

## Estudio Técnico

**Título:** Análisis de los efectos de los rayos de las tormentas eléctricas en los riesgos laborales en Colombia

**Subtítulo:** Viabilidad, Oportunidad y Necesidad de Reglamentar



**Autor:** Carlos Miguel Farias Malagón

Carlos Miguel Farias Malagón ©  
ISBN: 978-628-02-2615-6  
DNDA: 10-1384-104 – 29-12-25  
Bogotá D.C., 2025

Todos los derechos reservados.

Obra literaria registrada ante la Dirección Nacional de Derecho de Autor bajo el Certificado de Registro No. 10-1384-104 del 29 de diciembre de 2025.

De conformidad con la Ley 23 de 1982 y la Ley 1915 de 2018, queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia o grabación), sin la autorización previa y por escrito del autor. Su uso para fines académicos o profesionales requiere la citación obligatoria del autor y la fuente.

# TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	7
-------------------	---

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

1.1. Argumento y Contexto	11
1.2. Muestra de Casos Reales: La Evidencia del Peligro	12
1.3. Interrogantes, Necesidades y Desafíos de las Empresas	18
1.4. Análisis de Interrogantes	20
1.5. Definiciones	20
1.6. Objetivo del Estudio	24
1.7. Metodología	24
1.8. Destinatarios	25

## CAPÍTULO 2. ANÁLISIS TÉCNICO

TORMENTAS ELÉCTRICAS Y RIESGOS LABORALES	29
--	----

Metodología Preventiva

<b>2.1. Conocimiento del Peligro y sus Características</b>	30
• Formación de las Tormentas Eléctricas	31
• Fases de Desarrollo de las tormentas	31
• Factores Asociados a las Descargas Atmosféricas	33
• Densidad de Descargas a Tierra DDT	33
• Nivel Cerámico	36
• Distribución Geográfica del Riesgo	38
• Intensidad de la Corriente	38
• Umbrales de la Energía Eléctrica en el Cuerpo Humano	38
• Resistencia Eléctrica del Cuerpo Humano	40
• Otros Parámetros Físicos	41
• Ionización Atmosférica, Necesaria para la Descarga del rayo	41
• Dimensiones de las Nubes de Tormenta	42
• Polaridad de las Descargas Eléctricas	44
• Rayos Secos. Un Peligro Oculto	44
• Riesgos y Lesiones Asociados a los Rayos	45
• Mecanismos de Ingreso de la Corriente al Cuerpo Humano	46
• Datos de los Efectos de los Rayos y Tormentas Eléctricas en Colombia	49
• Víctimas Fatales y Frecuencia Anual	49

• Mapas de Accidentalidad	51
• Municipios de Colombia Donde se han Registrado Accidentes Fatales	52
• Porcentaje de Víctimas Fatales con Relación o no con el Trabajo	54
• Tendencia Mensual de Accidentes	55
• Sectores Económicos, Personas y Actividades Afectadas	59
• Factores del Accidente y Análisis de causa Raíz	61
<b>2.2. Metodologías para la Evaluación y Valoración del Riesgo Por Rayos</b>	<b>64</b>
<b>2.3. Controles Preventivos</b>	<b>68</b>
<b>Jerarquía de Controles para el Peligro (Rayo Procedente de las nubes de Tormenta)</b>	<b>68</b>
2.3.1. Eliminación del Peligro	68
2.3.2. Sustitución	68
2.3.3. Controles de Ingeniería	68
2.3.3.1. Sistemas de Protección	68
• Tres niveles de Sistemas de protección	69
• Estructuras Protegidas	69
• Refugios Diseñados y Construidos Contra Rayos	69
• Refugios Habilitados Contra Tormentas Eléctricas	70
• Zonas Inseguras	71
• Sistemas de Protección No convencionales	72
2.3.3.2. Predicción (Monitoreo del Peligro)	73
• Clases de Detectores y Tiempos de Alerta	74
• Aplicaciones Telefónicas como Sistemas de Alerta	74
• Alertas por Observación Humana	75
• Configuración de Niveles de Riesgo, Distancias de Activación de Alertas y Acciones a Seguir	76
<b>2.4. Controles Administrativos</b>	<b>79</b>
<b>2.5. Equipos y Elementos de Protección Personal (EPP)</b>	<b>80</b>
<b>2.6. Realidad de las Estadísticas de Incidentes y Accidentes por Rayos</b>	<b>81</b>
<b>2.7. Investigación y análisis de Incidentes y Accidentes por Rayos</b>	<b>83</b>
<b>2.8. Conclusiones del Análisis técnico</b>	<b>84</b>

## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS JURÍDICO Y NORMATIVO

<b>3.1. Introducción al Marco Legal</b>	89
<b>3.2. Clasificación Normativa (Obligatorio vs. Referencia)</b>	89
3.2.1. Normas de Obligatorio Cumplimiento	89
3.2.2. Normas de Referencia	89
<b>3.3. Interacción Normativa y Deber de Prevención</b>	90
3.3.1. Rol en el Ámbito Preventivo y Normativo	90
3.3.2. Rol en el Ámbito Jurídico (acusación y Defensa)	91
3.3.2.1. Como Elemento de Acusación	91
3.3.2.2. Como Elemento de Defensa	92
3.3.3. El principio de la Diligencia Razonable	92
<b>3.4. Fundamentos Constitucionales y Legales</b>	92
<b>3.5. Análisis de Conceptos Eximentes</b>	93
3.5.1. Caso Fortuito y Fuerza Mayor	93
3.5.2. Imprevisibilidad	94
3.5.3. Irresistibilidad	95
<b>3.6. Responsabilidad y Negligencia en SST</b>	96
3.6.1. Argumentación desde la perspectiva de SST	96
3.6.2. Límites entre Seguridad, Pérdidas y la Vida Humana	96
3.6.3. Negligencia por desconocimiento Técnico	97
3.6.3.1. Implicaciones para el Empleador	97
3.6.3.2. Implicaciones para el Gestor de SST	97
3.6.4. Culpa del Trabajador (Víctima del Rayo)	98
3.6.5. Prioridad de la Labor, o la Vida e Integridad del Trabajador	99
<b>3.7. Gestión con Terceros: Servicios de SST y Contratistas</b>	100
3.7.1. Contratación de Servicios de SST	100
3.7.2. Registro de Socialización a Contratistas	100
<b>3.8. La Brecha Normativa (Riesgo por Rayos)</b>	102
3.8.1. Argumentos para la Regulación	103
3.8.2. Jurisprudencia y Ejemplos	104
<b>3.9. Conclusiones del Análisis Jurídico</b>	104

## **CAPÍTULO 4. ANÁLISIS ECONÓMICO: COSTO-EFICACIA**

4.1. Enfoque: Costo-Eficacia vs. Costo-Beneficio	109
4.2. El Enfoque en el Control de Pérdidas	110
4.3. Beneficios Intangibles	110
4.4. Inventario de Costos para la Prevención	111
<b>4.5. Conclusiones del Análisis Económico</b>	<b>112</b>

## **CAPÍTULO 5. ANÁLISIS SOCIAL Y CULTURAL**

5.1. Muestra de Casos en el Entorno Familiar y Social	115
5.2. Impacto Social y Deber de Prevención Ampliado	116
5.3. Cultura de Seguridad y Vulnerabilidad	116
<b>5.4. Conclusiones del Análisis Social</b>	<b>118</b>

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIÓN GENERAL Y VIABILIDAD**

6.1. Viabilidad	121
6.2. Integración con los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	121
6.3. Oportunidad	122
6.4. Necesidad	123
6.5. La Justicia y Reflexión Final	125

## **CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES PARA LA REGULACIÓN**

7.1. Hoja de Ruta: Qué se debe reglamentar	129
7.2. Aspectos Generales (Objeto, Definiciones y Alcance)	129
7.3. Conocimiento del Peligro	129
7.4. Nivel de Riesgo (IPEVR)	130
7.5. Controles de Ingeniería (Protección y Monitoreo)	130
7.6. Controles Administrativos y Restricciones Operativas	131
7.7. Gestión Post-Incidente y Legal	132

## **CAPÍTULO 8. GUÍA DE CONDUCTAS Y NORMAS DE SEGURIDAD**

8.1. Qué hacer ante actividad de rayos	135
8.2. Qué No Hacer	136

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	137
EPÍLOGO: REFLEXIÓN FINAL	142

## RESUMEN EJECUTIVO

El riesgo asociado a las descargas atmosféricas (rayos) constituye un problema crítico para la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) a nivel global. En Colombia, diversas fuentes han documentado incidentes y accidentes laborales que varían de leves a mortales, con un registro promedio de más de 65 fatalidades anuales en los últimos 20 años. Es fundamental considerar que la incidencia real es probablemente mayor, ya que las lesiones no se han cuantificado de manera sistemática en el país.

En este contexto, el presente estudio se enfoca en determinar la **viabilidad, oportunidad y necesidad** de que la Dirección de Riesgos Laborales del Ministerio del Trabajo emita una regulación específica. Esta normativa debe establecer metodologías, técnicas y programas sólidos para la prevención de accidentes laborales de origen natural, basándose en directrices técnicas comprobadas y no en percepciones o mitos.

La metodología de la investigación se fundamentó en un análisis integral que abarcó las dimensiones técnica, jurídica, económica y social, con el propósito de generar una base probatoria y argumental robusta para las conclusiones y recomendaciones.

- **El Análisis Técnico** se fundamentó en la metodología de gestión de riesgos establecida en el Decreto 1072 de 2015. Implicó la identificación del peligro de los rayos, la recopilación de datos y estadísticas sobre la accidentalidad en Colombia, la caracterización de este tipo de eventos y la aplicación de la jerarquía de controles existentes a nivel nacional e internacional como estrategia preventiva.
- **El Análisis Jurídico** examinó las normas de obligatorio cumplimiento y las normas de referencia aplicables a la prevención de accidentes por rayos. Se profundizó en conceptos clave como el caso fortuito o la fuerza mayor, la imprevisibilidad y la irresistibilidad en el contexto de un accidente por rayo. Desde el enfoque de SST, se contrastó la prioridad de la vida frente a la productividad, abordando la primacía de la vida, el deber de prevención y la posible configuración de negligencia por desconocimiento técnico. A pesar de la existencia de estos principios rectores, se concluye que persiste una brecha normativa significativa para la prevención de accidentes específicos causados por los rayos, un riesgo transversal a la mayoría de los sectores económicos, especialmente en labores a la intemperie.

- **El Análisis Económico** presenta el inventario de recursos necesarios para implementar un programa efectivo de prevención de accidentes por rayos. Se argumenta que es conceptualmente incorrecto sostener que “la SST es una inversión, no un gasto”, ya que este enfoque contable desvirtúa la finalidad ética y humanitaria esencial de la SST.

La prevención de accidentes laborales por rayos debería centrarse en un análisis de costo-eficacia, no de costo-beneficio.

- **El Análisis Social** consideró los accidentes extralaborales por los rayos en la vida de los trabajadores y sus familias. Se documentaron casos de muertes y lesiones de familiares (especialmente menores de edad) ocurridas en entornos escolares, recreativos y residenciales. El estudio concluye que la reglamentación de técnicas y metodologías de prevención contribuirá a la seguridad de familiares y allegados, promoviendo una cultura de seguridad que trascenderá el ámbito laboral hacia el entorno familiar y social.

## Conclusión General

Con base en los análisis técnico, jurídico, económico y social, se determina que la reglamentación para la prevención de accidentes laborales por rayos es **viable, oportuna y necesaria**.

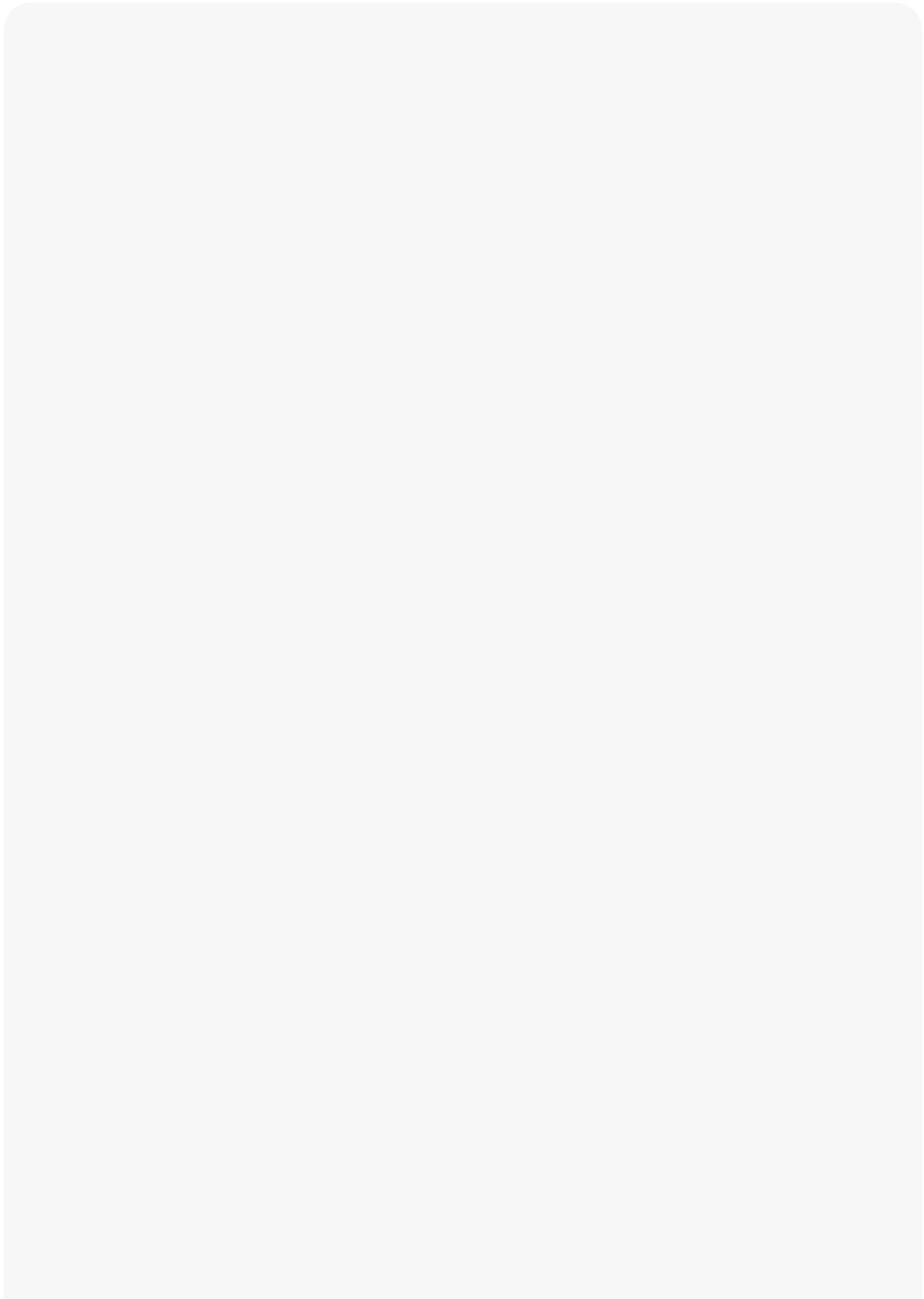
Esta posición se justifica en que:

- La existencia de metodologías, normas y herramientas comprobadas que no son de obligatorio cumplimiento, hace la regulación **viable**.
- La ocurrencia de accidentes fatales y graves todos los meses del año hace que sea **oportuno** actuar para reducir los niveles de riesgo.
- El amplio desconocimiento técnico de las empresas y líderes de SST para gestionar este peligro en particular demuestra su **necesidad**.

*Capítulo 1*

---

# **INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO**



## 1.1. ARGUMENTO Y CONTEXTO

El estudio y análisis de los efectos de las descargas atmosféricas (rayos) en el ámbito de los riesgos laborales en Colombia es crucial. La evidencia objetiva, sustentada en datos y hechos presentados en el presente documento, comprueba que estos accidentes ocurren realmente en trabajadores, tanto formales como informales, expuestos directa o indirectamente al fenómeno de origen natural. Además, existen metodologías y herramientas comprobadas para gestionar su prevención.

Si bien estos eventos se han categorizado como accidentes raros, olvidados y de baja frecuencia, lo que resulta en un subregistro en su investigación y prevención, el impacto cuando ocurren es catastrófico. Producen lesiones excesivamente graves, a menudo fatales, y pueden ser múltiples (varios muertos y/o heridos en un solo caso), generando además pérdidas económicas, ambientales y culturales.

Datos consolidados del Observatorio de Accidentes por Tormentas Eléctricas de Colombia (OATEC) y el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) coinciden en que en Colombia se producen más de 65 fatalidades prematuras al año, afectando a personas en edad laboralmente productiva.

Si bien las tormentas eléctricas son un fenómeno meteorológico de difícil predicción, el presente estudio ha permitido caracterizar los accidentes laborales derivados de ellas, así como establecer su análisis y la jerarquía de controles aplicables. Esto demuestra que estos riesgos sí se pueden y deben gestionar y prevenir.<sup>1</sup>

Para la prevención, existen normas técnicas de referencia tanto nacionales como internacionales, como la serie de Normas Técnicas Colombianas (NTC 4552) y las de la IEC (*International Electrotechnical Commission*) 62305. Sin embargo, se reitera que estas normas son de referencia y no son de obligatorio cumplimiento.

El estudio confirma que en la gestión de riesgos laborales en Colombia existe una laguna en la definición de criterios estratégicos y técnicos para la prevención de accidentes por rayos. Esta falta de claridad abarca aspectos fundamentales que impiden:

---

1 Prevenir. Ejecutar actividades anticipadas y planeadas para erradicar o reducir los niveles de riesgo que puedan causar situaciones negativas, accidentes, enfermedades o problemas.

- La clasificación de los niveles de riesgo y alerta.
- Los sistemas de protección y alerta temprana.
- Las distancias de seguridad y los protocolos de suspensión o reanudación de labores.
- Los parámetros de capacitación y la conceptualización de zonas seguras y refugios.
- La gestión de inspecciones de seguridad.

Además, el problema se agrava debido a la ausencia de reglamentación obligatoria que dirija la prevención de accidentes laborales por descargas atmosféricas. Este riesgo es transversal a un amplio número de sectores económicos.

En consecuencia, el tema no se integra adecuadamente en los programas académicos, estudios y análisis de riesgos, lo que perpetúa los bajos niveles de cultura de seguridad en relación con este peligro natural.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio es determinar si es viable, oportuno y necesario que el Estado regule la aplicación de la jerarquía de controles requerida para salvaguardar la vida e integridad de los trabajadores expuestos a las descargas atmosféricas.

## 1.2. MUESTRA DE CASOS REALES: LA EVIDENCIA DEL PELIGRO

A continuación, se presenta una selección de casos de accidentes laborales por descargas atmosféricas registrados en Colombia, confirmados por el OATEC. Esta lista no es solo estadística; representa vidas perdidas y familias afectadas, evidenciando la letalidad del fenómeno en diversos sectores productivos.

### AÑO 2025

- **Febrero 9 – Ocetá, Boyacá:** Un trabajador falleció por el impacto de un rayo mientras laboraba como cuidador de páramo. Fuente Caracol: <https://caracol.com.co/2025/02/15/juan-ponguta-guardaparamos-fallecio-en-el-paramo-siscunsi-oceta-tras-ser-impactado-por-un-rayo/>

- **Febrero 27 – Pacho, Cundinamarca:** Dos linieros del sector eléctrico murieron y dos resultaron heridos por un rayo. (Fuente: Comunicado oficial Enlaza).
- **Marzo 17 – Montelíbano, Córdoba:** Una estudiante murió y tres resultaron heridas por un rayo mientras realizaban actividad física en las instalaciones de un colegio. Fuente Caracol: <https://caracol.com.co/2025/02/15/juan-ponguta-guardaparamos-fallecio-en-el-paramo-siscunsi-oceta-tras-ser-impactado-por-un-rayo/>
- **Marzo 26 – Carmen de Bolívar:** Un trabajador campesino y su mascota murieron por un rayo mientras desarrollaban actividades en su finca. Fuente Noticias Caracol: <https://www.noticiascaracol.com/colombia/campesino-y-su-perrito-en-carmen-de-bolivar-murieron-al-ser-alcanzados-por-un-rayo-rg10>
- **Abril 3 – Lorica (Zona Rural):** Un trabajador del sector de silvicultura falleció al ser impactado por un rayo mientras laboraba en un árbol. Fuente Chicanoticias: <https://www.chicanoticias.com/2025/04/04/hombre-muere-alcanzado-rayo/>
- **Abril 3 – Barbosa, Antioquia:** Un miembro de la Policía Nacional murió por un rayo durante el desarrollo de operaciones en zona rural. Fuente Documental: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1n\\_iilp5-NMOrp6w8Y7rl7k3yyRY1TfXT0NWz7MYvhDo/edit?gid=0#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1n_iilp5-NMOrp6w8Y7rl7k3yyRY1TfXT0NWz7MYvhDo/edit?gid=0#gid=0)
- **Abril 5 – Límites Angostura y Yarumal:** Un joven ganadero resultó herido por un rayo; el evento dejó varias reses muertas. Fuente H13N: <https://www.h13n.com/se-salvo-de-milagro-un-joven-resulto-herido-en-medio-de-una-tormenta-electrica-en-yarumal/318398/>
- **Abril 7 – Timbío, Cauca:** Un trabajador del sector agrícola murió por un rayo mientras laboraba en la molienda de caña. Fuente El País: <https://www.elpais.com.co/colombia/un-rayo-acabo-con-la-vida-del-joven-danilo-narvaez-tragica-emergencia-registrada-en-zona-rural-de-timbio-cauca-0847.html>
- **Mayo 11 – Montecristo, Bolívar:** Un trabajador del sector agropecuario murió por un rayo en una finca. Fuente El Herald: <https://www.elheraldo.co/colombia/2025/05/12/un-hombre-murio-tras-el-impacto-de-un-rayo-mientras-trabajaba-en-su-finca-en-bolivar/>

- **Julio 29 – Cartagena (Zona Rural):** Dos trabajadores murieron y dos resultaron heridos por un rayo mientras desarrollaban actividades en una finca. **Fuente Caracol:** <https://caracol.com.co/2025/07/30/dos-muertos-y-dos-heridos-dejo-la-caida-de-un-rayo-en-zona-rural-de-cartagena/>
- **Agosto 2 – Tierralta, Córdoba:** Un joven falleció por un rayo mientras participaba en un campeonato deportivo programado. **Fuente Infobae:** <https://www.infobae.com/colombia/2025/08/04/a-joven-lo-mato-un-rayo-mientras-jugaba-futbol-hay-otras-dos-personas-heridas/>
- **Agosto 9 – Momil, Córdoba:** Un vaquero y su caballo murieron por un rayo mientras desarrollaban labores en una finca. **Fuente Chicanoticias:** <https://www.chicanoticias.com/2025/08/09/rayo-le-quito-la-vida-a-un-vaquero-y-a-su-caballo-en-zona-rural-de-momil/>
- **Agosto 14 – Argelia, Antioquia:** Un soldado del Ejército Nacional murió por un rayo durante el desarrollo de operaciones militares. (Fuente DIPSE, Ejército).
- **Agosto 20 – Chigorodó, Antioquia:** Un trabajador del sector de cultivo y producción de aceite de palma murió por un rayo. **Fuente Alerta Paisa:** <https://www.alertapaisa.com/noticias/antioquia/rayo-impacto-un-trabajador-de-24-anos-en-una-finca-de-cultivo-de-palma-en-chigorodo>
- **Agosto 21 – Villa Garzón, Putumayo:** Dos trabajadores del sector agrario murieron por un rayo en una finca. **Fuente Mi Putumayo:** <https://miputumayo.com.co/2025/08/22/tragedia-en-villagarzon-un-rayo-les-quito-la-vida-a-dos-hombres/>
- **Octubre 13 – Golfo de Morrosquillo, Sucre:** Un agricultor murió y otro resultó herido por un rayo en una finca. **Fuente El Heraldo:** <https://www.elheraldo.co/sucre/2025/10/15/joven-murio-por-impacto-de-un-rayo-en-una-finca-en-el-golfo-de-morrosquillo/>
- **Octubre 18 – Sevilla, Valle (Incidente):** Un empleado resultó afectado por un incidente de rayo dentro del área de producción de un centro de silvicultura, sin presentar lesiones iniciales.
- **Octubre 18 – Mingueo, Guajira (Accidente Leve):** Un guarda de seguridad sufrió un accidente leve por rayo en su garita en una empresa del sector

eléctrico.

- **Octubre 29 – Ciénaga Grande, Magdalena:** Un pescador murió por un rayo mientras desarrollaba su faena. **Fuente Hoy Diario del Magdalena:** <https://hoydiariodelmagdalena.com.co/1196077/rayo-mato-a-pescador-en-puebloviejo/>

## AÑO 2024

- **Febrero 2 – Guática, Risaralda:** Un trabajador contratista murió por un rayo realizando actividades de silvicultura. **Fuente RCN Radio:** <https://www.rcnradio.com/colombia/eje-cafetero/aguacero-en-risaralda-dejo-un-muerto-por-caida-de-rayo-y-20-viviendas>
- **Marzo 21 – Puerto Rico, Caquetá:** Un agricultor murió por un rayo. **Fuente Neiva Estéreo:** <https://neivaestereo.co/agricultor-perdio-la-vida-tras-ser-impactado-por-un-rayo/>
- **Abril 1 – Garzón, Huila:** Un soldado murió y otro resultó herido por un rayo dentro de una unidad militar. **Fuente Caracol:** <https://caracol.com.co/2024/04/02/soldado-perdio-la-vida-despues-de-caerle-un-rayo-en-garzon-huila/>
- **Abril 18 – Jamundí, Valle:** Una estudiante de maestría falleció y otras seis personas resultaron heridas por un rayo durante prácticas profesionales en una finca. **Fuente El Tiempo:** <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/mujer-murio-tras-ser-impactada-por-un-rayo-en-jamundi-valle-3335507>
- **Abril 27 – Cali (Incidente en Infraestructura):** Un hospital fue impactado por un rayo, causando daños al sistema eléctrico y obligando a la evacuación de pacientes. **Fuente Noticias Caracol:** <https://www.noticiascaracol.com/valle/en-cali-hospital-es-impactado-por-un-rayo-y-se-queda-sin-energia-trasladaron-pacientes-rg10>
- **Mayo 19 – Manizales (Accidente Catastrófico):** Veintiocho (28) policías resultaron heridos por un rayo en la Escuela de Carabineros. **Fuente La Patria:** <https://www.lapatria.com/sucesos/rayo-en-la-escuela-de-carabineros-de-manizales-deja-28-personas-lesionadas>
- **Junio 9 – Mingueo, Guajira:** Un escolta de la UNP (Unidad Nacional de Protección) murió por un rayo en cumplimiento de sus funciones. **Fuente Diario La Libertad:** <https://diariolalibertad.com/sitio/2024/06/10/joven-fallece-tras-ser-alcanzado-por-un-rayo-en-playa-de-dibulla-la-guajira/>

- **Agosto 11 – Mingueo, Guajira:** Un suboficial del Ejército murió por un rayo mientras prestaba guardia en una base militar. **Fuente Vanguardia:** <https://www.vanguardia.com/judicial/2024/08/12/suboficial-del-ejercito-murio-tras-ser-impactado-por-rayo-mientras-prestaba-guardia/>
- **Septiembre 26 – Gachantivá, Boyacá:** Cuatro trabajadoras resultaron heridas por un rayo en un cultivo de uchuvas de exportación. **Fuente Boyacá 7 Días:** <https://boyaca7dias.com.co/2024/09/27/un-rayo-estuvo-a-punto-de-causar-una-tragedia-en-gachantiva-cuatro-jovenes-tuvieron-que-ser-remitidos-a-tunja/>
- **Octubre 16 – El Bagre, Antioquia:** Un minero (minería informal) murió por un rayo. **Fuente Blu Radio:** <https://www.bluradio.com/regiones/antioquia/minero-murio-al-ser-impactado-por-un-rayo-en-una-mina-del-bajo-cauca-antioqueno-rg10>
- **Noviembre 7 – Puerto Colombia, Atlántico:** Dos salvavidas resultaron heridos por un rayo mientras cumplían sus labores en playas. **Fuente El Herald:** <https://www.elheraldo.co/atlantico/2024/11/08/tormenta-electrica-causa-emergencia-en-playas-de-puerto-colombia/>
- **Noviembre 19 – El Bagre, Antioquia:** Un trabajador de minería informal murió por un rayo. **Fuente El Colombiano:** <https://www.elcolombiano.com/antioquia/muere-joven-futbolista-tras-impacto-de-un-rayo-en-el-bagre-antioquia-LG25892494>

## AÑO 2023

- **Mayo 16 – Frontino, Antioquia:** Un campesino murió por un rayo y su hijo resultó lesionado durante actividades de ordeño. **Fuente Pulzo:** <https://www.pulzo.com/nacion/campesino-frontino-antioquia-murio-rayo-ordenar-vaca-PP2807899A>
- **Mayo 18 – Montecristo, Bolívar:** Un policía murió y otro resultó herido por un rayo en desarrollo de operaciones. **Fuente El Universal:** <https://www.eluniversal.com.co/sucesos/terrible-rayo-mato-a-policia-mientras-patrullaba-hay-un-lesionado-EH8339420>
- **Mayo 25 – Pacho, Cundinamarca (Accidente Catastrófico):** Dos trabajadores contratistas de la construcción murieron y cuatro resultaron heridos por un rayo. **Fuente Blu Radio:** <https://www.bluradio.com/blu360/cundinamarca/dos-muertos-y-cuatro-heridos-por-caida-de-un-rayo-en-pacho-cundinamarca-rg10>,

- **Septiembre 8 – El Playón, Chocó:** Un soldado murió por un rayo en desarrollo de operaciones. **Fuente El Universal:** <https://www.eluniversal.com.co/sucesos/mientras-realizaba-operaciones-militares-rayo-impacto-a-soldado-y-lo-mato-JJ8975847>
- **Noviembre 5 – Codazzi, Cesar:** Un trabajador de cultivo de palma de aceite murió por un rayo. **Fuente Pulzo:** <https://www.pulzo.com/nacion/rayo-mato-trabajador-empresa-palma-cesar-hubo-tormenta-aguacero-PP3209044A>

## AÑO 2017

- **Diciembre 23 – Popayán, Cauca (Accidente Catastrófico):** Setenta y siete (77) soldados resultaron heridos por un rayo seco durante una ceremonia militar. **Fuente Noticias Caracol:** <https://www.noticiascaracol.com/colombia/tres-de-los-77-soldados-lesionados-por-la-caida-de-rayo-en-popayan-aun-permanecen-en-estado-critico>

## NOTA SOBRE EL SUBREGISTRO DE CASOS

Es fundamental entender que los casos reseñados en este estudio son una muestra oficial confirmada por el OATEC. Las cifras reales de accidentalidad son considerablemente mayores debido a un subregistro significativo. Este fenómeno se atribuye a:

- **Falta de Caracterización:** Los accidentes por rayos se clasifican frecuentemente como choques eléctricos, confundándose con accidentes industriales por corriente alterna.
- **Discreción Empresarial:** Empresas y microempresas manejan de forma discreta o reservada los eventos (leves, graves e incluso mortales) por temor a sanciones, o los atribuyen a causas extralaborales o a “situaciones del destino”. Esta práctica contribuye directamente a la inexactitud de las estadísticas oficiales.

### 1.3. INTERROGANTES, NECESIDADES Y DESAFÍOS DE LAS EMPRESAS ANTE EL RIESGO DE RAYOS<sup>2</sup>

A continuación, se relacionan las preguntas más frecuentes que los líderes de SST de las empresas manifiestan en las capacitaciones que desarrolla el OATEC:

- ¿Los accidentes por rayos se pueden prevenir?
- ¿Se sabe dónde y cuándo van a caer los rayos?
- ¿Cómo anticiparse a una tormenta eléctrica?
- ¿Cómo aprovechar la corriente de los rayos?
- ¿Por qué los celulares atraen los rayos?
- ¿Qué elementos atraen los rayos?
- ¿Qué elementos no atraen los rayos?
- ¿Cómo prevenir accidentes por rayos?
- ¿Por qué entierran a la gente después que le cae un rayo y quedan cargadas de energía?
- ¿Cómo aislarse de los rayos?
- ¿Los accidentes por rayos son circunstancias del destino?
- ¿Cuáles son las normas de seguridad?
- ¿Los accidentes por rayos son de origen natural, no laboral?
- ¿Dónde está reglamentada la prevención de accidentes por rayos? ¿dónde dice eso?
- ¿Por qué aplicar las normas que no son de obligatorio cumplimiento, como las NTC en la prevención de accidentes por rayos?
- ¿Cuánto es el cubrimiento de un pararrayos?
- ¿Qué pararrayos se deben emplear?

