

INTEGRACIÓN DE LA SEGURIDAD ELÉCTRICA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS ISO 55001

Oswald Serna Vanegas ^a, Nicolás Rojas Díaz ^b

^a Universidad Nacional, DIO GESTIÓN ELÉCTRICA, E.mail: gerencia@diogestionelectrica.com

^b Universidad del Valle, E.mail: nicolasrojasdiaz@gmail.com

Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen

La gestión de activos bajo los criterios técnicos de la ISO 55001 integra procesos organizacionales que, enfatizado en la seguridad eléctrica, permite evaluar los riesgos para prevenir impactos en la seguridad, ambiente, operación y finanzas. Una cultura de seguridad eléctrica, con liderazgo y competencias adecuadas, puede lograr un enfoque integral que asegure la infraestructura, cumpla objetivos, opere con seguridad y mejore continuamente, minimizando costos, riesgos y dando más oportunidades del negocio.

1. Accidentalidad en Colombia en el sector eléctrico del 2010 al 2021.

La accidentalidad en el sector eléctrico es un desafío crítico para la gestión de activos y la seguridad operacional. En el sector eléctrico colombiano, entre los años 2010 y 2021, se registraron 576 accidentes laborales de origen eléctrico, de los cuales el 9,7% (56 casos) resultaron en fatalidades. Estos datos subrayan la urgencia de implementar la seguridad eléctrica en la gestión de activos.

Con el fin de entender la accidentalidad laboral de origen eléctrico en Colombia, se realizó un análisis de datos del Sistema Único de Información SUI, oficial del sector de servicios públicos domiciliarios del país que recoge, almacena, procesa y publica información reportada por parte de las empresas prestadoras y entidades territoriales y que está a cargo de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD.

En la Fig 1 se presentan los datos de accidentes laborales de origen eléctrico por año durante el período comprendido entre 2010 y 2020.

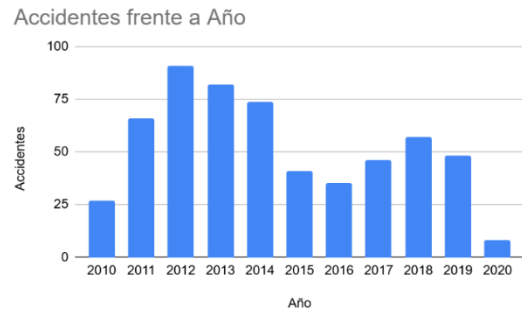


Fig 1. Accidentes año a año

En la Fig 1 se puede apreciar que, en el año 2012 se presentaron más accidentes, sin embargo el año 2020 se presentaron menos accidentes, probablemente la pandemia contribuyó a una menor exposición.

Al analizar los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, se evidencia el mismo comportamiento que muestran las estadísticas a nivel mundial ver . Distribución es el proceso con mayor accidentalidad con 406 accidentes en las actividades de mantenimiento.

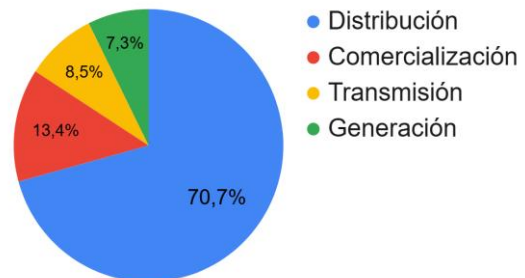


Fig 2. Accidentes por proceso

En la Tabla 1, se puede observar que el contacto directo e indirecto, y el arco eléctrico son los factores de riesgo que más generan accidentes, la categoría *otra* es dada por el formulario 19 de la SSPD, es una variable que no se tuvo en consideración en el estudio, dado a que no es fácilmente relacionada a un factor de riesgo en concreto.

Causa de accidente	Cantidad	Porcentaje (%)
Tensión de Paso	6	1,1
Tensión Contacto	7	1,2
Equipo defectuoso	12	2,1
Rayos	14	2,5
Corto circuito	33	5,8
Contacto Indirecto	72	12,7
Otra	119	20,9
Arcos Eléctricos	122	21,4
Contacto Directo	184	32,3

Tabla 1. Accidentalidad según el factor de riesgo.

