



AEA 92305

Protección contra las Descargas Eléctricas Atmosféricas

Parte 2: Evaluación del Riesgo

ÍNDICE GENERAL

Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
1		Alcance	10
2		Referencias normativas	10
3		Términos, definiciones, símbolos y abreviaturas	10
	<u>3.1</u>	Términos y definiciones	11
	<u>3.2</u>	Símbolos y abreviaturas	16
4		Explicación de los términos	20
	<u>4.1</u>	Daños y pérdidas	20
	<u>4.2</u>	Riesgo y componentes del riesgo	22
	<u>4.3</u>	Composición de los componentes de riesgo en relación a una estructura	24
	<u>4.4</u>	Composición de los componentes de riesgo relacionados a un servicio	26
	<u>4.5</u>	Factores que influyen a los componentes de riesgo	27
5		Evaluación del riesgo	28
	<u>5.1</u>	Procedimiento básico	28
	<u>5.2</u>	Estructura a ser considerada para la evaluación de riesgo	28
	<u>5.3</u>	Servicio a ser considerado para la evaluación de riesgo	29
	<u>5.4</u>	Riesgo tolerable R_T	29
	<u>5.5</u>	Procedimiento específico para evaluar la necesidad de protección	30
	<u>5.6</u>	Procedimiento para evaluar el costo de efectividad de la protección	31
	<u>5.7</u>	Medidas de protección	33
	<u>5.8</u>	Selección de las medidas de protección	34
6		Evaluación de los componentes de riesgo para una estructura	35
	<u>6.1</u>	Ecuación básica	35
	<u>6.2</u>	Evaluación de los componentes de riesgo debido a rayos sobre la estructura (S1)	36
	<u>6.3</u>	Evaluación del componente de riesgo debido a rayos cercanos a la estructura (S2)	36
	<u>6.4</u>	Evaluación de los componentes de riesgo debido a rayos a una línea conectada a la estructura (S3)	36



Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
	<u>6.5</u>	Evaluación del componente de riesgo debido a rayos cercanos a una línea conectada a una estructura (S4)	37
	<u>6.6</u>	Resumen de los componentes de riesgo en una estructura	38
	<u>6.7</u>	Partición de una estructura en zonas Z_S	39
	<u>6.8</u>	Evaluación de los componentes de riesgo en una estructura con zonas Z_S	40
Z		Evaluación de los componentes para un servicio	41
	<u>7.1</u>	Ecuación básica	41
	<u>7.2</u>	Evaluación de los componentes debido a rayos a un servicio (S3)	41
	<u>7.3</u>	Evaluación de los componentes de riesgo debido a rayos cercanos al servicio (S4)	42
	<u>7.4</u>	Evaluación de los componentes de riesgo debido a rayos que impactan sobre estructuras a las cuales está conectado el servicio (S1)	42
	<u>7.5</u>	Resumen de los componentes de riesgo para un servicio	43
	<u>7.6</u>	Partición de un servicio en secciones S_S	43
	Anexo A (Informativo)	Evaluación del número anual N de eventos peligrosos	45
	Anexo B (Informativo)	Evaluación de la probabilidad del daño P_X de una estructura	55
	Anexo C (Informativo)	Evaluación del monto de la pérdida L_X en una estructura	63
	Anexo D (Informativo)	Evaluación de la probabilidad P'_X de daño a un servicio	69
	Anexo E (Informativo)	Evaluación de la cantidad de pérdidas L'_X en un servicio	73
	Anexo F (Informativo)	Sobretensiones de maniobra	75
	Anexo G (Informativo)	Evaluación de los costos de pérdidas	77
	Anexo H (Informativo)	Estudio de casos para estructuras	79
	Anexo I (Informativo)	Caso de estudio para servicios – Línea de telecomunicación	107
	Anexo J (Informativo)	Programas simplificados para la evaluación de riesgo en estructuras	115
Índice de figuras			
	<u>Figura 1</u>	Procedimiento para decidir la necesidad de protección	31
	<u>Figura 2</u>	Procedimiento para evaluar la rentabilidad de las medidas de protección	33
	<u>Figura 3</u>	Procedimiento para la selección de las medidas de protección en estructuras	34
	<u>Figura 4</u>	Procedimiento para la selección de medidas de protección en servicios	35
	<u>Figura 5</u>	Estructuras en los extremos de línea: en el extremo "b" la estructura a proteger (estructura b) y en el extremo "a" una estructura adyacente (estructura a)	38
	<u>Figura A.1</u>	Área equivalente A_d para una estructura aislada	46
	<u>Figura A.2</u>	Estructura de forma compleja	47
	<u>Figura A.3</u>	Diferentes métodos para determinar el área equivalente para la estructura de la Figura A.2	48
	<u>Figura A.4</u>	Estructura a ser considerada para la evaluación del área equivalente A_d	49
	<u>Figura A.5</u>	Áreas equivalentes (A_d, A_m, A_1, A_I)	53