- ¿Los pararrayos son fáciles de construir?
- ¿Cuáles son los sitios seguros contra rayos?
- ¿Existen protocolos para prevenir accidentes por rayos?
- ¿Los equipos manuales para detectar rayos y las aplicaciones sirven para detectar los rayos?
- ¿Por qué después de tener un sistema de monitoreo aumentan las alarmas por rayos?
- ¿Cómo disminuir las alertas por rayos?
- ¿Qué hacer para no parar la productividad en presencia y exposición a tormenta eléctrica?
- ¿Cuál es el punto de equilibrio entre seguridad y productividad cuando hay rayos?
- ¿A qué distancia caen los rayos y cómo medirla?
- ¿Cuáles son los elementos de protección personal contra rayos de tormentas eléctricas?
- ¿Cómo saber si la persona murió por un rayo o por otra causa?
- ¿Solicitan capacitación para los trabajadores, normas de seguridad, y protocolos?

## 1.4. ANÁLISIS DE INTERROGANTES

El análisis de los interrogantes formulados por las empresas y gestores de SST hace evidente un vacío significativo en el conocimiento técnico y jurídico respecto a la prevención y gestión de los riesgos asociados a las descargas atmosféricas.

Si bien el RETIE y la Resolución 5018 de 2019 demandan la suspensión de labores ante tormentas eléctricas, estas disposiciones son limitadas. La normativa actual no especifica las actividades, metodologías ni los parámetros necesarios para una gestión preventiva integral del riesgo. Por lo tanto, se requiere mayor claridad sobre cómo aplicar la jerarquía de controles de forma efectiva en el diseño del sistema, sin depender de la interrupción de la tarea como única medida de mitigación.

Esta brecha de comprensión sugiere que el desconocimiento es un factor de riesgo subyacente y potencialmente determinante en la causa raíz de los accidentes laborales. Esto obstaculiza una gestión preventiva eficaz en todos los centros y puestos de trabajo.

Las fatalidades y casos de alta severidad descritos (analizados en este estudio desde 2005) constituyen la base empírica de esta investigación. Estos eventos, sumados a las recurrentes consultas de gestores de SST que evidencian un profundo desconocimiento técnico y normativo, sirvieron como justificación y fuente de inspiración para el desarrollo de los análisis técnicos, jurídicos, económicos y sociales. Por lo tanto, este estudio se nutre de la experiencia directa y de la necesidad palpable de generar conocimiento y directrices claras.

## 1.5. DEFINICIONES

Para los fines de este estudio y con el objetivo de asegurar la claridad conceptual y la precisión técnica, a continuación se presentan las definiciones de los términos clave empleados a lo largo del documento.

**Accidente Olvidado:** Aquel que afecta principalmente a las poblaciones más vulnerables, con limitado acceso a los servicios de seguridad y salud en el trabajo (SST). Requiere un abordaje integrado para su prevención y control.

**Accidente Raro:** Accidente que afecta a un número reducido de personas en comparación con la población general. Puede ser poco frecuente en una región, pero habitual en otra. Se caracteriza por ser poco frecuente, potencialmente mortal o debilitante a largo plazo, y de alto nivel de complejidad.

**Alerta (Ley 1523 de 2012):** Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, basándose en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno. Su objetivo es activar procedimientos de acción previamente establecidos.

**Capacitación:** Proporcionar conocimientos teóricos y habilidades específicas para desempeñar una tarea o rol.

**COPASST:** Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo.

**DDT (Densidad de Descargas a Tierra):** Número de rayos promedio al año por kilómetro cuadrado.

**DPS:** Dispositivos de Protección contra Sobretensiones.

**Entrenamiento:** Implica la práctica continua y repetitiva para perfeccionar habilidades específicas.

**Estados de Alerta:** Diferentes niveles de advertencia que indican la preparación, acción o refugio ante condiciones adversas por tormenta eléctrica. Se basan en criterios preestablecidos de incremento o disminución del nivel de riesgo (Alto, Medio o Bajo).

**Estructura Protegida contra Rayos:** Edificación convencional con un sistema integral de protección contra descargas atmosféricas. Está diseñada para interceptar, conducir y disipar la corriente de los rayos de manera segura hacia tierra, previniendo daños a personas, equipos e infraestructura. Sus componentes incluyen captadores aéreos, conductores bajantes, sistema de puesta a tierra, equipotencialización y DPS.

**Guía Técnica:** Documento orientativo que ofrece recomendaciones generales. Aunque no es de cumplimiento obligatorio, sirve como referencia para buenas prácticas. Permite adaptaciones según los sectores económicos y puede sugerir niveles, distancias de alerta y alarma.

**HSE:** Persona líder de la Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

**Jaula de Faraday:** Dispositivo o estructura metálica cerrada que bloquea los campos eléctricos externos. Cuando está expuesta a un campo eléctrico o a una descarga de rayo, las cargas se redistribuyen en el material conductor, cancelando el campo eléctrico en el interior.

**Lesiones a Seres Vivos (Injuries of Living Beings):** Pérdida de facultades físicas, biológicas o psíquicas (incluida la vida) de personas o animales, debido a tensiones de paso o de contacto causadas por el rayo. (NTC 4552-1) .

**NC (Nivel Cerámico):** Número promedio de días del año en los que se registran tormentas eléctricas en un sector específico. Un día cerámico es aquel en el que se produce al menos un rayo o descarga a tierra.

**NR:** Nivel de Riesgo.

**OATEC:** Observatorio de Accidentes por Tormentas Eléctricas de Colombia.

**P y P:** Promoción de la seguridad y prevención de accidentes por tormentas eléctricas.

**Peligro:** Fuente, situación o acto con potencial de causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones. (Decreto 1072/2015).

**Personal Expuesto:** Trabajadores designados a efectuar tareas principalmente a la intemperie, a campo abierto. También incluye personal en lugares vulnerables a los efectos de los rayos.

**Punto de Impacto (Point of Strike):** Punto donde una descarga toca tierra o un objeto elevado (ej. estructuras, sistemas de protección, árboles). Una descarga puede tener más de un punto de impacto. (NTC 4552-1)

**Prevenir:** Ejecutar actividades anticipadas y planeadas con el objetivo de erradicar o reducir los niveles de riesgo que puedan causar situaciones negativas, accidentes o enfermedades.

**Protocolo de Seguridad:** Documento interno de obligatorio cumplimiento que consigna estrategias técnicas generales para ejecutar medidas de prevención y acciones seguras. Puede derivarse de una guía técnica y es el antecedente del P.O.N. (Procedimiento Operativo Normalizado).

**P.O.N. (Procedimiento Operativo Normalizado):** Documento técnico y detallado de obligatorio cumplimiento que describe el paso a paso para ejecutar una acción o tarea. Su objetivo es estandarizar procesos (responsables, recursos, tiempos, acciones) para que se realicen consistentemente por trabajadores y contratistas. El P.O.N. especifica la activación de alertas, la comunicación y la guía del personal a refugios.

**Rayo (Lightning):** Descarga eléctrica atmosférica caracterizada por la transferencia de carga eléctrica que puede ocurrir de la nube a la tierra, de la tierra a la nube, entre nubes, al interior de una nube o de la nube a la ionósfera. (NTC 4552-1).

**Refugio Construido contra Rayos:** Instalación erigida específicamente bajo el principio de la Jaula de Faraday. Está equipada con un sistema de protección que conduce la corriente de los rayos a tierra de forma segura, protegiendo a los ocupantes del impacto directo o cercano.

**Refugios Habilitados contra Rayos:** Estructuras cuya función principal no es la protección, pero que pueden ser acondicionadas provisionalmente como refugios. Cumplen con requisitos mínimos para canalizar la corriente a tierra, evitando daños por impacto directo o proximidad. Ejemplos incluyen cabinas metálicas de automotores, grúas y contenedores metálicos. Deben contar con su respectivo dispositivo de puesta a tierra.

**Relámpago:** El destello de luz visible en la atmósfera. Se produce por la acumulación de cargas eléctricas en las nubes, generando una descarga eléctrica entre nubes o entre una nube y la tierra.

**Riesgo Aceptable:** Nivel de riesgo que puede ser asumido sin necesidad de intervención en las condiciones actuales.

**Riesgo Aceptable:** Nivel de riesgo que puede ser asumido sin necesidad de intervención en las condiciones actuales.

**Riesgo No Tolerable:** Aquel que supera los límites de seguridad aceptables y, por lo tanto, no puede ser permitido bajo ninguna circunstancia.

**Riesgo Residual:** El riesgo que persiste después de que se han implementado y contabilizado todas las medidas y controles de seguridad. (ISO 27001).

**S.A.T (Sistema de Alerta Temprana):** Herramienta diseñada para monitorear, pronosticar, alertar y comunicar con anticipación los niveles de riesgo ante tormentas eléctricas. Permite desplegar acciones preventivas preestablecidas en protocolos para proteger personas, operaciones y activos.

**SISO:** Persona líder de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

**SST:** Seguridad y Salud en el Trabajo.

**SG-SST:** Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

**SIPCR (Sistema Integral de Protección contra Rayos):** Conjunto de protecciones externas, protecciones internas y medidas generales de seguridad. Su objetivo es garantizar niveles de riesgo tolerables y evitar accidentes, pérdidas o daños.

**Sistemas de Advertencia:** Dispositivos visuales o sonoros utilizados para alertar a las personas sobre la presencia de una tormenta eléctrica.

**Tormenta Eléctrica:** Fenómeno meteorológico de origen natural. Se caracteriza por la formación de energía eléctrica, relámpagos o rayos, y el sonido asociado (truenos).

**Trueno:** Sonido que sigue al relámpago. Se produce cuando el aire alrededor del rayo se calienta de manera instantánea, se expande rápidamente y genera una onda sonora.

## 1.6. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo central del estudio es determinar la **viabilidad, oportunidad y necesidad** de que la Dirección de Riesgos Laborales de Colombia formalice una reglamentación (resolución, protocolo o circular, etc.) que defina la aplicación de la jerarquía de controles para este peligro de origen natural.

Para lograr esto, la investigación se fundamentó en un análisis exhaustivo de las dimensiones técnica, jurídica, económica y social.

El fin supremo es salvaguardar la vida, integridad y bienestar de los trabajadores, proteger la continuidad de las operaciones y evitar pérdidas en los sectores de riesgo.

## 1.7. METODOLOGÍA

La investigación adoptó un enfoque mixto, combinando datos cualitativos y cuantitativos para analizar los efectos reales de las descargas atmosféricas en la población colombiana, dentro y fuera del ámbito laboral. La recolección de datos se centró en la caracterización de accidentes documentados durante un periodo de 20 años (2005 a 2025), con énfasis en los casos más recientes (2023, 2024 y primer semestre de 2025). El proceso incluyó una revisión documental exhaustiva y la incorporación de la experiencia del autor en el análisis de causa raíz de accidentes laborales en las fuerzas militares de Colombia.

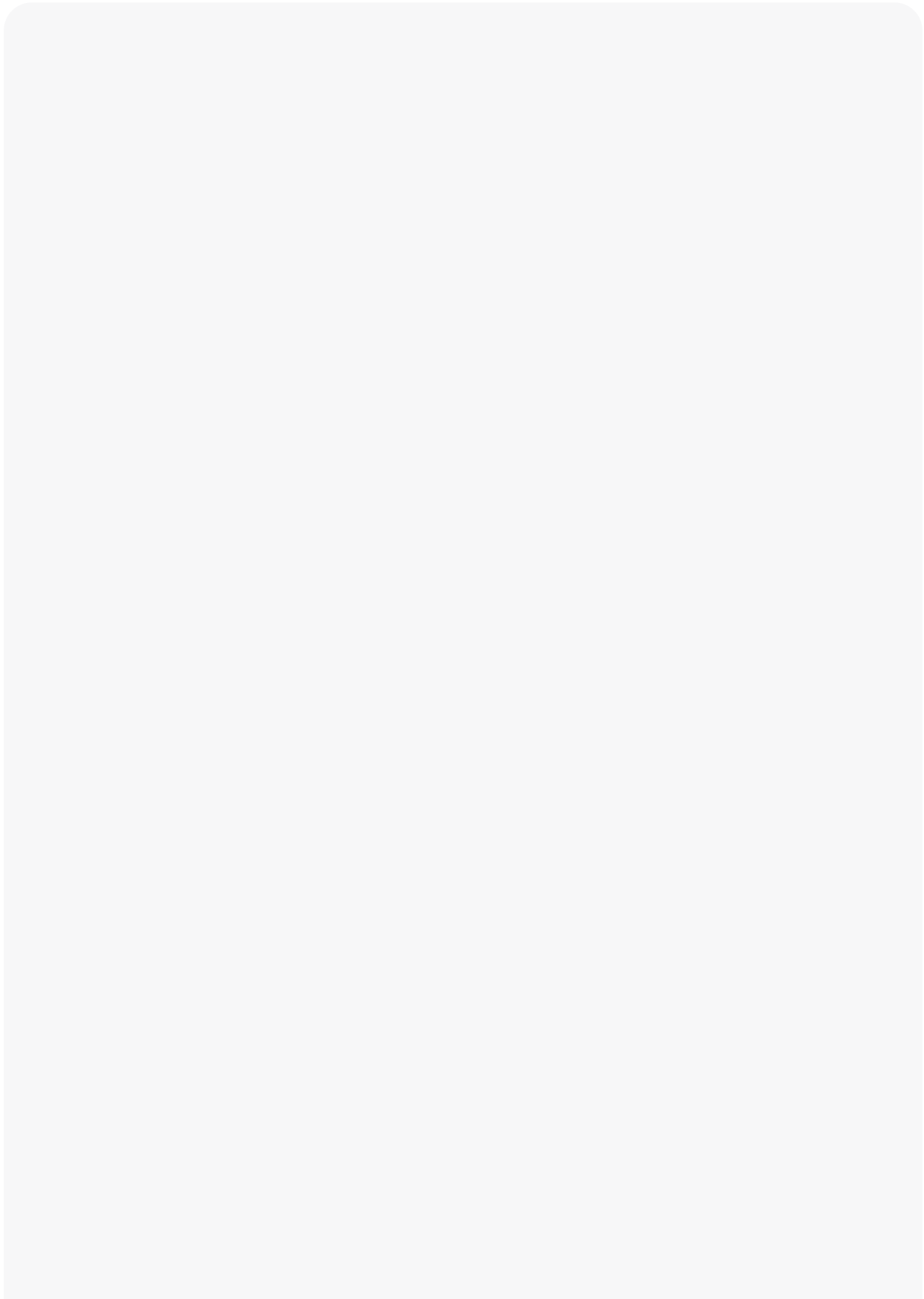
Esta información fue crucial para realizar el análisis integral en las dimensiones técnica, jurídica, económica y social, proporcionando los criterios para fundamentar la conclusión del estudio.

Este enfoque se consideró el más adecuado por su capacidad para ofrecer un análisis holístico, evaluar la normatividad técnica y jurídica de la SST y focalizar la investigación en la necesidad tangible de protocolos de seguridad, junto a otras herramientas de gestión y control que reduzcan el nivel de riesgo ante este peligro natural y laboral.

## **1.8. DESTINATARIOS**

El presente estudio es de interés primordial para:

- La Dirección de Riesgos Laborales del Ministerio del Trabajo de Colombia, al ser el ente rector de la política de SST.
- Las direcciones y comités de Gestión del Riesgo de Desastres en sus diferentes niveles.
- La academia, las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) y los gestores de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).
- La población en general.
- También es relevante para comités técnicos y profesionales que reglamentan, enseñan, capacitan, auditan, controlan o realizan peritajes judiciales, así como para contratantes, contratistas y subcontratistas, tanto a nivel nacional como internacional.



# ANÁLISIS TÉCNICO

Capítulo 2



## TORMENTAS ELÉCTRICAS Y RIESGOS LABORALES

La metodología preventiva establecida en el marco legal para el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en Colombia, Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo 1072 de 2015, obliga a los empleadores a identificar, evaluar y controlar todos los peligros en los centros de trabajo. Las descargas eléctricas atmosféricas (rayos) constituyen un peligro natural crítico y a menudo subestimado como se evidencia en el presente capítulo, responsable de una de las tasas de mortalidad a considerar en el país, con alto porcentaje de fatalidades ocurridas en el ámbito laboral, afectando principalmente a sectores con operaciones a cielo abierto.

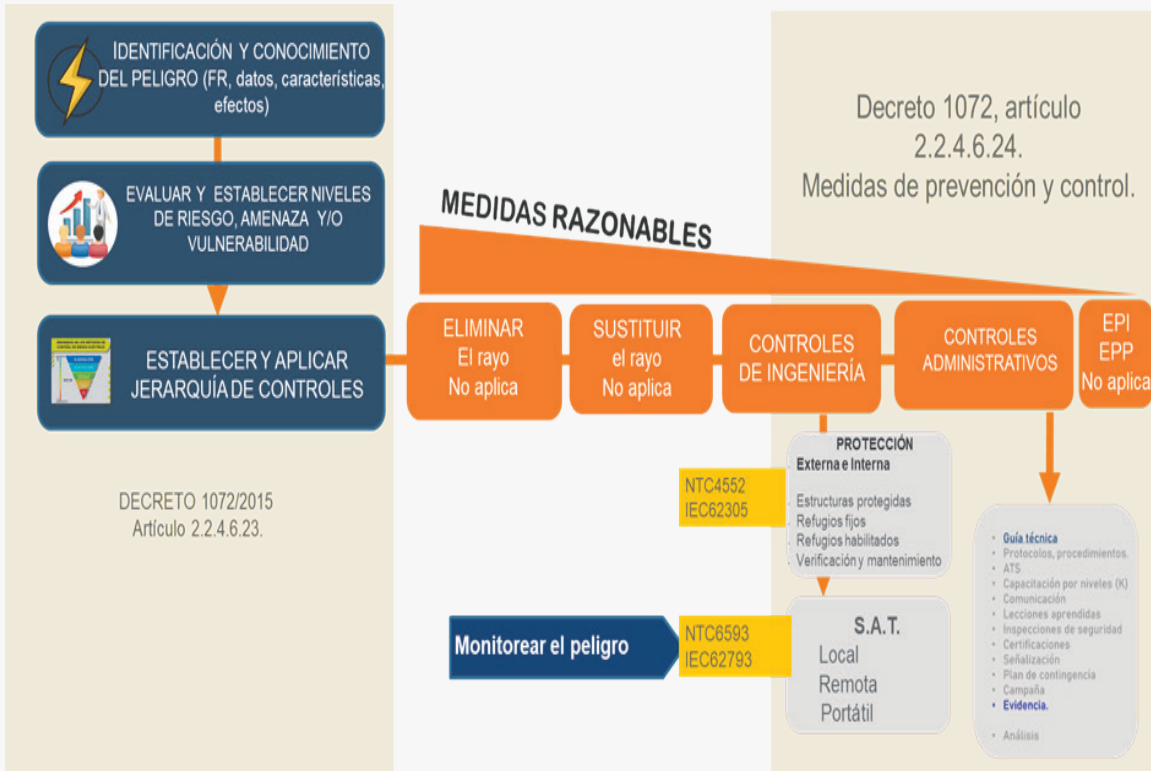
El presente capítulo se constituye como el análisis técnico fundamental que sustenta la necesidad de una gestión proactiva y estandarizada de este riesgo. Se expone detalladamente **cómo se debe analizar, diseñar y desarrollar** un sistema robusto de planes de promoción y prevención de accidentes por tormentas eléctricas.

El alcance de este análisis está dirigido a ser implementado en todas las empresas del territorio nacional, sin importar su tamaño o actividad económica, siempre que sus operaciones o personal estén expuestos a este fenómeno de origen natural.

El objetivo final es proporcionar a la Dirección de Riesgos Laborales y otros sectores de gobierno, como también a la academia y sector privado, un compendio integral de información técnica y científica, desde datos de accidentalidad y estadísticas nacionales, hasta los parámetros físicos del rayo, sus efectos en el cuerpo humano y modos de ingreso de la corriente, factores geográficos y meteorológicos, y la identificación de sectores económicos y actividades críticas. Todo este conocimiento profundo del peligro permitirá establecer las bases conceptuales y metodológicas necesarias para reglamentar e implementar, de manera uniforme y obligatoria, medidas preventivas efectivas que salvaguarden la integridad de todos los trabajadores en Colombia.

A continuación, se presenta y desarrolla ampliamente el esquema que detalla el orden lógico para la gestión del riesgo específico del rayo, siguiendo la totalidad del ciclo preventivo ordenado en el Decreto 1072 de 2015. Dicha metodología incluye, de forma secuencial, las fases de identificación y conocimiento del peligro (las tormentas eléctricas y sus rayos), la evaluación de los niveles de riesgo, y la definición de controles que van desde la eliminación y sustitución del peligro, hasta la implementación de controles de ingeniería, controles administrativos, y el uso de

elementos de protección personal (EPP), como componentes esenciales para el análisis y mitigación efectiva y conforme a la normativa.



**Figura No. 1.** Metodología para prevenir accidentes por tormentas eléctricas.

**Fuente propia con base en D 1072/2015.**

## 2.1. CONOCIMIENTO DEL PELIGRO Y SUS CARACTERÍSTICAS

Las descargas atmosféricas (rayos) son fenómenos meteorológicos, por lo que no hay certeza absoluta en cuanto a su punto de impacto, velocidad de desplazamiento, dirección ni duración. Esto se debe a la naturaleza impredecible del fenómeno.

El rayo es un riesgo laboral de origen natural. Esto se justifica porque la deficiencia de medidas preventivas y las condiciones de trabajo, especialmente a la intemperie, exponen al trabajador a un peligro que debe ser gestionado por el empleador. Además, la normativa colombiana exige que las empresas incluyan todos los peligros en su matriz de riesgos, lo que implica que el origen natural del peligro no exime al empleador de esta obligación.

Un rayo es un peligro evidente para un trabajador a la intemperie. El origen natural no lo exime de esta obligación.

## Formación de las Tormentas Eléctricas

Las tormentas eléctricas se forman a nivel global bajo condiciones de humedad y temperaturas extremas (cálidas y frías). El aire caliente y húmedo asciende hacia capas frías, donde el vapor de agua se condensa en cristales de hielo. Esto da origen a nubes de gran desarrollo vertical, conocidas como **cumulonimbos**, que alcanzan alturas de 2 a 18 kilómetros. Dentro de la nube, la fricción y colisión entre partículas separan las cargas (positivas en la parte superior y negativas en la inferior). Cuando la diferencia de potencial es extrema, se produce una descarga eléctrica (el rayo).<sup>3</sup>

La atmósfera actúa como un aislante entre el suelo y las regiones cargadas en las nubes, tanto positiva como negativamente. Cuando se acumula suficiente carga, se supera la capacidad aislante de la atmósfera, produciéndose una descarga eléctrica rápida que da como resultado el relámpago. El destello de luz brillante que observamos es el golpe de retorno, uno de los últimos eventos que ocurren en el ciclo de vida de un relámpago. Este golpe de retorno puede alcanzar una temperatura del orden de 30.000 grados centígrados. Este calor extremo expande rápidamente el aire circundante, creando la onda de choque que produce los truenos.

**No todas las nubes son peligrosas ni generan rayos.** Las nubes más potentes, capaces de generar rayos tras cargarse con energía, son las cumulonimbos. Esto se debe a su gran desarrollo vertical y a la mezcla de hielo, agua y granizo que favorece la separación de cargas eléctricas. En menor escala, las torres cúmulus (*cumulus congestus*), que se encuentran en etapas tempranas de formación, también pueden generar rayos si alcanzan suficiente altura y contienen hielo. Adicionalmente, las nubes volcánicas (*pyrocumulonimbus*), generadas por erupciones o incendios forestales intensos, pueden crear cargas eléctricas y rayos debido al calor y las partículas en suspensión.

## Fases de Desarrollo de las Tormentas

Las tormentas eléctricas y sus descargas se analizan en cuatro fases para fines de estudio, detección y prevención.

**Fase 1: Formación de la Nube de Tormenta.** Cuando la fricción y la colisión de partículas causan la transferencia y separación de cargas eléctricas (electrificación de la nube).

---

3 Según la definición del glosario de la [Administración Nacional Oceánica y Atmosférica](#) (NOAA, por sus siglas en inglés)

Esta separación genera una **elevación del campo electrostático** que se puede detectar y medir a nivel de la superficie terrestre, el cual es el primer fenómeno detectable precursor de una descarga.

**Fase 2: Crecimiento o Desarrollo de la Nube.** Inicia la producción de descargas intra-nube, y entre nubes. Estos fenómenos son detectables y permiten la emisión de alertas.

- **Detección:** Los sensores electromagnéticos (antenas de radiofrecuencia) comienzan a registrar “pulsos” o **impulsos electromagnéticos** de baja energía. Aunque no hay rayos nube-tierra todavía, esta actividad confirma que la nube ya está “electrificada”.

**Fase 3: Madurez de la Nube.** La nube alcanza su máximo desarrollo vertical y presenta una alta intensidad de descargas (intra-nube, entre nubes y a tierra), generando las siguientes señales detectables a nivel de tierra y que son empleadas para sistemas de alerta.

- **Impulsos Electromagnéticos (Sferics):** Los rayos nube-tierra (CG) y nube-nube (IC) emiten ondas de radio en frecuencias VLF/LF que viajan cientos de kilómetros.
- **Campo Electrostático Extremo:** El sensor registra valores críticos (pueden superar los 2 kV/m) justo antes y durante las descargas locales.

**Fase 4: Disipación.** La nube se desvanece, dispersándose y perdiendo intensidad de descargas. Esto se evidencia por la reducción de los valores de los campos electrostáticos a niveles que corresponden al “buen tiempo”.

### Señales detectadas:

- **Reducción en la tasa de descargas:** Los sensores electromagnéticos notan una caída drástica en el número de rayos por minuto.
- **Normalización del campo eléctrico:** El sensor de campo electrostático comienza a descender hacia valores de «buen tiempo» (cerca de 0.1-0.5 kV/m), aunque pueden ocurrir rayos residuales de larga distancia.

**Importante:** Los diferentes dispositivos detectores de tormentas se clasifican en Clase A, Clase B, Clase C y Clase D en función de su capacidad para monitorear las cuatro fases de la nube de tormenta descritas anteriormente (formación, crecimiento, madurez y disipación).

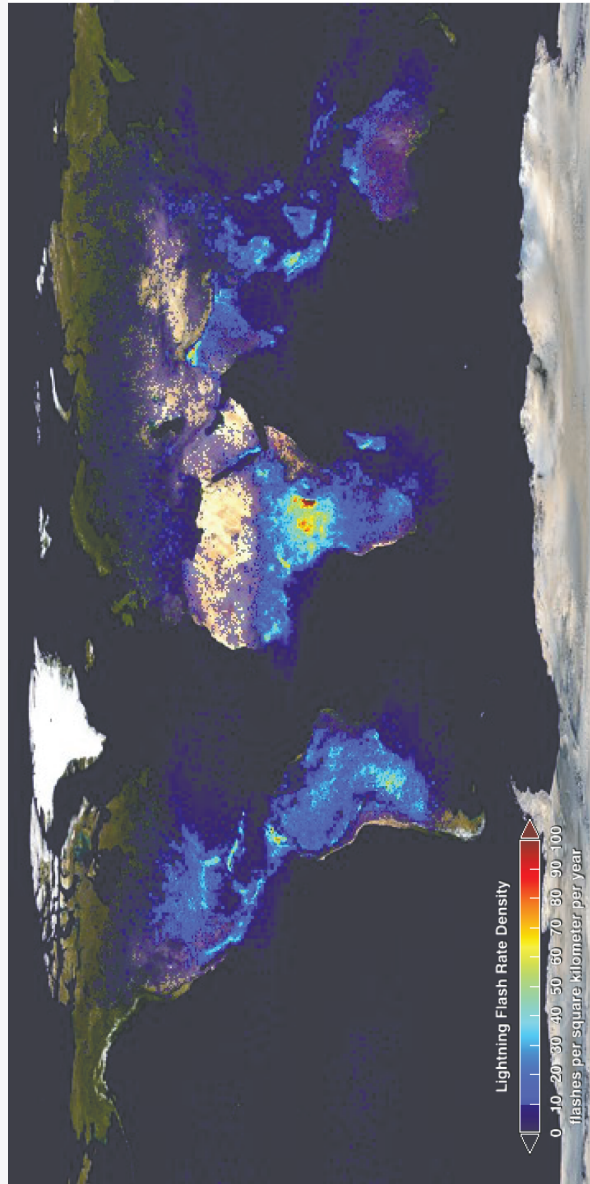
## Factores Técnicos Asociados a las Descargas Atmosféricas

- **Densidad de Descargas a Tierra (DDT)**

La DDT es un parámetro técnico que indica cuántos rayos impactan el suelo en una zona específica durante un año, normalmente expresado en rayos/km<sup>2</sup>/año. En cuanto mayor sea la DDT, aumentan los niveles de riesgo para la vida e integridad de las personas expuestas.

El indicador DDT se utiliza para:

- Evaluar el nivel de riesgo eléctrico en una región.
- Diseñar sistemas de protección contra rayos (pararrayos y apantallamiento).
- Ubicar sensores o antenas de detección en zonas de alta actividad.
- Establecer protocolos de seguridad en sectores vulnerables (ej. agricultura, ganadería, fuerzas armadas, energía, etc.).



### DDT

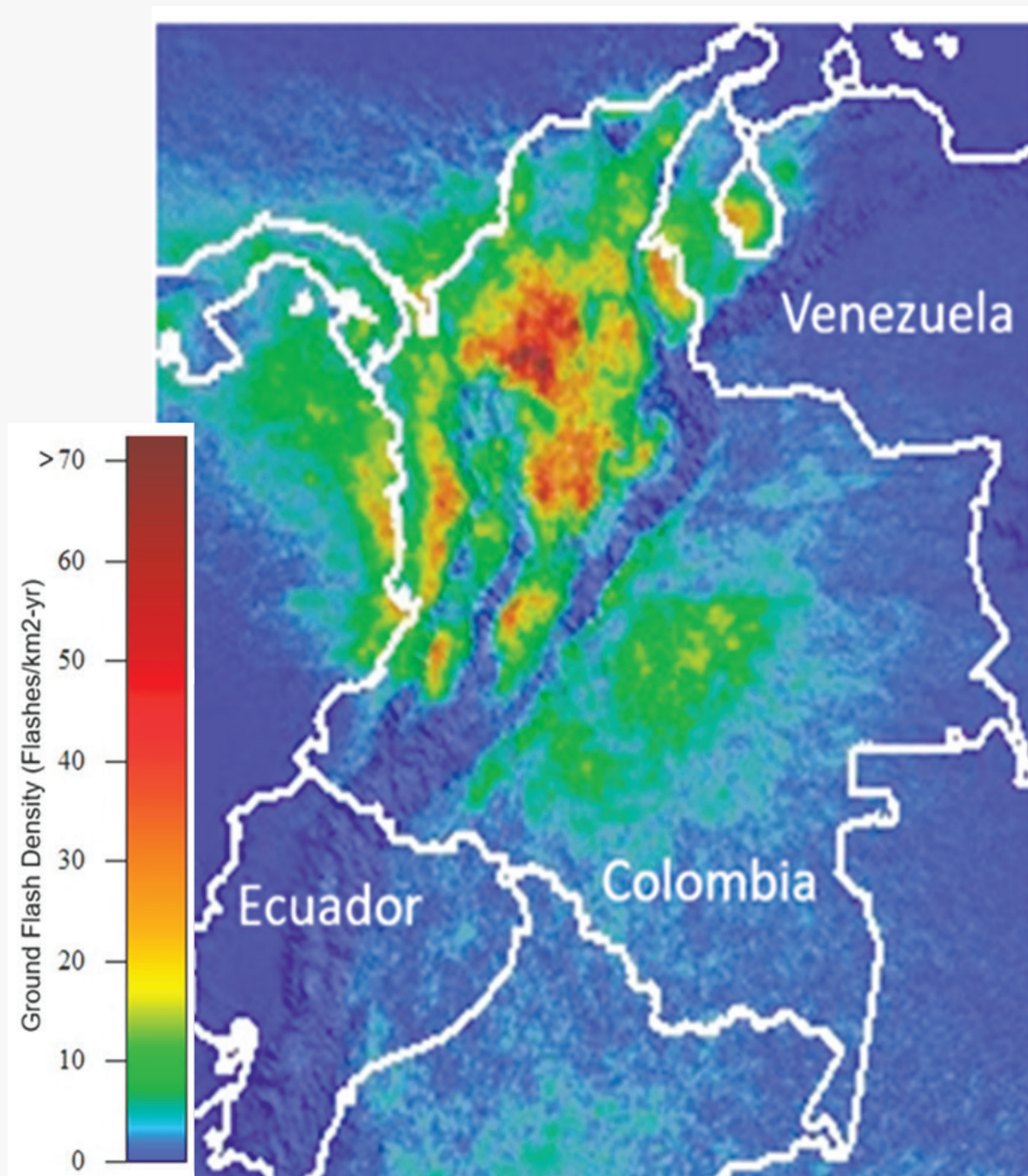
Número de destellos por kilómetro cuadrado al año  
Actividad eléctrica (Rayos)



Fuente NASA, observaciones del LIS (1998-2002)  
Publicado Última actualización: miércoles 3 de mayo de 2023, 13:56 EDT.  
<https://svs.gsfc.nasa.gov/3144/>

**Figura 2.** Mapa mundial de densidad de rayos a tierra.

Según la red de detección total de rayos de Colombia (Keraunos), el país puede tener una DDT promedio de 70 rayos por kilómetro cuadrado al año en ciertas regiones.



