipo normal. Esta es considera la mejor solución cuando la instalación de los equipos se debe realizar en lugares donde hay alta exposición a alta humedad salina.

ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm
			PÁGINA: 14 de 15

6.6. Puesta a tierra

Las condiciones ambientales del lugar de instalación de las redes eléctricas también afectan los elementos utilizados en los sistemas de puesta a tierra, por lo tanto, para controlar los problemas de la corrosión atmosférica y de la corrosión galvánica, los elementos de puesta a tierra para ambientes corrosivos deben ser en acero inoxidable.



ENERGÍA	NORMAS TÉCNICAS	RA8- 022	REV. 0		
	REQUISITOS PARA REDES AÉREAS EN ZONAS ESPECIALES	ELABORÓ: JSHH	REVISÓ: RHOT		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 2016/10/07		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: mm	PÁGINA: 15 de 15