Índice de figuras		Página
<u>Figura I.1</u>	Línea de telecomunicación a proteger	107
<u>Figura J.1</u>	Ejemplo para una casa de campo (ver Cláusula H.1 – sin medidas de protección provistas)	118
<u>Figura J.2</u>	Ejemplo para una casa de campo (ver Cláusula H.1 – medidas de protección provistas)	119
Índice de tablas		
<u>Tabla 1</u>	Fuentes de daño, tipos de daño y tipos de pérdidas de acuerdo al punto de impacto	21
<u>Tabla 2</u>	Riesgo en una estructura para cada tipo de daño y de pérdida	21
<u>Tabla 3</u>	Componentes de riesgo a ser considerados para cada tipo de pérdida en una estructura	25
<u>Tabla 4</u>	Componentes de riesgo a considerarse para cada tipo de pérdida en un servicio	26
<u>Tabla 5</u>	Factores que influyen a los componentes de riesgo en una estructura	27
<u>Tabla 6</u>	Factores que influyen los componentes de riesgo en un servicio	28
<u>Tabla 7</u>	Valores típicos del riesgo tolerable R_T	29
<u>Tabla 8</u>	Parámetros asociados a la evaluación de las componentes de riesgo para una estructura	38
<u>Tabla 9</u>	Componentes de riesgo para una estructura para los diferentes tipos de daño causado por diferentes fuentes	39
<u>Tabla 10</u>	Parámetros asociados a la evaluación de los componentes de riesgo para un servicio	42
<u>Tabla 11</u>	Componentes de riesgo para un servicio para los diferentes tipos de daño causados por diferentes fuentes	43
<u>Tabla A.1</u>	Valores del área equivalente según el método de evaluación	47
<u>Tabla A.2</u>	Factor de ubicación C_d	50
<u>Tabla A.3</u>	Áreas equivalentes A_1 y A_i que dependen de las características del servicio	51
<u>Tabla A.4</u>	Factor de transformador C_t	52
<u>Tabla A.5</u>	Factor de medioambiente C_e	52
<u>Tabla B.1</u>	Valores de probabilidad P_A de que un rayo directo a una estructura cause choque eléctrico a seres vivos debido a tensiones de contacto y de paso peligrosas	55
<u>Tabla B.2</u>	Valores de P_B que dependen de las medidas de protección para reducir el daño físico	56
<u>Tabla B.3</u>	Valor de la probabilidad P_{DPS} como una función del LPL para el cual los DPS están previstos	56
<u>Tabla B.4</u>	Valor de la probabilidad P_{MS} como una función del factor K_{MS}	57
<u>Tabla B.5</u>	Valor del factor K_{S3} que depende del cableado interno	58
<u>Tabla B.6</u>	Valores de la probabilidad P_{LD} que dependen de la resistencia R_S del blindaje del cable y de la tensión resistida al impulso U_W del equipo	59
<u>Tabla B.7</u>	Valores de la probabilidad P_{LI} que dependen de la resistencia R_S del blindaje del cable y de la tensión resistida al impulso U_W del equipo	61