**Figura 3.** Mapa DDT de Colombia.

Fuente: Keraunos.

## Nivel Cerámico (NC)

El NC es un parámetro meteorológico que indica el número promedio de días al año en los que se registran tormentas eléctricas en una zona determinada. Se considera un día cerámico aquel en el que se escucha al menos un trueno. Al igual que con la DDT, un NC más alto se traduce en un mayor nivel de riesgo para la vida e integridad de las personas expuestas.

- El indicador de Nivel Cerámico sirve para:
- Evaluar la actividad eléctrica atmosférica en una región.
- Diseñar sistemas de protección contra rayos, como pararrayos y apantallamientos.
- Estimar el riesgo de descargas eléctricas en edificaciones, infraestructuras y personas.
- Comparar zonas geográficas mediante mapas con líneas isocerámicas (zonas con igual NC).

Según datos de la Universidad Nacional y el HIMAT (hoy IDEAM), Colombia posee regiones con niveles cerámicos que oscilan entre 10 y 140 días de tormenta eléctrica al año.

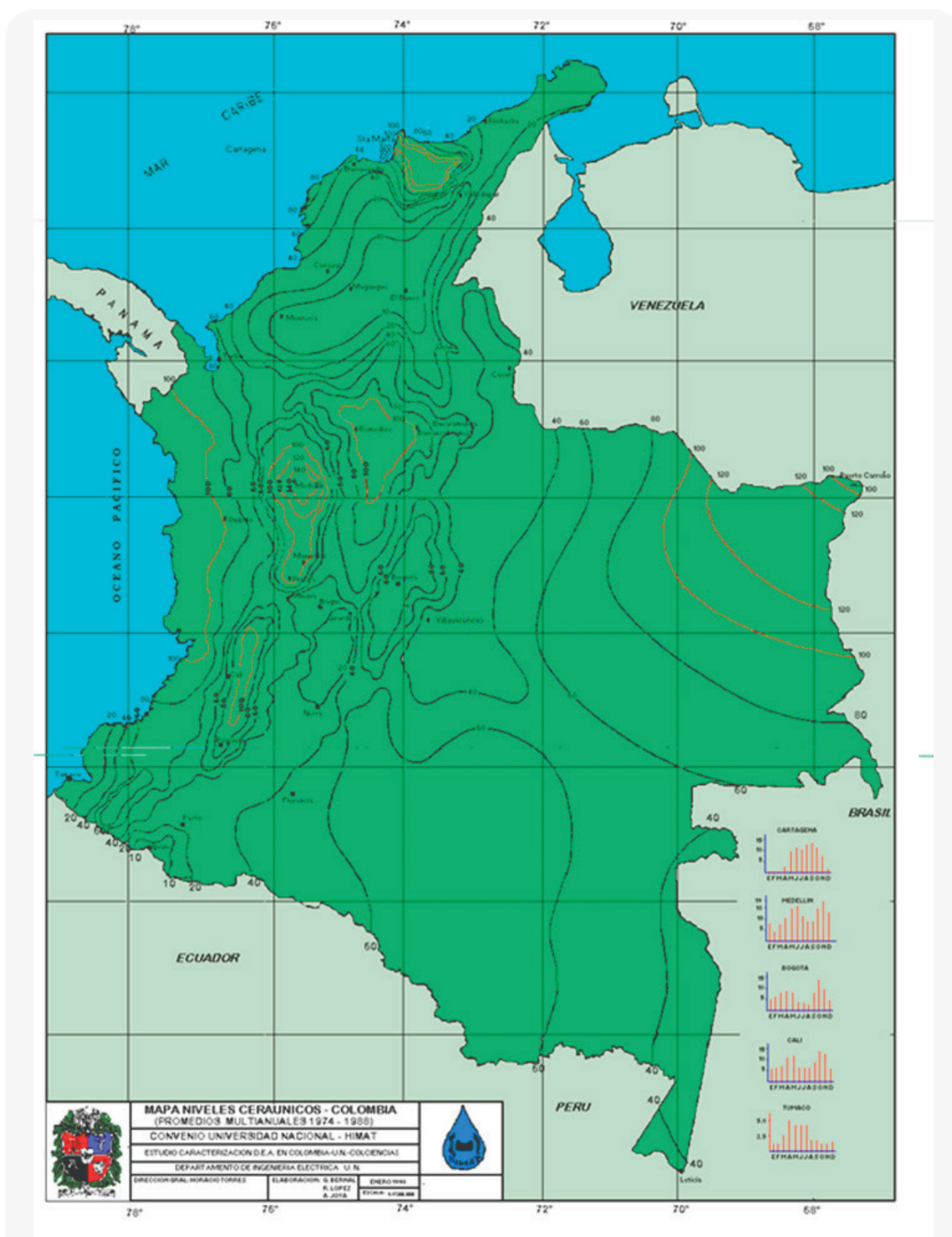


Figura 4. Mapa Nivel Cerámico Colombia, Universidad Nacional, 1990, tomado de la NTC6593.

## Distribución Geográfica del Riesgo

Los departamentos y regiones con mayor Densidad de Descargas a Tierra (DDT) y Nivel Cerámico (NC) en Colombia son:

- El oriente de Córdoba.
- El sur de Sucre, el centro y sur de Bolívar.
- El occidente del Cesar y el sur del Magdalena.
- El norte antioqueño y el centro del Chocó.
- Risaralda, Caldas, sur del Tolima, y el centro del Huila.
- Valle del Cauca y Cauca.
- Santander del Norte.
- Los límites entre Boyacá y Norte de Cundinamarca.

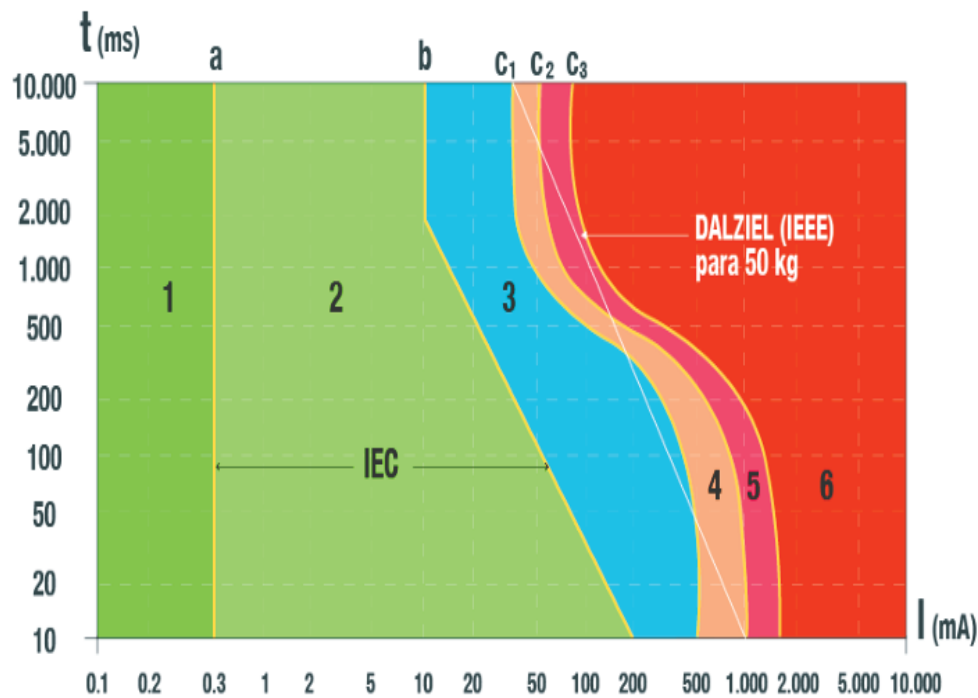
## Intensidad de Corriente

La corriente de un rayo puede variar globalmente en un amplio rango, generalmente desde 3 hasta 200 kiloamperios (kA). En Colombia, los registros de fatalidades por descargas atmosféricas analizadas por el OATEC para los años 2023, 2024 y lo transcurrido del 2025, muestran que los eventos fatales han ocurrido dentro de un espectro de corriente que va desde los **3.000 amperios (3 kA) hasta los 75 kiloamperios (75 kA)**. Estos datos resaltan que, si bien la corriente promedio puede ser alta, incluso descargas de menor intensidad dentro del rango global representan un riesgo mortal significativo en el contexto colombiano.

## Umbrales de la Energía Eléctrica en el Cuerpo Humano

La fisiopatología del accidente eléctrico se aborda dentro de la electrofisiología y la medicina laboral/forense cuando se analizan lesiones por electricidad.

El umbral de corriente donde los efectos se vuelven significativos y pueden causar lesiones graves, como la fibrilación ventricular (una interrupción peligrosa del ritmo cardíaco) o quemaduras severas, es notablemente bajo. Incluso corrientes del orden de los **miliamperios (mA)** (milésimas de amperio) pueden ser peligrosas, especialmente si el contacto dura más de un breve instante.



<b>ZONA 1</b>	Habitualmente ninguna reacción
<b>ZONA 2</b>	Habitualmente ningún efecto fisiopatológico peligroso
<b>ZONA 3</b>	Habitualmente ningún riesgo de fibrilación
<b>ZONA 4</b>	Riesgo de fibrilación (hasta aproximadamente un 5%)
<b>ZONA 5</b>	Riesgo de fibrilación (hasta aproximadamente 50%)
<b>ZONA 6</b>	Paro cardíaco, paro respiratorio y quemaduras severas, riesgo de fibrilación (por encima de un 50%).

Figura 1.5.1.2. a. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz  
Fuente: Adaptada de la de la norma NTC 4120.

**Figura 5. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15Hz a 100 Hz.**

**Fuente: Adpatada de la norma NTC 4120**

(Nota: Aunque la figura hace referencia a la corriente alterna, para efectos del presente documento y los efectos sobre la salud humana, también aplica para corriente continua, como también a la corriente de los rayos de tormentas eléctricas que corresponde a corriente de impulso).

## Resistencia Eléctrica del Cuerpo Humano

La información sobre la resistencia eléctrica del cuerpo humano proviene de investigaciones médicas y normas de ingeniería reconocidas internacionalmente.

### Las fuentes principales en 2025 son:

- 1) **Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)** La fuente más autorizada es el estándar técnico IEC 60479-1:2018 (ratificado y actualizado en versiones recientes como la NTC-IEC 60479-1:2025), titulado «Efectos de la corriente eléctrica sobre los seres humanos y los animales domésticos». Define la impedancia total del cuerpo humano ( $(Z_{t})$ ) basada en experimentos con voluntarios y datos estadísticos.

Establece el valor de 1,000  $\Omega$  como la resistencia de referencia para cálculos de seguridad industrial.

- 2) **Normas de Seguridad en el Trabajo (OSHA e INSST)** Organismos gubernamentales de salud y seguridad utilizan estos valores para crear regulaciones legales: OSHA (EE. UU.): En su Manual de Seguridad Eléctrica, señala que la resistencia interna del cuerpo puede ser tan baja como 300  $\Omega$ , mientras que la piel seca ofrece unos 100,000  $\Omega$ . INSST (España): El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo publica guías técnicas que sitúan la resistencia media entre 1,000  $\Omega$  y 2,000  $\Omega$  dependiendo de la humedad.
- 3) **NFPA 70E (Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo) La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA)** utiliza los datos de resistencia corporal para definir los límites de aproximación y el cálculo de la energía de un arco eléctrico para proteger a los trabajadores en 2025.
- 4) **Reglamentos Nacionales (Ej. RETIE) En países como Colombia,** el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) establece los requisitos de seguridad basados en la premisa de que el cuerpo humano es un conductor con resistencia variable, exigiendo protecciones diferenciales (GFCI) que actúen antes de que la corriente supere los umbrales de peligro.

## Resumen de valores técnicos:

- Mínimo absoluto (interno): 500  $\Omega$ .
- Promedio normalizado: 1,000  $\Omega$ .
- Máximo (piel seca): 3,000  $\Omega$  a 100,000  $\Omega$ .

## Otros Parámetros Físicos

- **Alta Temperatura del Rayo:** La temperatura de un rayo puede alcanzar hasta los **30.000 °C**, causando quemaduras internas y/o externas de diferente nivel y severidad.
- **Ondas de Choque Acústicas (Trueno):** El trueno alcanza niveles de 120 a 140 decibelios (dB) a una distancia de 5 a 100 metros del punto de impacto del rayo. Estos niveles se consideran ruido aturdidor, superando los límites permisibles superiores para la exposición ocupacional.
- **Velocidad de la Descarga a Tierra:**
  - a. La descarga inicial (trazador escalonado) avanza a aprox. 100 km/h.
  - b. El canal de ionización consolidado (golpe de retorno) viaja a aprox. 100.000 km/s (1/3 de la velocidad de la luz).

## Ionización de la Atmósfera, Necesaria para Descargar el Rayo

La tormenta eléctrica es un fenómeno atmosférico de gran magnitud y complejidad. Su dinámica se basa en la generación de campos eléctricos tan intensos que logran ionizar el aire, provocando el rompimiento dieléctrico. Este proceso transforma la atmósfera en un conductor, estableciendo un canal de plasma que constituye la vía de menor resistencia para la descarga del rayo hacia tierra.

Cuando la base de la nube alcanza una concentración crítica de carga negativa, genera un campo eléctrico de tal magnitud que ioniza el aire circundante. Este fenómeno desprende los electrones de las moléculas gaseosas, transformando el aire de un aislante natural, a un medio conductor capaz de transportar la descarga.

El campo eléctrico convierte el aire neutro en un gas ionizado llamado plasma, el cuarto estado de la materia, que sí permite el flujo de corriente.

En otras palabras, la enorme acumulación de electrones en la nube genera un campo eléctrico tan potente que 'despoja' a las moléculas del aire de sus propios electrones. Al hacerlo, el aire deja de ser un aislante y se convierte en un puente conductor (aire ionizado) para la electricidad. Este proceso rompe la resistencia del aire y crea un camino invisible de plasma por donde el rayo puede viajar hacia la tierra.

**IMPORTANTE.** Por lo anterior, en términos prácticos y a gran escala, no es posible anular completamente la ionización causada por tormentas eléctricas, debido a:

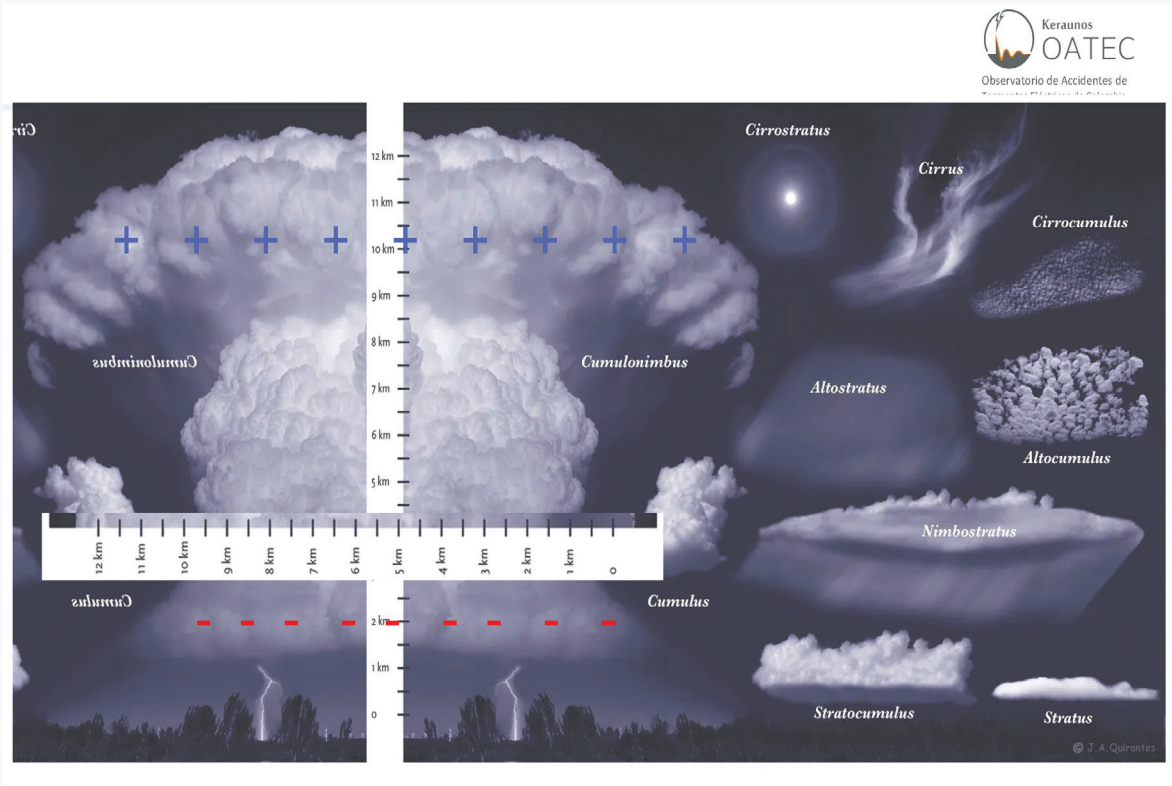
**Energía Descomunal:** Una sola tormenta puede liberar hasta  $10^{15}$  julios de energía.

**Proceso Natural y Global:** La ionización es parte del equilibrio eléctrico del planeta.

**Impacto Positivo y Negativo:** Aunque genera interferencias electromagnéticas, la ionización tiene beneficios como la formación de ozono y la purificación del aire.

### Dimensiones de las Nubes de Tormenta

Las nubes peligrosas (*cumulonimbos*) o nubes de tormenta, tienen grandes dimensiones y desarrollo vertical.



**Figura 6.** Fuente: <https://www.meteorologiaenred.com/nubes-cumulonimbos.html>

- La base de la nube de tormenta se ubica generalmente entre 1 y 2 kilómetros sobre el nivel de la tierra, pudiendo alcanzar entre 10 y 20 kilómetros de altura.
- Su extensión horizontal inferior (diámetro) puede medir de 1 a 5 kilómetros. Sin embargo, la unión de varias nubes (tormenta multicelular) puede extenderse por decenas o incluso cientos de kilómetros.
- Los rayos en promedio pueden recorrer y alcanzar distancias de 1, 2, 5, y hasta 10 kilómetros. En la literatura de países como Estados Unidos, se afirma que en escasas ocasiones pueden recorrer distancias superiores a 100 kilómetros.

## Polaridad de las Descargas Eléctricas

- Las nubes de tormenta generalmente presentan cargas positivas en la parte superior y cargas negativas en la base.
- Un rayo que sale de la parte inferior de la nube tendrá carga negativa.
- Un rayo que se descarga de la parte superior tendrá carga positiva.
- Los rayos de carga negativa son más frecuentes (entre 90% y 95%) en relación con los rayos de carga positiva.
- Aunque se afirma que los rayos de carga positiva son más peligrosos, para aspectos de seguridad y salud en el trabajo (SST), se considera que, por sus altos niveles de energía, todos son peligrosos para la vida e integridad de las personas.

## Rayos Secos: Un Peligro Oculto

El rayo seco es un tipo de descarga eléctrica atmosférica a tierra que ocurre sin lluvia visible o significativa en la superficie cercana al punto de impacto<sup>4</sup>. Esto lo convierte en un fenómeno especialmente peligroso para personas, empresas e instituciones que carecen de sistemas eficientes de monitoreo y alerta temprana de tormentas.

El fenómeno del rayo seco ocurre debido a una combinación específica de condiciones atmosféricas, así:

- **Formación de la Tormenta:** Una tormenta eléctrica convencional se desarrolla en las capas altas de la atmósfera (nubes *cumulonimbus*), acumulando las cargas eléctricas que provocan los rayos.
- **Aire Cálido y Seco en Superficie:** El factor clave es la presencia de una capa de aire extremadamente **cálido y seco** cerca del suelo, debajo de la base de la nube.
- **Evaporación de la Lluvia (*Virga*):** Aunque las nubes producen lluvia, las gotas caen a través de la capa de aire caliente y seco, lo que provoca que el agua se **evapore completamente** antes de tocar el suelo. Este fenómeno visual se conoce como *virga*.

4 Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE. UU. (NOAA) y su Servicio Meteorológico Nacional (NWS).

- **Impacto del Rayo:** A pesar de la ausencia de precipitación, la actividad eléctrica en la nube continúa. El rayo puede viajar horizontalmente grandes distancias (más de 10-15 km) desde la nube e impactar en un área donde el cielo parece despejado.
- Como peligro adicional, los rayos secos son una de las causas naturales más comunes de incendios forestales devastadores, ya que caen sobre vegetación seca sin la lluvia que humedezca el terreno.

## RIESGOS Y LESIONES ASOCIADOS A LOS RAYOS

Según el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de EE. UU., los efectos de los rayos en la salud humana pueden incluir<sup>5</sup>:

- **Lesiones Inmediatas (Físicas y Neurológicas):**
  - Traumatismo cerrado.
  - Síndromes neurológicos generalmente transitorios.
  - Paro cardiorrespiratorio.
  - Muerte por electrofulguración, por tensión de paso o de contacto.
- **Lesiones Específicas:**
  - Quemaduras de piel y tejidos internos.
  - Lesiones musculares y oculares (incluyendo cataratas inducidas por rayos).
  - Ruptura de los tímpanos.
- **Impacto Psicosocial:**
  - Temor, ansiedad y estrés.

---

5 <https://www.cdc.gov/es/disasters/lightning/faq.html>

## Mecanismos de Ingreso de la Corriente en el Cuerpo Humano

El conocimiento detallado de cómo interactúa la descarga atmosférica con el cuerpo humano es fundamental para la prevención efectiva de accidentes laborales. Un impacto de rayo no siempre implica un golpe directo sobre la persona.

La naturaleza eléctrica del fenómeno permite que la corriente acceda al organismo a través de diversas trayectorias, incluso a varios metros del punto de impacto principal.

La corriente del rayo puede ingresar al organismo de las siguientes maneras, cada una con características lesivas distintas:

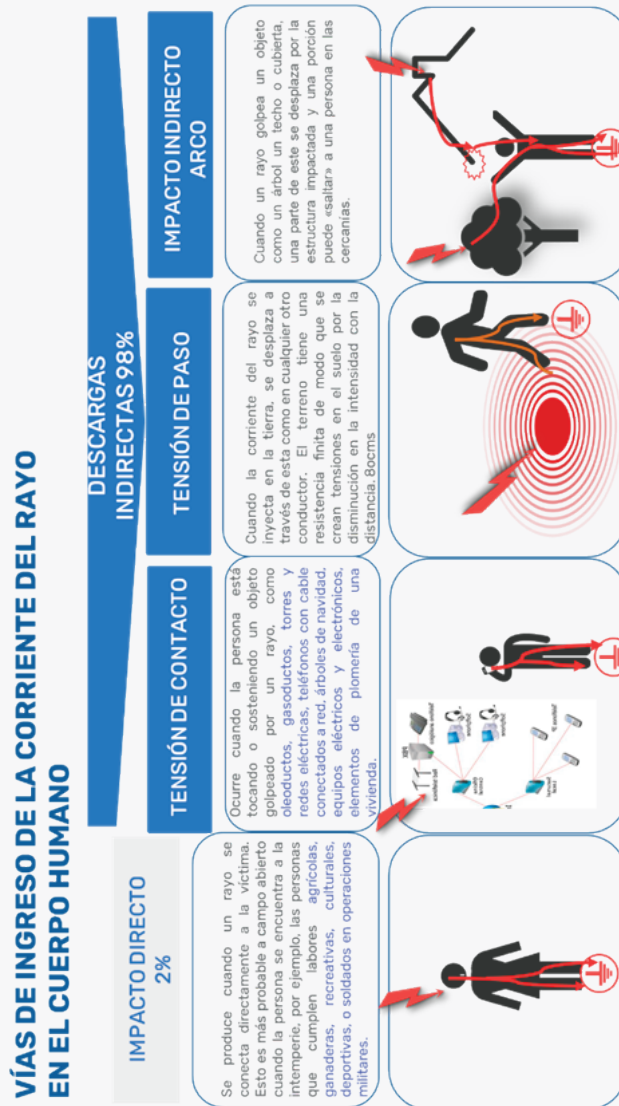


Figura 7. Fuente: OATEC.

## A. Impacto Directo

En Colombia, un máximo del 2% de los accidentes causados por descargas atmosféricas ocurren por el **impacto directo** sobre la víctima<sup>6</sup>. Este tipo de contacto implica que la mayor parte de la corriente pasa a través del organismo.

- El impacto directo suele ser mortal y está asociado a:
- Quemaduras profundas.
- Paros cardíacos inmediatos.
- Daños neurológicos severos.

## Impacto Indirecto (Descargas Secundarias)

**IMPORTANTE:** El 98% de los accidentes por descargas atmosféricas se produce cuando la corriente ingresa al cuerpo humano de forma **indirecta**. Las principales vías son: tensión de contacto, sobretensiones transitorias, tensión de paso y corriente de arco.

## B. Tensión de Contacto

Ocurre cuando una persona toca un objeto conductor energizado por el rayo. La descarga puede transmitirse a través de:

- Estructuras metálicas sin protección.
- Alambradas, vías férreas, oleoductos, gasoductos o tuberías metálicas.
- Estructuras de edificaciones o árboles.
- Esta vía es potencialmente peligrosa, incluso siendo indirecta.

## C. Sobretensiones Transitorias

Son un aumento momentáneo de la tensión eléctrica por encima de los valores normales en un circuito o instalación. Se manifiestan como picos de tensión de corta duración, provocados por el impacto de los rayos sobre o cerca de las redes o circuitos eléctricos.

---

6 Fuente OATEC

## D. Tensión de Paso

Se produce cuando un rayo impacta el suelo y la descarga se dispersa a lo largo de la superficie.

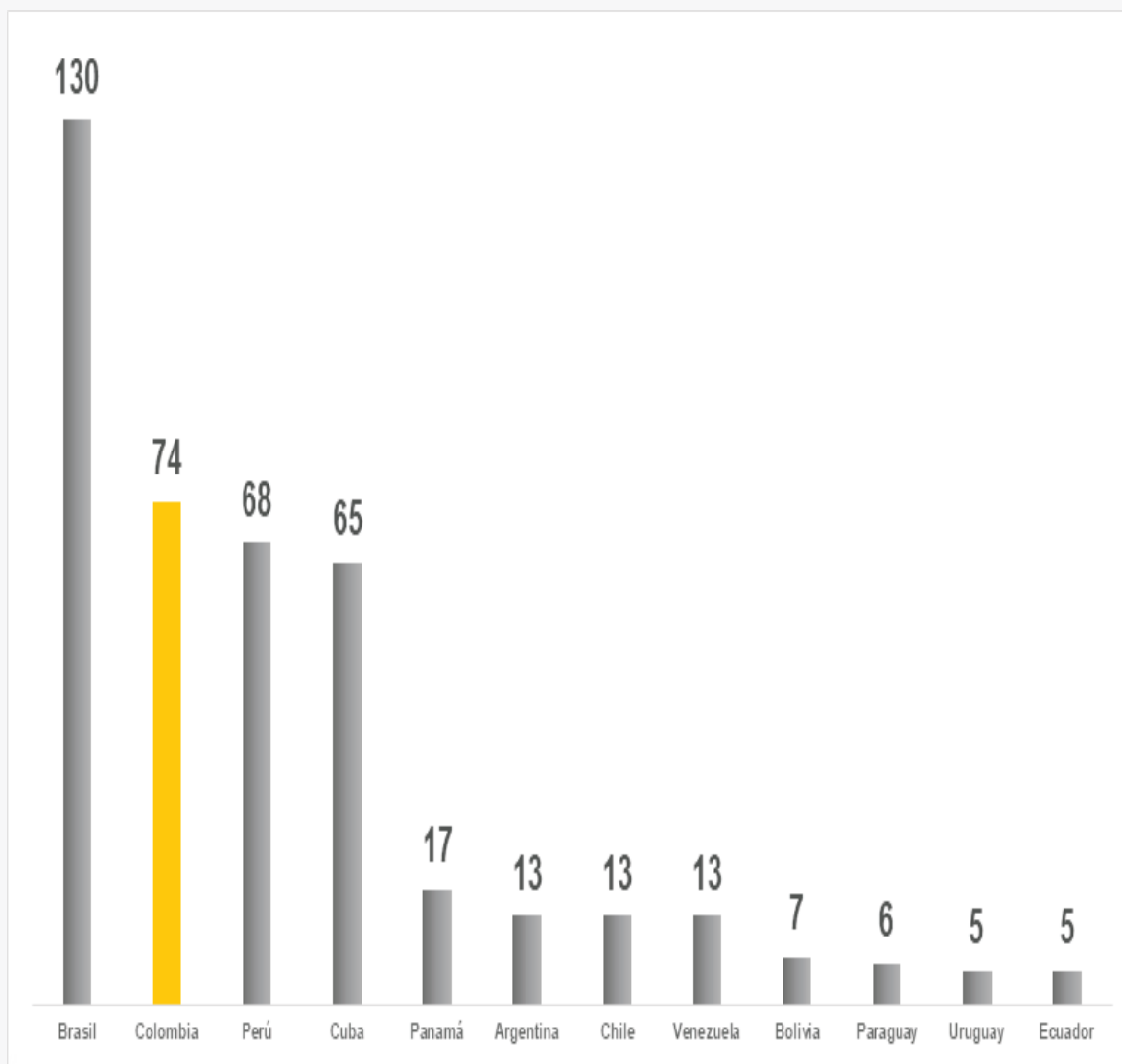
- Una persona en contacto con el suelo (a través de sus pies) puede recibir la corriente que se propaga por el terreno.
- Esto genera diferencias de potencial (tensiones) aproximadamente cada 80 centímetros.
- Los efectos varían desde leves quemaduras hasta daños en órganos internos o la muerte, dependiendo de la intensidad y duración.
- Estos casos se observan cuando varias personas se desploman a consecuencia de la descarga de un rayo próximo.

## E. Corriente de Arco

Se da cuando el rayo impacta un objeto cercano (ej. un árbol, poste, garita o estructura) y una parte de la corriente **salta haciendo un arco eléctrico** hacia una persona que se encuentra en la proximidad. La corriente sigue recorriendo el cuerpo hasta el suelo o hasta alcanzar otro elemento, pudiendo causar lesiones importantes.

## Datos de los Efectos de los Rayos de las Tormentas Eléctricas en Colombia

### Víctimas Fatales y Frecuencia Anual



**Figura 8.** Fuente ELAT. Grupo de electricidad atmosférica del Brasil.

Comparativo de muertes de personas por rayos en diferentes países de América en el año 2009.

El riesgo de fatalidad por rayos en Colombia es significativo.

- Según el OATEC y el DANE, durante el periodo 2000 a 2025, Colombia presenta una media aritmética anual de 65 fatalidades a causa de rayos.
- La evidencia acumulada demuestra que los accidentes letales y graves se presentan todos los meses del año.
- Los accidentes se incrementan durante el desarrollo de las dos temporadas invernales del año.

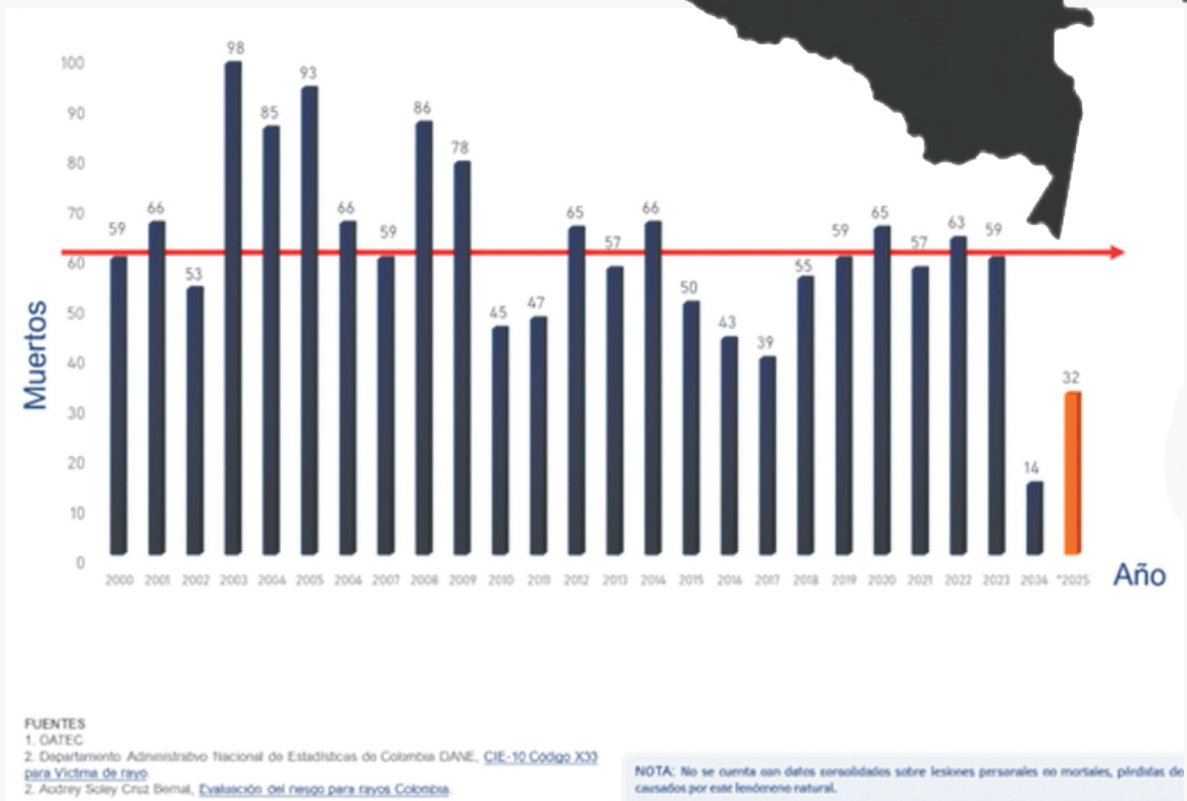


Figura 9. \*Datos a 5 de septiembre de 2025.

