8 DE AGOSTO DE 2025

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS PARQUE LAS MERCEDES MARINILLA – ANTIOQUIA

SIMON O. RAMIREZ NOREÑA INGENIERO ELECTRICISTA
RIONEGRO - ANTIOQUIA

1. INTRODUCCÓN

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, desde su entrada en vigor estableció que toda edificación donde se tenga concentración de personas debe poseer un sistema de protección integral contra rayos, con una evaluación previa del nivel de riesgo de impacto de rayos, cuyo resultado determinará la necesidad o no de la instalación del sistema de protección contra rayos. El sistema de protección integral contra rayos busca mitigar los efectos asociados con la exposición directa e indirecta de las descargas atmosféricas.

El rayo es de naturaleza aleatoria, por lo tanto, el diseño de un sistema de protección integral contra descargas atmosféricas no logra una protección absoluta y se basa en estudios estadísticos, en recomendaciones de las normas y en la experiencia del ingeniero diseñador.

En este informe se presenta la metodología utilizada y los resultados obtenidos en el diseño del sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas para el bloque de aulas del parque de las mercedes en el municipio de Marinilla (Departamento de Antioquia).

No se incluye dentro del alcance del presente estudio el sistema integral de protección contra rayos.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El parque de las mercedes está ubicado en el municipio de Marinilla departamento de Antioquia, entre las calles 33 y 34 y carrea 32 y 33; aproximadamente en las siguientes coordenadas geográficas: 6.176258, -75.334831.