El TOP 6 de las empresas que suman el 56,25% de accidentalidad dentro el periodo comprendido entre los años 2010 a 2020 es mostrada en la Tabla 2, por ser un tema sensible para las empresas del sector, serán denominadas como EE1 a EE6.

Empresas	Accidentes
EE1	36
EE2	41
EE3	42
EE4	51
EE5	60
EE6	94
Total	324

Tabla 2. TOP 6 de empresas con mayor accidentalidad

Esto resalta la importancia de diseñar estrategias de gestión de activos adaptadas a las condiciones de cada empresa. Además, de destacar el rol de

estrategias preventivas en el mantenimiento dentro del ciclo de vida del activo.

La ISO 55001 establece un marco para la mejora continua en la gestión de activos, estableciendo directrices, que fomentan una cultura de evolución constante en las prácticas de seguridad, fortaleciendo la capacidad para integrar múltiples aspectos críticos:

- Gestión de riesgos exhaustiva desde el diseño hasta la disposición final
- Fomento de una cultura de seguridad arraigada.
- Optimización del ciclo de vida de los activos eléctricos.

Su implementación efectiva en el contexto de la seguridad eléctrica, tiene el potencial de reducir significativamente la accidentalidad en el sector.

1. Gestión de la información: Analizar meticulosamente los incidentes pasados
2. Evaluación de desempeño: Extraer lecciones valiosas de cada experiencia
3. Auditorías internas: Desarrollar estrategias preventivas para prevenir accidentes.

El resultado es un panorama operativo donde la reducción de accidentes y fatalidades va de la mano con una mayor eficiencia operacional y la sostenibilidad a largo plazo del sector eléctrico, la optimización del ciclo de vida de los activos y cumplimiento legal.

Costo del accidente

Las pérdidas económicas asociadas a la accidentalidad son un factor importante que considerar, para esto se recopilaron los datos del tipo del daño físico para llevar a cabo el análisis, Ver Fig 3.

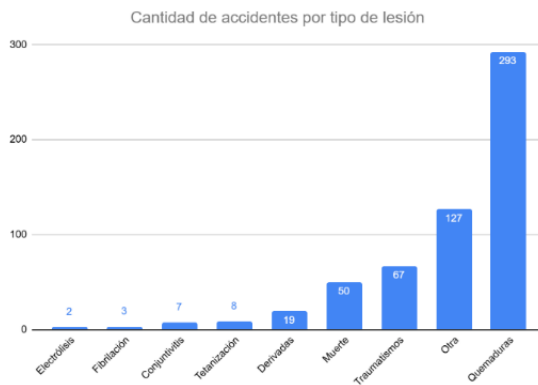


Fig 3. Cantidad de lesionados por tipo de traumatismo

Para estimar los costos asociados a los accidentes de origen eléctrico en el sector, se consideraron los siguientes parámetros:

1. El promedio de la Tasa Representativa del Mercado (TRM) del dólar frente al peso colombiano (COP) durante el período comprendido entre 2010 y 2020 fue de \$2.796,02 COP por cada dólar.
2. Media salarial: Se estableció un valor promedio de \$ 536 USD para calcular los costos derivados de lesiones que generan incapacidad temporal y permanente.
3. Tiempo medio de incapacidad: Se realizó una revisión detallada del tiempo promedio de incapacidad asociado a cada tipo de lesión o daño físico.
4. Datos oficiales: Registros de FASECOLDA, que contienen información oficial sobre los montos que las aseguradoras pagan por ciertos tipos de lesión, incluyendo casos de fallecimiento.

Estos datos se pueden consultar en la Tabla 3.

Lesión	Casos	Costo unitario USD (\$)	Costo total USD (\$)
Electrólisis	2		
Fibrilación	3	12 864	38 592
Conjuntivitis	7	268	1876
Tetanización	8	268	2144
Derivadas	19		
Muerte	50	1 750 933,33	87 546 666,65
Traumatismos	67	6432	430 944
Otra	127		
Quemaduras	292	6432	1 878 144
Total	575		89 898 366,65

Tabla 3. Tipo de lesión y sus costos asociados.