## MAPA DE ACCIDENTALIDAD MORTAL POR RAYOS EN COLOMBIA 1997 A 2017

Natural Subregion	Deaths	Average Population	Deaths/ million-year
Popayán Plateau	97	625337	8.62
Orinoquía	23	279684	4.57
Middle Magdalena Valley	47	747728	3.49
Amazon	35	590956	3.29
Northeast Mountain	117	2535324	2.56
Amazonian Piedmont	8	188549	2.36
Northwest Mountain	185	5070344	2.03
Sierra Nevada	16	440807	2.02
Caribbean Plain	269	8281868	1.80
East Plains Piedmont	30	974097	1.71
Central Mountain	83	2813590	1.64
Pacific	9	309428	1.62
Guajira Plain	14	909662	1.59
South Mountain	55	2229395	1.37
Cauca Valley	97	5100791	1.06
Baudó Mountains	2	129652	0.86
Pacific Coastal Plain	8	763958	0.58
Catatumbo	8	800302	0.56
Alto Magdalena	15	1589055	0.52
Cundiboyacense Plateau	55	9118123	0.34
<b>Total</b>	<b>1173</b>	<b>43076460</b>	<b>1.51</b>

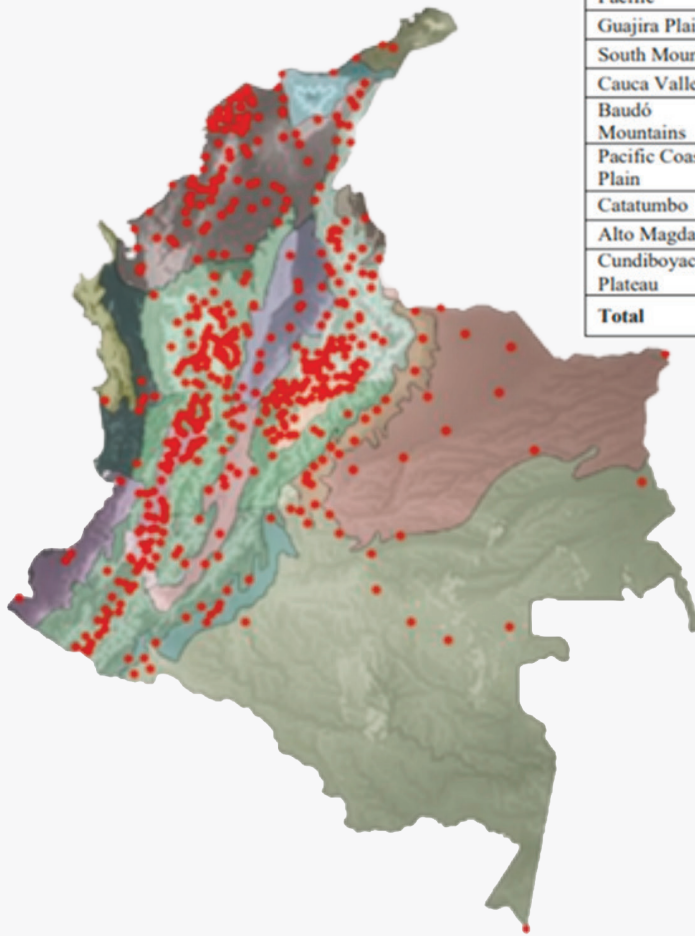


Figura 10. Fuente Cruz S. Evaluación del riesgo por rayos para Colombia. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia 2019



**Figura 11.** Datos de enero a 5 septiembre 2025

- 29 accidentes
- 32 muertes
- 55 heridos

## Municipios de Colombia Donde se han Registrado Accidentes Fatales por los Rayos de las Tormentas Eléctricas

### MAPA ACCIDENTALIDAD MORTAL POR MUNICIPIOS Años 2020 al 2025

**CUNDINAMARCA:** Bogotá, Pacho, La Calera, Guatavita, Nilo, Tolemaida, Soacha, Yacopí.

**BOYACÁ:** Arcabuco, Cómbita, Motavita, Otanche, Tunja, Paramo la Rusia, Gachantivá.

**TOLIMA:** Ibagué, Rovira, Chaparral, Ataco, Casa Verde, Buenos Aires, Asturias, Roncesvalles, Olimpo y Palmar.

**HUILA:** Garzón.

**SANTANDER:** Bucaramanga, Piedecuesta, Suaíta, Chima, Gámbita, páramo del complejo Iguaque - Merchán, Barrancabermeja.

**NORTE DE SANTANDER:** Bella Vista, El Tarra, Teorema, La Gabarra, Tibú, Convención, San Calixto, Ábrego, Ocaña, Chivor.

**VALLE DEL CAUCA:** Cali, Riofrío, Jamundí.

**CAUCA:** Toribío, Buenos Aires, Altamira, Bateas, Jámbalo, Caldono, El Tambo, Popayán, Miranda, Santander de Quilichao, Suárez, Cajibío, Caldono, Piendamó, Silvia, Timbo, El Bordo, El Patía, La Vega.

**ANTIOQUIA:** Segovia\*, Cáceres, Rionegro, Sonsón, Medellín, Frontino, San José de la Montaña, Belmira, Vereda Zancudito, Valle de Aburrá, Nechí, Envigado, Itagüí, Ituango, La Estrella y Sabaneta, VALDIVIA, Puerto Berrío, Campamento, Tarazá, El Bagre, Briceño, Argelia, Anorí, Amalfi, Nudo de Paramillo.

**META:** La Macarena, Puerto Gaitán, Mesetas, La Uribe, Villavicencio.

**CHOCÓ:** El Playón, Medio Atrato.

**HUILA:** Tello, Garzón.

**CÓRDOBA:** Montería, Ciénaga de Oro, Pueblo Nuevo, Montelíbano, Planeta Rica, Vereda Varital, Puerto Nuevo, San Pelayo, Ayapel, Moñitos, Tierra Alta.

**BOLÍVAR:** Cartagena, Tierrabomba, Arjona, Montecristo, Gambote, Calamar, Lomita Arena, Santa Catalina, San José del Peñón, San Juan Nepomuceno, Islas del Rosario, La Boquilla, Sur de Bolívar, Villanueva.

**ATLÁNTICO:** Puerto Colombia, Candelaria, Sabana Larga, Barranquilla, Manatí, La Unión, Baranoa.

**MAGDALENA:** Ciénaga, Santa Marta, Mompós, Sierra Nevada.

**GUAJIRA:** Dibulla, Mingueo, Buena Vista, Uribia, Maicao, Manaure, Cañaverales, Fonseca, Barrancas, Conejo, Cañaverales.

**CESAR (escrito como CASAR en la imagen):** Aguas Blancas, Codazzi, Llerasca.

**SUCRE:** Sector Guayepo, cerca río San Jorge, Municipio San Marcos.

**RISARALDA:** Pereira, Guática.

**CALDAS:** Pensilvania, Palestina, Samaná, Manizales.

**CAQUETÁ:** Belén de los Andaquíes, Doncello, Valparaíso, Florencia, San Vicente del Caguán, Puerto Rico.

**CASANARE:** Pore.

**SAN ANDRÉS (Sin municipios especificados).**

**PUTUMAYO:** Orito, Puerto Caicedo.

## Porcentaje de Víctimas Fatales por Rayos de Tormentas Eléctricas, Relacionadas o no con el Trabajo

Gráfico No. 8. Distribución de accidentes con o sin relación actividades laborales. Primer trimestre 2025



Los accidentes por tormentas eléctricas se causan tanto en el trabajo como fuera de él.

Del 1 de enero al 31 de marzo de 2025, de las víctimas afectadas por tormentas eléctricas el 50% ocurrieron en actividades directas con el trabajo y el 50% restante no.

**Figura 12.**

## Tendencia Mensual de Accidentes

Aunque los accidentes por descargas eléctricas de origen natural se presentan en cualquier época del año, la incidencia se incrementa significativamente durante el desarrollo de las dos temporadas invernales en Colombia.

Gráfico No. 5. Tendencia mensual de accidentes por tormentas eléctricas en personas  
Comparativo 2025 – 2024 –2023

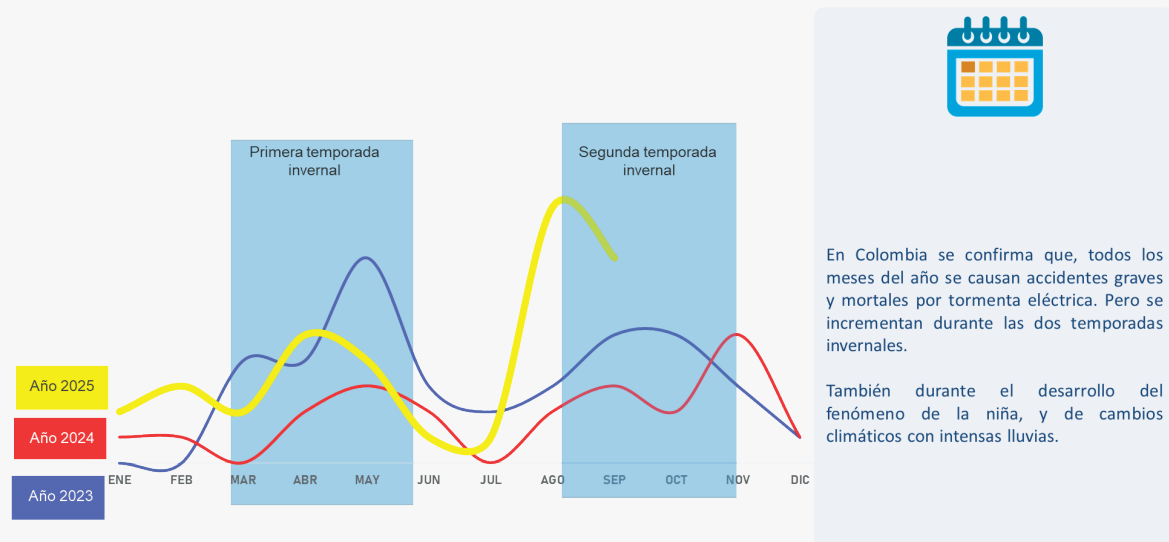
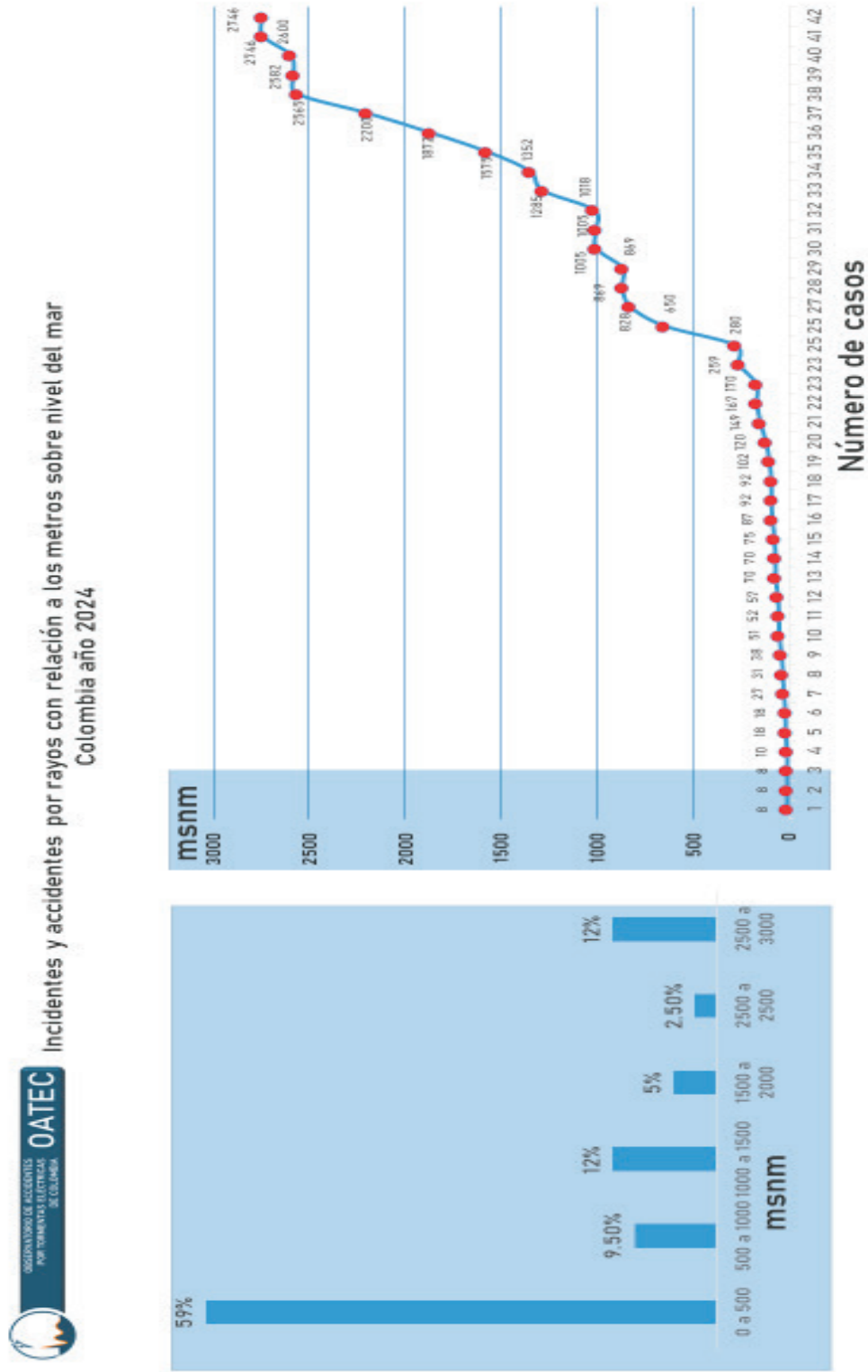


Figura 13. Fuente OATEC



Incidentes y accidentes por rayos con relación a la densidad de descargas  
atierra/Km2 DDT Colombia año 2024

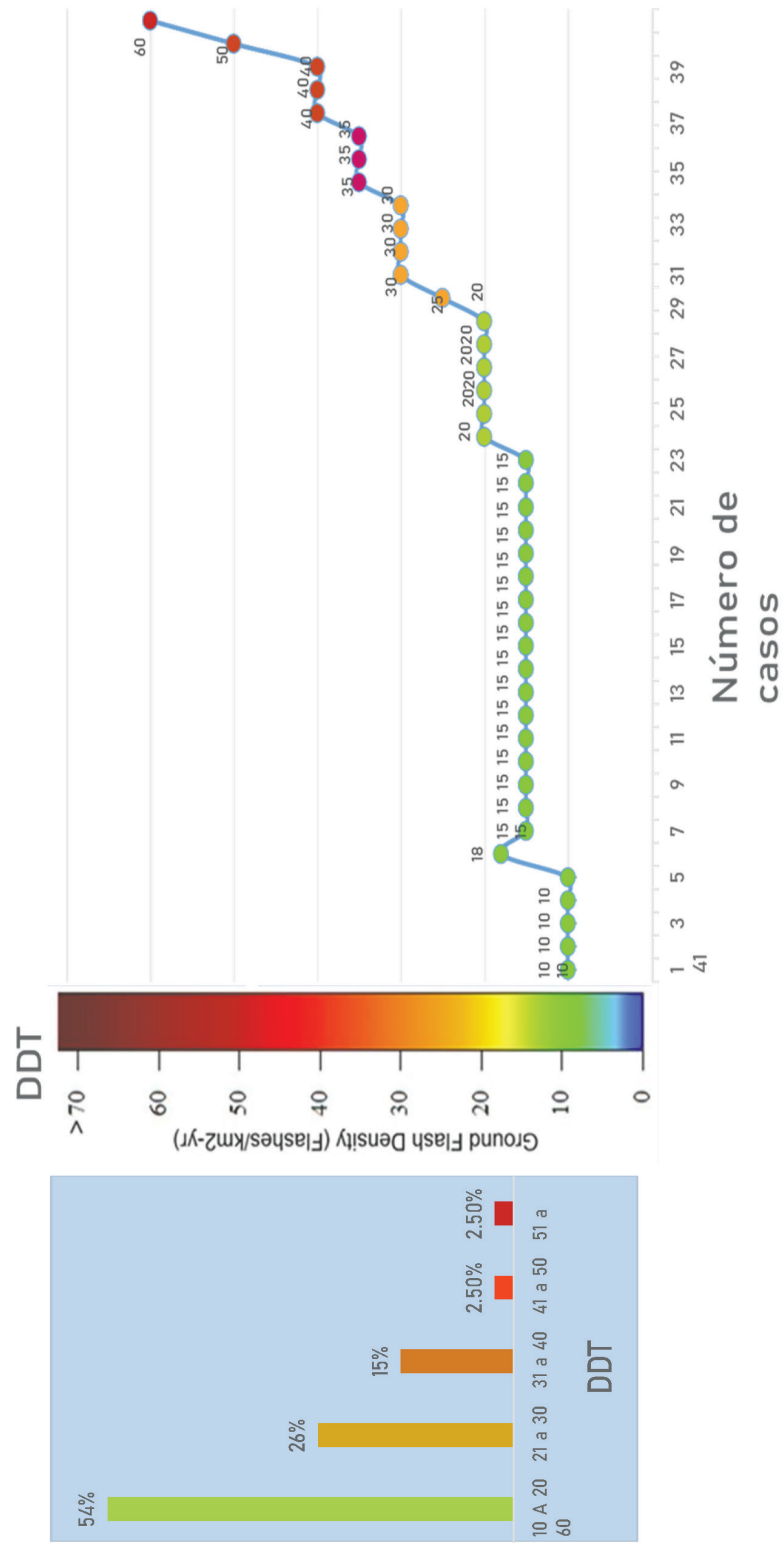
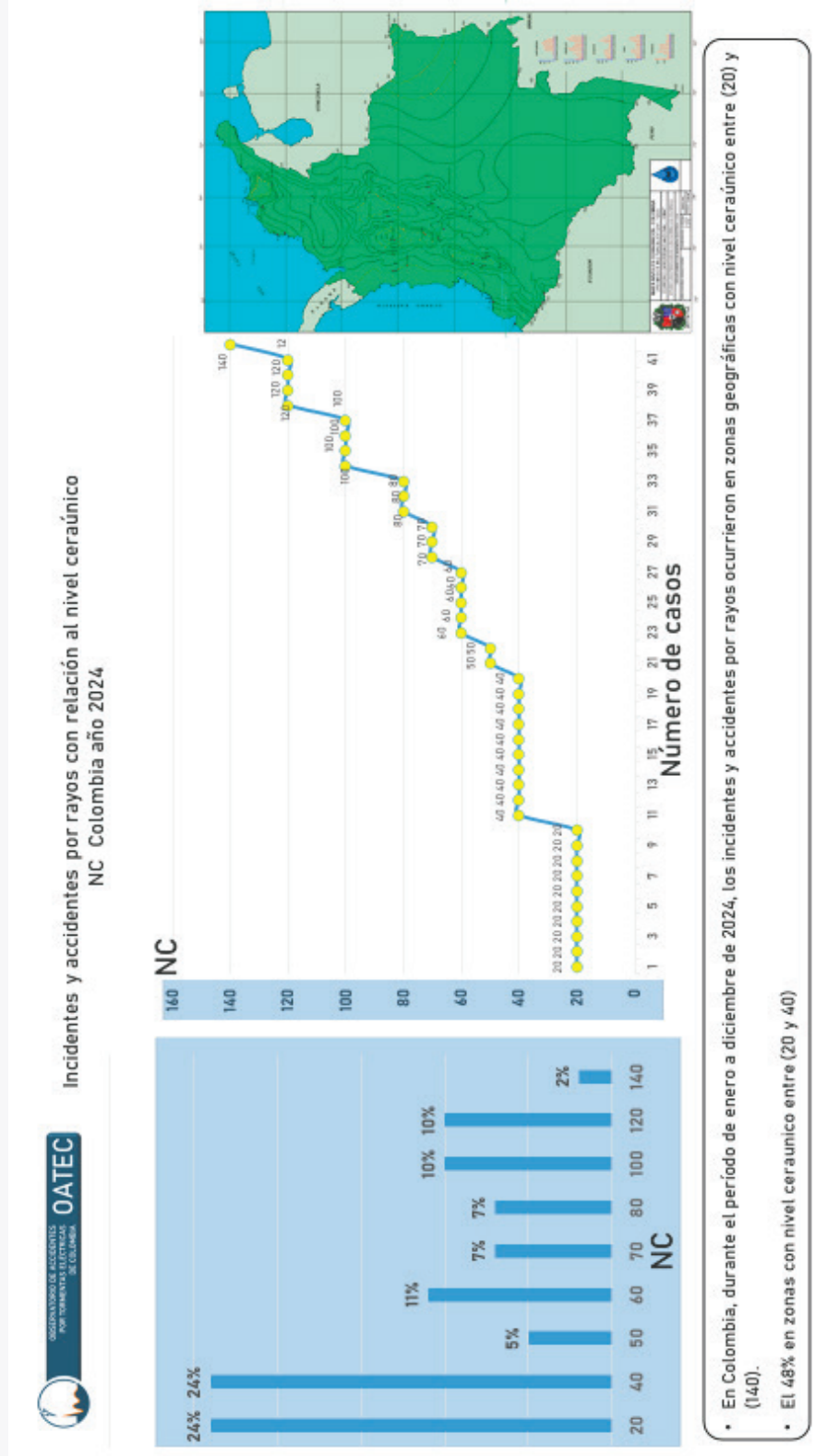


Figura 15.



## Sectores Económicos, Personas y Actividades Afectadas

### Personas de los Sectores Económicos Afectados

Las descargas atmosféricas afectan transversalmente a los sectores económicos, trabajadores y personas que desarrollan actividades principalmente a campo abierto, en todo el territorio nacional, como también en islas, playas y en áreas remotas.

- El personal y los grupos vulnerables incluyen:
  - Soldados de las Fuerzas Militares.
  - Miembros de la Policía Nacional.
  - Trabajadores de:
    - Agricultura, Ganadería y Silvicultura.
    - Rellenos sanitarios, Pesca y Puertos.
    - Minería, Gas y petróleo, y Energía eléctrica.
    - Cuidadores de bosques y reservas forestales, y miembros de la Unidad de Protección Nacional (UNP).
    - Trabajadores de la construcción.
  - Trabajadores informales en áreas rurales.
  - Profesores y alumnos de colegios, escuelas y universidades.
  - Deportistas profesionales y aficionados en actividades al aire libre.
  - Excursionistas, turistas y similares.
  - Miembros de diferentes etnias indígenas.
  - Feligreses durante peregrinaciones.

## Lista de Actividades en Riesgo

Existe un nivel de riesgo en diversas actividades rutinarias y no rutinarias cuando hay influencia de descargas atmosféricas en puestos de trabajo fijos y móviles.

- Instrucción, entrenamiento y operaciones militares y policiales.
- Levantamiento topográfico.
- Trabajos de izaje con grúas móviles, torres grúas, montacargas e izamientos en superficie.
- Carga, transporte y descarga de materiales peligrosos (incluyendo combustibles o explosivos).
- Movilidad o transporte en motocicletas, o a lomo de caballos u otros animales.
- Tala y poda de árboles.
- Trabajos de construcción o mantenimiento de caminos y accesos temporales.
- Trabajos en altura a la intemperie.
- Carga y descarga de contenedores.
- Montaje y desmontaje de infraestructuras de diferente tipo.
- Trabajos sobre cuerpos de agua.
- Trabajos en sistemas eléctricos, postes o torres eléctricas.
- Trabajos en elementos de redes de oleoductos o gasoductos.
- Desarrollo de actividades recreativas, deportivas o culturales individuales o grupales a la intemperie.
- Labores de vigilancia en garitas, puestos de observación, guardaparques, guarda páramos, y otros similares.
- Todos los trabajos y actividades al aire libre en áreas remotas o filos de montañas.

## Factores del Accidente y Análisis de Causas Raíz

Para que se materialice un accidente (leve, grave o mortal) causado por descargas atmosféricas, deben concurrir tres factores principales:

- 1) **Presencia del Peligro:** La presencia o descarga de rayos nube-tierra. Esto puede ocurrir en tormentas leves (pocos rayos) o severas (decenas o centenas de rayos).
- 5) **Personal Expuesto:** La exposición del personal a través de trabajos y actividades al aire libre o a campo abierto. Esto también incluye la exposición indirecta a la corriente del rayo, incluso en áreas cubiertas.
- 6) **Deficiencia Preventiva:** La ausencia o deficiencia en la gestión preventiva, que debe ser adecuada y oportuna.



**Figura 17.** Tres factores relacionados con el accidente por rayos.

Fuente Propia.

## Análisis de Causas Raíz

Para identificar la causa raíz de los accidentes por rayos en Colombia, el estudio consideró cinco categorías de fallas:

### 1) Errores Humanos:

- Ignorar el peligro frente a signos que anuncian potenciales tormentas.
- Desconocimiento de metodología preventiva por parte de entidades, dependencias y gestores de SST y de gestión del riesgo de desastres.
- Desconocimiento de técnicas de prevención por parte de los trabajadores y ciudadanía.
- Ubicación de riesgo (acampar bajo árboles, filos de montañas).
- Ubicarse cerca de estructuras conductoras (metálicas, torres, vías férreas).
- Emplear antenas improvisadas y la creencia en mitos.

### 2) Fallas Técnicas:

- Ausencia de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) especializados.
- Ausencia de sistemas de protección interna y externa para estructuras.
- Ausencia de refugios para zonas al aire libre o uso de refugios improvisados fuera de norma.
- Fallas y deficiencias en los componentes de los sistemas de protección (suelos, sulfatados, vandalizados).
- Falta de desarrollo de refugios móviles con protección.
- Disponer de protección solo para equipos de comunicaciones, ignorando a las personas.

### 3) Transgresión a las Normas de Seguridad:

- Instalaciones eléctricas que incumplen el RETIE, la serie NTC 4552 y NTC-IEC 62305.

- Incumplimiento de la NTC 6593 (Sistemas de Alerta).
- No garantizar refugios contra rayos en campamentos.
- Instalaciones improvisadas sin puestas a tierra o sin cálculos eléctricos.

**4) Errores Administrativos:**

- Ausencia de protocolos de seguridad y/o PON específicos.
- Ausencia de análisis, programas y campañas de accidentes por rayos.
- Deficiencias en inspecciones planeadas de seguridad a sistemas de protección, refugios y sistemas de alerta.
- Ausencia de señalizaciones de peligro y zonas seguras.
- Falta de adiestramiento a brigadistas en manejo de pacientes impactados.
- Ausencia de inversión y recursos.
- Falta de políticas públicas específicas y fallas en el sector académico.

**5) Factores del Entorno:**

- Temporadas críticas de tormentas y ubicación geográfica de Colombia (zona de alta actividad).
- Regiones de alta incidencia y presencia de cuencas hidrográficas.
- Impacto de fenómenos como el Cambio Climático, El Niño y La Niña.

## 2.2. METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO POR RAYOS

Una vez comprendido y conocido los mecanismos del peligro, el siguiente paso crítico en el SG-SST es la **evaluación y valoración del riesgo**. Este proceso determina la magnitud de la amenaza y la urgencia de las medidas de control. Dada la complejidad del fenómeno del rayo, que combina variables eléctricas, meteorológicas, geográficas y operativas, se exploran diferentes enfoques metodológicos para lograr una valoración integral ajustada al contexto colombiano.

En este apartado, se presenta un análisis comparativo de tres opciones principales para la evaluación del riesgo:

- 1) **Metodología General (GTC 45):** Un enfoque cualitativo y generalista, apto para la identificación inicial en la matriz de peligros estándar.
- 6) **Metodología Normalizada (NTC 4552):** Un enfoque cuantitativo y detallado, basado en estándares técnicos internacionales para el cálculo preciso de la necesidad de protección y niveles de riesgo aceptables.
- 7) **Metodología Propia Integral:** Una propuesta desarrollada específicamente para Colombia, que integra parámetros físicos del rayo, mapas de incidencia geográfica por el IDEAM y Keraunos, accidentalidad por sectores económicos y niveles de exposición reales, buscando una valoración más precisa y contextualizada.

El objetivo es determinar cuál de estas aproximaciones ofrece la base más sólida y pertinente para la toma de decisiones en la implementación de controles efectivos.

## 2.2.1. Valoración del Riesgo = Consecuencia por Severidad

### (1) CONSECUENCIA

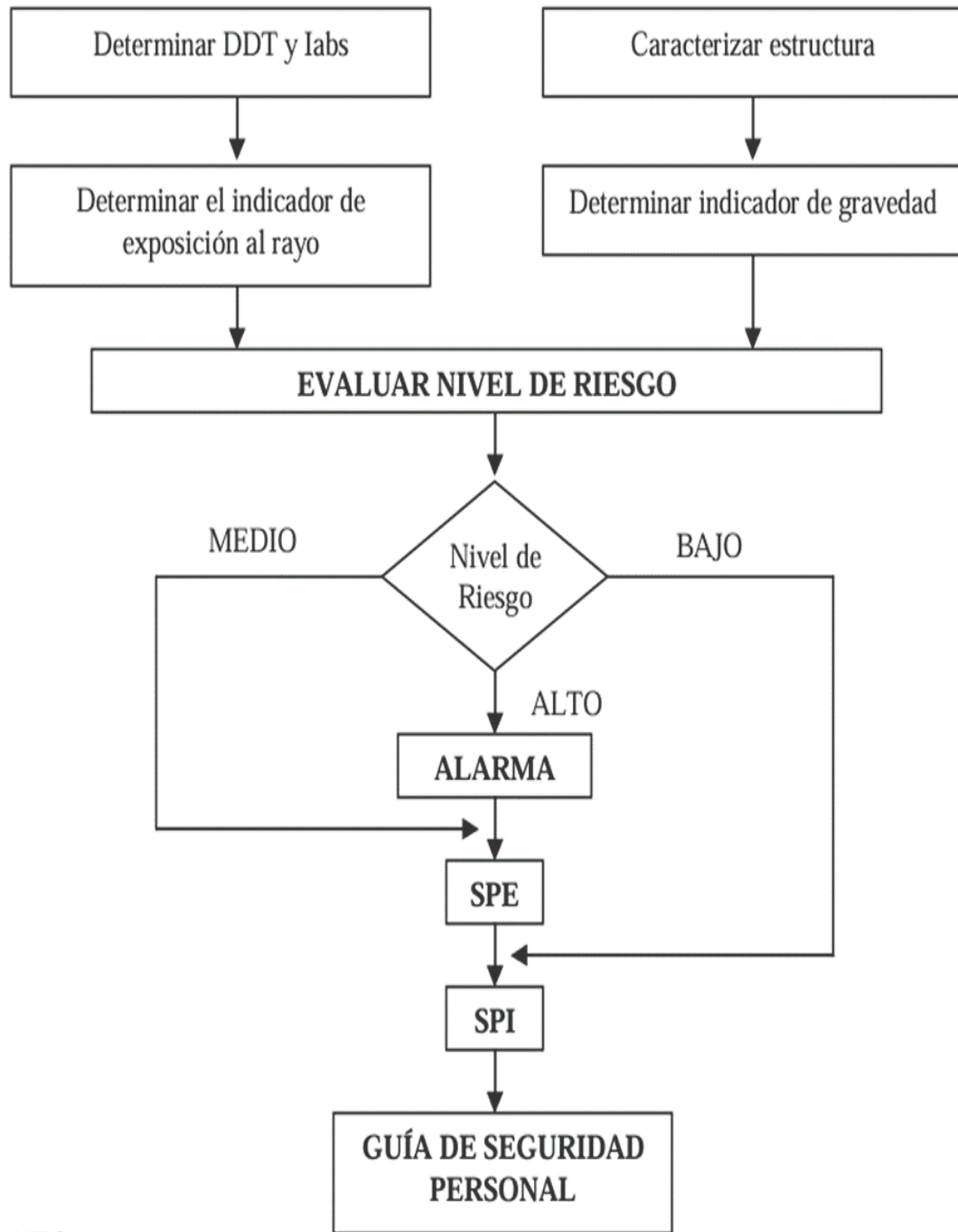
### (2) PROBABILIDAD

	LEVE LESIONES LEVES	GRAVE LESIONES GRAVES	MORTAL 1 O 2 FATALIDADES	CATASTRÓFICO 3 O MÁS FATALIDADES
NO CURRIRÁ EL ACCIDENTE	NR BAJO	NR BAJO	NR MEDIO	NR MEDIO
POCO PROBABLE QUE OCURRA EL ACCIDENTE	NR MEDIO	NR MEDIO	NR MEDIO	NR MEDIO
PROBABLE QUE OCURRA EL ACCIDENTE	NR MEDIO	NR MEDIO	NR MEDIO	NR ALTO
MUY PROBABLE QUE OCURRA EL ACCIDENTE	NR MEDIO	NR MEDIO	NR ALTO	NR ALTO
INMINENTE EN EL TIEMPO	NR MEDIO	NR ALTO	NR ALTO	NR ALTO

**Tabla 1.** Metodología valoración del riesgo por consecuencia y probabilidad

**Fuente.** Propia con base en GTC 045

### 2.2.2. Valoración del Riesgo con Criterios de la NTC 4552, Protección Contra Rayos, Principios Generales.



Fuente: NTC 4552

**Figura 18.** Acciones preventivas según el nivel de riesgo.

### 2.2.3. Valoración del Riesgo Sugerido para Tormentas Eléctricas.

	METODOLOGÍA
NIVEL DE RIESGO	PARÁMETROS MÍNIMOS SUGERIDOS
<b>Riesgo Medio</b>	<p><b>Zonas rurales o semi urbanas, que cumplan las siguientes características.</b></p> <p>DDT (Cantidad de rayos por kilómetro cuadrado) de 1 a 5.</p> <p>Nivel ceraúnico (NC días del año con por lo menos una descarga eléctrica, rayo), 50 a 100.</p> <p>Historial con incidentes y accidentes leves, graves o mortales a causa de tormentas eléctricas en el sector.</p>
<b>Riesgo Bajo</b>	<p><b>Instalaciones urbanas,</b></p> <p>DDT (Cantidad de rayos por kilómetro cuadrado) inferiores a 1.</p> <p>Nivel ceraúnico (NC días del año con por lo menos una descarga eléctrica, rayo), inferiores a 50.</p> <p>Sin historial de incidentes ni accidentes leves, graves o mortales a causa de tormentas eléctricas en el sector.</p> <p>Con sistemas de protección contra rayos, calculados y certificados con vigencia superior a un año.</p>
<b>Riesgo Tolerable</b>	<p>Instalaciones urbanas, con sistemas de protección contra rayos, calculados y certificados con vigencia menor a un año.</p>

**Tabla 2.** Metodología valoración del riesgo sugerida

**Fuente.** Propia

## 2.3. CONTROLES PREVENTIVOS Y ESTÁNDARES DE SEGURIDAD

La base normativa para la prevención de riesgos laborales en Colombia se encuentra en el **Decreto 1072 de 2015**. Este decreto define el marco general y las obligaciones en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), y el presente estudio complementa esta normativa al ofrecer la orientación específica para la gestión del riesgo por rayos.

