LAR450 Protección contra sobretensiones causadas por descargas atmosféricas

NORMA TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
1	10 Noviembre 2003

Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en https://likinormas.enelcol.com.co

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

Debido a los altos niveles ceráunicos existentes en las zonas atendidas por la Empresa los fenómenos atmosféricos ocasionan un gran número de salidas de líneas de distribución rural y daños en los transformadores de distribución instalados en la red; por tanto, se debe tener en cuenta dentro del diseño de líneas la protección contra descargas atmosféricas.

En el capítulo 2. GENERALIDADES, numeral 2.1.4 se indican el número de salidas /100 km-año aceptadas para las líneas de distribución y la clasificación de los diferentes tipos de áreas de acuerdo al apantallamiento natural que ofrece el terreno.

1. Sobretensiones originadas por descargas atmosféricas

1.1 Sobretensiones causadas por descargas atmosféricas directas sobre los conductores

Debido a falla o inexistencia de apantallamiento, la descarga cae directamente sobre alguno de los conductores.

1.2 Sobretensiones causadas por descargas atmosféricas directas a los cables de guarda o a los postes

También conocidos como flameos inversos. Al caer la descarga en un cable de guarda o en el poste, el potencial de éste puede elevarse por encima del potencial de los conductores, apareciendo una diferencia de potencial suficiente para producirse flameo entre el poste y los conductores. Este flameo es conocido como flameo inverso (Blackflashover) debido a que su dirección es contraria a lo esperado para una descarga directa a los conductores.

1.3 Sobretensiones causadas por tensiones inducidos por descargas atmosféricas a tierra en cercanías a las líneas.

En general se considera que aislamientos por debajo de 300 kV son susceptibles de flamear por el efecto de las tensiones inducidos por descargas cercanas. El cable de guarda con una adecuada puesta a tierra reduce el efecto de las descargas inducidas.

2. Niveles Ceráunicos

El nivel ceráunico se define como el número de días de tormenta año en una región y un día de tormenta es un día en el cual por lo menos se oye un trueno. Esta definición hace que el nivel se determine en las

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

estaciones meteorológicas por medio de observaciones y no por mediciones.

Con base en el nivel ceráunico de la zona donde se proyecta construir la línea se debe determinar si es necesario protegerla contra los efectos de las descargas atmosféricas. Los rangos de los niveles ceráunicos se pueden clasificar como:

NIVEL CERAÚNICO
30 a 50
50 a 70
70 a 100
Mayor que 100

CATEGORIA
Bajo
Medio
Alto
Muy Alto

Debido a que los registros de día de tormenta observados en las estaciones meteorológicas es bastante impreciso, en lugar del nivel ceráunico, a nivel mundial se está utilizando la densidad de descargas a tierra , la cual se obtiene por medición directa con la utilización de registradores electrónicos. Con el objeto de obtener la densidad de descarga a tierra (N_g) con base en el nivel ceráunico (T_d) se ha adoptado la siguiente relación:

$$N_g = 0{,}04 * (T_d)^{1.25}$$

Donde N_g: Densidad de descarga (rayos/km ^{2}/año)
T_d: Nivel ceráunico (días de tormenta/año)

3. Métodos de reducción del número de descargas atmosféricas sobre líneas de distribución

La reducción del número de descargas atmosféricas que incide sobre una línea de distribución se puede obtener por:

3.1 Apantallamiento natural

La topografía y objetos situados alrededor de la línea juegan un papel importante en el efecto de apantallamiento natural.

Si una línea está trazada a pie de monte, existe una reducción importante en el área de exposición de los

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

conductores, al igual que sí está trazada a media ladera. Si una línea se traza por la cima de las serranías o lomas, ésta tendrá una mayor exposición y su comportamiento será más deficiente.

Ejemplo : Una línea de 34,5 kV en postes de 14 m y en una zona de densidad de rayos a tierra de 10 rayos/km ^{2} /año tendrá aproximadamente sobre la línea, 70 salidas /100 km-año sin ningún tipo de apantallamiento. Si se encuentra en cercanía de árboles de igual altura y separados 20 m el número de salidas se reduce a 45/100 km-año.