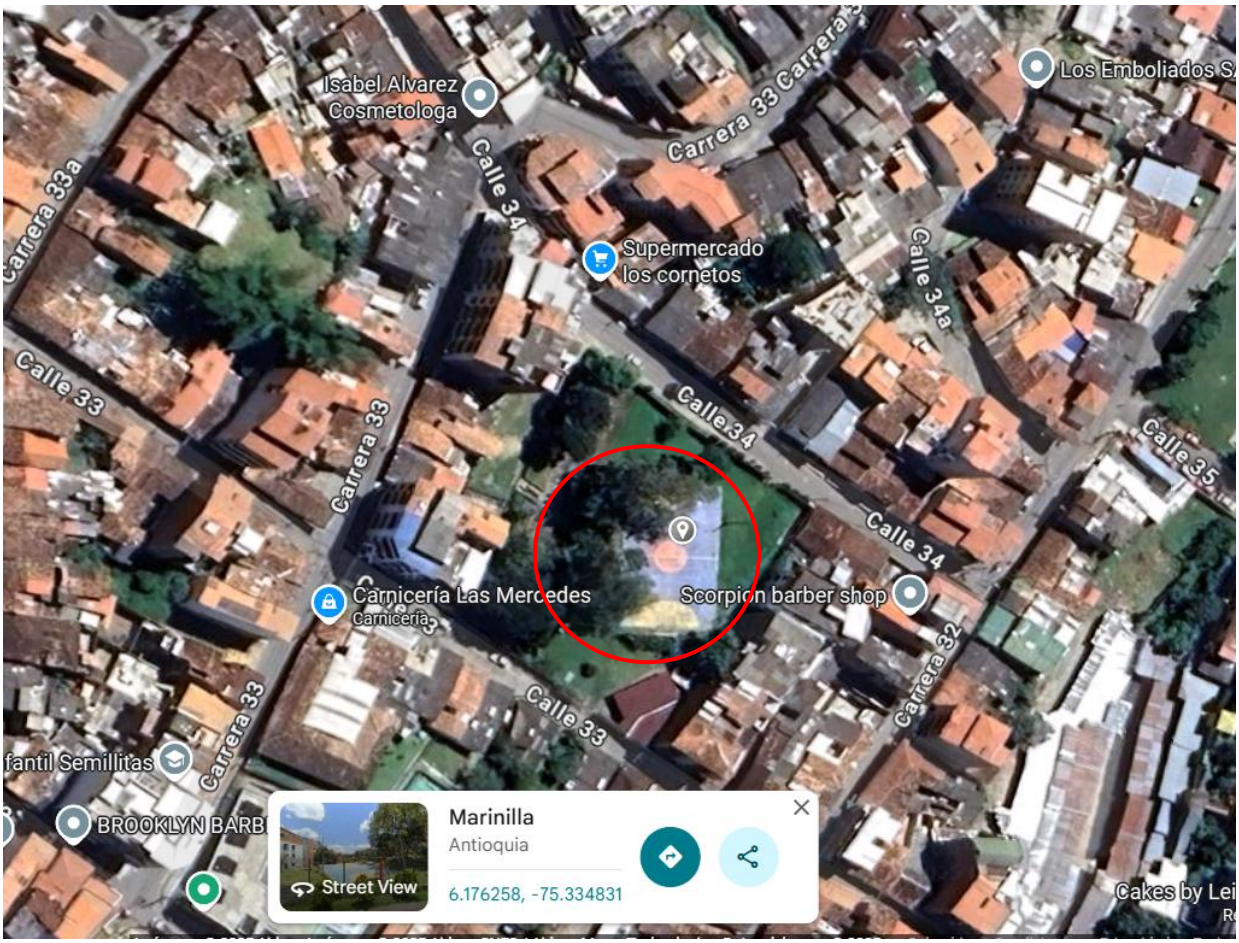


Ilustración 1: Ubicación parque las mercedes

3. METODOLOGIA

Para determinar si es necesario realizar el diseño del sistema de apantallamiento se calcula el riesgo de acuerdo con la norma IEC 62305-2, con la ayuda del software IEC Risk Assessment Calculator, a partir del resultado se establecen las medidas de protección internas y externas requeridas para cumplir con los valores admisibles de riesgo.

4. EVALUACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO (SEGÚN LA NTC 4552-2)

A partir de la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE, en instalaciones de uso final donde se tenga alta concentración de personas, tales como, viviendas multifamiliares, edificio de oficinas, hoteles, centros de atención médica, hospitales, lugares de culto, centros educativos, centros comerciales, industrias, supermercados, parques de diversión, prisiones, aeropuertos, cuarteles, deben hacerse una evaluación del nivel de riesgo por exposición al rayo y de acuerdo con su resultado, cumplir los requisitos mencionados en dicho Reglamento adoptados de la NTC 4552.

El nivel del riesgo de exposición al rayo es un cálculo que se realiza teniendo en cuenta la probabilidad de que una descarga atmosférica impacte la edificación, la acometida de servicio y los alrededores o cercanías, evaluando los posibles daños y perjuicios que pueda causar esta situación.

A partir de la evaluación del nivel del riesgo se puede determinar, teniendo en cuenta el uso que se le dará a la edificación, sus características y las condiciones meteorológicas de la zona en que se encuentra la estructura, la necesidad de implementar o no un sistema de protección contra rayos.

La evaluación del nivel de riesgo es establecer las medidas que se implementarán con el objetivo de mitigar el nivel de riesgo de que la estructura sea impactada por un rayo buscando que esté en un valor aceptable.

Para el cálculo del nivel de riesgo se consideran factores como las dimensiones de la estructura, así como sus características principales, también se considera las influencias ambientales tales como el nivel ceráunico de la zona y la densidad de descargas a tierra, entre otras. En la Tabla *3*: Parámetros de la estructura, se presentan las características de los espacios del bloque educativo del parque de las mercedes.

De acuerdo con la norma hay cuatro riesgos, los cuales se indican en Tabla 1: Riesgos según IEC 62305-2.

RIESGO	DESCRIPCIÓN	VALOR TOLERABLE
R1	Riesgo de pérdida de la vida humana	1x10E-5
R2	Riesgo de pérdida del servicio	1x10E-3
R3	Riesgo de pérdida del patrimonio cultural	1x10E-3
R4	Riesgo de pérdida del valor económico	De acuerdo con la evaluación económica

Tabla 1: Riesgos según IEC 62305-2.

Cada uno de los riesgos está constituido por componentes de riesgo, las componentes de riesgos abarcan los posibles eventos, impactos en o cerca de la estructura o las acometidas de servicio y sus consecuencias en la estructura y en los sistemas eléctricos internos. En la Tabla *2*: Términos y definición componentes del Riesgo. muestra la descripción de los componentes de riesgo.

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
RA	Riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causada por un impacto directo a la estructura.
RB	Riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura.
RC	Riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura.
RM	Riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura.
RU	Riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causada por un impacto directo a las líneas.
RV	Riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por in impacto directo a las líneas
RW	Riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas
RZ	Riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.