### Jerarquía de Controles para el Peligro (Rayo Procedente de las Nubes de Tormenta)

**2.3.1 Eliminación del Peligro.** Dado que el rayo es una descarga eléctrica de origen natural, no existe tecnología disponible para eliminarlo o hacerlo desaparecer. Por lo tanto, esta jerarquía de control no aplica y se omite.

**2.3.2 Sustitución:** Este nivel de control también se omite, ya que el rayo no puede ser reemplazado por otro peligro que genere menos riesgo.

**2.3.3 Controles de ingeniería:** Esta categoría sí aplica y se centra en sistemas de protección, monitoreo y alertas oportunas y eficientes.

#### 2.3.3.1 Sistemas de Protección

La protección contra rayos se define como el conjunto de medidas técnicas diseñadas para interceptar la corriente del rayo y conducirla de forma segura hacia tierra. Su objetivo es minimizar el riesgo de impacto sobre personas, edificaciones, instalaciones eléctricas y equipos electrónicos.

En Colombia, esta protección se basa en normas nacionales e internacionales, como la NTC 4552 o su equivalente IEC 62305.

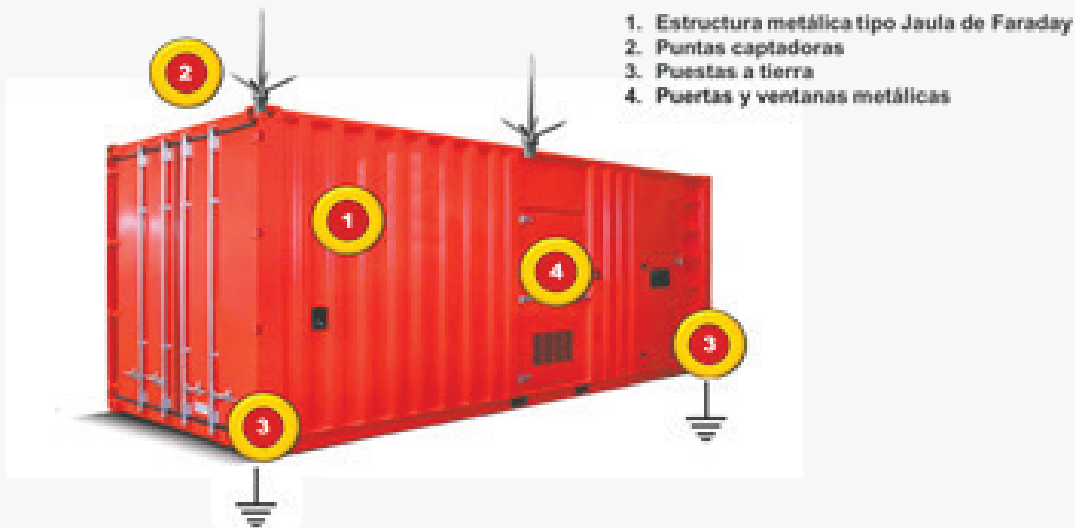
**IMPORTANTE.** Los sistemas de protección externa, sean fijos o habilitados, son obligatorios en instalaciones con riesgo de afectación a personas y deben ser calculados, diseñados, construidos, certificados e inspeccionados con apoyo de ingeniería eléctrica.

- **Componentes de Protección Externa:** Incluyen puntas captadoras, conductores bajantes y el sistema de puesta a tierra, que conducen la corriente del rayo cuando impacta directamente.

- **Componentes de Protección Interna:** Constituidos por los **DPS (Dispositivos de Protección contra Sobretensiones)**, que conducen las corrientes parciales de rayo a tierra, limitando las sobretensiones que ocurren al interior de las instalaciones.
- **Equipotencialización:** Es fundamental garantizar la unión equipotencial de todas las partes metálicas no conductoras, evitando así diferencias de potencial peligrosas.

**A continuación, se describen los tres tipos de estructuras de protección que reducen los niveles de riesgo y protegen la vida de las personas:**

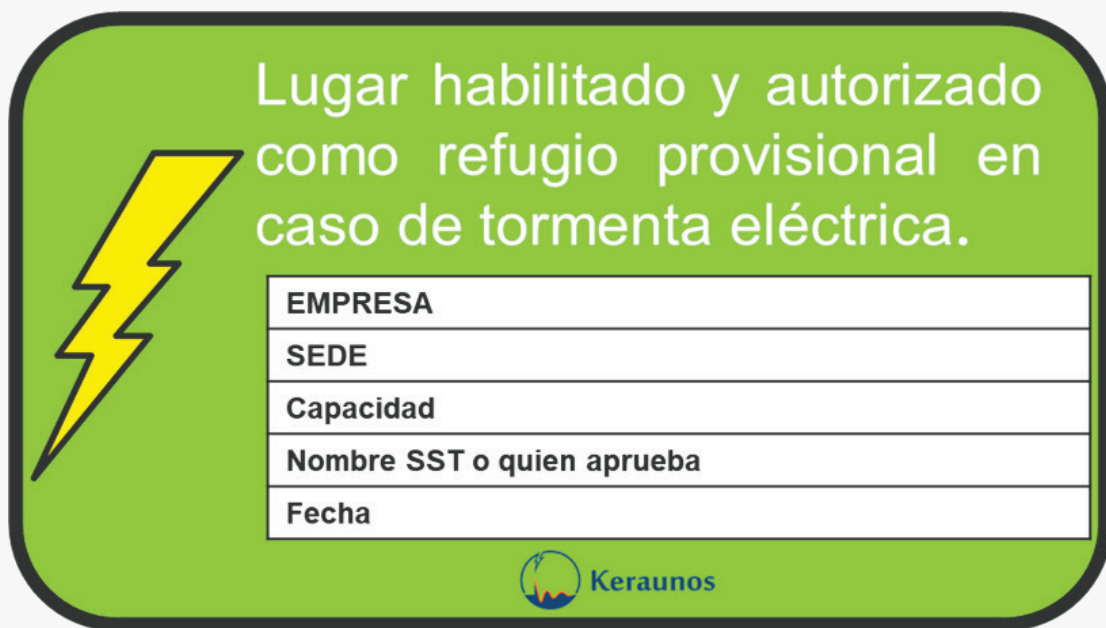
- **Estructuras Protegidas contra Rayos (con protección interna y externa):** Edificaciones convencionales que cuentan con un SPCR (Sistema de Protección Contra Rayos) diseñado bajo la NTC 4552. Están diseñadas para interceptar, conducir y disipar la energía de los rayos de manera segura hacia tierra.
- **Refugios Diseñados y Construidos Contra Rayos:** Instalaciones construidas específicamente bajo el principio de la Jaula de Faraday. Están equipadas con un sistema de protección que canaliza la energía hacia la tierra de forma segura (captación, bajante y puesta a tierra). Se emplean en centros de trabajo temporales y recreacionales al aire libre en sectores como OIL & GAS, minería, construcción y campamentos.



**Figura 19.** Ejemplo de un refugio construido contra rayos.

- **Refugios Habilitados contra Tormentas Eléctricas:** Estructuras que, aunque no fueron construidas inicialmente para protección, pueden ser habilitadas provisionalmente como refugios temporales, siempre que sean estructuras cerradas y conductoras. Deben cumplir con los requisitos mínimos para canalizar la energía de los rayos hacia tierra, como las cabinas metálicas de automotores, maquinaria amarilla, grúas o contenedores metálicos.

Los refugios habilitados deben ser autorizados por Seguridad y Salud en el Trabajo, con el concepto previo de ingeniería eléctrica, y deben estar señalizados e informados para su uso.



**Figura 20.** Ejemplo de señalización sugerida para habilitar refugios contra rayos

Es importante que tengan su dispositivo de puesta a tierra con nivel de resistencia menor a 10 ohmios, ver RETIE tabla de valores máximos de resistencia a puesta a tierra en sistemas de protección contra rayo.

Los Gestores de HSE o SST junto con electricistas deberían establecer y relacionar por categorías, los sitios con los diferentes niveles de protección.

## Zonas inseguras.

- Zonas a cielo abierto.
- Garitas o puestos de observación.
- Cubiertas y partes altas de los centros de trabajo.
- Estructuras metálicas y varillas expuestas o sobresalientes.
- Andamios metálicos.
- Redes eléctricas sin sistemas de protección interna NTC 4552.
- Antenas.
- Árboles.
- Albercas y cuerpos de agua.
- Mallas, cercas, alambradas, rejas metálicas.
- Casetas, kioscos, carpas y zonas construidas en forma improvisadas o temporales sin protección contra rayos.
- Motocicletas.
- Bicicletas.
- Platos de volquetas.
- Carrocerías de camiones con o sin carpa.
- Cilindradoras, cargadores, y maquinaria de línea amarilla sin cabina totalmente cerrada.

## Sistemas de protección no convencionales.

**NOTA:** Cada país tiene sus propias normativas y regulaciones en temas de seguridad eléctrica, incluida la protección contra rayos. En Colombia son aplicables la NTC 4552 -1, 2, y 3, el Retie y la resolución 5018/2019.

La norma UNE 21186 es una norma española y no aplica en Colombia. Esta norma regula los sistemas de protección contra rayos (pararrayos), particularmente en lo que respecta a la protección de estructuras mediante dispositivos de captación, conducción y puesta a tierra de descargas atmosféricas.

A la fecha, no se ha demostrado científicamente la capacidad de evitar la formación ni desviación de rayos o tormentas severas de forma consistente, ni la eliminación total de tormentas.

Para lograr la eliminación de la formación de un rayo, sería necesario tener el control absoluto sobre múltiples factores, entre los que se incluyen:

- Fuentes de agua en el sector.
- Niveles de calor en la superficie terrestre y el aire húmedo ascendente.
- Inestabilidad atmosférica e interacción con frentes fríos o montañas.
- Turbulencias ascendentes y descendentes dentro de los cumulonimbos.
- Fricción y choque entre cristales de agua dentro de la nube.
- La formación de cargas positivas y negativas.
- Corrientes de descarga que oscilan entre 3.000 a 200.000 amperios
- La ionización de la atmósfera.

Debido a esta complejidad, la efectividad de los llamados inhibidores de rayos no está científicamente comprobada. Por lo tanto, las normas nacionales e internacionales aprueban solo sistemas de protección basados en:

**Puntas captadoras** (tipo Franklin).

**Jaulas de Faraday.**

**Puestas a tierra eficientes.**

Relación de pararrayos no convencionales	
Tipo de Pararrayos No Convencional	Características Principales
Pararrayos con dispositivo de cebado (PDC)	Genera un impulso eléctrico que anticipa la descarga, capturando el rayo antes que otros.
Pararrayos de emisión activa (ESE)	Tipo de PDC; emite impulsos ionizantes hacia arriba para atraer el rayo.
Pararrayos de emisión láser	Usa un haz láser para ionizar el aire y crear un canal conductor para el rayo.
Pararrayos electrostáticos	Modifican el campo eléctrico en su entorno para evitar o atraer rayos controladamente.

**Tabla 3.** Relación de pararrayos no convencionales

### 2.3.3.2. Predicción (Monitoreo del Peligro)

Los sistemas de monitoreo y alarma se integran como controles de ingeniería esenciales dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). En Colombia, la Norma Técnica Colombiana NTC 6593 (*Sistemas de alertas de tormenta*) puede servir como referencia técnica para su implementación.

Es crucial entender que los sistemas de alerta temprana no sustituyen a los sistemas de protección física (apantallamiento) ni a los controles administrativos. Por el contrario, estos tres componentes (protección física, monitoreo y controles administrativos) son fundamentales, complementarios e indispensables para una gestión integral del riesgo.

Un sistema de monitoreo y alerta temprana contra rayos es un conjunto de tecnologías, comunicación, avisos, procesos y protocolos diseñados para:

- Detectar la actividad eléctrica atmosférica.
- Tomar decisiones y emitir advertencias oportunas.
- Prevenir riesgos a personas, infraestructuras y operaciones sensibles.

## Clases de Detectores y Tiempo de Alerta

Es crucial para la seguridad de las personas emplear detectores de la Clase A, ya que proporcionan el mayor tiempo de anticipación posible para permitir la evacuación segura a un refugio adecuado.

- **Detectores Clase A:** Están basados en la medición del campo electrostático local. Son los únicos que pueden detectar la formación de una tormenta sobre la ubicación protegida o una tormenta que se aproxima sin haber producido aún rayos visibles. Esto puede proporcionar un tiempo de advertencia de varias decenas de minutos, margen suficiente para suspender actividades al aire libre y buscar refugio antes de que comience el riesgo inminente.
- **Detectores de Clases Inferiores (B y C):** Están basados en la detección de campos electromagnéticos, es decir, de rayos ya ocurridos. Solo dan aviso cuando la tormenta ya está activa y descargando cerca, lo que no proporciona el tiempo de anticipación necesario para la prevención de seguridad humana.

## Limitaciones de los Dispositivos Clase D

Para el uso de sistemas Clase D (equipos de desempeño limitado, generalmente dispositivos de mano descritos en la norma IEC 62793), se debe tener en cuenta que:

- Están fuera de los estándares internacionales.
- Su calibración y prueba son insuficientes para producir alertas eficientes.
- Su uso se recomienda únicamente como respaldo para casos en los que no haya acceso a sistemas de mayor clase.
- Se debe buscar siempre estrategias que permitan acceder a sistemas de mayor desempeño.

## Aplicaciones Telefónicas Como Sistemas de Alerta

Existen muchas aplicaciones para teléfonos que pueden ser útiles para monitorear tormentas eléctricas y recibir alertas de rayos. Sin embargo, es crucial entender su fuente de información, tipos de sensores, soporte técnico y limitaciones. Estas aplicaciones no sustituyen un sistema de detección local profesional en entornos industriales de alto riesgo, especialmente para prevenir accidentes en personas.

## Alertas por Observación Humana (Método 30/30)

El método 30/30 es una regla empírica, ancestral y simple, utilizada para determinar cuándo buscar refugio y cuándo es seguro reanudar las actividades tras una tormenta eléctrica. Esta práctica de seguridad visual y auditiva estima la proximidad de una tormenta y se basa en la premisa de que el sonido viaja mucho más lento que la luz. El método se divide en dos fases, ambas regidas por el número 30.

### Fase 1: Los Primeros 30 Segundos (Buscar Refugio)

Esta fase determina cuándo debe suspenderse una actividad y buscar refugio.

- **Observación y conteo:** Cuando se ve un relámpago, se debe comenzar a contar inmediatamente los segundos hasta que se escuche el trueno correspondiente.
- **El Criterio (30 segundos):** Si el tiempo transcurrido entre el relámpago y el trueno es igual o menor a 30 segundos, se considera que la tormenta está lo suficientemente cerca como para representar un peligro inminente. Esto equivale a una distancia aproximada de 10 kilómetros o 6 millas de distancia, ya que el sonido recorre cerca de 1 km cada 3 segundos.
- **La Acción:** En este punto, todas las operaciones o actividades al aire libre deben suspenderse de inmediato, y todo el personal debe trasladarse a un refugio seguro (edificio cerrado o vehículo con techo metálico).

### Fase 2: Los Segundos 30 Minutos (Retrasar el Retorno)

Esta fase determina cuándo es seguro regresar al área de trabajo o reanudar las actividades al aire libre.

- **El Criterio (30 minutos):** Una vez que la tormenta parece haber pasado y se ha buscado refugio, se debe esperar un mínimo de 30 minutos después de escuchar el último trueno o ver el último relámpago.
- **La Acción:** Solo después de que hayan transcurrido 30 minutos completos sin actividad eléctrica visible o audible, se considera razonablemente seguro salir del refugio y reanudar las actividades.

### Limitaciones:

- **Visibilidad/Audibilidad:** La eficacia del método 30/30 depende de la capacidad de ver el relámpago y oír el trueno. Es difícil de aplicar correctamente en áreas ruidosas o con visibilidad reducida (barreras geográficas, naturales, artificiales, niebla, lluvia intensa, noche).
- **No es infalible:** Es una estimación. Los sistemas de detección avanzados (como los mencionados en la NTC 6593) ofrecen mayor precisión y alertas automatizadas. El método 30/30 debe ser considerado una herramienta de último recurso para la toma de decisiones rápidas en campo.

### Configuración de Niveles de Riesgo, Distancias de Activación de Alertas y Acciones a Seguir

Un desafío significativo en la implementación de los sistemas de monitoreo y alerta (Clase A y B) es la definición de los umbrales de riesgo y las distancias de activación de las alarmas.

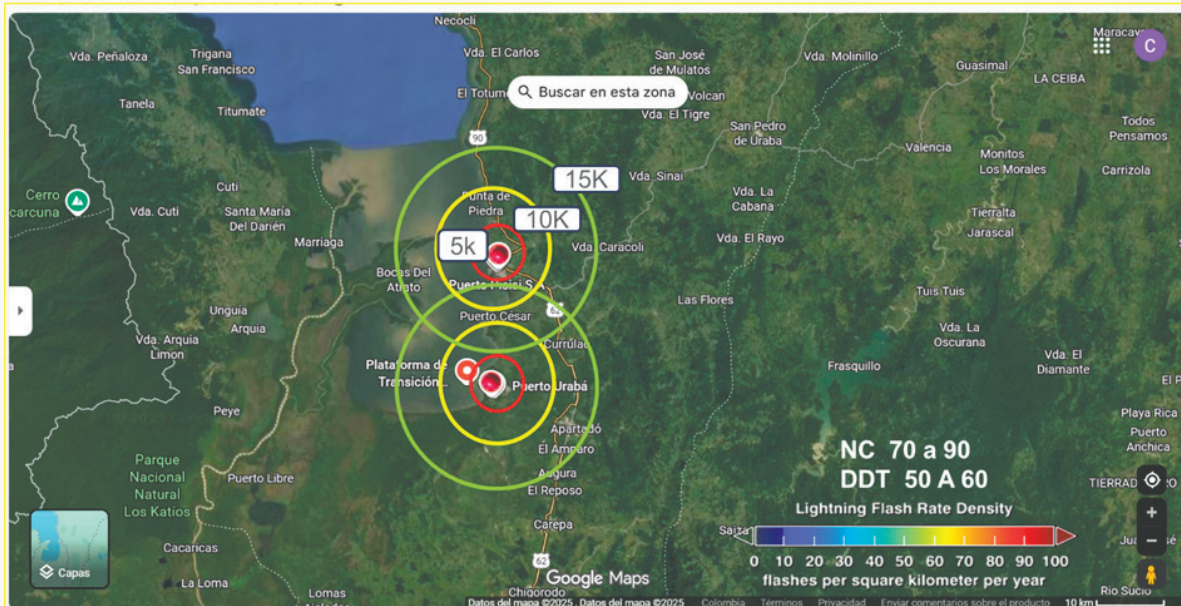
La implementación de sistemas de alerta para tormentas eléctricas frecuentemente expone una dicotomía entre la seguridad y la producción. Los ingenieros de producción, en su rol de garantes de la continuidad operativa, suelen manifestar su preocupación, argumentando que las interrupciones recurrentes, ocasionadas por las alertas preventivas, afectan negativamente los índices de productividad y pueden ser percibidas como paradas innecesarias o infundadas, lo que dificulta la gestión eficiente de los recursos y el cumplimiento de cronogramas y metas.

En tal Sentido, se ha observado una variabilidad significativa en los rangos de activación de alarmas entre diferentes o en los mismos sectores económicos.

Por ejemplo, algunas organizaciones establecen el límite para la primera alerta (clasificada como riesgo bajo) a distancias de 30 kilómetros o más, mientras que otras definen el mismo nivel de alerta a tan solo 15 kilómetros o menos. De manera similar, los niveles de alerta de riesgo alto se activan en unas empresas a los 8 kilómetros, y en otras a los 4 kilómetros o menos.

Estos dispares umbrales de activación de alarmas evidencian la ausencia de criterios estandarizados o, por lo menos, rangos mínimos y máximos consistentes que deberían ser reglamentados desde el Estado para asegurar una gestión del riesgo uniforme y efectiva a nivel nacional.

Los criterios de niveles de activación de alertas que se exponen a continuación representan las prácticas de mayor uso en el país. No obstante, es imperativo establecer que dicha prevalencia no es indicativa de una estandarización técnica o de una validación unánime. La aplicación de umbrales dispares por parte de las empresas evidencia un vacío normativo y técnico en la gestión del riesgo por descargas atmosféricas, lo cual introduce incertidumbre en los protocolos de prevención y seguridad del personal expuesto.



**Figura 21.** Perímetros y distancias de seguridad para activar las alertas que con mayor frecuencia son empleadas en los diferentes sectores económicos.

Como complemento a la información gráfica, se presenta la siguiente tabla que detalla los **criterios operativos** para la gestión del riesgo por tormentas eléctricas.

La inclusión de esta tabla en los protocolos de seguridad es altamente recomendable, ya que:

- Proporciona **claridad** sobre los niveles de alerta requeridos.
- Define las **distancias de seguridad** aplicables.
- Ofrece un **código de colores** estandarizado con los de gestión de riesgo de desastres.
- Sugiere las **acciones preventivas** para cada escenario

<b>NIVEL DE ALERTA</b>	<b>DISTANCIA</b> Actividad de rayos, con relación al personal expuesto	<b>COLOR</b> Estado de alerta	<b>ACCIÓN RECOMENDADA</b>
<b>Sin alerta</b> <b>Sin riesgo</b>	Mayor a 15 Kilómetros	<b>Verde</b>	Desarrollo de actividades programadas normales, rutinarias y no rutinarias, sin restricciones. <b>Riesgo aceptable</b>
<b>Nivel de alerta 1</b> <b>Riesgo Bajo</b>	Entre 15 a 10 kilómetros	<b>Naranja</b>	Alerta para enterarse Desarrollo de actividades programadas normales, rutinarias y no rutinarias, sin restricciones. <b>Riesgo tolerable</b>
<b>Nivel de alerta 2</b> <b>Riesgo medio</b>	Entre 10 a 5 kilómetros	<b>Amarillo</b>	Alerta para actuar en forma controlada, asegurar áreas y equipos, detener actividades y desplazamiento hacia refugios iniciando por personas en tareas de alto riesgo, trabajos o actividades en alturas y en zonas más apartadas a los refugios. <b>Riesgo tolerable</b>
<b>Nivel de alerta 3</b> <b>Riesgo alto</b>	Igual o menor a 5 kilómetros	<b>Roja</b>	Este tipo de alarma exige que todas las personas se encuentren protegidas en lugares o refugios contra rayos preestablecidos. <b>Riesgo no tolerable</b>

**Tabla 4.** Niveles de alerta, código de colores, distancias de activación de alertas y acciones recomendadas para cada nivel.

**IMPORTANTE:** A partir de la información registrada y analizada en más de 200 casos de incidentes y accidentes reales, el tiempo que transcurre entre el origen de la tormenta y la hora del accidente permite, en un 90% de los casos, realizar gestión preventiva con los sistemas de monitoreo y alerta temprana (SAT).

El 10% restante de los accidentes ocurren cuando la tormenta inicia su formación y desarrollo directamente en condiciones de Nivel de Alerta 3, es decir, sobre el área de observación o centros de trabajo<sup>7</sup>.

## 2.4. CONTROLES ADMINISTRATIVOS.

En el marco de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), los controles administrativos consisten en medidas de gestión implementadas por los líderes de SST. Estas incluyen la creación de planes, programas y campañas, con el fin de reducir la exposición de los trabajadores a los riesgos laborales. Su función principal es gestionar el riesgo, y no eliminar el peligro, a través de la modificación de procesos y el fomento de comportamientos seguros, contribuyendo así a la reducción de los niveles de riesgo.

### Los controles administrativos deben incluir:

- Incluir el peligro en la matriz de riesgos, cuando exista personal expuesto laboralmente a tormentas eléctricas en los centros y puestos de trabajo.
- Conocer la caracterización de las tormentas eléctricas en los centros de trabajo fijos y móviles donde se dispone de personal en riesgo (Densidad de descargas a tierra, niveles ceráunicos, meses críticos, horas críticas, actividades críticas, antecedentes de incidentes y accidentes, otras).
- Diseñar y desarrollar protocolos específicos para este tipo de peligro y operativizar con PON (Procedimiento Operativo Normalizado).
- Establecer y difundir las normas de seguridad contra rayos, específicas para el centro y puestos de trabajo.
- Incluir en los planes de inspecciones planeadas, la verificación técnica y certificación de los sistemas integrados de protección contra rayos (SIPRC), destinados para las zonas seguras. Esto abarca pararrayos, bajantes, puestas a tierra, apantallamiento, sistemas eléctricos, DPS, refugios, etc. (NTC 4552).
- Designar responsables de los diferentes niveles de comunicación, centros de operaciones, quién recibe las alertas, quién, cómo, y cuándo las transmiten. También se incluye la comunicación de los brigadistas.

- Ejecutar los programas de formación, capacitación y entrenamiento, con entidades expertas, como también en unidades vocacionales de aprendizaje empresarial (UVAE).
- Establecer y comunicar los medios de alarma: sonora, visual y/o radio WhatsApp, con un mínimo de dos medios.
- Incluir dentro del plan de emergencias, la contingencia por tormenta eléctrica.
- Difundir y ensayar el protocolo de seguridad contra tormentas eléctricas para todos los trabajadores, incluyendo contratistas.
- Entrenar a los brigadistas en técnicas para atender pacientes afectados por la corriente del rayo.
- Verificar la disposición del kit de emergencia, como medios de comunicación, linterna, radio, botiquín, contactos de emergencia, etc.
- Desarrollar capacitación, inducción y reinducción, incluyendo estos temas en los planes anuales de capacitación.
- Desarrollar campañas, simulaciones y/o simulacros frente al peligro que representan las tormentas eléctricas.
- Las demás medidas que establezcan las empresas, sus contratistas y trabajadores, en sus planes de mejoramiento continuo.

## 2.5. EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP):

En la jerarquía de controles, los Elementos de Protección Personal (EPP) se ubican como la última barrera de protección, dependiendo directamente de su correcta selección y uso por parte del trabajador. Sin embargo, al analizar el riesgo específico de las descargas atmosféricas (rayos), la perspectiva técnica, científica y normativa cambia radicalmente respecto a otros peligros.

Este apartado analiza si es viable o no confiar en los EPP para la protección contra impactos directos o indirectos de rayos. Se argumenta que, con base en la física del fenómeno y las normas técnicas disponibles (como la NTC 4552 o estándares internacionales), que **no existe actualmente un EPP certificado que pueda disipar de manera segura los 30.000 a 200.000 amperios promedio que transporta un rayo.**

Por lo tanto, la estrategia preventiva debe centrarse prioritariamente en los controles de ingeniería y administrativos (como la evacuación oportuna a refugios seguros), relegando el EPP a un rol secundario para riesgos eléctricos asociados, pero nunca como una solución primaria ante la inminencia de una tormenta eléctrica.

## **2.6. REALIDAD DE LAS ESTADÍSTICAS DE INCIDENTES Y ACCIDENTES POR RAYOS**

Durante el desarrollo de esta investigación, se tuvo conocimiento real de múltiples casos de incidentes y accidentes, que variaron desde lesiones leves hasta fatales, los cuales no pudieron ser integrados formalmente al análisis. Dada la ausencia de registros oficiales y la necesidad de contar con soportes documentales verificables para evitar implicaciones legales, estos incidentes permanecen como datos anecdóticos que, si bien refuerzan la percepción del riesgo, no cumplen con los criterios metodológicos para su inclusión.

**Un hallazgo crucial de este análisis es el subregistro significativo de los accidentes por rayos en los registros oficiales. Existe una brecha considerable en la documentación de accidentes, que abarca desde lesiones leves y graves no reportadas, hasta casos mortales e incluso eventos catastróficos con víctimas en masa que permanecen fuera de las estadísticas públicas.**

Frecuentemente, esta falta de registro se debe a manejos internos por parte de las empresas, que clasifican estos sucesos como de origen no laboral. Al ser categorizados bajo figuras legales como “caso fortuito” o “fuerza mayor”, argumentando que son fenómenos de la naturaleza incontrolables, los accidentes quedan excluidos de las bases de datos de riesgos laborales, oscureciendo la verdadera magnitud del problema.

Se conocieron casos específicos donde accidentes por rayos produjeron múltiples víctimas simultáneamente. Llama la atención que estos eventos masivos a menudo quedan excluidos de los registros formales de accidentalidad. Esta omisión, aparentemente destinada a evitar un impacto negativo en el récord de seguridad de las empresas, evidencia una falla crítica en la transparencia del reporte y subestima la magnitud real del riesgo.

## Necesidad de Bases de Datos

En Colombia, la verdadera magnitud de los desastres y accidentes relacionados con las descargas atmosféricas permanece, en gran medida, sin documentar en los registros oficiales.

Esta carencia no solo se limita a las cifras, sino que se extiende a la ausencia de análisis técnicos rigurosos tras cada novedad o accidente no reportado. Esta falta de investigación profunda impide la identificación y difusión proactiva de lecciones aprendidas, resultando en la pérdida de valiosas oportunidades para la mejora continua de los protocolos de seguridad y prevención de riesgos a nivel nacional.

Consecuentemente, el subregistro en el reporte actual, verdaderamente deja interrogantes críticos sin resolver, cuya respuesta es fundamental para una gestión efectiva del riesgo. Estos interrogantes incluyen:

**Caracterización y Distribución:** ¿Cuál es la caracterización real de este tipo de accidentes en Colombia? ¿En qué regiones específicas se presentan con mayor incidencia?

**Impacto Humano y Lesiones:** ¿Cuántas personas resultaron heridas realmente y qué tan graves son las lesiones sufridas en cada evento?

**Mecanismos del Accidente:** ¿Dónde están impactando los rayos (impactos directos o indirectos) y bajo qué circunstancias operativas ocurren estas tragedias?