3.2 Utilización del cable de guarda

Aunque el cable de guarda elimina perfectamente el mecanismo de descargas atmosféricas directas a los conductores, reduce solo en una menor proporción los voltajes inducidos por descargas cercanas y crea el problema de los flameos inversos.

Teniendo en cuenta los resultados y el alto costo relativo del cable de guarda en los sistemas de distribución se hace necesaria la revisión de las prácticas tradicionales de diseño y considerar otras alternativas de protección contra descargas atmosféricas tales como la ubicación de pararrayos que pueden llegar a ser más efectivos y económicos en algunos casos.

3.3 Utilización de mástiles o bayonetas

En las zonas de alto nivel ceráunico para dar una mayor protección a los equipos instalados a la red, se recomienda instalar mástiles o bayonetas en los postes adyacentes al equipo . Se requiere que la separación entre bayonetas no sea mayor de 200 m y que tengan una buena puesta a tierra (Ver Norma LAR 417).

4. Métodos de reducción del número de salidas de las líneas de distribución

La reducción del número de flameos y el de salidas por descargas atmosféricas que inciden sobre una línea de distribución se puede obtener por:

4.1 Efecto de la madera en las estructuras

La característica importante de la madera es su efecto extintor del arco eléctrico . Debido a los gases que se generan en la madera, se obtiene una relación menor que la unidad entre el número de salidas ocasionadas por el sostenimiento del arco y el número de flameos producidos en el aislamiento dependiendo del gradiente de potencial de 60 Hz existente en el aislamiento en el camino de madera del arco. Por esta razón, todas las crucetas especificadas en la Norma de construcción son de madera.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

En el caso de postes de concreto con configuración triangular de las fases, la fase que soporta el mayor porcentaje de descargas por ser la más expuesta es la fase superior, la cual no tiene madera y todos los flameos se convierten en salidas. Es decir que en este caso el número de descargas es casi igual al número de salidas.

4.2 Utilización de pararrayos en las estructuras

La instalación de pararrayos en los conductores de una línea de distribución reduce el número de salidas y protege los aisladores de la línea.

Una ventaja importante del pararrayos es la de ofrecer una protección puntual que hace discriminar su utilización de acuerdo con la situación especifica de los postes dentro de un trazado, luego no es necesario instalar pararrayos en todos los postes y las fases, sino en los sitios donde la línea presente más problemas causados por descargas atmosféricas y según la disposición de la estructura sobre la fase más expuesta. Es importante efectuar un aterrizamiento efectivo (Ver Norma LA400) para garantizar su buen funcionamiento y evitar el flameo sobre los aisladores no protegidos ya que la onda que viaja por la línea luego de la operación de un pararrayos en un poste, es la combinación del voltaje en la resistencia de puesta a tierra y el voltaje residual del pararrayos .

También es importante efectuar una selección apropiada de los pararrayos .

5. Número de salidas de las estructuras normalizadas

De acuerdo con el estudio "Protección de líneas de Distribución contra Descargas Atmosféricas- Para el sistema Rural de la E.E.E.B" (1989) donde se aplicó el método de la IEEE-EPRI o método de los dos puntos, adaptado para la evaluación del comportamiento de las líneas de distribución contra descargas atmosféricas y se hicieron simulaciones

deterministicas utilizando el programa de computador EMTP (Electromagnetic Transients Program), se presenta en la Norma LAR 450-5, mediante diagramas de barras, un resumen de las alternativas para mejorar la protección de las líneas de distribución rural, según la estructura normalizada utilizada. Esta Norma presenta el número de salidas de las estructuras sin protección, con cable de guarda o con pararrayos , estas salidas fueron calculadas para terreno tipo D, es decir sin ningún tipo de apantallamiento natural, una densidad se descarga a tierra de 10 rayos/km ^{2}/año, equivalente a un nivel ceráunico de 83 días de tormenta al año (nivel alto) y resistencia de puesta a tierra de 10, 20 y 30 ohmios.