El sector eléctrico ha tenido un estimado de pérdidas económicas de \$ 89 898 366,65 USD, lo que es aproximadamente 252 mil millones de pesos en un periodo de 11 años.

2. Costo de accidentalidad vs costo del activo

Para este análisis hemos tomado el TOP 6 de las empresas con mayor accidentalidad versus la cantidad de activos que posee con un valor estimado para circuitos entre 6,6 kV y 34,5 kV en Colombia desde 2010 a 2021 a un valor promedio de \$ 39 400 USD/km construido, Ver Tabla 4.

Empresas	Costo accidente USD (\$)	Capacidad instalada en km	Valor del activo USD (\$)
EE1	3 694 826,67	10 642,212	419 303 152,8
EE2	8 936 370,67		
EE3	8 960 490,67	1458,96925	57 483 388,45
EE4	17 740 885,3	5589,1691	220 213 262,5
EE5	3 508 298,67	186,4164	7 344 806,16
EE6	9 192 042,67	6001,201	236 447 319,4
Total	52 032 914,65	23 877,96775	940 791 929,4

Tabla 4. Costo de la accidentalidad comparado con los activos.

Se debe aclarar que los datos de capacidad instalada de las empresas son tomados de la

CREG, algunos están actualizados hasta el 2022 y otros hasta el 2024, para la empresa EE2 no fue posible encontrar la capacidad instalada, esto puede ser debido a un cambio de razón social en alguna base datos, al ser operada y mantenida por otro grupo empresarial.

El análisis de la Tabla 4 revela que las pérdidas económicas por accidentalidad en el sector eléctrico representan el 5,53% del costo total de los activos, variando entre 0,88% y 47,77% por empresa. Estos recursos podrían haberse invertido en mejorar la cobertura del servicio, la infraestructura y la imagen reputacional del sector.

3. Costo de la prevención

El rendimiento monetario es un tema importante en las compañías, por eso entre los años 2010 y 2011, la Asociación Internacional de la Seguridad Social (ISSA por sus siglas en inglés), el Seguro Social Alemán de Accidentes de Trabajo (DGUV por sus siglas en alemán) y la Institución del Seguro Social Alemán de Accidentes de Trabajo de los Sectores de la Energía, la Industria Textil, la Electricidad y los Productos Multimedia (BG ETEM por sus siglas en alemán), Realizaron una investigación del rendimiento de la prevención en 300 empresas de 15 países, donde el éxito de la prevención está expresado como la diferencia entre los beneficios monetarios de la prevención y los costos de la misma.

Entre los efectos de la prevención se encuentran, los directos, mitigación del riesgo, percepción del riesgo, disminución de accidentalidad y actos inseguros. Los indirectos, mejora de la imagen corporativa y la cultura en el lugar del trabajo, la satisfacción del cliente y la calidad de los productos.

Entre los beneficios de la seguridad y salud en el estudio se valoraron, prevención de accidentes, prevención de abandonos, reducción del tiempo perdido de la normalización del proceso

productivo después de los accidentes, aumento de la motivación y la satisfacción del empleado, enfoque sostenido en la calidad y la mejora de la calidad de los productos, innovación en el producto, mejora de la imagen corporativa.

Tal como muestra la Tabla 5 tomada del informe de investigación, El rendimiento de la prevención: Cálculo de los costos y beneficios de las inversiones en la seguridad y salud en el trabajo en las empresas. El rendimiento de la prevención es de 2,2

Costos de Prevención (por empleado y año)	Valor en EUR	Beneficios de Prevención (por empleado y año)	Valor en EUR
Equipo de protección personal	168	Ahorro de costos mediante prevención de accidentes	566
Orientación sobre tecnología de la seguridad y apoyo médico empresarial	278	Ahorro de costos mediante prevención del abandono y reducción del tiempo perdido de la normalización del proceso después de los accidentes	414
Medidas específicas de formación en prevención	141	Valor añadido producido por el aumento de la motivación y la satisfacción del empleado	632
Controles médicos preventivos	58	Valor añadido producido por un enfoque sostenido en la calidad y la mejora de la calidad de los productos	441
Costos organizativos	293	Valor añadido producido por	254

Costos de Prevención (por empleado y año)	Valor en EUR	Beneficios de Prevención (por empleado y año)	Valor en EUR
		innovaciones en el producto	
Costos de inversión	274	Valor añadido producido por la mejora de la imagen corporativa	632
Costos de iniciación	123		
Costo total	1.334	Beneficio total	2.940
Relación costo-beneficio			1:2,2

Tabla 5. Costo y beneficios de la prevención para las empresas. tomado de [24].