**Análisis Causal:** ¿Cuáles fueron las fallas técnicas, las fallas del entorno (climáticas), los errores humanos y los fallos administrativos o de procedimiento que confluyeron en el siniestro?

**Responsabilidad y Acción:** ¿Qué acciones concretas pueden y deben emprender los gobiernos, la Dirección de Riesgos Laborales, la academia, las ONG, las empresas y los gestores de SST para prevenir la recurrencia de estos eventos?

Responder a estas preguntas es imperativo para pasar de una gestión reactiva a una proactiva y basada en evidencia.

**Los datos son clave:** sin información, es difícil diseñar estrategias de prevención efectivas, fortalecer los sistemas de protección, alerta temprana y controles administrativos, tanto en el sector laboral como en la población en general.

**Pocos países tienen agencias gubernamentales que recopilen incidentes de rayos, por lo que la mayoría de las bases de datos dependen de los informes de noticias, como en Colombia ocurre con el OATEC.**

Construir una base de datos confiable puede contribuir a las políticas gubernamentales, aumentar la conciencia empresarial y pública, atraer recursos para infraestructuras de protección y sugerir patrones que guíen a los expertos en seguridad en el diseño de estrategias de prevención y la enseñanza de prácticas más seguras a las comunidades.

Por ejemplo, los gobiernos pueden usar los datos para seguir tendencias a lo largo del tiempo, identificar áreas de alto riesgo, asignar recursos a las comunidades más vulnerables que lo necesiten, proporcionar infraestructura de protección e integrar la seguridad ante rayos en los planes de preparación ante desastres. Las lesiones por rayos son prevenibles. El gobierno requiere fortalecer el prestar atención a los accidentes en el ámbito laboral, como también priorizar los rayos como una crisis de salud pública mediante la exigencia de normas de protección (por ejemplo, IEC 62305) en los diferentes sectores económicos con personal trabajador a la intemperie, como también escuelas, áreas recreacionales, deportivas, hospitales, cuarteles y edificios públicos, asignando presupuestos para sistemas de alerta temprana, y subvencionando materiales de bajo costo para los sistemas de protección contra rayos (SPCR).

Integrar la educación sobre rayos en los planes de las ARL, la academia, y en las políticas de desastres es igualmente urgente, como se demuestra en los diferentes casos relacionados en el presente documento.

## **2.7. INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE INCIDENTES Y ACCIDENTES POR RAYOS**

En Colombia, el marco normativo para la investigación de incidentes y accidentes de trabajo está claramente definido por la Resolución 1401 de 2007 del Ministerio de la Protección Social, hoy Ministerio del Trabajo. Esta legislación establece los parámetros obligatorios y la metodología para que todas las empresas realicen análisis rigurosos de los siniestros laborales. Un aspecto fundamental y a menudo subutilizado de esta norma es la flexibilidad que otorga a los comités investigadores para integrar a un experto temático o especialista externo cuando el caso lo requiere por su complejidad técnica.

## Brecha de Conocimiento y Falta de Rigor

En Colombia sí existen grupos de profesionales y especialistas con la capacidad técnica y la experiencia para llevar a cabo la investigación, el análisis, la prevención y los peritajes forenses necesarios para los accidentes causados por rayos y tormentas eléctricas. Estos expertos poseen el conocimiento y experticia específica en física atmosférica, ingeniería eléctrica, seguridad y salud en el trabajo y normatividad de protección contra descargas atmosféricas.

No obstante, esta capacidad técnica y el marco legal que permite su uso (Resolución 1401 de 2007) son, desafortunadamente, ampliamente desconocidos o ignorados por los actores clave del sistema de seguridad y salud en el trabajo (SST), las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL), las universidades (en sus programas de formación), las propias empresas y los gestores de SST suelen pasar por alto la existencia de estos especialistas.

Esta brecha de conocimiento resulta en investigaciones internas deficientes. Los equipos internos de investigación, compuestos generalmente por personal de SST, representantes del SST o jefes de área, que carecen de la formación y el conocimiento técnico especializado necesario para abordar la complejidad de un accidente por rayo. La falta de integración de expertos externos cualificados perpetúa análisis superficiales que impiden la identificación de las verdaderas causas raíz y la implementación de medidas preventivas efectivas.

## 2.8. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS TÉCNICO

- 1) **Vulnerabilidad Geográfica:** Colombia se encuentra en una ubicación geográfica que la sitúa entre los países con los mayores índices de Densidad de Descargas a Tierra (DDT) por kilómetro cuadrado al año.
- 8) **Riesgo Laboral Inminente:** Las descargas atmosféricas representan un peligro con alto potencial de generar pérdidas accidentales y de causar accidentes de trabajo leves, graves y mortales en el personal que desempeña sus labores a la intemperie.
- 9) **Casuística Comprobada:** Se han documentado casos reales de muertes por accidentes laborales causados por tormentas eléctricas en diversos sectores económicos del país, especialmente en aquellos con actividades operativas al aire libre.

- 10) **Estacionalidad del Riesgo:** La ocurrencia de accidentes laborales relacionados con rayos está fuertemente correlacionada con las dos principales temporadas de rayos en el territorio colombiano.
- 11) **Distribución Geográfica:** La incidencia de incidentes y accidentes es más frecuente, aunque no exclusiva, en la costa atlántica (especialmente en Cartagena, Santa Marta y su Sierra Nevada), el sur de los departamentos de Sucre y Bolívar, Antioquia, Chocó, el Eje Cafetero, Cauca, Valle del Cauca, y los límites entre Cundinamarca y Boyacá, como también en Santander del Norte. La frecuencia es menor en los demás departamentos.
- 12) **Severidad del Impacto:** A pesar de su baja frecuencia, los accidentes por rayos en Colombia son raros, pero tienen una alta severidad, letalidad y gravedad, generando un impacto significativo en los riesgos laborales. La baja probabilidad de un evento no elimina su alto impacto potencial.
- 13) **Desconocimiento Técnico:** El peligro asociado a las descargas atmosféricas no está explícitamente contemplado en la normativa de riesgos laborales ni en la formación académica. Esta situación genera un notable desconocimiento técnico en todos los niveles del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).
- 14) **Investigación y análisis deficientes:** Las investigaciones y análisis técnicos de incidentes y accidentes por descargas atmosféricas (rayos) son, en su mayoría, deficientes. Las conclusiones resultantes y las acciones correctivas implementadas a menudo carecen de la robustez y los criterios técnicos necesarios. El principal factor subyacente es la omisión de expertos especializados en la composición de los comités investigadores, lo que impide un análisis profundo del fenómeno de origen natural y limita la eficacia de las medidas preventivas adoptadas.



# ANÁLISIS JURÍDICO Y NORMATIVO

Capítulo 3



### 3.1. INTRODUCCIÓN AL MARCO LEGAL

Después de haber realizado un análisis técnico relacionado con los rayos de las tormentas eléctricas en el trabajo, también se observa la necesidad de hacer un análisis con enfoque legal o jurídico relacionado con prevención y causas de incidentes y accidentes por rayos, apoyándose en la normativa general vigente que debería estar incluidas en las matrices legales y resaltando las deficiencias que la legislación actual presenta frente a este peligro de origen natural en Colombia.

### 3.2. CLASIFICACIÓN NORMATIVA

#### 3.2.1. Normas de Obligatorio Cumplimiento Asociadas al Peligro (el rayo)

- **Ley 1523 de 2012:** Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Decreto 1072 de 2015:** La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo. Este decreto obliga a identificar todos los peligros, evaluar y valorar los riesgos, establecer los respectivos controles, asignar los recursos financieros, técnicos y el personal necesario para el diseño, implementación y mejora de las medidas de prevención y control, la afiliación a riesgos laborales de todo el personal trabajador, y la creación de planes de prevención, preparación y respuesta ante emergencias.
- **Resolución 40117 del 2 de abril de 2024:** RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas).
- **Resolución 5018 de 2019:** Lineamientos de SST con energía Eléctrica.
- **Resolución 1401 de 2007:** Reporte e investigación de incidentes y accidentes de trabajo.

#### 3.2.2. Normas de Referencia

- NTC 4552-1: Protección contra descargas atmosféricas (rayos), Principios generales.

- NTC 4552-2: Protección contra descargas atmosféricas (rayos), Evaluación del Riesgo.
- NTC 4552-3: Protección contra descargas atmosféricas (rayos), daños físicos a estructuras y amenazas a la vida.
- NTC 6593: Sistemas de Alerta de Tormentas Eléctricas, protección contra rayos.
- NTC-IEC 62561-7: Componentes de los sistemas de protección contra el rayo (CPCR). Requisitos para los compuestos que mejoran las puestas a tierra. Requisitos para los contadores de impactos de rayos.
- NFPA 780/2023: Norma para la instalación de sistemas de protección contra rayos.

### 3.3. INTERACCIÓN NORMATIVA Y DEBER DE PREVENCIÓN

La gestión de la seguridad laboral requiere la integración de las normas obligatorias (leyes, decretos, resoluciones) y las normas de referencia (normas y guías técnicas, protocolos, manuales, entre otros). Las primeras establecen el mandato legal, mientras que las segundas son la herramienta para asegurar los más altos estándares de seguridad y la debida diligencia del empleador. Esta interrelación es crucial; ambas normativas son esenciales tanto en el ámbito preventivo como en el jurídico. Juntas, construyen un marco de protección sólido para los trabajadores y sirven como pilar para la gestión eficaz de los riesgos en los centros de trabajo, particularmente ante fenómenos como las tormentas eléctricas.

#### 3.3.1. Rol en el Ámbito Preventivo y Normativo

**Normas de obligatorio cumplimiento:** Constituyen el piso mínimo de seguridad exigible por ley. Los empleadores deben cumplirlas sin excepción. En Colombia, esto incluye la Ley 1562 de 2012, el Decreto 1072 de 2015, y resoluciones específicas como la Resolución 0312 de 2019, que establece los estándares mínimos del SG-SST. El incumplimiento de estas normas es, por sí mismo, una falta que acarrea sanciones.

**Sin embargo, no existen normas de obligatorio cumplimiento específicas para el trabajo seguro con exposición laboral a las tormentas eléctricas, como sí las hay para trabajo seguro en alturas, espacios confinados, o riesgo eléctrico**

**(Resoluciones 4272 de 2012, 0491 de 2020 y 5018 de 2019, respectivamente).**

**Normas de Referencia (Voluntarias):** Aunque no son de cumplimiento obligatorio, representan las mejores prácticas y los estándares técnicos más avanzados. Ejemplos son las Normas Técnicas Colombianas (NTC) de ICONTEC o normas internacionales como la ISO 45001. En el caso del riesgo por rayos, una NTC sobre protección contra descargas atmosféricas (como la NTC 4552) ofrece una metodología para evaluar y mitigar el riesgo, incluso si no es de aplicación obligatoria para todos los sectores. Adoptar estas normas demuestra un compromiso con la seguridad que va más allá de lo legalmente exigible.

**La Brecha Normativa:** A pesar de que el Decreto 1072 de 2015 establece la obligación de aplicar la jerarquía de controles, no existen normas específicas de obligatorio cumplimiento en Colombia que brinden directrices claras sobre cómo aplicar dicha jerarquía para mitigar el riesgo por rayos.

**Este vacío normativo impide que las empresas cuenten con un marco de referencia legal detallado para la gestión preventiva de este tipo de peligro, más allá de la medida administrativa de suspender labores.**

Es de anotar que el Ministerio del Trabajo, como rector de la política pública en riesgos laborales y SST, tiene las facultades legales para reglamentar la jerarquía de controles necesarios para desarrollar gestión preventiva. Estas facultades se confieren en la Ley 9 de 1979, el Decreto 4108 de 2011, el Decreto Ley 1295 de 1994, el Decreto 1072 de 2015, y el Código Sustantivo del Trabajo.

### 3.3.2. Rol en el Ámbito Jurídico (Acusación y Defensa)

En el marco de un proceso judicial, la observancia o inobservancia de las normas tanto obligatorias (leyes, decretos, resoluciones) como de referencia (estándares técnicos, guías de buenas prácticas) resulta crucial para determinar la posible culpa o negligencia del empleador, y, consecuentemente, establecer el nexo causal y la existencia o no de responsabilidad.

#### 3.3.2.1. Como Elemento de Acusación:

- **Frente a normas obligatorias:** La parte demandante (el trabajador o sus familiares) buscará probar que el empleador incumplió una norma legalmente exigible. Por ejemplo, si el SG-SST de la empresa no incluyó el riesgo por rayos, se violó una obligación básica del Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019.

- **Frente a normas de referencia:** La parte acusadora puede utilizar las normas técnicas como prueba de la diligencia debida que se espera de un empleador. Por ejemplo, aunque la NTC 4552 no sea obligatoria para la industria de transmisión de energía, un experto puede testificar que seguir sus directrices constituye una práctica razonable de seguridad. Si el empleador no implementó las medidas que la norma técnica sugiere, esto puede ser usado para argumentar que no actuó con la previsión adecuada y que su desconocimiento técnico fue negligente.

### 3.3.2.2. Como Elemento de Defensa:

- **Frente a normas obligatorias:** La defensa del empleador se basará en demostrar que se cumplieron todas las exigencias legales. Sin embargo, este cumplimiento mínimo puede no ser suficiente si el riesgo era conocido y el estándar de la industria exige más.
- **Frente a normas de referencia:** Un empleador puede usar la adopción de normas técnicas de referencia para demostrar que actuó con la máxima diligencia y previsión. Si, por ejemplo, instaló sistemas de alerta temprana basados en una NTC y el accidente ocurrió a pesar de ello, podría argumentar que el evento fue irresistible y que, por lo tanto, no hubo negligencia de su parte.

### 3.3.3. El Principio de la “Diligencia Razonable”

**IMPORTANTE:** En última instancia, el valor de las normas de referencia en un proceso jurídico radica en el concepto de la diligencia razonable. La ley obliga al empleador a tomar todas las medidas necesarias para proteger a sus trabajadores. Un juez puede determinar que, en un sector de alto riesgo, la “diligencia razonable” incluye la adopción de estándares de la industria, incluso si no son obligatorios por ley. Ignorar las mejores prácticas técnicas disponibles, cuando estas podrían haber prevenido el accidente, puede ser interpretado como negligencia y fortalecer la acusación de culpa patronal.

## 3.4. FUNDAMENTOS CONSTITUCIONALES Y LEGALES

- **Derecho a la seguridad en el trabajo:** La Constitución Política de Colombia, en su Artículo 25, establece: *“El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas”*. (Negrilla fuera de texto).

- **Ley 1562 de 2012:** Esta Ley, por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional, hoy seguridad y salud en el trabajo, tiene un objetivo preventivo y protector frente a los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales. Los dos objetivos principales de esta obligación son: **“El monitoreo permanente de las condiciones de trabajo y salud, y el control efectivo del riesgo; anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo”**. (Negrilla fuera de texto).
- Esta ley tiene un objetivo preventivo y protector frente a los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales.
- **Decreto 1072 de 2015:** El Capítulo 6 de este decreto, que regula el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), establece el marco general para que los empleadores de todos los sectores económicos gestionen todos los riesgos laborales en sus centros y puestos de trabajo.

### 3.5. ANÁLISIS DE CONCEPTOS EXIMENTES:

#### 3.5.1. Caso Fortuito y Fuerza Mayor

Un rayo podría ser calificado, en principio, como un evento de fuerza mayor por ser imprevisible e irresistible. Sin embargo, la jurisprudencia ha matizado esta interpretación, especialmente en el ámbito laboral, donde la protección del trabajador es prioritaria.

En el derecho laboral colombiano, la invocación de caso fortuito o fuerza mayor y la culpa del trabajador en accidentes por rayos no elimina automáticamente la responsabilidad del empleador. Esto es especialmente cierto en el contexto actual del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

#### Argumento Clave: Falla en la Prevención

La defensa de “caso fortuito” se desvanece si el empleador no tomó las medidas preventivas adecuadas.

- **Falla en la Prevención:** Si la empresa no implementó un protocolo de actuación ante tormentas eléctricas, ni ofreció refugios seguros, ni suspendió los trabajos en condiciones de riesgo evidente, un tribunal podría considerar que el accidente no fue “irresistible”.

- **Deber de Cuidado:** El empleador tiene la obligación de mitigar los riesgos inherentes al trabajo. En sectores como el de la transmisión de energía, agricultura, ganadería, silvicultura, minería, petrolero, turismo, recreación y deporte, instrucción, entrenamiento y operaciones militares y policiales, portuario, y educación, el riesgo de rayos es conocido y, por lo tanto, previsible. El empleador debe adoptar todas las medidas a su alcance para prevenir siniestros.
- **Conclusión:** Un accidente por rayo solo sería considerado caso fortuito si el empleador demostrara que, a pesar de haber agotado todas las medidas preventivas posibles, el accidente era inevitable.

### 3.5.2. Imprevisibilidad

La imprevisibilidad se refiere a que un evento no pudo ser razonablemente previsto, incluso si se hubieran tomado todas las precauciones necesarias. La defensa del empleador podría argumentar que es imposible predecir el impacto exacto de un rayo. Sin embargo, en el contexto laboral, esta defensa tiene importantes matices.

- **Previsibilidad General del Riesgo:** En los sectores colombianos con actividades a campo abierto, en un país con alta densidad de descargas a tierra y con conocimiento pleno de dicho peligro, el riesgo de tormentas eléctricas es una condición inherente, propia y ampliamente conocida. Los empleadores deben tener sistemas para mitigar este riesgo, así sea de origen natural.
- **Uso de Tecnología:** Mediante la implementación de sistemas integrales de gestión del riesgo, que incluyen medidas de protección contra rayos, protocolos de actuación, capacitación del personal, simulacros regulares, lecciones aprendidas y el uso de tecnologías actuales como los sistemas de monitoreo meteorológico, resulta plenamente previsible la aproximación de una tormenta eléctrica y el control del riesgo en las áreas de trabajo.
  - En consecuencia, un empleador que omita el uso de esta tecnología y no adopte las medidas preventivas adecuadas incurrirá en negligencia, quedando desprovisto del argumento de la imprevisibilidad del evento (caso fortuito o fuerza mayor) ante un siniestro.
- **En Resumen:** Para que un rayo sea considerado imprevisible en el ámbito laboral, el empleador debería demostrar que el evento fue totalmente

inesperado (ej. un rayo seco o un único rayo), con desarrollo inicial de la tormenta justo encima del lugar del accidente de trabajo, y que, por consiguiente, incluso con un SG-SST robusto y con todas las medidas preventivas, el accidente no podría haberse previsto.

### 3.5.3. Irresistibilidad

La irresistibilidad se refiere a que el evento no pudo ser evitado o resistido, incluso si se hubiera previsto. En otras palabras, la fuerza del evento es superior a cualquier medida que se pueda tomar para contrarrestarlo. Esto implicaría que, a pesar de los cálculos de diseño y construcción de los sistemas de protección (ej. NTC 4552) y de las inspecciones de seguridad, la intensidad de la corriente del rayo superó los controles preventivos.

- **El Caso del Rayo:** Si bien la fuerza de un rayo es irresistible en sí misma, la clave legal no es la fuerza del rayo, sino si el accidente pudo evitarse.
- **Medidas de Prevención:** Un empleador con un SG-SST eficaz debe tener protocolos que incluyan la suspensión de actividades en altura o en campo abierto cuando se detecta la cercanía de una tormenta. Si se toman estas medidas y se proveen refugios adecuados, el empleador está actuando de manera diligente para resistir los efectos del evento.

**En Resumen:** Un accidente por rayo solo sería irresistible si ocurriera a pesar de que el empleador aplicara todas las medidas preventivas y de respuesta requeridas por el nivel de riesgo. Si se omite la suspensión del trabajo, inspecciones de seguridad, sistemas de alerta o el acceso a refugios, el evento podría haberse evitado, y la irresistibilidad no aplicaría.

## 3.6. RESPONSABILIDAD Y NEGLIGENCIA EN SST

### 3.6.1. Argumentación desde la Perspectiva de la Seguridad y Salud en el Trabajo

- **Principio de primacía de la vida humana:** En Colombia y en la mayoría de las legislaciones laborales, la vida e integridad del trabajador son un derecho fundamental y tienen prioridad absoluta sobre los intereses económicos. Cualquier decisión que ponga en riesgo la vida para evitar pérdidas materiales es ilegal y éticamente inaceptable.
- **Deber de prevención y protección:** El Sistema General de Riesgos Laborales en Colombia (Ley 1562 de 2012 y Decreto 1072 de 2015) establece la obligación del empleador de identificar, evaluar y controlar todos los riesgos laborales. Ignorar un riesgo conocido y grave, como el rayo, incluso con la excusa de no detener las labores, es un incumplimiento claro del deber de protección.
- **Acciones negligentes y sus consecuencias:** Si un trabajador resulta herido o fallece por un rayo mientras el empleador lo obliga a continuar laborando, la empresa incurre en negligencia. La consecuencia puede ser la sanción por culpa patronal, que implica indemnizaciones y multas significativas, como se estipula en el Artículo 216 del Código Sustantivo del Trabajo.

### 3.6.2. Límites entre Seguridad, Pérdidas y la Vida Humana

La demarcación entre la seguridad del trabajador y los intereses económicos es clara y **no negociable**.

- **La vida humana no tiene precio:** Desde una perspectiva ética y legal, la vida de un trabajador no puede ser sacrificada por activos materiales. No existe un punto de equilibrio en el que sea “aceptable” arriesgar una vida para salvar equipos o materias primas.
- **Gestión del riesgo, no del peligro:** El rayo es el peligro, pero el riesgo es la exposición del trabajador a ese peligro. La gestión de riesgos no implica eliminar el peligro (el rayo), sino controlar la exposición de las personas a este. La única forma de controlar el riesgo de manera efectiva durante una tormenta es sacar al personal de la zona de peligro.

### 3.6.3. Negligencia por Desconocimiento Técnico

En el derecho laboral colombiano, el desconocimiento técnico puede constituir negligencia y tiene graves implicaciones legales y económicas, tanto para el empleador como para el gestor de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). La ignorancia no es una excusa válida para eximirse de la responsabilidad de proteger la vida y la salud de los trabajadores.

#### 3.6.3.1. Implicaciones para el Empleador:

Un empleador que incurre en negligencia por desconocimiento técnico puede enfrentar las siguientes consecuencias:

- **Sanción por Culpa Patronal:** El Artículo 216 del Código Sustantivo del Trabajo (CST) establece la obligación de indemnizar totalmente los perjuicios al trabajador en caso de culpa patronal, además de las prestaciones que el Sistema de Riesgos Laborales le otorga. Si se demuestra que el empleador ignoraba los efectos indirectos del rayo y no implementó medidas de protección, esta ignorancia puede ser interpretada como una omisión negligente. Además, si una empresa, por desconocimiento técnico, no incluye el riesgo por rayos en su SG-SST o no implementa protocolos, podría ser sancionada por incumplimiento de la normativa.
- **Responsabilidad Civil:** La familia del trabajador accidentado puede iniciar procesos judiciales para obtener indemnizaciones por daños y perjuicios. El desconocimiento técnico del empleador puede ser la base de la reclamación para demostrar que la empresa no actuó con la debida diligencia.
- **Responsabilidad Penal:** En casos de accidentes graves o mortales, especialmente si se evidencia una omisión grave y dolosa, los representantes legales de la empresa pueden enfrentar responsabilidades penales.

#### 3.6.3.2. Implicaciones para el Gestor de Seguridad y Salud en el Trabajo:

El profesional o gestor de SST, como responsable de la implementación y gestión del sistema en la empresa, también asume un grado de responsabilidad en caso de accidentes por negligencia.

- **Faltas disciplinarias y sanciones:** Si el profesional de SST no incluyó el riesgo por rayos en la matriz de riesgos por desconocimiento, puede

enfrentar sanciones por el incumplimiento de sus funciones y la violación de la normativa vigente.

- **Responsabilidad Civil:** Al igual que el empleador, el gestor de SST puede ser demandado por daños y perjuicios por su presunta negligencia profesional, especialmente si su desconocimiento condujo a la omisión de medidas preventivas.
- **Responsabilidad Penal:** En casos extremos, la omisión del gestor de SST podría ser un factor para imputar cargos penales si su actuación se considera una causa directa del resultado fatal o grave del accidente.
- **Jurisprudencia:** La Corte Suprema de Justicia (Sala de Casación Laboral) ha desarrollado el concepto de culpa patronal, sentando precedentes sobre la responsabilidad de los empleadores y gestores de SST en la prevención de accidentes.

#### 3.6.4. Culpa del Trabajador (Víctima del Rayo)

La culpa del trabajador tampoco libera al empleador de responsabilidad si existió una omisión o negligencia en las medidas de seguridad.

- **Argumento clave:** La responsabilidad del empleador es una obligación de medios y no de resultados, pero su incumplimiento puede dar lugar a indemnizaciones.
- **Responsabilidad Concurrente:** La jurisprudencia ha establecido que incluso si existe una culpa compartida (trabajador y empleador), la culpa del trabajador no hace desaparecer la responsabilidad patronal cuando el empleador no cumplió su deber de cuidado.
- **Sanción por Culpa Patronal:** El artículo 216 del Código Sustantivo del Trabajo (CST) establece que, si se comprueba la culpa del empleador en un accidente laboral, este está obligado a una indemnización total. De esta indemnización se descuentan las prestaciones ya pagadas por el sistema de riesgos laborales.
- **Ejemplo Práctico:** Si un liniero muere por un rayo mientras trabaja en una torre y la empresa no tenía un plan de acción para tormentas, el empleador podría ser considerado culpable por omisión. Aunque el trabajador haya asumido un riesgo, la empresa no puede delegar su responsabilidad en la víctima.

**La Jurisprudencia de la Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Laboral,** ha establecido que la responsabilidad del empleador no desaparece si el trabajador también fue culpable, y que la prevención es una obligación del empleador.

### **3.6.5. Prioridad de la Labor, o la Vida e Integridad del Trabajador**

Cuando un empleador justifica la continuidad de una labor riesgosa porque los costos de detener la operación son mayores al costo de un posible accidente, está violando sus obligaciones legales y éticas. Esto lo expone a graves consecuencias penales, civiles y administrativas.

La ley establece que la seguridad y la salud de los trabajadores son una prioridad que está por encima de los beneficios económicos.

Priorizar la continuidad de la operación sobre la seguridad del trabajador no es solo una falta de ética, sino una acción negligente que acarrea graves consecuencias legales y financieras. La vida y la salud de los empleados siempre deben ser la máxima prioridad en el ámbito laboral.

La prohibición de sacrificar la seguridad por los costos no está en un solo artículo, sino que es un principio fundamental que atraviesa toda la legislación laboral colombiana. La ley prioriza la vida y la integridad de los trabajadores, y un empleador que actúe de otra manera está incurriendo en una conducta punible que le acarrearán graves consecuencias.

#### **Fundamento Legal de la Prioridad:**

- Constitución Política, Artículos 25 y 48.
- Código Sustantivo del Trabajo, Artículos 56 y 348.
- Ley 1562 de 2012.
- Decreto 1072 de 2015.

## 3.7. GESTIÓN CON TERCEROS: SERVICIOS DE SST Y CONTRATISTAS

### 3.7.1. Contratación de Servicios de Seguridad y Salud en el Trabajo

El Artículo 2.2.4.6.42 del Decreto 1072 de 2015 establece un principio esencial en la responsabilidad del empleador frente al SG-SST. Cuando una empresa decide contratar servicios especializados en SST (por ejemplo, asesorías, auditorías, implementación del sistema o acompañamiento técnico), no está delegando su deber legal, sino complementando su gestión con apoyo técnico. **La contratación de servicios externos no reemplaza las funciones internas que deben existir en la empresa.**

En efecto, el **empleador es, y seguirá siendo el único responsable jurídico** del sistema:

- No se libera al empleador de sanciones si el contratista comete errores.
- No se transfiere la responsabilidad civil o penal por accidentes o enfermedades laborales.
- No sustituye la figura del responsable interno del SG-SST (coordinador o COPASST).

### 3.7.2. Registro de Socialización a Contratistas

El Registro de Socialización a Contratistas consiste en la documentación formal, sistemática, de gestión administrativa y soporte jurídico, que prueba que la empresa principal (contratante) ha comunicado efectivamente a sus contratistas y subcontratistas los riesgos específicos, políticas, procedimientos y protocolos de seguridad relacionados con las tormentas eléctricas dentro de sus instalaciones o áreas de operación. Su objetivo principal es asegurar la corresponsabilidad y garantizar que todo el personal que trabaja en nombre de la empresa principal esté alineado con las mismas medidas preventivas. Este registro es un componente esencial del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST y cumple una función probatoria ante autoridades laborales, auditorías o en caso de un accidente.

El registro debe detallar y evidenciar los siguientes aspectos:

**Contenido Comunicado:** Consiste en dejar constancia de qué información

específica se transmitió. Los temas clave a socializar y registrar incluyen:

- **Identificación del Riesgo:** La existencia del peligro por rayos en el área de trabajo y su potencial severidad.
- **Procedimientos de Emergencia:** Las rutas de evacuación específicas, la ubicación de refugios seguros y los puntos de encuentro.
- **Sistemas de Alerta:** Cómo funcionan los sistemas de alerta temprana de la empresa (sonidos, mensajes de texto, señales visuales), qué significan las alertas y cómo deben responder.
- **Restricciones de Tareas:** Cuáles tareas (ej. trabajos en altura, cerca de estructuras metálicas) quedan prohibidas o suspendidas durante una alerta de tormenta eléctrica.
- **Responsabilidades del Contratista:** La obligación del contratista de replicar esta información a todos sus empleados y de asegurar su cumplimiento.
- **Protocolos de Atención de Emergencias:** A quién contactar y qué hacer en caso de que alguien sea impactado por un rayo.

**Mecanismo de Registro (El “Soporte Físico o Digital”):** El registro debe ser un documento tangible que sirva como prueba de la comunicación. Puede tomar diversas formas:

- **Actas de Reunión/Socialización:** Un documento formal que lista los temas tratados, la fecha, duración y los asistentes.
- **Listas de Asistencia:** Un formato con los nombres, números de identificación, firmas de los asistentes (empleados del contratista) y el nombre de la empresa contratista.
- **Certificados de Inducción/Capacitación:** Documentos individuales que certifican que un empleado específico del contratista completó la socialización.
- **Correos Electrónicos Formales con Confirmación de Lectura:** Si se hace de forma digital, debe haber un acuse de recibo o confirmación de lectura por parte de un representante del contratista.

- **Acuerdos de Corresponsabilidad/Ciáusulas Contractuales:** Documentos anexos al contrato de servicios donde el representante legal del contratista firma que ha recibido, entendido y se compromete a cumplir y hacer cumplir los protocolos de seguridad.

**Propósito del Registro:** Más allá de la mera documentación, el registro tiene varios propósitos prácticos:

- **Evidencia Legal:** Demuestra que la empresa principal actuó de manera diligente al informar a terceros sobre los riesgos en sus instalaciones.
- **Trazabilidad:** Permite rastrear qué contratista recibió la información, quién no, y cuándo fue la última vez que se actualizó la socialización.
- **Auditoría y Mejora:** Facilita las auditorías internas y externas del SG-SST, permitiendo identificar brechas en la comunicación con contratistas.

**En resumen,** el Registro de Socialización a Contratistas es la prueba documental de que la gestión del riesgo de rayos no solo se aplica al personal directo de la empresa, sino a todos los actores que interactúan en su entorno laboral, garantizando un frente común de prevención.

### 3.8. LA BRECHA NORMATIVA (RIESGO POR RAYOS)

En el ordenamiento jurídico, la normativa actual, aunque establece principios generales de prevención, carece de directrices específicas para controlar y gestionar un riesgo tan particular, impredecible y de alta severidad como el rayo, especialmente en sectores con personal expuesto a dicho peligro.

- **Deficiencia en la evaluación:** En la evaluación de riesgos del SG-SST podría no considerar la complejidad del riesgo por rayos (como los efectos indirectos, potenciales de paso y contacto, e impactos atmosféricos, densidad de descargas a tierra por kilómetro cuadrado al año, niveles ceráunicos altísimos, con días del año con tormenta eléctrica sobre los diferentes centros de trabajo, entre otros parámetros), lo que lleva a una subestimación del peligro y a medidas de prevención insuficientes.
- **Falta de protocolos claros:** En ausencia de una regulación específica, la aplicación de medidas de seguridad (como tipos de refugios, distancias mínimas y máximas entre la tormenta y el personal expuesto para emitir alertas, cuándo suspender o reactivar actividades, tipos y colores de alerta

—verde, amarilla, roja—, actuaciones y responsabilidades en cada tipo de alerta, entre otras) queda a discreción de los empleadores, lo que genera inconsistencias y puede dejar a los trabajadores vulnerables.

Si bien existen guías de entidades con bastante músculo económico, su aplicación no es obligatoria para todas las empresas, lo que justifica la intervención regulatoria de la Dirección de Riesgos Laborales del Ministerio del Trabajo.