Tabla 2: Términos y definición componentes del Riesgo.

El nivel del riesgo de exposición al rayo es un cálculo que se realiza teniendo en cuenta la probabilidad de que una descarga atmosférica impacte la edificación, las acometidas de servicios y los alrededores o cercanías, evaluando los posibles daños y perjuicios que pueda causar esta situación.

A partir de la evaluación del riesgo se puede determinar, teniendo en cuenta el uso que se le dará a la edificación, sus características y las condiciones meteorológicas de la zona en que se encuentra la estructura, la necesidad de implementar o no un sistema de protección contra rayos.

A continuación, se presentan los diferentes parámetros tenidos en cuenta para evaluar el riesgo del proyecto según lo expresado en la NTC 4552-2.

Dimensiones de la Estructura	
Longitud de la estructura (m)	56
Anchura de la estructura (m)	7
Altura del plano del tejado (m)	3
Altura del mayor saliente del tejado (m)	3
Área de colección (m^2)	1780 m2

Características de la Estructura	
Riesgo de incendio y daños físicos	Bajo
Eficacia del apantallamiento	Escasa
Tipo de cableado interno	No apantallado
Influencias Ambientales	
Alrededores	Altura similar
Factor ambiental	Residencial
DDT (rayos/km^2)	13.5
Líneas de conducción eléctrica	
Línea Eléctrica	
Línea que llega a la estructura	Cable enterrado
Tipo de cable externo	No apantallado
Existencia de transformado MT/BT	Transformador

Otros servicios aéreos	
Número de servicios conducidos	0
Tipo de cable externo	No apantallado
Otros servicios enterrados	
Número de servicios conducidos	1
Tipo de cable externo	No apantallado
Tipos de Pérdidas	
Pérdidas de vidas humanas	
Riesgos especiales para la vida	Riesgo de pánico bajo
Por incendios	Ocupadas regularmente
Por sobretensiones	No aplica
Pérdidas de servicios esenciales	
Por incendios	No hay servicios esenciales
Por sobretensiones	No hay servicios esenciales
Pérdidas de patrimonio cultural	
Por incendios	Sin valor histórico
Pérdidas Económicas	
Riesgos económicos especiales	Sin riesgos especiales
Por incendios	Propiedad Publica
Por sobretensiones	Zona publica
Por tensión de paso/contacto	Sin riesgo de shock
Riesgo tolerable de pérdida	1 en 100 años

Tabla 3: Parámetros de la estructura

Para el caso en específico de este proyecto se toma la DENSIDAD DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS A TIERRA para el municipio de MARNILLA, basados en el ANEXO A: Caracterización de los parámetros meteorológicos en las zonas de influencia del grupo EPM.

A continuación, en la Ilustración 2: Datos para el análisis del riesgo programa IEC Risk se presentan los datos ingresados al software IEC Risk Assessment Calculator para el proyecto, el cual tiene en cuenta los anteriores parámetros, dimensiones, entorno del lugar y criterios del diseñador para evaluar el nivel de riesgo del proyecto.