Índice de tablas		Página
<u>Tabla C.1</u>	Valores promedio típicos de L_t , L_f y L_o	64
<u>Tabla C.2</u>	Valores de los factores de reducción r'_a y r'_u como una función del tipo de superficie de suelo o piso	64
<u>Tabla C.3</u>	Valores del factor de reducción r'_p como una función de previsiones tomadas para reducir las consecuencias de incendio	65
<u>Tabla C.4</u>	Valores del factor de reducción r'_f como una función del riesgo de incendio de la estructura	65
<u>Tabla C.5</u>	Valores del factor h_z que incrementan la cantidad relativa de pérdidas en presencia de un peligro especial	65
<u>Tabla C.6</u>	Valores promedio típicos de L_f y L_o	66
<u>Tabla C.7</u>	Valores promedio típicos de L_t , L_f y L_o	67
<u>Tabla D.1</u>	Valores del factor K_d en función de las características de la línea blindada	69
<u>Tabla D.2</u>	Valores del factor K_p en función de las medidas de protección	70
<u>Tabla D.3</u>	Tensión resistida al impulso U_w en función del tipo de cable	70
<u>Tabla D.4</u>	Tensión resistida al impulso U_w en función del tipo de equipo	70
<u>Tabla D.5</u>	Valores de probabilidad P'_B , P'_C , P'_V y P'_W en función de la corriente de falla I_a	71
<u>Tabla E.1</u>	Valores promedio típicos de L'_f y L'_o	73
<u>Tabla H.1</u>	Datos y características de la estructura	79
<u>Tabla H.2</u>	Datos y características de líneas entrantes y de sistemas internos conectados	80
<u>Tabla H.3</u>	Características de la zona Z_2 (dentro del edificio)	81
<u>Tabla H.4</u>	Áreas equivalentes de la estructura y líneas	81
<u>Tabla H.5</u>	Número anual esperado de eventos peligrosos	82
<u>Tabla H.6</u>	Componentes de riesgo involucrados y su cálculo (valores $\times 10^{-5}$)	82
<u>Tabla H.7</u>	Valores de los componentes de riesgo asociados al riesgo R_1 (valores $\times 10^{-5}$) para los casos adoptados	84
<u>Tabla H.8</u>	Características de la estructura	84
<u>Tabla H.9</u>	Características del sistema de distribución interno y de la línea de alimentación entrante	85
<u>Tabla H.10</u>	Características de los sistemas de telecomunicación internos y de la línea entrante conectada	85
<u>Tabla H.11</u>	Características de la zona Z_1 (área de ingreso al edificio)	86
<u>Tabla H.12</u>	Características de la zona Z_2 (jardín)	86
<u>Tabla H.13</u>	Características de la zona Z_3 (archivo)	87
<u>Tabla H.14</u>	Características de la zona Z_4 (oficinas)	87
<u>Tabla H.15</u>	Características de la zona Z_5 (centro de cómputos)	88
<u>Tabla H.16</u>	Áreas equivalentes de la estructura y líneas	88
<u>Tabla H.17</u>	Número anual esperado de eventos peligrosos	88
<u>Tabla H.18</u>	Riesgo R_1 – Valores de los componentes de riesgo de acuerdo a zonas (valores $\times 10^{-5}$)	89