### 3.8.1. Argumentos para la Reglamentación

- **Protección del trabajador (Deber Constitucional):** La reglamentación es una extensión del deber del Estado de proteger a los trabajadores. Un accidente por rayo puede ser mortal, y el Ministerio del Trabajo, a través de la dirección de riesgos laborales debe actuar para evitar tragedias, por ser el rector de la política pública en ese aspecto.
- **Claridad para el empleador:** La reglamentación no es una carga, sino una herramienta. Ofrecería a los empresarios y a los gestores de SST, directrices claras y estandarizadas para cumplir con su obligación de brindar un entorno de trabajo seguro, evitando ambigüedades y posibles sanciones por negligencia, lo que ayudaría a garantizar el deber objetivo del cuidado.
- **Beneficios para el Sistema de Riesgos Laborales:** Una regulación específica reduciría la siniestralidad asociada a este peligro. Esto disminuiría los costos para las ARL y el sistema en general, liberando recursos para atender otros tipos de accidentes.
- **Fortalecimiento de la cultura preventiva:** La existencia de una norma formal enviaría un mensaje claro sobre la importancia de la prevención del riesgo por rayos, fomentando una cultura de seguridad más robusta en las empresas, especialmente en aquellas con alta exposición.
- **Reconocimiento como riesgo específico:** Al crear una reglamentación, se reconoce formalmente el rayo como un riesgo laboral específico pero transversal a gran número de sectores económicos, que requiere atención particular, al igual que los riesgos de trabajo en alturas o espacios confinados, para los cuales Colombia ya ha emitido resoluciones.

### 3.8.2. Jurisprudencia y Ejemplos

Es importante analizar casos similares y precedentes judiciales en la jurisdicción correspondiente para entender cómo se han resuelto casos de accidentes laborales causados por tormentas eléctricas. Cada caso es único y puede haber variaciones significativas dependiendo de las circunstancias específicas y la legislación aplicable.

Las sentencias relevantes de la Corte Suprema de Justicia (CSJ), Sala de Casación Laboral, incluyen: (CSJ SL5154-2020 y CSJ SL4223-2022). Adicionalmente, se citan otras sentencias que desarrollan el concepto de culpa patronal y responsabilidad del empleador en la prevención de accidentes: CSJ SL13653-2015, CSJ SL7181-2015, CSJ SL 7056-2016, CSJ SL12707-2017, CSJ SL2206-2019 y CSJ SL2168-2019, citadas en la CSJ SL5154-2020 y las CSJ SL5300-2021 y CSJ SL4223-2022.

### 3.9. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS JURÍDICO

La clave para una decisión justa y fundamentada en litigios por accidentes de rayos reside en la reglamentación clara y estandarizada de los criterios técnicos, preventivos y jurídicos aplicables.

- 1) El **desconocimiento técnico** de las empresas y los gestores de SST en la prevención de accidentes por tormentas eléctricas, lejos de ser una justificación, se traduce jurídicamente en negligencia. Esta omisión de la debida diligencia implica la vulneración del deber de prevención y garantía de seguridad de los trabajadores, constituyendo un fundamento para imputar responsabilidad por culpa patronal en caso de siniestro.
- 15) **Deber de prevención y garante de seguridad:** El empleador es el principal responsable de garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores (principio de prevención). Esto implica un deber de cuidado que no se elimina ni siquiera por factores externos como los fenómenos naturales, si estos son previsible.
- 16) **El sacrificio de la seguridad, la vida e integridad de los trabajadores a favor de la continuidad de las labores, en situaciones de riesgo inminente por descargas atmosféricas, es jurídicamente inaceptable y contrario al principio de la primacía de la realidad sobre formalidades y la buena fe.**

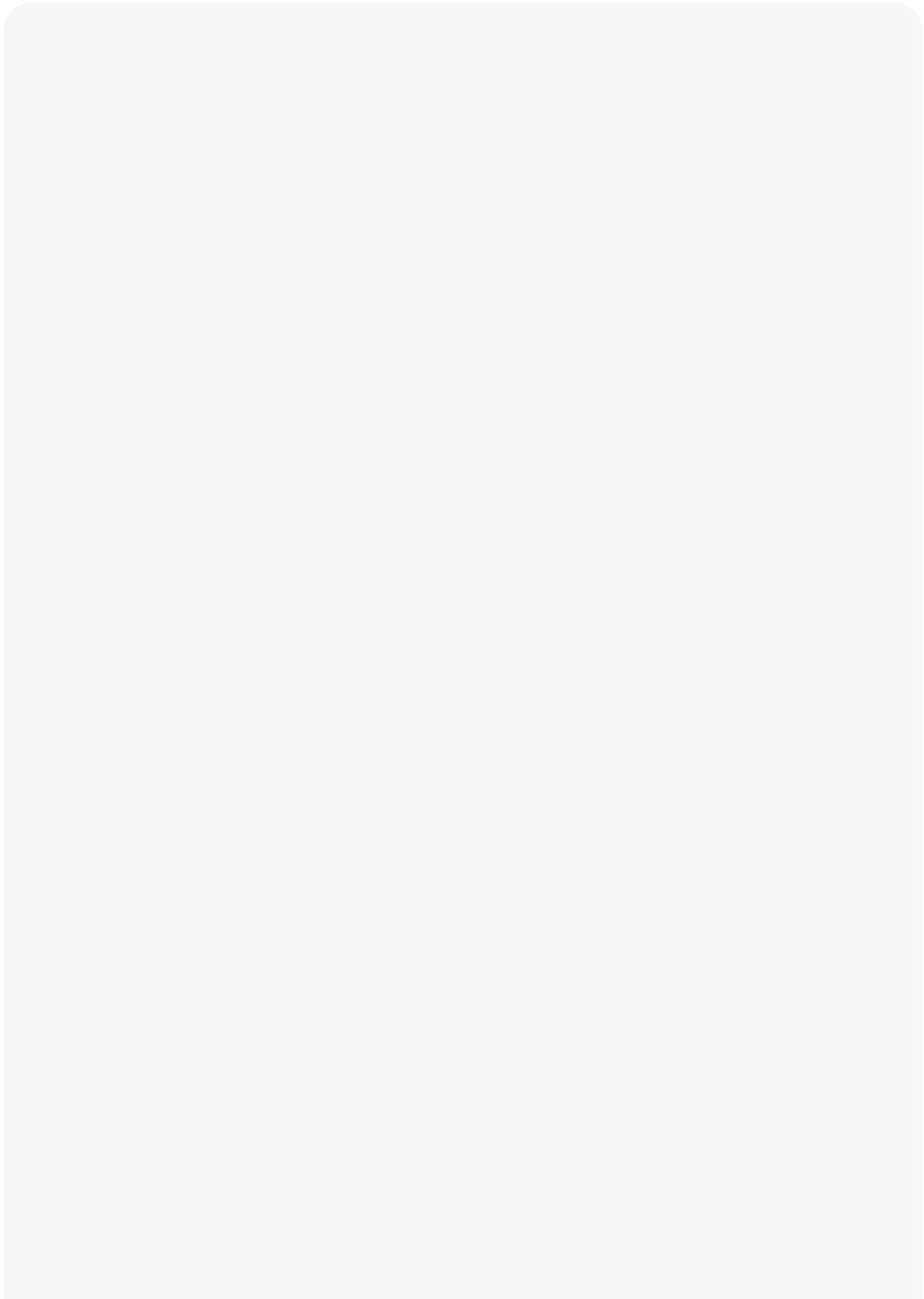
- 17) La normativa de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se rige por principios rectores donde la protección de la vida y la integridad del trabajador prevalecen sobre cualquier consideración de índole económica, operativa o de productividad.
- 18) En presencia de tormenta eléctrica, priorizar la continuidad de la operación sobre la seguridad del trabajador no es solo una falta de ética, sino una acción negligente que acarrea graves consecuencias legales y financieras. La vida y la salud de los empleados siempre deben ser la máxima prioridad en el ámbito laboral.
- 19) **Gestión Integral del Riesgo (SG-SST):** Dentro de este sistema, se deben identificar, evaluar y controlar todos los riesgos, inclusive los asociados a las tormentas eléctricas, planificando actividades preventivas y proveyendo los sistemas y equipos de protección necesarios.
- 20) **Culpa Patronal y Régimen de Responsabilidad:** La omisión del empleador en la implementación de protocolos de seguridad adecuados (ej. evacuación temporal, refugio seguro, interrupción de tareas de alto riesgo) cuando existe una exposición evidente y evitable al riesgo de rayos, puede configurar **culpa patronal** (artículo 216 del Código Sustantivo del Trabajo).
- 21) **Inviabilidad del Caso Fortuito o Fuerza Mayor:** Dado que la ocurrencia de tormentas eléctricas en Colombia es un fenómeno frecuente, monitoreable y prevenible mediante tecnología adecuada, su materialización como accidente laboral no puede ser catalogada automáticamente como caso fortuito o fuerza mayor. La previsibilidad del riesgo exige una gestión proactiva y diligente por parte de la empresa.
- 22) **Obligación de Detener la Actividad:** La conclusión jurídica es que, ante la amenaza objetiva e inminente que representan las tormentas eléctricas, la empresa tiene la obligación legal de suspender o reubicar las actividades que pongan en riesgo la vida de los trabajadores, sin que esto represente un incumplimiento laboral por parte del empleado. La protección de la vida es un imperativo legal que se impone a la maximización de la productividad.

23) **La existencia de una normativa específica** y detallada sobre sistemas de protección y protocolos de seguridad (basada en estándares como NTC 4552, IEC 62305 o NFPA 780) permitiría establecer un estándar de cuidado objetivo y medible. Esto proporcionaría la claridad necesaria a la parte acusatoria para demostrar la negligencia por omisión del deber de cuidado, y a la defensa para probar la diligencia debida o el caso fortuito.

- Dicha reglamentación serviría como un auxilio invaluable para la administración de justicia, facilitando que peritos y jueces evalúen de manera informada y equitativa si se tomaron todas las medidas razonables para mitigar el riesgo, superando la ambigüedad actual y asegurando decisiones más coherentes y justas para ambas partes.

*Capítulo 4*

**ANÁLISIS ECONÓMICO:  
COSTO-EFICACIA**



## 4.1. ENFOQUE: COSTO-EFICACIA VS. COSTO-BENEFICIO

Para el análisis económico en la prevención de accidentes laborales por rayos, debería centrarse en un **análisis de costo-eficacia**, no de costo-beneficio.

Los objetivos de cualquier plan, programa, campaña, sistema, relacionado con seguridad y salud en el trabajo y riesgos laborales, no tienen como objetivo principal aumentar la productividad y la utilidad del negocio. Esto es así a pesar de que esta pueda ser una consecuencia positiva de su correcta implementación. Esta confusión es un mito que desafortunadamente desvirtúa la finalidad ética y humanitaria de la SST.

Es un error el tratar de explicar qué, “la SST es una inversión, no un gasto”. Esto implicaría desglosar el problema desde una perspectiva contable y de toma de decisiones. La implementación de un sistema de gestión de SST no es una opción, sino un deber ético y jurídico que toda empresa debe cumplir, para lo cual se le deben asignar recursos desde el mismo planeamiento y desarrollo del negocio o actividad económica.

Se reitera que argumentar que la SST es una inversión para obtener un retorno económico, **es un error por varias razones**:

- 1) **Es difícil de probar:** Para que algo se considere una inversión, debe generar un retorno demostrable que se pueda calcular mediante indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los beneficios de la SST, como la reducción de accidentes, la mejora de la moral y la prevención de litigios, son en gran medida intangibles y difíciles de monetizar de manera precisa.
- 24) **Contradice el propósito legal:** La SST es una obligación legal y ética, no una estrategia de negocio opcional. Su propósito fundamental es la protección de la vida y el bienestar de los trabajadores, no la generación de beneficios económicos directos. Intentar justificarla como una inversión desvía el enfoque de su razón de ser más importante.
- 25) **Disminuye el verdadero valor:** Al reducir la SST a una simple ecuación de costo-beneficio, se corre el riesgo de subestimar su verdadero valor en la empresa. La seguridad no se trata solo de dinero, sino de la ética, la responsabilidad social y la creación de un ambiente de trabajo seguro y digno.

## 4.2. EL ENFOQUE EN EL CONTROL DE PÉRDIDAS

El verdadero análisis económico también debería enfocarse en el control de pérdidas. El costo de no invertir en SST es potencialmente mayor que el costo de implementarla. Esto incluye:

- **Costos de accidente:** Indemnizaciones, multas, e interrupción de la producción.
- **Continuidad del negocio:** La SST es un factor crítico para la continuidad de las operaciones. Un accidente grave puede detener la producción, afectar la cadena de suministro y generar grandes pérdidas.
- **Evitar sanciones:** Los recursos para la SST son necesarios para cumplir con la legislación vigente, como la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015. Esto previene multas y sanciones legales que pueden ser muy costosas.
- **Responsabilidad legal:** El incumplimiento de la normativa puede llevar a responsabilidades legales, incluso penales, para la empresa y sus directivos.

## 4.3. BENEFICIOS INTANGIBLES

- **Cultura organizacional:** La inversión en la seguridad y el bienestar de los empleados contribuye a generar un mejor clima laboral, la moral y el compromiso.
- **Imagen y reputación:** Un programa de SST sólido mejora la credibilidad y la imagen de la empresa ante clientes y socios comerciales, lo que puede fortalecer las ventas, las relaciones y generar nuevas oportunidades.
- **Enfoque en el capital humano:** Proteger la vida y la salud de los empleados como el activo más valioso de la organización. La retención del talento y la reducción del ausentismo son beneficios directos.

Por todo lo anterior, el análisis económico debe concentrarse en los costos de funcionamiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (no en el beneficio y la retribución económica), el cual es un requisito legal y tiene como fin esencial proteger la vida y el bienestar de los empleados. Dicho análisis debe considerar todas las etapas del ciclo de gestión: planeación, desarrollo, verificación, control y mejoramiento continuo.

## 4.4. INVENTARIO DE COSTOS PARA LA PREVENCIÓN

ITEM	CONCEPTO	COSTO
<b>CONTROLES DE INGENIERÍA</b>		
Dependiendo de las condiciones de riesgo del centro de trabajo. (Urbano, rural, cercano, remoto, edificios, áreas a campo abierto, etc.).		
	Análisis y evaluación del riesgo basado en normas como la IEC 62305 o su equivalente NTC 4552.	
	Diseño y construcción de instalaciones protegidas con sistemas de protección contra rayos cumpliendo norma NTC 4552, incluyendo sistema de puesta a tierra. (Protección interna y externa)	
	Refugios fijos de emergencia construidos específicamente para actuar en caso de tormenta eléctrica.	
	Habilitación de refugios de emergencia para actuar en caso de que se presente.	
	Inspecciones periódicas, mantenimiento, verificación y cambio de componentes de los sistemas de protección.	
	Sistemas de monitoreo y alerta temprana, NTC 6593.	
<b>CONTROLES ADMINISTRATIVOS</b>		
	Suspensión de actividades por alerta de tormenta eléctrica	
	Protocolos de seguridad antes, durante y después de una tormenta, con diseño propio o contratado.	
	Inspecciones de seguridad a sistemas de protección y sistemas de monitoreo y alerta temprana, desarrollados con equipo propio y/o contratado.	
	Capacitación en metodologías y herramientas preventivas para gestores de SST.	
	Capacitación, inducción y reinducción, para trabajadores, contratistas, COPASST, y brigadistas.	
	Investigación y análisis de incidentes, accidentes y acciones preventivas y correctivas.	
	Señalización de refugios fijos y habilitados.	
	<b>Póliza de seguro:</b> Considerar los costos de un seguro que cubra daños por rayos y otros fenómenos asociados a tormentas eléctricas.	
	Costo de alistamiento y desarrollo de simulacros de emergencia por tormenta eléctrica.	
	<b>COSTO TOTAL</b>	

**Tabla 5.**

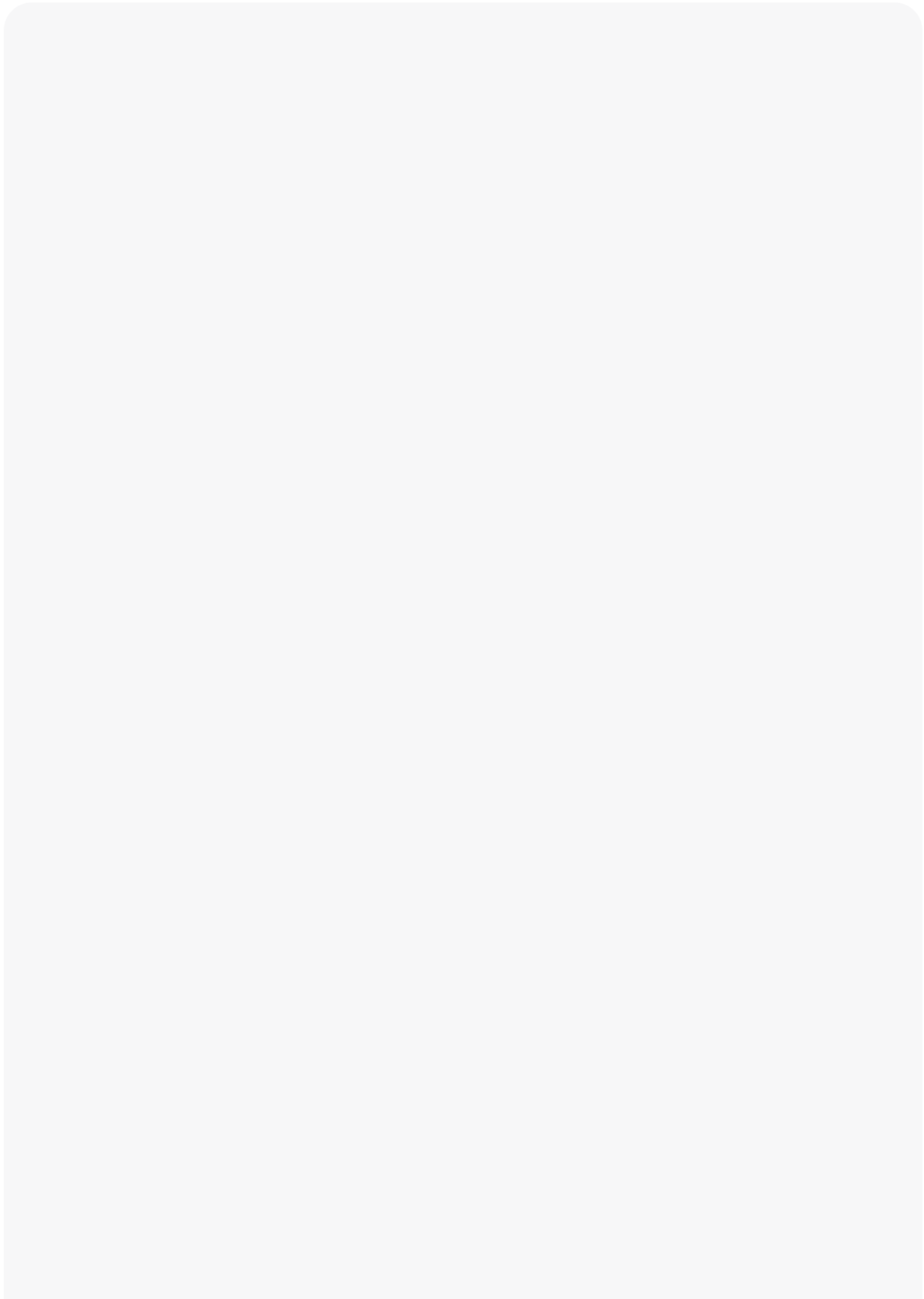
Ahora bien, en línea con el objetivo fundamental del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), basado en la Ley 1562 de 2012 y el Artículo 2.2.4.6.4 del Decreto 1072 de 2015, que es anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos para proteger la vida y el bienestar de los trabajadores, se establecen los siguientes requisitos fundamentales a ser costeados, necesarios para el programa de seguridad laboral contra los efectos de los rayos de las tormentas eléctricas, aplicando la jerarquía de controles así:

#### 4.5. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

- 1) La prevención de accidentes laborales por rayos debería centrarse en un **análisis de costo-eficacia**, no de costo-beneficio porque este último es un mito.
- 26) Es un error argumentar que la SST es una inversión para obtener un retorno económico, porque es difícil de probar con indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR).
- 27) El verdadero análisis económico debe ser el costo que tiene el funcionamiento del programa o plan preventivo (ver cuadro relacionado en la sección anterior).

# ANÁLISIS SOCIAL Y CULTURAL

Capítulo 5



## 5.1. MUESTRA DE CASOS EN EL ENTORNO FAMILIAR Y SOCIAL

Los siguientes casos corresponden a una muestra aleatoria de accidentes graves y mortales causados por los rayos en el entorno de los trabajadores (familiares o allegados), registrados solo en el primer semestre de 2025:

- **Enero 6, 2025:** Una niña menor de cuatro años murió y dos adolescentes de 14 y 15 años resultaron heridos por el impacto de un rayo en su vivienda en Yacopí. <https://www.infobae.com/colombia/2025/01/07/murio-nina-de-4-anos-tras-ser-impactada-por-un-rayo-en-cundinamarca/>
- **Febrero 9, 2025:** Cuatro mujeres perdieron la vida tras ser alcanzadas por un rayo durante la final de un campeonato de fútbol femenino en zona rural del municipio de Cajibío. <https://www.vanguardia.com/colombia/2025/03/17/cuatro-estudiantes-heridos-tras-impacto-de-rayo-en-cancha-de-colegio-en-cordoba/>
- **Abril 19, 2025:** Una niña de 12 años, que había sido impactada por un rayo el 17 de marzo durante una jornada escolar en su colegio de Montelíbano, Córdoba, falleció tras permanecer hospitalizada en estado crítico. <https://www.vanguardia.com/colombia/2025/03/17/cuatro-estudiantes-heridos-tras-impacto-de-rayo-en-cancha-de-colegio-en-cordoba/>
- **Marzo 26, 2025:** Un campesino de 50 años y su perro murieron en Carmen de Bolívar al ser alcanzados por una descarga eléctrica mientras intentaba ingresar a su vivienda durante una tormenta. <https://www.noticiascaracol.com/colombia/campesino-y-su-perrito-en-carmen-de-bolivar-murieron-al-ser-alcanzados-por-un-rayo-rg10>
- **Abril 21, 2025:** Una niña de 12 años murió y su hermana resultó herida en estado crítico por un rayo en zona rural de Jamundí, Valle del Cauca, mientras se encontraban en el sector de Cascarilla. <https://www.msn.com/es-co/noticias/nacional/ca%C3%ADda-de-un-rayo-mat%C3%B3-a-una-ni%C3%B1a-de-12-a%C3%B1os-y-dej%C3%B3-otra-herida-en-jamund%C3%AD-valle/ar-AA1Dm2Xa>
- **Mayo 17, 2025:** Una niña de 12 años murió por el impacto de un rayo que la alcanzó al encender el ventilador de su casa. [https://www.antena3.com/noticias/mundo/muere-nino-12-anos-impacto-rayo-descarga-alcanzo-encender-ventilador-casa\\_20250519682b45c5176f225ec6268355.html](https://www.antena3.com/noticias/mundo/muere-nino-12-anos-impacto-rayo-descarga-alcanzo-encender-ventilador-casa_20250519682b45c5176f225ec6268355.html)

## 5.2. IMPACTO SOCIAL Y DEBER DE PREVENCIÓN AMPLIADO

En el marco de la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015, el fomento de estilos de trabajo y de vida saludables es una estrategia clave del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). El objetivo es promover la salud integral de los trabajadores, previniendo accidentes y enfermedades laborales a través de la mejora de las condiciones de trabajo y la promoción de hábitos saludables tanto dentro como fuera del entorno laboral.

Dado que los rayos representan un riesgo geográfico, los accidentes pueden afectar a los trabajadores, sus familias y al entorno social, tanto dentro como fuera del lugar de trabajo. Las pérdidas asociadas a estos sucesos generan consecuencias psicológicas y sociales, como ausentismo y duelo. Estas repercusiones impactan directamente el ambiente laboral, causando una baja moral, disminución del rendimiento y, en última instancia, aumentando la probabilidad de nuevos errores y accidentes.

El impacto humano y comunitario de los accidentes por rayos, y la propuesta de reglamentación, beneficia no solo a los trabajadores, sino a su entorno familiar y social en general, rural o urbano. Esto también beneficia a las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL).

## 5.3. CULTURA DE SEGURIDAD Y VULNERABILIDAD

La falta de una reglamentación debilita la cultura de seguridad, facilita la subestimación del peligro y los riesgos que representan los rayos, y en las sociedades perpetúa las falsas creencias y los mitos que rodean sus efectos. Una cultura de seguridad preventiva contra los efectos de los rayos debe llevar a la forma adecuada de pensar, sentir y actuar de una comunidad, para el caso que nos ocupa, la comunidad laboral (Ministerio del Trabajo, Dirección de Riesgos Laborales, ARL, la academia, los empleadores, gestores de SST, COPASST, trabajadores, contratistas, sus familias dependientes, entre otros).

## CULTURA DE SEGURIDAD

Es integrar la seguridad en las normas, formas de pensar, sentir y actuar diaria de todos los miembros de la organización, hasta lograr que forme parte de su identidad.



### “LA TOLERANCIA AL RIESGO, EL DESCONOCIMIENTO”.

Llevar a subestimar los peligros o a resignarse ante ellos, lo que dificulta la adopción de medidas preventivas.



### Figura 22.

- La muerte o discapacidad de un trabajador puede generar una crisis económica y emocional en el hogar, especialmente en comunidades rurales y de escasos recursos, donde el trabajador es el principal o único sostén.
- El miedo y la ansiedad que pueden sufrir los trabajadores expuestos al riesgo afecta su bienestar y rendimiento.
- La falta de reglamentación afecta desproporcionadamente a los trabajadores más vulnerables, lo que refuerza las desigualdades sociales.

Más allá del costo directo para la empresa, se debe considerar el costo social de la atención médica a largo plazo, la rehabilitación, la pérdida de capital humano y la carga sobre el sistema de seguridad social.

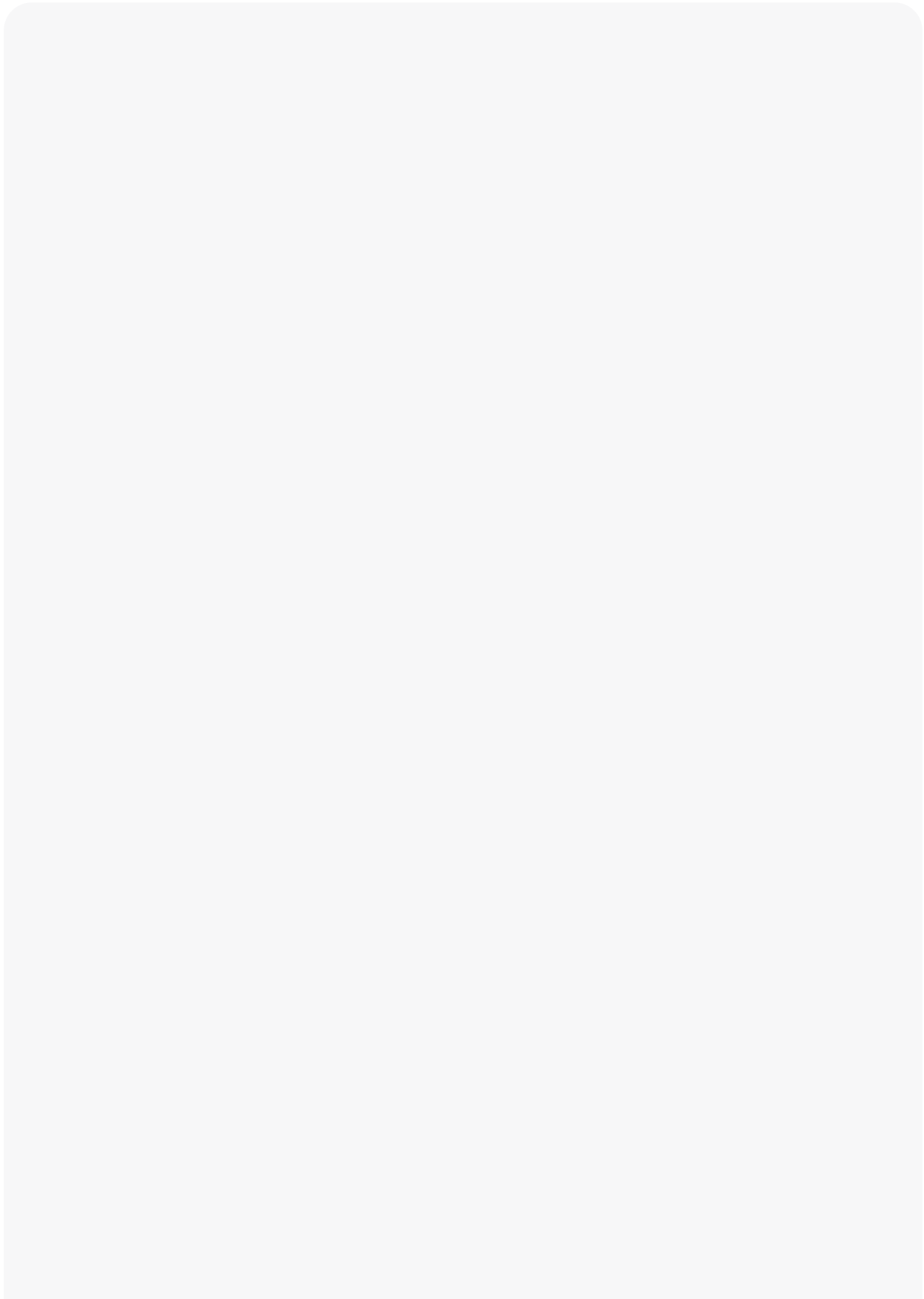
La reglamentación no es solo un trámite legal, sino un imperativo ético para proteger a la población trabajadora. Tanto en la gestión del riesgo de desastres como en los riesgos laborales se puede estar subestimando el peligro y los accidentes a causa de los rayos, lo que puede deberse a falta de reglamentación y desconocimiento técnico.

## 5.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS SOCIAL

- Tanto en la gestión del riesgo de desastres como en los riesgos laborales se puede estar subestimando el peligro y los accidentes a causa de los rayos. Esto puede ser por falta de reglamentación y desconocimiento técnico.
- La falta de una reglamentación debilita la cultura de seguridad, facilita la subestimación del peligro y los riesgos que representan los rayos de las tormentas eléctricas, y en las sociedades perpetúa las falsas creencias y los mitos que rodean los efectos de los rayos.
- La reglamentación propuesta fomentará la confianza, eliminará ambigüedades, prevendrá errores en la interpretación y asegurará un cumplimiento uniforme para todas las partes involucradas.

*Capítulo 6*

**CONCLUSIÓN GENERAL Y  
VIABILIDAD**



La evidencia de fatalidades reales, el rigor técnico, la severidad, el impacto y la prevalencia del riesgo por descargas atmosféricas en el territorio nacional validan la viabilidad, oportunidad y necesidad de establecer un marco regulatorio específico.

Es imperativo que la Dirección de Riesgos Laborales del Ministerio del Trabajo de Colombia reglamente la aplicación de la jerarquía de controles para el trabajo seguro con exposición a tormentas eléctricas. Esto garantizará la coherencia con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) y hará tangible el principio de prevención y protección eficaz de la vida de los trabajadores expuestos a este peligro.

## 6.1. VIABILIDAD

- **Facultades Legales:** El Ministerio del Trabajo tiene las facultades legales para reglamentar los requisitos necesarios para prevenir accidentes de origen laboral.
- **Normativa Existente:** La viabilidad de esta reglamentación se sustenta en la existencia de directrices, tecnologías y prácticas ya establecidas que pueden adaptarse y formalizarse. Esto incluye la serie de normas técnicas colombianas (NTC 4552-1, NTC 4552-2, NTC 4552-3, NTC 6593).
- **Infraestructura de Protección:** Existen sistemas de protección contra el rayo (SPCR), diseñados e instalados conforme a normas técnicas reconocidas internacionalmente (como la serie IEC 62305, NTC 4552 y la NFPA 780), así como refugios diseñados o habilitados que protegen a los trabajadores. La correcta aplicación de estas normas puede garantizar un entorno controlado y significativamente más seguro.
- **Tecnología Disponible:** También existen tecnologías de detección y alerta temprana que permiten anticipar el peligro de las tormentas eléctricas y tomar medidas preventivas. La disponibilidad de detectores y sistemas de alerta facilita la suspensión planeada, controlada y oportuna de actividades, así como la reubicación del personal expuesto a la intemperie hacia refugios seguros.
- **Integración con los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST):** La gestión del riesgo por tormentas eléctricas no requiere la creación de un sistema de gestión independiente.

Por el contrario, los programas de promoción y prevención de accidentes por descargas atmosféricas se pueden integrar de manera fluida y eficiente en los SG-SST ya implementados en las organizaciones, conforme a metodologías y la normativa vigente.