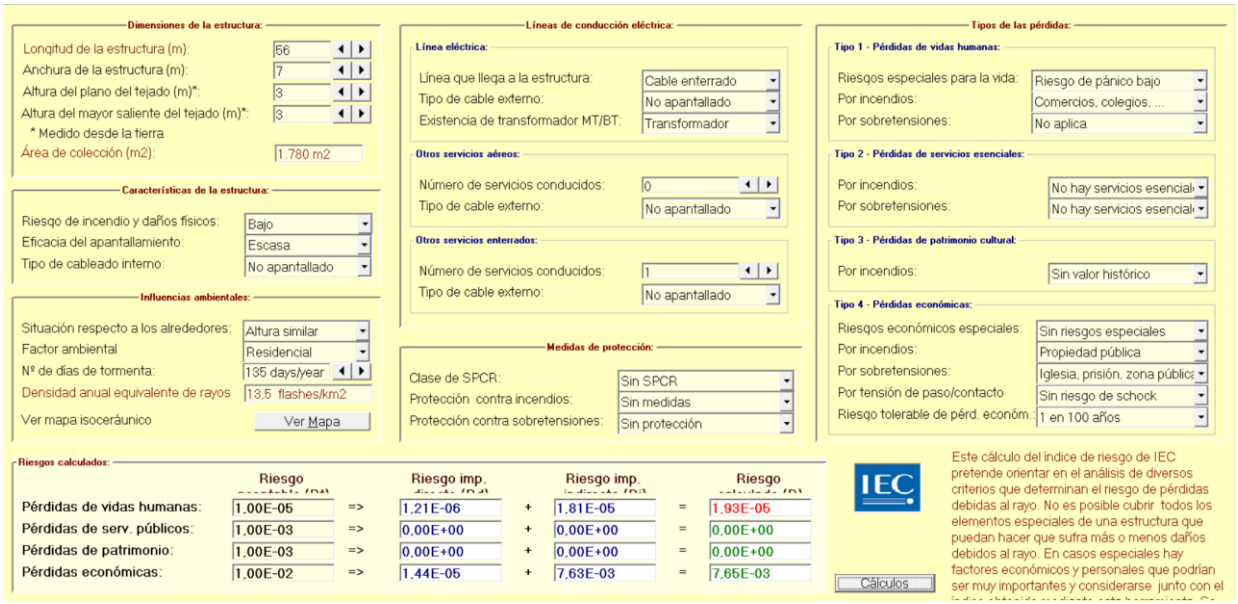


Ilustración 2: Datos para el análisis del riesgo programa IEC Risk

En la siguiente tabla se presenta los cálculos de áreas y el número de impactos directos e indirectos sobre la estructura y líneas de servicio obtenidos mediante el software IEC Risk Assessment Calculator para el proyecto.

Resultados del área de colección:

Ad - Área de colección de impactos directos a la estructura	1.780 m2
Nd - número medio de impactos directos a la estructura por año	0,012 flashes/year
Am - Área de colección de la estructura afectada por sobretensiones inducidas por impactos indirectos.	228.242 m2
Nm - núm. de impactos directos a tierra o a objetos cercanos a la estructura conectados a tierra que inducen sobretensiones	3,069 flashes/year
Ac1 - área de colección de las líneas aéreas a impactos directos.	35.676 m2
NL1 - número medio de impactos directos por año a las líneas aéreas que sean potencialmente peligrosos	0,241 flashes/year
Al1 - área de colección de la línea aérea a los impactos indirectos	1.000.000 m2
Nl1 - número medio impactos directos anuales a la tierra cercana a la línea aérea que pueda causar daños por sobretensiones	6,750 flashes/year
Ac2 - área de colección de la línea enterrada a impactos directos	22.159 m2
NL2- número esperado de impactos directos anuales a la línea enterrada que sean potencialmente peligrosos	0,150 flashes/year
Al2 - área de colección de la línea enterrada a impactos indirectos.	559.017 m2
Nl2 - número de impactos indirectos anuales a la tierra cercana a la línea enterrada que induzcan sobretensiones peligrosas	3,773 flashes/year

Este cálculo del índice de riesgo de IEC pretende orientar en el análisis de diversos criterios que determinan el riesgo de pérdidas debidas al rayo. No es posible cubrir todos los elementos especiales de una estructura que puedan hacer que sufra más o menos daños debidos al rayo. En casos especiales hay factores económicos y personales que podrían ser muy importantes y considerarse junto con el índice obtenido mediante esta herramienta. Se pretende que este programa se utilice en combinación con la versión escrita de la norma IEC62305-2.

Ilustración 3: Resultados del área de colección

De la evaluación del riesgo calculado, se observa que existe un riesgo mayor al tolerable de pérdidas de vidas humanas (1.93E-05), los resultados se pueden observar mejor en la Ilustración 4: Cálculo del nivel de riesgo sin medidas de protección.