Índice de tablas		Página
<u>Tabla H.19</u>	Composición de los componentes de riesgo R_1 de acuerdo a las zonas (valores x 10^{-5})	89
<u>Tabla H.20</u>	Valores del riesgo R_1 de acuerdo a la solución elegida (valores x 10^{-5})	90
<u>Tabla H.21</u>	Características de la estructura	91
<u>Tabla H.22</u>	Características del sistema de alimentación interno y de la línea de alimentación entrante	92
<u>Tabla H.23</u>	Características del sistema de telecomunicación interno y de la línea entrante	92
<u>Tabla H.24</u>	Características de la zona Z_1 (fuera del edificio)	93
<u>Tabla H.25</u>	Características de la zona Z_2 (bloque de habitaciones)	94
<u>Tabla H.26</u>	Características de la zona Z_3 (sector quirúrgico)	94
<u>Tabla H.27</u>	Características de la zona Z_4 (unidad de cuidados intensivos)	95
<u>Tabla H.28</u>	Número anual esperado de eventos peligrosos	95
<u>Tabla H.29</u>	Riesgo R_1 - Componentes de riesgo a considerar de acuerdo a zonas	96
<u>Tabla H.30</u>	Riesgo R_1 - Valores de probabilidad P para una estructura sin protección	96
<u>Tabla H.31</u>	Riesgo R_1 - Valores de los componentes de riesgo para estructuras desprotegidas de acuerdo a zonas (valores x 10^{-5})	97
<u>Tabla H.32</u>	Composición de las componentes de riesgo R_1 de acuerdo a zonas (valores x 10^{-5})	97
<u>Tabla H.33</u>	Riesgo R_1 - Valores de probabilidad P para estructura protegida conforme a la solución a)	99
<u>Tabla H.34</u>	Riesgo R_1 - Valores de probabilidad P para estructura protegida conforme a la solución b)	100
<u>Tabla H.35</u>	Riesgo R_1 - Valores de probabilidad P para estructura protegida conforme a la solución c)	101
<u>Tabla H.36</u>	Riesgo R_1 - Valores del riesgo de acuerdo a la solución elegida (valores x 10^{-5})	101
<u>Tabla H.37</u>	Valores de costos de pérdida asociados a zonas (valores en \$ x 10^6)	102
<u>Tabla H.38</u>	Valores de tasas asociados	102
<u>Tabla H.39</u>	Riesgo R_4 - Valores de los componentes de riesgo para estructuras desprotegidas de acuerdo a zonas (valores x 10^{-5})	102
<u>Tabla H.40</u>	Monto de pérdidas C_{RL} y C_L (valores en \$)	103
<u>Tabla H.41</u>	Costos C_P y C_{PM} de las medidas de protección (valores en \$)	103
<u>Tabla H.42</u>	Ahorro anual de dinero (valores en \$)	103
<u>Tabla H.43</u>	Características de la estructura	104
<u>Tabla H.44</u>	Parámetros de la zona Z_2	105
<u>Tabla H.45</u>	Parámetros del sistema de alimentación interno y de la línea entrante	105
<u>Tabla H.46</u>	Parámetros del sistema de telecomunicación interno y de la línea entrante	106
<u>Tabla H.47</u>	Medidas de protección a adoptar de acuerdo a la altura del edificio y su riesgo de incendio	106



Índice de tablas		Página
<u>Tabla I.1</u>	Características de la sección S_1 de la línea	108
<u>Tabla I.2</u>	Características de la sección S_2 de la línea	108
<u>Tabla I.3</u>	Características de la estructura en el extremo de la línea	109
<u>Tabla I.4</u>	Número anual esperado de eventos peligrosos	109
<u>Tabla I.5</u>	Riesgo R'_2 – Componentes de riesgo relevantes a las secciones S de la línea	109
<u>Tabla I.6</u>	Riesgo R'_2 – Valores de las corrientes de falla y probabilidades P' para la línea sin protección	110
<u>Tabla I.7</u>	Riesgo R'_2 – Valores de los componentes de riesgo para la línea sin protección de acuerdo a las secciones S de la línea (valores $\times 10^{-3}$)	111
<u>Tabla I.8</u>	Riesgo R'_2 – Valores de las probabilidades P' para la línea protegida	112
<u>Tabla I.9</u>	Riesgo R'_2 – Valores de los componentes de riesgo para la línea protegida con DPS instalados en el punto de transición $T_{1/2}$ y T_a con $P_{DPS} = 0,03$ (valores $\times 10^{-3}$)	113
<u>Tabla J.1</u>	Parámetros seleccionados por el usuario	116
<u>Tabla J.2</u>	Subconjunto limitado de parámetros a ser modificados por el usuario	116
<u>Tabla J.3</u>	Parámetros fijos (no modificables por el usuario)	117