Debido a que el nivel de aislamiento es afectado por la altitud sobre el nivel del mar, los diagramas de barras del número de salidas de las estructuras aparecen para dos tipos de nivel:

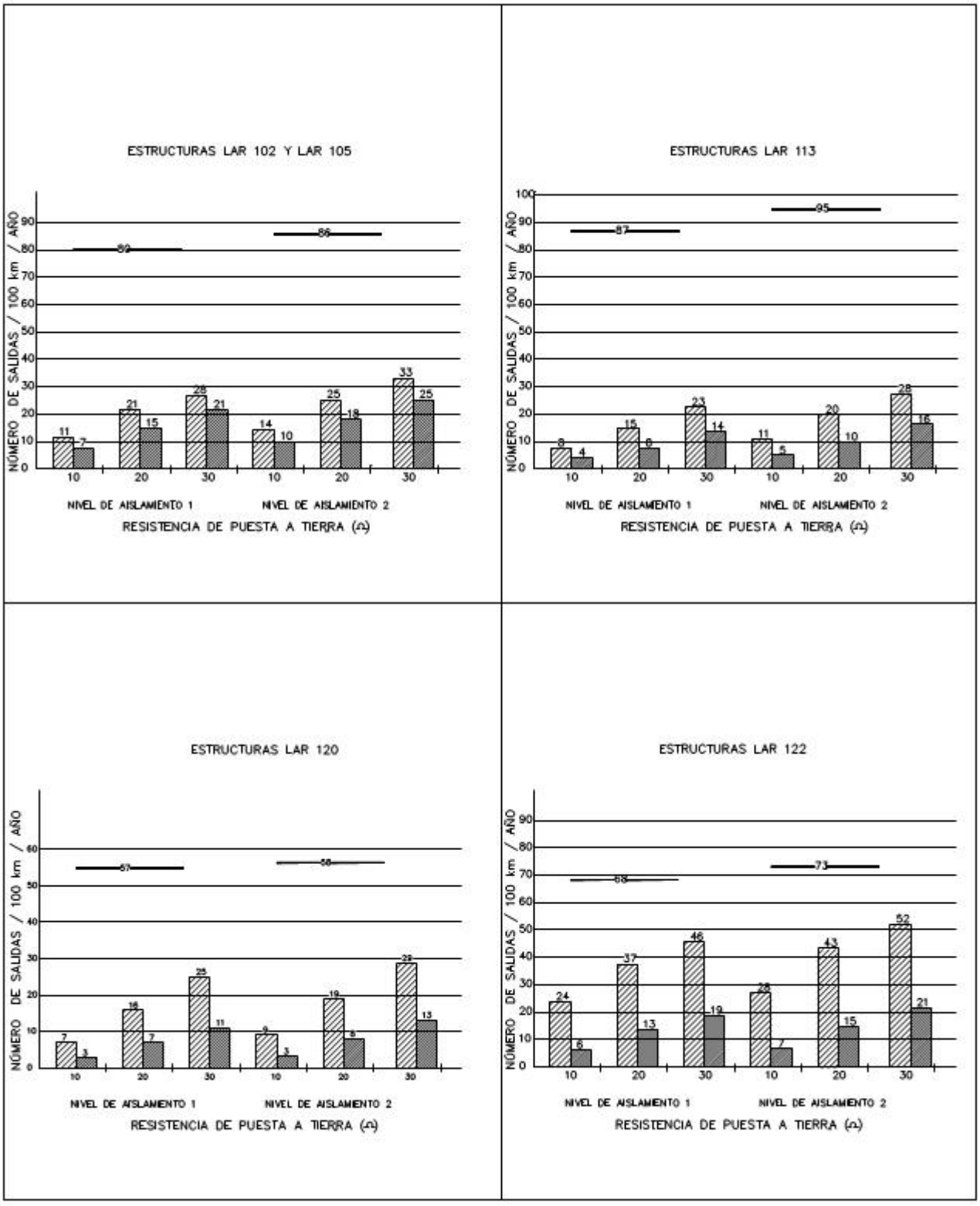
Nivel 1: Altitudes por debajo de 1500 msnm