Esta integración aprovecha la estructura existente para incorporar elementos específicos como:

- **Protocolos de actuación y planes de emergencia:** Activación de alarmas y procedimientos de resguardo a zonas seguras.
- **Normas con hábitos y comportamientos seguros.**
- **Inspecciones de seguridad:** Verificación periódica de sistemas de protección contra rayos (SPCR), refugios, sistemas de monitoreo y alerta, entre otras.
- **Capacitación diferencial:** Capacitación específica por sectores económicos para gestores de SST y trabajadores expuestos.
- **Señalización y demarcación:** Identificación clara de zonas de riesgo, puntos de encuentro y refugios certificados.
- **Vigilancia epidemiológica y análisis de incidentes:** Registro, investigación especializada y peritaje de incidentes y accidentes, relacionados con el fenómeno del rayo.

Esta sinergia optimiza los recursos de la empresa, minimiza la carga administrativa y asegura una gestión holística del riesgo laboral, garantizando que el riesgo por rayos se aborde con la misma formalidad que otros peligros prioritarios.

## 6.2. OPORTUNIDAD

La “oportunidad de reglamentar” en el contexto de los riesgos laborales por tormentas eléctricas se refiere al momento estratégico y justificado para actuar. Es necesario reconocer que sí existen razones imperativas (humanas, legales y operativas) que hacen que este sea el momento idóneo para llenar un vacío normativo, antes de que ocurran más tragedias.

### Esta oportunidad se detalla en los siguientes puntos:

- **Existen datos de accidentalidad:** Hay un registro o evidencia de incidentes, accidentes o fatalidades relacionadas con rayos en entornos laborales que demuestran que el peligro no es hipotético.
- **Alta exposición del personal:** Un número significativo de trabajadores (agricultores, ganaderos, constructores, personal del sector eléctrico, petrolero, minero, miembros de las fuerzas armadas, etc.) están regularmente expuestos a la intemperie.
- **Desconocimiento técnico y fortalecimiento de competencias:** Se observa una brecha significativa en el conocimiento técnico de un porcentaje considerable de profesionales y gestores de SST. La reglamentación específica representa una oportunidad estratégica para estandarizar y elevar el nivel de competencia técnica del sector.
- **Prevención de accidentes graves y fatales:** La reglamentación es oportuna para prevenir estos accidentes de alto impacto y severidad, que tienen una consecuencia devastadora en las familias y las empresas.
- **Vacío técnico-legal:** A pesar de la existencia de marcos normativos generales, se identifica un vacío técnico-legal considerable en cuanto a la gestión específica del riesgo por exposición a fenómenos meteorológicos severos, particularmente las descargas atmosféricas (rayos).
- **Sensibilización y cultura de seguridad:** Una reglamentación formal ayuda a crear una cultura de seguridad específica, asegurando que tanto empleadores como trabajadores reconozcan la tormenta eléctrica como un peligro laboral real.

### 6.3. NECESIDAD

La necesidad de reglamentar es imperativa, sustentada en la evidencia estadística nacional. Colombia registra anualmente incidentes y accidentes de trabajo (leves, graves e incluso mortales) causados por la exposición laboral directa o indirecta a descargas atmosféricas. Ante un riesgo de esta magnitud, que compromete la vida e integridad de los trabajadores, la implementación de medidas de seguridad y control no puede ser opcional, sino un requisito legal y ético ineludible.

- **Protección del derecho fundamental a la seguridad:** Todo trabajador tiene derecho a condiciones de trabajo que no pongan en riesgo su vida o su salud. La exposición a rayos representa un riesgo serio, pero evitable mediante medidas de control adecuadas.
- **Responsabilidad legal y mitigación de consecuencias:** La ausencia de una reglamentación expone a las empresas y a los gestores de SST a responsabilidades legales y condenas en caso de accidentes mortales por rayos. La normativa proporcionaría un marco de cumplimiento y diligencia debida.
- **Definición de parámetros técnicos:** La necesidad de una reglamentación específica radica también en la urgencia para definir distancias de seguridad y los protocolos de actuación ante una tormenta eléctrica. Actualmente, la ausencia de criterios técnicos unificados genera conflictos y discrecionalidad en la gestión del riesgo en los diferentes sectores económicos, en los gestores de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) e ingenieros de producción. Una normativa clara, basada en estándares como la **NTC 6593**, proporcionará los parámetros técnicos necesarios para establecer niveles de riesgo objetivos y acciones a seguir consistentes, eliminando ambigüedades y asegurando una protección uniforme en todos los entornos laborales.
- **Impacto económico y social:** Los accidentes por rayos generan costos directos (atención médica, indemnizaciones) e indirectos (pérdida de productividad, daño moral, sanciones). La prevención mediante reglamentación es más eficiente y ética que la gestión de crisis.
- **Inclusión en la matriz de peligros:** Es fundamental incluir la prevención de rayos en la matriz de peligros y valoración de riesgos de las empresas, lo cual se garantiza mediante una reglamentación clara que exija esta acción.

La necesidad es imperativa debido a la naturaleza impredecible y letal del peligro, y a la responsabilidad inherente de la Dirección de Riesgos Laborales de salvaguardar la vida de los trabajadores.

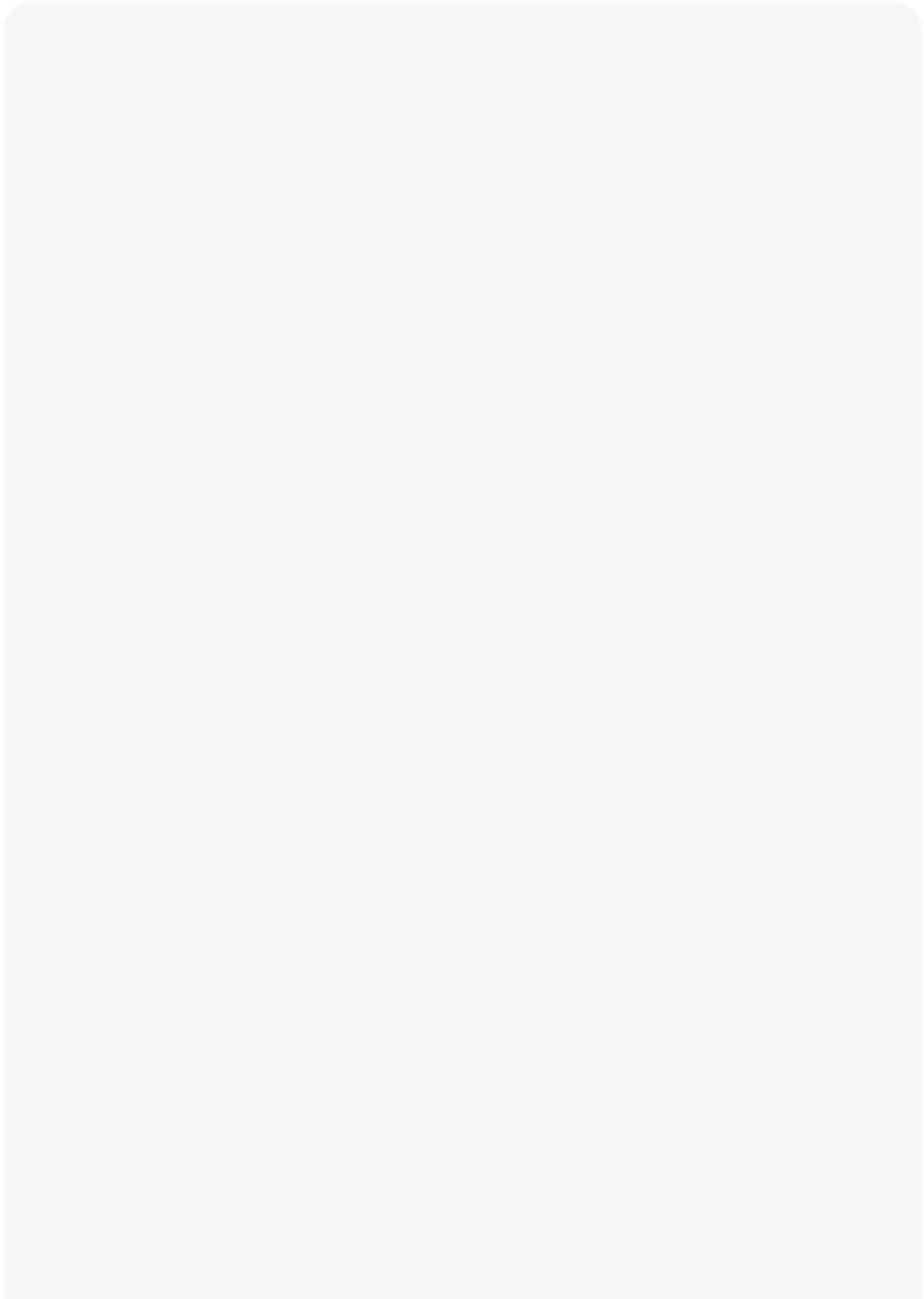
## LA JUSTICIA Y REFLEXIÓN FINAL

La SST es una obligación legal y ética, no una estrategia de negocio opcional. Su propósito fundamental es la protección de la vida y el bienestar de los trabajadores, no la generación de beneficios económicos directos. Intentar justificarla como una inversión desvía el enfoque de su razón de ser más importante.

Los litigios por accidentes de rayos requieren normativas y estándares de seguridad rigurosos. El desafío actual radica en que, aunque dichos estándares (propios de la ingeniería) ya existen, son frecuentemente desconocidos o subutilizados en el campo de la SST. La propuesta busca integrar formalmente esta reglamentación al área de SST, lo cual es esencial para que la administración de justicia (jueces y peritos) cuente con criterios objetivos para evaluar la diligencia, garantizando así decisiones coherentes y equitativas.

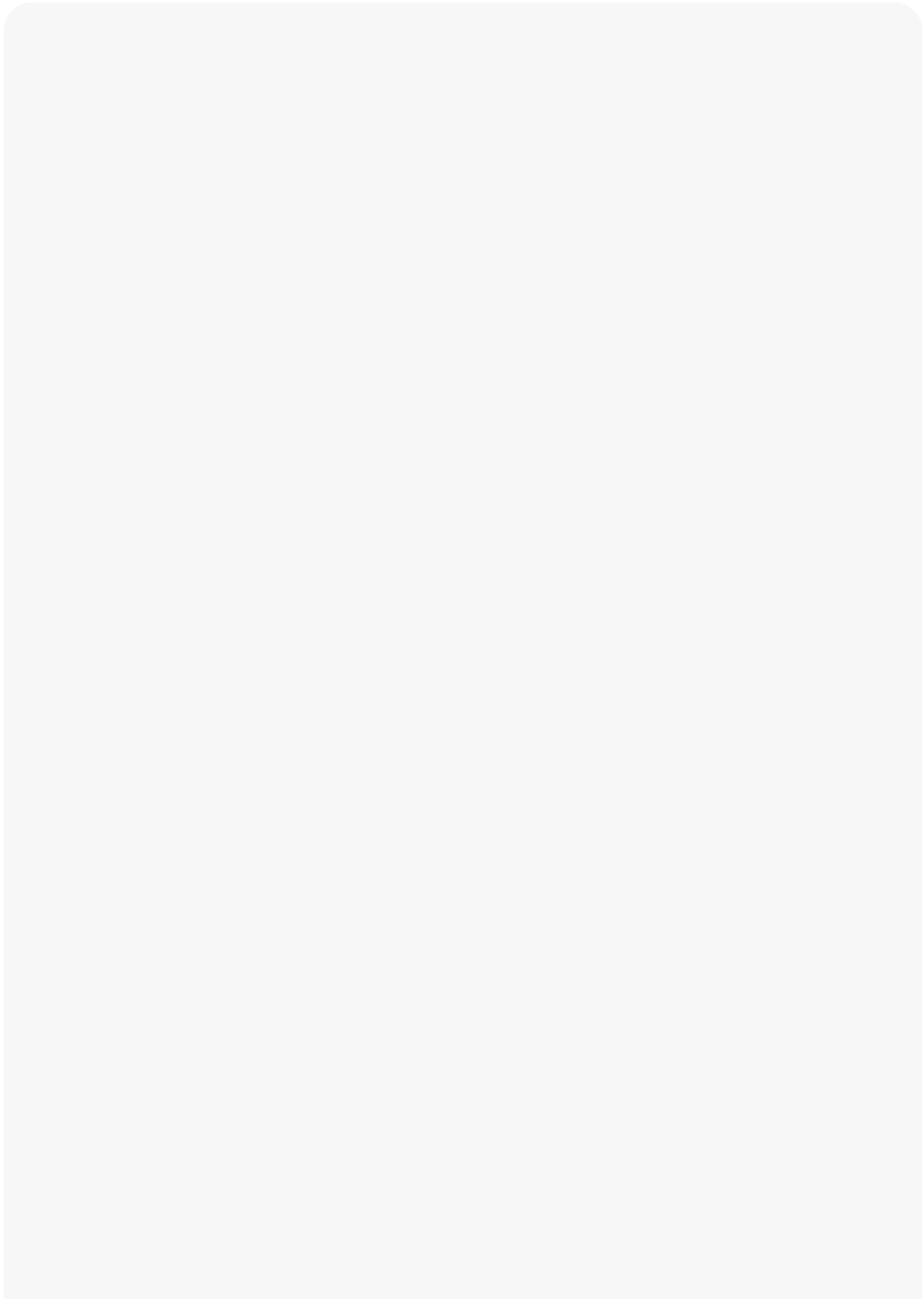
En conclusión, la evidencia técnica, la urgencia de prevenir accidentes graves y fatales, y el marco legal existente confirman que la reglamentación es viable, oportuna y necesaria.

Se esperaría que la adopción de una normativa de este tipo mejore la imagen de la Dirección de Riesgos Laborales de Colombia, a nivel nacional e internacional, y lo destaque como un país que protege activamente a sus trabajadores. La reglamentación propuesta fomentará la confianza entre empresarios, gestores de SST y trabajadores, al establecer criterios claros y específicos, lo que elimina ambigüedades, previene errores en la interpretación y asegura un cumplimiento uniforme para todas las partes involucradas.



*Capítulo 7*

**RECOMENDACIONES PARA  
LA REGULACIÓN**



## 7.1. QUÉ SE NECESITA REGLAMENTAR

Se recomienda a la Dirección de Riesgos Laborales del Ministerio del Trabajo expedir, a la mayor brevedad, un acto administrativo (resolución, circular u otro) que reglamente la gestión preventiva integral del riesgo por descargas atmosféricas en el ámbito laboral.

Dicho acto administrativo debería contener, como mínimo, los siguientes aspectos técnicos y jurídicos estructurados en los componentes que se detallan a continuación:

## 7.2. ASPECTOS GENERALES (OBJETO, DEFINICIONES Y ALCANCE)

La regulación debe iniciar estableciendo las bases normativas:

- 1) **Establecer formalmente** las descargas atmosféricas (rayos) como un peligro laboral de alto impacto y severidad, que debe ser incluido obligatoriamente en la matriz de peligros y gestión preventiva de todas las empresas e instituciones con personal expuesto.
- 28) **Definiciones:** Unificación de términos técnicos para evitar ambigüedades.
- 29) **Alcance:** Definición clara de los sectores y trabajadores a los que aplica la norma.

## 7.3. CONOCIMIENTO DEL PELIGRO

Se debe exigir la caracterización técnica del peligro por rayos en el entorno laboral, incluyendo:

**7.3.1.** Marcos de referencia legal aplicables.

**7.3.2.** Explicación técnica de cómo se forman los rayos.

**7.3.3.** Valores físicos del rayo (corrientes, voltajes, resistencias, temperaturas, niveles de ruido).

**7.3.4.** Formas de ingreso de la corriente del rayo al cuerpo humano (directa e indirecta).

**7.3.5.** Identificación específica de los sectores económicos en riesgo.

## 7.4. NIVEL DE RIESGO (IPEVR)

Se debería estandarizar los criterios para la evaluación del riesgo, utilizando los siguientes mapas y parámetros oficiales:

**7.4.1.** Metodología unificada de evaluación del nivel de riesgo.

**7.4.2.** Uso del Mapa de Nivel Cerámico (NC).

**7.4.3.** Uso del Mapa de Densidad de Descargas a Tierra (DDT).

**7.4.4.** Referencia al Mapa de accidentalidad nacional.

**7.4.5.** Delimitación de sectores en riesgo.

**7.4.6.** Correlación temporal: Meses de siembra, cosecha, faenas, fenómenos climáticos (Niño/Niña) y situaciones con mayor exposición a tormentas eléctricas.

## 7.5. CONTROLES DE INGENIERÍA

La regulación debería establecer los requisitos técnicos para la protección física y tecnológica:

### 7.5.1. Sistemas de Protección (SIPCR)

**7.5.1.1. Protección de Construcciones:** Exigencia de construcciones protegidas y el requisito de que sean **CERTIFICADAS**.

**7.5.1.2. Refugios Convencionales:** Uso de refugios estacionarios y modulares, con el requisito de que sean **CERTIFICADOS**.

**7.5.1.3. Refugios Habilitados:** Normas para refugios temporales habilitados, con el requisito de que sean **AVALADOS** técnicamente.

### 7.5.2. Sistemas de Monitoreo y Alerta (SAT)

**7.5.2.1.** Requisitos técnicos para los Sistemas de monitoreo y alerta.

**7.5.2.2.** Regulación sobre el uso de detectores **CLASE A y B** para protección a personas.

**7.5.2.3.** Regulación y limitaciones sobre el uso de detectores **Clase C y D**, solo como soporte técnico cuando no se pueda aplicar clases de mayor eficiencia.

**7.5.2.4.** Protocolos para la observación humana (Regla 30/30).

**7.5.2.5.** Estandarización de **Niveles de alerta**, códigos de colores y distancias mínimas/máximas para activar alertas (ej. 5 km, 10 km, 15 km).

## 7.6. CONTROLES ADMINISTRATIVOS

Se deberían reglamentar las medidas de gestión obligatorias para las empresas:

**7.6.1. Inclusión en la Matriz de Peligros:** Asegurar que el riesgo por descargas atmosféricas esté formalmente incluido en el SG-SST.

**7.6.2. Protocolo y PON:** Obligatoriedad de crear Protocolos y Procedimientos Operativos Normalizados (PON) que especifiquen el “antes, durante y después”, rutas, perímetros, responsabilidades y tiempos de respuesta.

**7.6.3. Estándares de Conducta:** Construcción y difusión de normas de seguridad y conductas inseguras a evitar.

**7.6.4. Capacitación:** Formación específica para personal de SST, producción y electricistas.

**7.6.5. Formación General:** Sensibilización y reinducción para trabajadores, contratistas y COPASST. Entrenamiento a brigadistas en atención a heridos por rayos.

**7.6.6.** Lectura y/o publicación de boletines e información de interés.

**7.6.7.** Señalización clara de áreas de riesgo y zonas seguras.

**7.6.8. Inclusión de expertos:** Obligatoriedad de incluir expertos en el análisis de incidentes y accidentes por rayos (conforme a la Resolución 1401 de 2007).

**7.6.9. Inspecciones de Seguridad:** Establecer la verificación periódica de:

- Sistemas de protección (SPCR, refugios).
- Sistemas de alerta y comunicación.

## Restricciones Operativas (Medidas Administrativas Clave)

**7.6.10. Restricción de Tareas Críticas:** Prohibir o suspender trabajos de alto riesgo (alturas, líneas expuestas, explosivos, estructuras metálicas) durante las alertas y hasta 30 minutos después del último trueno.

**7.6.11. Gestión del Tiempo de Exposición:** Modificar jornadas o turnos para evitar exposición en horas de alta actividad eléctrica.

**7.6.12. Permisos de Trabajo:** Integrar el riesgo por rayos en los permisos de trabajo de alto riesgo, asegurando la evaluación climática previa y la autorización de suspensión.

## 7.7. GESTIÓN POST-INCIDENTE Y LEGAL

Finalmente, la norma debería abordar el aseguramiento y la responsabilidad:

**7.7.1.** Verificación de proveedores de SPCR y sistemas de alerta.

**7.7.2.** Análisis técnico riguroso de incidentes y accidentes.

**7.7.3.** Gestión de lecciones aprendidas entre los sectores y empresas similares.

**7.7.4. Principio Ético:** Ratificar que la vida no se puede sacrificar por la productividad.

**7.7.5. Evidencia:** Requisitos documentales (certificados, listas de verificación, gestión COPASST, datos de monitoreo).

**7.7.6. Acuerdos de Corresponsabilidad:** Documentos firmados por contratistas adhiriéndose a los protocolos de seguridad.

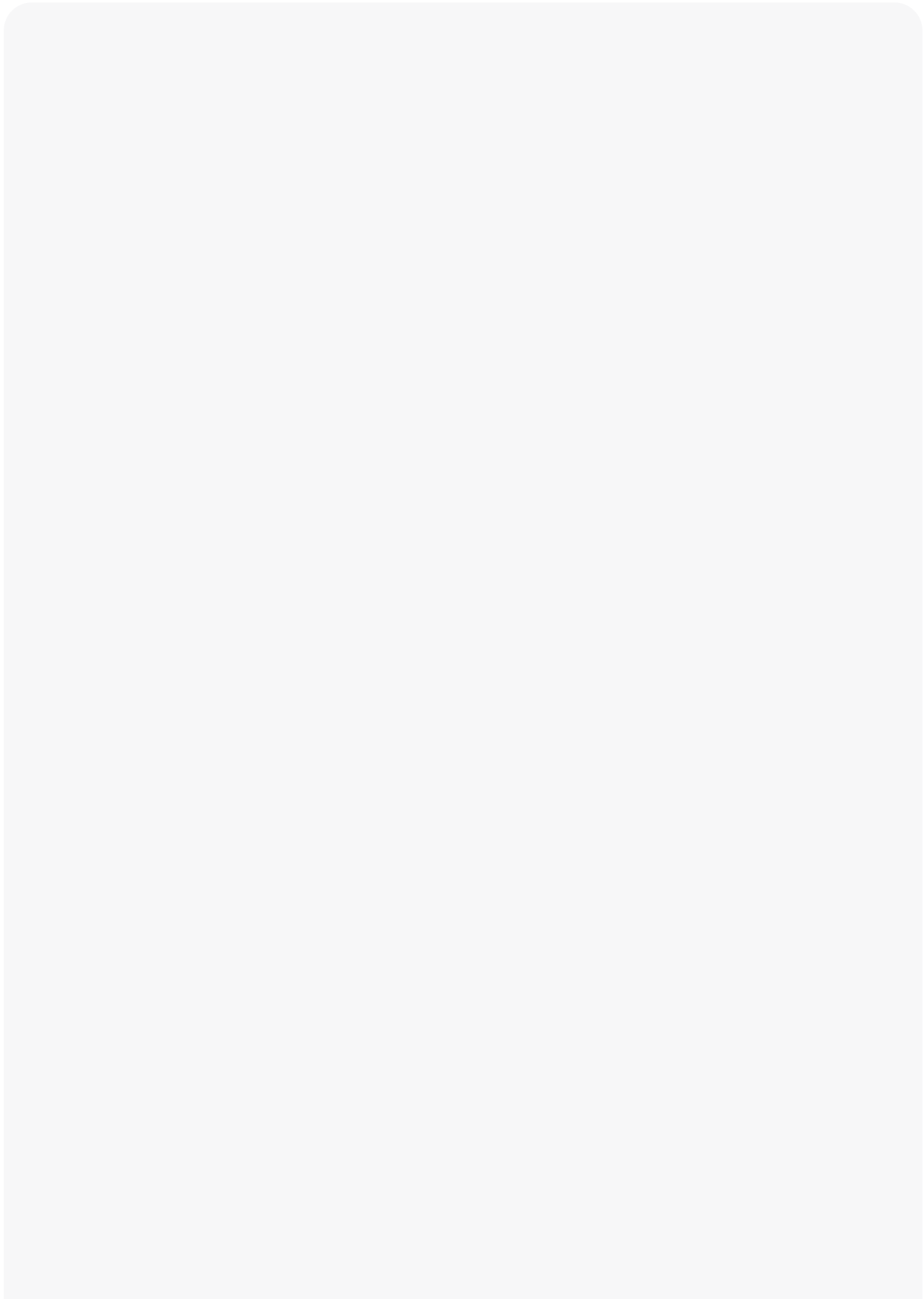
**7.7.7. Registros de Socialización:** Evidencia de que contratistas y empleados fueron informados de los riesgos y procedimientos.

**7.7.8.** Auditoría o verificación del programa.

**7.7.9. Responsabilidad y Sanciones:** Recordar que sacrificar la seguridad por la continuidad laboral es inaceptable jurídicamente (Primacía de la Realidad y Buena Fe). El incumplimiento será objeto de inspección y control, pudiendo derivar en sanciones administrativas y configuración de culpa patronal (Ley 1562 de 2012 y Código Sustantivo del Trabajo).

*Capítulo 8*

**GUÍA DE CONDUCTAS Y  
NORMAS DE SEGURIDAD**



## GUÍA DE CONDUCTAS Y NORMAS DE SEGURIDAD

### 8.1. QUÉ HACER SI HAY ACTIVIDAD DE RAYOS

- Acatar las órdenes de brigadistas y HSE.
- Separarse de postes y redes eléctricas.
- Separarse de los demás. Esto reducirá la cantidad de lesiones en caso de descarga de un rayo en el sector.
- Alejarse de puertas y ventanas.
- Evitar las cimas de montañas, picos y colinas.
- Evitar contacto con mallas, alambradas, vías férreas, cables, redes, tuberías, y andamios.
- Salir de piscinas, mar, ríos, jagüey, esteros, u otros cuerpos de agua.
- Si está en lugares aislados como playas, busque refugio.
- Alejarse de ventanas y puertas abiertas, incluso la de los refugios contra rayos.
- Suspender actividades como trabajos en alturas, tareas críticas, labores a campo abierto, actividades recreativas, culturales y deportivas a cielo abierto, y buscar refugio con protección contra rayos.
- Usar refugios temporales certificados y establecidos por las empresas y contratistas. Ejemplos de refugios seguros son los contenedores metálicos cerrados, las casas, las oficinas y los vehículos con cabina metálica (no en carrocería de estacas, con carpa, platón de volquetas, ni similares).
- Si no alcanza un refugio, juntar los pies y tomar posición de cuclillas para evitar lesiones por corriente de paso.
- Si una persona es alcanzada por los efectos de los rayos, se le pueden suministrar los primeros auxilios y, de ser necesario, reanimación cardiopulmonar.

## 8.2. QUÉ NO HACER

- No escampar debajo de árboles.
- No portar paraguas, herramientas, banderas, banderines, o elementos que superen su estatura.
- No acostarse sobre el suelo.
- No escampar en quioscos sin protección, así sean de madera o material plástico.
- No permanecer en prados, campos de golf, patios, azoteas o estacionamientos, ya que las personas se destacarán por su tamaño y actuarán como pararrayos.
- No jugar en la lluvia si hay tormenta eléctrica.
- No usar teléfonos celulares ni equipos eléctricos ni electrónicos si están conectados a las redes eléctricas.
- No insistir en buscar señal de celular en zonas elevadas del terreno, sobre objetos o terrazas, elevando las manos.
- No cabalgar, ni hacer uso de motocicletas, bicicletas, ni vehículos abiertos.
- No permanecer debajo de arcos de fútbol, canchas de baloncesto, y similares.
- Evitar bañarse, lavarse las manos, lavar ropa, platos u otros objetos mientras duren las tormentas eléctricas.
- Alejarse de animales de gran porte (reses, caballos, similares).
- Las demás que establezca la empresa para prevenir accidentes por los rayos de las tormentas eléctricas.

## BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

### Artículos, Guías e Informes Técnicos

- ARL Sura. (s.f.). Manuales y guías sobre investigación de accidentes, gestión del riesgo y caracterización de peligros.
- Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). (s.f.). Seguridad contra el rayo. Recuperado de <https://www.cdc.gov/spanish/acercacdc/historia.html>
- Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). (s.f.). Consejos de seguridad sobre los rayos. <https://www.cdc.gov/es/disasters/lightning/safetytips.html>
- Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). (s.f.). Publicaciones sobre gestión de riesgos eléctricos y tormentas eléctricas en el ámbito laboral.
- Cruz Roja Americana. (s.f.). Materiales sobre seguridad ante tormentas eléctricas.
- Ejército Nacional de Colombia. (s.f.). Efecto de los rayos en el soldado colombiano.
- Ejército Nacional de Colombia. (s.f.). Estándares de seguridad contra accidentes del Ejército Nacional de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). Sistema de Información para la gestión de datos Hidrológicos y Meteorológicos.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. (s.f.). NTP 1084: Prevención de riesgos laborales originados por la caída de rayos.
- Observatorio de Accidentes por Tormentas Eléctricas de Colombia (OATEC). (s.f.). Boletines técnico informativos.
- Observatorio de Accidentes por Tormentas Eléctricas de Colombia (OATEC). (s.f.). Informes y datos trimestrales.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (s.f.). Estudios que demuestran que la inversión en seguridad y salud en el trabajo tiene un retorno económico positivo.

- OSHA (Occupational Safety and Health Administration). (s.f.). Guías de seguridad contra rayos en trabajos exteriores. EE. UU.
- Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). Evaluación del riesgo por rayos para Colombia. (Autor: Audrey Soley Cruz Bernal).

## LEGISLACIÓN Y NORMATIVA OFICIAL (COLOMBIA)

- Congreso de la República de Colombia. (1950). *Código Sustantivo del Trabajo*. (Artículos 56, 216 y 348).
- Congreso de la República de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. (Artículos 25 y 48).
- Congreso de la República de Colombia. (2012). *Ley 1562 de 2012: Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (s.f.). *NTC 2050: Código Eléctrico Colombiano*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (s.f.). *NTC 4552-1, NTC 4552-2 y NTC 4552-3: Protección contra descargas atmosféricas (rayos)*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Resolución 181294 de 2008: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE*.
- Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*.
- Ministerio de la Protección Social. (2007). *Resolución 1401 de 2007: Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo*.
- Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo* (Capítulo 6).
- Ministerio del Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019: Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)*.
- Ministerio del Trabajo. (2019). *Resolución 5018 de 2019: Por la cual se establecen Lineamientos de Seguridad y Salud en el Trabajo con Energía Eléctrica*.

## JURISPRUDENCIA

- Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Laboral. (2015-2022). Sentencias: CSJ SL13653-2015, CSJ SL7181-2015, CSJ SL 7056-2016, CSJ SL12707-2017, CSJ SL2206-2019, CSJ SL2168-2019, CSJ SL5154-2020, CSJ SL5300-2021 y CSJ SL4223-2022.

## BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL Y FUENTES WEB

- Aranguren, D., González, J., Cruz, A., Inampué, J., Torres, H., & Sarmiento Pérez-Tobón, P. (2017, 2 octubre). *Lightning strikes on power transmission lines and lightning detection in Colombia*.
- Aranguren, H. D. (2011). Desempeño de sensores de campo electrostático en sistemas de alerta de tormentas.
- Aranguren, H. D. (s.f.). Colombian Total Lightning Detection Network and early detection of failure risk for power systems.
- Becerra, M., Cooray, V., & Román, F. (2008, 10 enero). Distancia de impacto de rayos de estructuras complejas.
- CENAPRED. (s.f.). Tormentas eléctricas. Protegerse de los rayos. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/302-INFOGRAFATORMENTASELECTRICAS.PDF>
- Cero Accidentes Perú. (2018, 30 junio). Qué saber sobre los accidentes por tormentas eléctricas en Perú y cómo prevenirlos.
- Cruz, C., Rentería, E., & Román, F. (2013, 7 octubre). Estadísticas de accidentes por rayos del Ejército Nacional de Colombia.
- El Espectador. (2018, 9 febrero). Investigadores de la U.N. crean hamacas y carpas a prueba de rayos. <https://www.elespectador.com>
- Labora Salud & Protección. (s.f.). La importancia de la seguridad en caso de tormentas eléctricas para los trabajadores al aire libre.
- Norma OHSAS 18001. (s.f.). Procedimiento ante Tormentas Eléctricas. Recuperado de: <https://norma-ohsas18001.blogspot.com/2015/09/procedimiento-ante-tormentas-electricas.html>

- Rojas, H. E., Santamaría, F., Escobar, O. F., & Román, F. J. (2017, junio). Lightning research in Colombia: Lightning parameters, protection systems, risk assessment and warning systems.
- Torres Sánchez, H. (2015, enero). El rayo en el trópico. Certezas temporales de investigación sobre el fenómeno del rayo.
- Torres Sánchez, H. (s.f.). Protección contra rayos (2.<sup>a</sup> ed.). Icontec. ISBN: 978-958-8585-17-8.
- Torres Sánchez, H. (s.f.). Rayo. Mitos, Leyendas, Ciencia y Tecnología.
- Tormentas eléctricas en Colombia: ¿Por qué hay tantos rayos y cómo protegerse? (s.f.).

## REFLEXIÓN FINAL

La carencia de reglamentar la prevención de accidentes por rayos no es un vacío legal, sino **una deuda de vida con los trabajadores colombianos que han fallecido**, cuya seguridad técnica y legal no puede seguir dependiendo de la discrecionalidad, la prioridad de la productividad y del desconocimiento técnico empresarial y de SST.