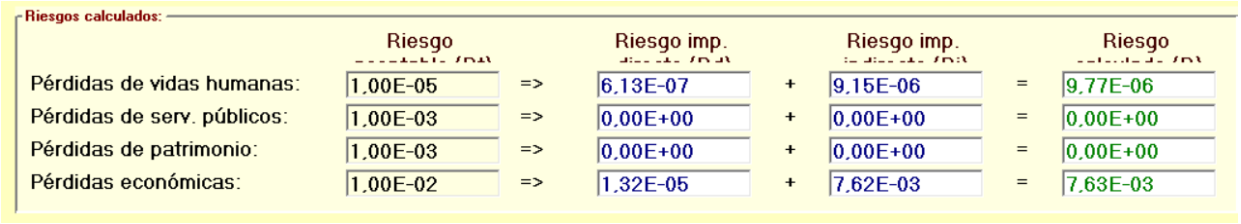
Riesgos calculados:

	Riesgo		Riesgo imp.		Riesgo imp.		Riesgo
Pérdidas de vidas humanas:	1,00E-05	=>	1,21E-06	+	1,81E-05	=	1,93E-05
Pérdidas de serv. públicos:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas de patrimonio:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas económicas:	1,00E-02	=>	1,44E-05	+	7,63E-03	=	7,65E-03

Ilustración 4: Cálculo del nivel de riesgo sin medidas de protección.

De acuerdo a cada una de las características de la instalación, a las consideraciones geográficas y del entorno, se procede a realizar la evaluación del riesgo obteniéndose como resultado que: el proyecto requiere la instalación de un sistema manual de protección contra incendios, en la Ilustración 5: Cálculo del nivel de riesgo con medidas de protección. se observa un resumen de los cálculos obtenidos con las medidas de protección adoptadas y en la

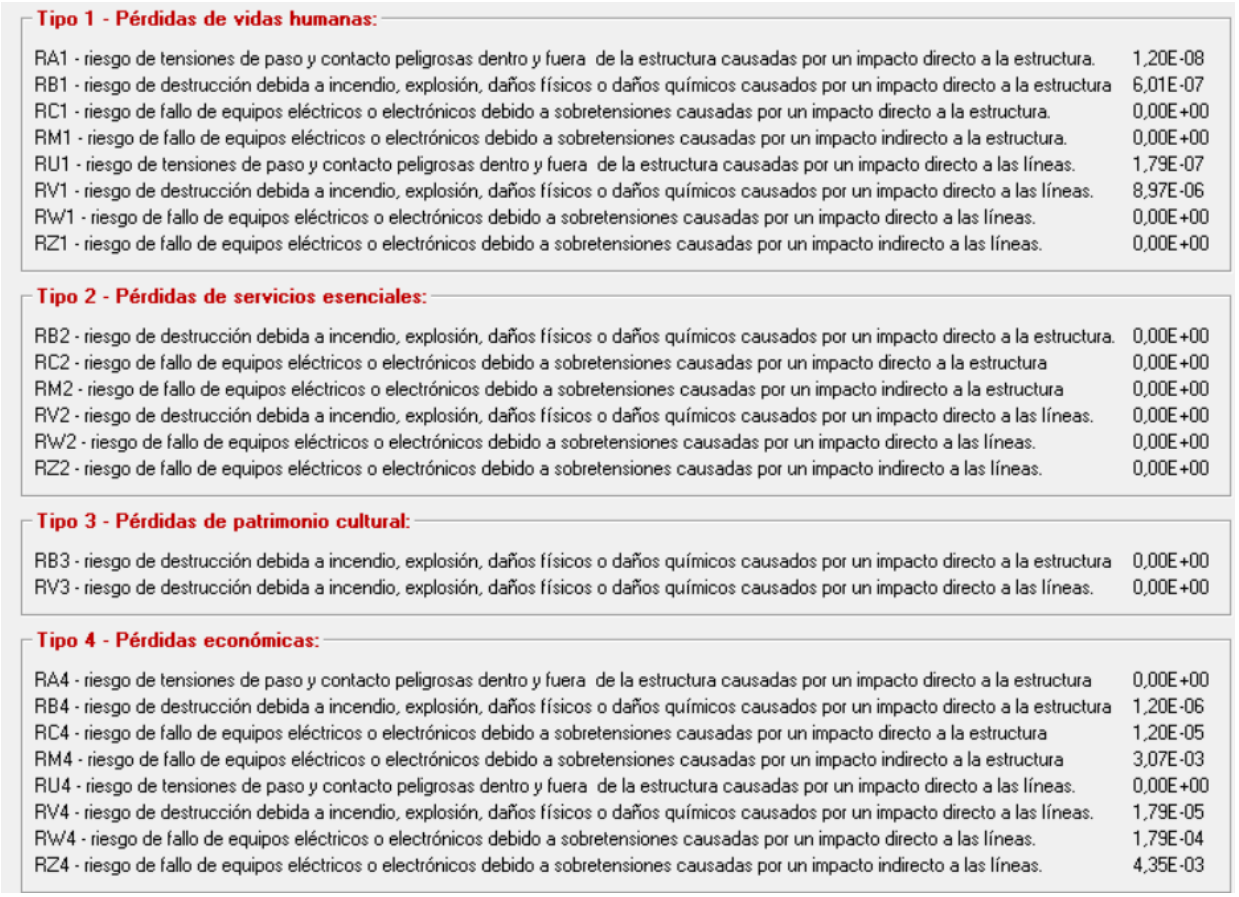
Ilustración 6: Resumen completo de los componentes de riesgos calculados en programa IEC Risk. los resultados de los componentes de riesgos según lo descrito en la Tabla *2*: Términos y definición componentes del Riesgo. del presente informe.