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

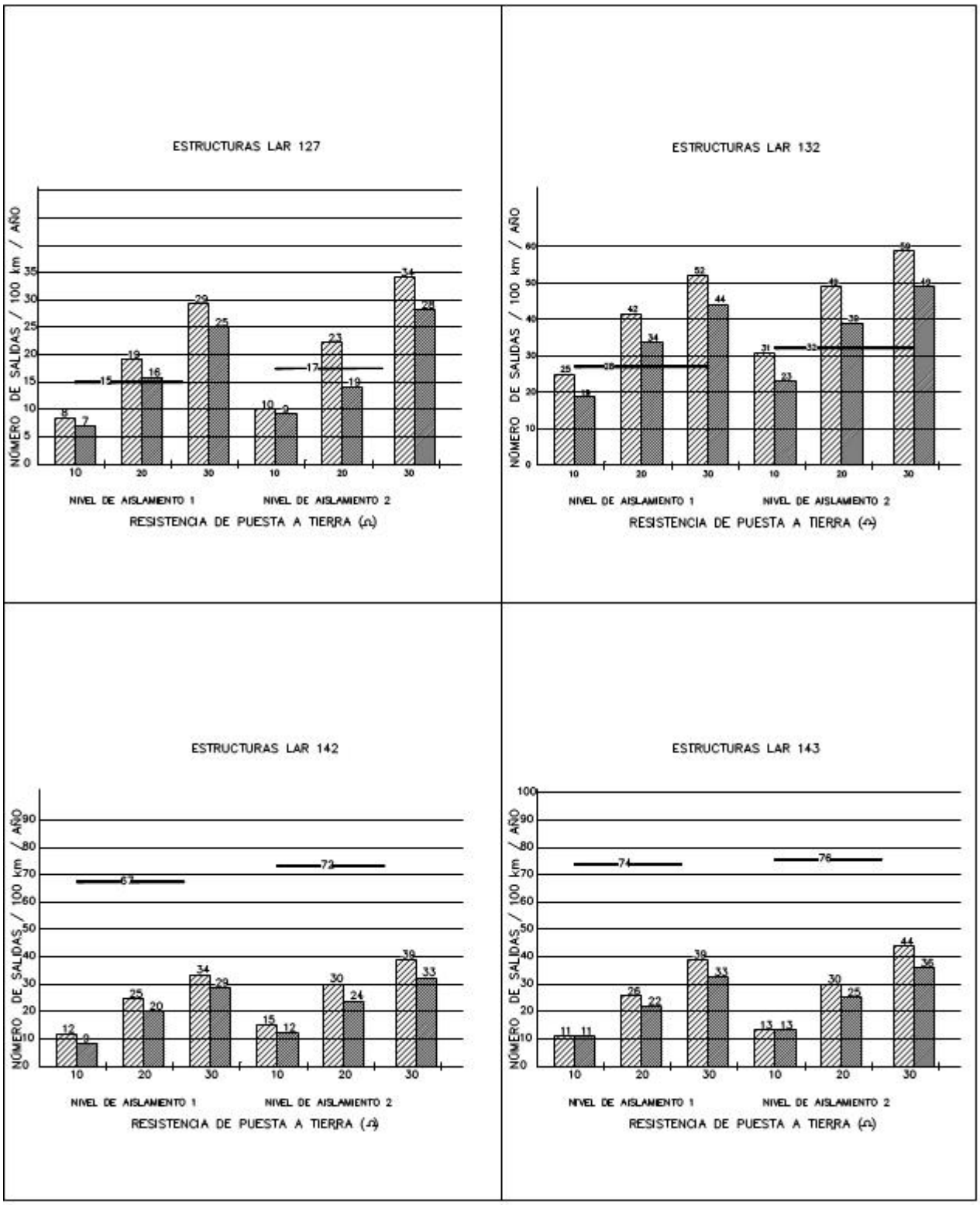
Nivel 2: Altitudes por encima de 1500 msnm

Para obtener el número de salidas de las estructuras en otro tipo de terreno y otro nivel ceráunico se deben aplicar los factores de corrección que aparecen en dicha Norma.