4. Conclusiones

- Las estrategias de prevención en inicio se deben encaminar a los tres factores de riesgo de mayor accidentalidad, como los son contacto directo, indirecto y arco eléctrico.
- La prevención debe estar adaptada al tipo de empresa, esto debido a que la accidentalidad varía de acuerdo con la cultura organizacional.
- El proceso con mayor accidentalidad es el de distribución, con un 70,7% del total de accidentes del sector.
- Las pérdidas asociadas a los accidentes laborales de origen eléctrico, representan un porcentaje 5,53%, el cual en algunas empresas puede llegar a 47,77% del total del diseño e implementación del activo.
- Los beneficios directos de la inversión en seguridad eléctrica son de 2,2. Esto significa que por cada unidad (1) de

cualquier moneda que las empresas invierten cada año, pueden esperar un rendimiento potencial de 2,2 unidades de esta misma moneda. Basados en el informe de la ISSA, DGUV y BG ETEM, y una efectiva implementación de la ISO 55001 con una correcta integración de la seguridad eléctrica.

Bibliografía

- [1] CENS, "Guía metodológica para el cálculo de conductor económico," Cúcuta, Colombia, 2023.
- [2] CREG, "Resolución CREG 097 de 2008, Anexo 5," Bogotá, Colombia, 2008.
- [3] DANE, "Índice de Precios al Productor (IPP)," 2024. [Online]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-del-productor-ipp>
- [4] EPM, "Análisis de precios unitarios para construcción de redes eléctricas," Medellín, Colombia, 2023.
- [5] UPME, "Plan de Expansión de Referencia Generación - Transmisión 2022-2036," Bogotá, Colombia, 2022.
- [6] ASOCODIS, "Informe sectorial de distribución y comercialización de energía eléctrica," Bogotá, Colombia, 2023.
- [7] Enel Colombia, "Niveles de tensión," [Online]. Available: <https://www.enel.com.co/content/dam/ene-l-co/espa%C3%B1ol/2-1-6-normas-tecnicas/otros-documentos/NIVELES%20DE%20TENS%20I%C3%93N.pdf>
- [8] T. Gammon, W. Lee, and I. Intwari, "What Occupational Injury Costs and Workers' Compensation Tell Us About Electrical Injuries and the Need to Invest in Electrically Safer Workplaces," *IEEE Transactions on Industry Applications*,