Riesgos calculados:

	Riesgo		Riesgo imp. directo (Pd)		Riesgo imp. indirecto (Pi)		Riesgo calculado (R)
Pérdidas de vidas humanas:	1,00E-05	=>	6,13E-07	+	9,15E-06	=	9,77E-06
Pérdidas de serv. públicos:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas de patrimonio:	1,00E-03	=>	0,00E+00	+	0,00E+00	=	0,00E+00
Pérdidas económicas:	1,00E-02	=>	1,32E-05	+	7,62E-03	=	7,63E-03

Ilustración 5: Cálculo del nivel de riesgo con medidas de protección.



Tipo 1 - Pérdidas de vidas humanas:

RA1 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a la estructura.	1,20E-08
RB1 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura	6,01E-07
RC1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura.	0,00E+00
RM1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura.	0,00E+00
RU1 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a las líneas.	1,79E-07
RV1 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	8,97E-06
RW1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RZ1 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a las líneas.	0,00E+00

Tipo 2 - Pérdidas de servicios esenciales:

RB2 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura.	0,00E+00
RC2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura	0,00E+00
RM2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura	0,00E+00
RV2 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RW2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RZ2 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a las líneas.	0,00E+00

Tipo 3 - Pérdidas de patrimonio cultural:

RB3 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura	0,00E+00
RV3 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00

Tipo 4 - Pérdidas económicas:

RA4 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a la estructura	0,00E+00
RB4 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a la estructura	1,20E-06
RC4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a la estructura	1,20E-05
RM4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a la estructura	3,07E-03
RU4 - riesgo de tensiones de paso y contacto peligrosas dentro y fuera de la estructura causadas por un impacto directo a las líneas.	0,00E+00
RV4 - riesgo de destrucción debida a incendio, explosión, daños físicos o daños químicos causados por un impacto directo a las líneas.	1,79E-05
RW4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto directo a las líneas.	1,79E-04
RZ4 - riesgo de fallo de equipos eléctricos o electrónicos debido a sobretensiones causadas por un impacto indirecto a las líneas.	4,35E-03

Ilustración 6: Resumen completo de los componentes de riesgos calculados en programa IEC Risk.

5. ACCIONES RECOMENDADAS

En los resultados obtenidos se determinó que el riesgo de que una descarga atmosférica impacte la estructura del proyecto es menor al tolerable, sin embargo, los resultados nos muestran que riesgo de pérdidas de vidas humanas son mayores al riesgo tolerable (resultado en rojo), por lo tanto, se deben adoptar las siguientes medidas de prevención (resultados en verde):

- Instalar la señalización adecuada para condiciones de riesgo eléctrico
- Instalar sistema contraincendios manuales: extintores manuales y avisos de salida en las rutas de evacuación.
- Instalar cableado y puestas a tierra según NTC 2050, IEEE std. 1100-1999

6. CONCLUSIÓN

De acuerdo a la evaluación del nivel del riesgo, el proyecto **NO** requiere de un sistema externo de protección contra descargas atmosféricas (Apantallamiento); sin embargo, **este resultado no descarta la posibilidad de que la estructura sea impactada por una descarga atmosférica ya que este es un método probabilístico.**

Simón Ramírez Noreña

Simón Ramírez Noreña
Ingeniero Electricista
Matricula: AN205-161869