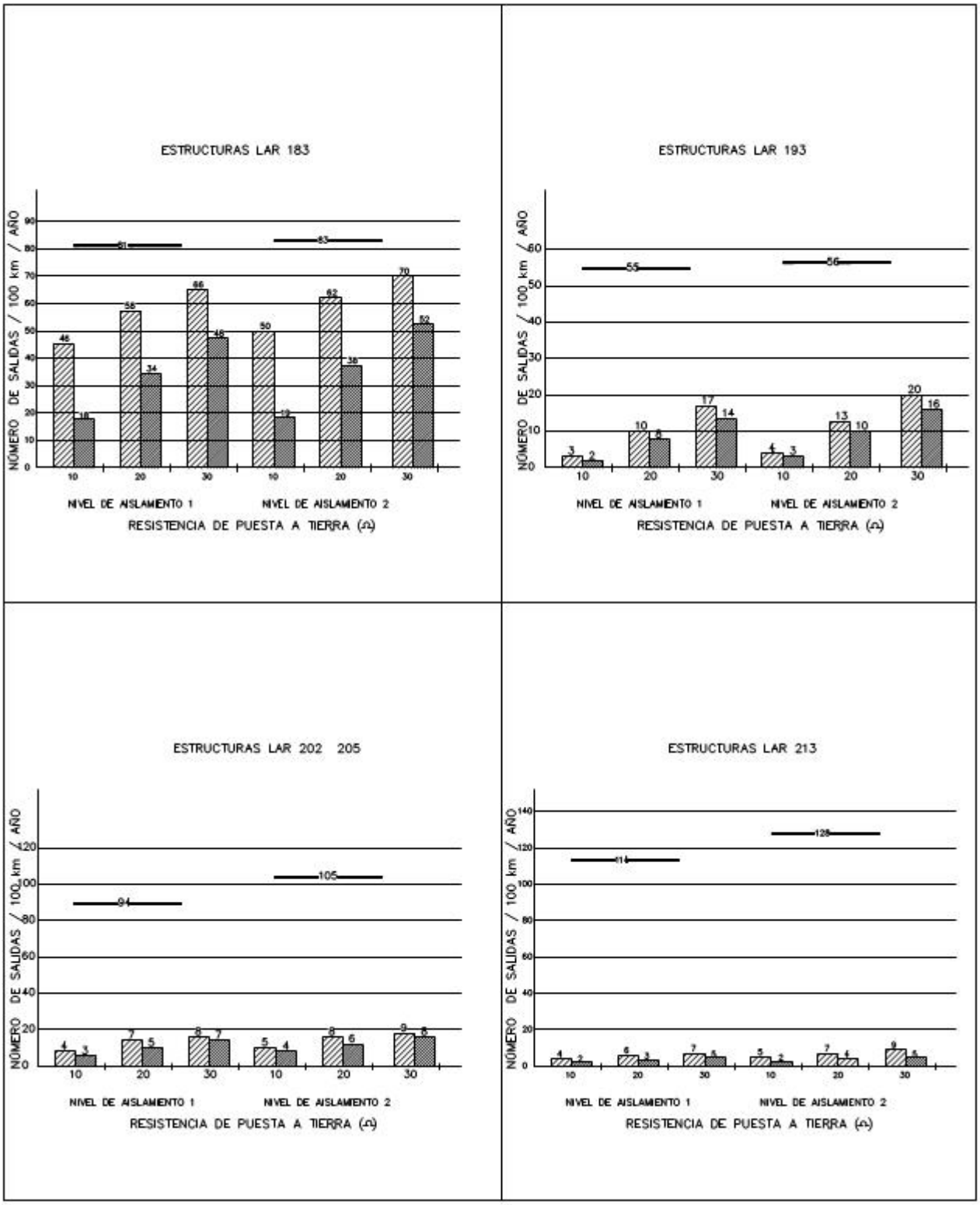
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