- vol. 55, pp. 4377–4383, 2019. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1109/TIA.2019.2907578>
- [9] D. Díaz-Jiménez, C. Castañeda-Orjuela, L. Castillo-Rodríguez, and F. De La Hoz-Restrepo, "Economic Costs Analysis of the Avoidable Mortality in Colombia 1998-2011," *Value in Health Regional Issues*, vol. 8, pp. 129–135, 2015. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1016/j.vhri.2015.08.007>
 - [10] "Electrical Accidents and their Causes," *Nature*, vol. 140, pp. 887–888, 1937. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1038/140887d0>
 - [11] A. Alves, C. Filho, N. De Melo Santos, and G. Souki, "Factors influencing occupational accidents: a multidimensional analysis in the electricity sector," *Gestão & Produção*, 2020. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1590/0104-530x4609-20>
 - [12] T. Gammon and J. Matthews, "Conventional and recommended arc power and energy calculations and arc damage assessment," *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2003. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1109/TIA.2003.811775>
 - [13] C. Lutton, "Economic Impact of Injuries Associated with Electrical Events," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 720, 1994. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1994.tb30455.x>
 - [14] D. Baris, B. Armstrong, J. Deadman, and G. Thériault, "A mortality study of electrical utility workers in Québec," *Occupational and Environmental Medicine*, vol. 53, pp. 25–31, 1996. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1136/oem.53.1.25>
 - [15] N. Araújo-Vila, J. Fraiz-Brea, and D. Toubes, "Degree of Integration of Risk Preventive Measures in the Management System of Companies in the Electricity Sector," *Journal of Scientific & Industrial Research*, 2022. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.56042/jsir.v8i06.51302>
 - [16] J. Hussmann, J. Kucan, R. Russell, T. Bradley, and W. Zamboni, "Electrical injuries--morbidity, outcome and treatment rationale," *Burns: Journal of the International Society for Burn Injuries*, vol. 21, no. 7, pp. 530–535, 1995. [Online]. Available:
[https://doi.org/10.1016/0305-4179\(95\)00037-C](https://doi.org/10.1016/0305-4179(95)00037-C)
 - [17] "Electrical Accidents," *Nature*, vol. 154, p. 574, 1944. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.1038/154574a0>
 - [18] Webmaster, "Cifras accidentes eléctricos durante el año 2022 en Colombia," *CONTE*, Nov. 16, 2023. [Online]. Available:
https://www.conte.org.co/cifras-accidentes-electricos-durante-el-ano-2022-en-colombia/?utm_source=chatgpt.com
 - [19] Rig, "Referente de accidentalidad de origen eléctrico para Colombia (I)," *Retie Ingeniería y Gestión*, Feb. 21, 2022. [Online]. Available:
<https://www.retieingenieriaeygestion.com/rreferente-de-accidentalidad-de-origen-electrico-para-colombia-i/>
 - [20] I. Voltia, "Costo empresarial de la seguridad eléctrica: 5 estadísticas claves del sector en Colombia," *Voltia*, Sept. 9, 2024. [Online]. Available:
<https://voltia.com.co/costo-empresarial-de-la-seguridad-electrica-5-estadisticas-claves-del-sector-en-colombia>
 - [21] "Accidentes eléctricos años 2010–2020 | Datos Abiertos Colombia," *Minas y Energía*. [Online]. Available:
<https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ->

[a/Accidentes-el-ctricos-a-os-2010-2020/4c8y-i7iw](#)

- [22] Webmaster Enel X Colombia, "Riesgo eléctrico en el trabajo, conoce cómo prevenirlo," *Enel X*, Jan. 2, 2025. [Online]. Available: <https://www.enelx.com/co/es/historias/podcast-riesgo-electrico-en-el-trabajo>
- [23] D. Bräunig and T. Kohstall, *El rendimiento de la prevención: Cálculo de los costos y beneficios de las inversiones en la seguridad y salud en el trabajo en las empresas*, Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS), Ginebra, 2011. [Online]. Available: <https://www.issa.int>
- [24] AISS, *El rendimiento de la prevención: Cálculo de los costos y beneficios de las inversiones en la seguridad y salud en el trabajo en las empresas*, [Online]. Available: <https://www.issa.int/es/node/25672>

Autores

Oswald Serna Vanegas Ingeniero electricista especialista en Salud Ocupacional, CEO de DIO GESTIÓN ELÉCTRICA, consultor en la correcta gestión de riesgo eléctrico, miembro de la AISS, con 12 años de experiencia en consultoría, diagnóstico, diseño y seguimiento de proyectos en Colombia, Paraguay y Perú, con conocimiento en la legislación y regulaciones del sector eléctrico colombiano y seguridad y salud en el trabajo, así como también de normas técnicas IEC, IEEE, NFPA y NTC.

Nicolás Rojas Díaz Ingeniero Electricista con MBA en Gestión Integral de Activos Físicos. Profesional con más de 8 años de experiencia en el sector de generación de energía eléctrica, especializado en la gestión estratégica de activos. Destacada trayectoria en: Planificación y diseño de sistemas eléctricos, Operación eficiente de plantas

generadoras, Implementación de programas de mantenimiento preventivo y predictivo y Dirección de proyectos estratégicos para optimización de recursos

Contactos

1. Oswald Serna Vanegas
+57 3143467593
Carrera 53A 127-70 apto 1123
gerencia@diogestionelectrica.com
Bogotá - Colombia
2. Nicolas Rojas Díaz
+57 3152960945
Calle 46B 2C 14
nicolasrojasdiaz@gmail.com
Cali – Colombia