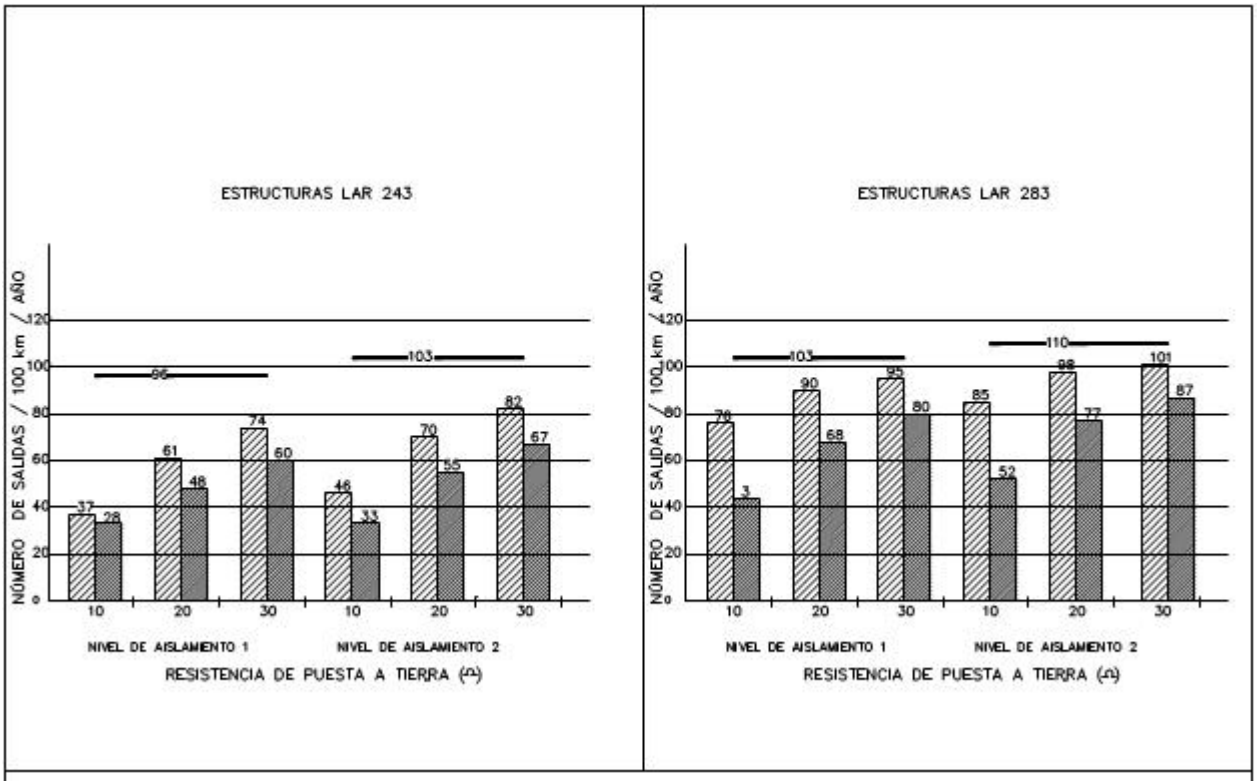
-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.



Los datos de salida graficados en esta norma corresponde a:

1– Densidad de descarga Ng = 10 rayos / Km² / años que equivale a un nivel ceraúnico de 83 días de tormenta al año (NIVEL ALTO)

2– Terreno tipo D, que corresponde a un terreno sin ningún tipo de apantallamiento

3– Valores de resistencia de puesta a tierra de 10, 20, 30 ohmios para obtener el número de salidas por flameos en las estructuras por descargas atmosféricas, en otro nivel ceráunico y otro tipo de terreno, se debe aplicar los siguientes factores:

TIPO TERRENO / NIVEL CERÁUNICO	A	B	C	D
BAJO	0	0,15	0,35	0,50
MEDIO	0	0,21	0,49	0,70
ALTO	0	0,30	0,70	1,00
MUY ALTO	0	1,12	1,98	1,40

CONVENCIONES

CON CABLE DE GUARDIA

CON PARARRAYOS

SIN PROTECCIÓN

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.

-Estos documentos tienen derechos de autor. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE ENEL. Artículo 29 del Decreto 460 de 1995.