

Análisis de datos sobre factores en la accidentalidad eléctrica

Gerardo Quiroz Pacheco

Mayo 2023

1 Introducción

La energía eléctrica ha revolucionado la forma en que realizamos nuestras actividades, permitiendo a la humanidad evolucionar rápidamente mediante avances tecnológicos y maquinaria que han solucionado desde problemas de comunicación hasta entretenimiento y productividad. Debido a esta dependencia constante y confiable de la energía eléctrica, las empresas prestadoras del servicio consideran prioritaria la inversión en la seguridad de sus empleados, así como en campañas para promover el uso correcto y eficiente del servicio. Además, se implementan prácticas de seguridad y se establecen normativas que garantizan un uso seguro de la energía.

En el caso específico de Colombia, el Ministerio de Minas y Energía regula el uso seguro de la energía a través del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), el cual establece normativas de conexión, uso y prevención. A pesar de estos esfuerzos, aún se evidencian cifras de accidentes eléctricos, los cuales en los peores casos pueden resultar en muertes y secuelas a largo plazo. Por tanto, es crucial seguir invirtiendo en el mantenimiento de las redes eléctricas, en la capacitación de los empleados y en la seguridad del acceso a dichas redes.. .

2 El problema

Los servicios públicos tienen costos elevados debido a la necesidad de compensar económicamente las afectaciones generadas por accidentes eléctricos, lo que resulta en una pérdida de calidad percibida por el cliente final y, lo más grave e importante, en la pérdida de vidas humanas y afectaciones a la integridad.

3 Justificación

La seguridad eléctrica es un tema crítico en la prestación de servicios públicos, ya que los accidentes eléctricos pueden tener consecuencias graves, incluyendo

la pérdida de vidas humanas y afectaciones a la integridad. Además, estos accidentes generan costos elevados para las empresas prestadoras de servicios públicos, quienes deben compensar económicamente las afectaciones generadas. Estos costos se trasladan a los clientes finales y resultan en una pérdida de calidad percibida por ellos. Por lo tanto, es importante investigar cómo mejorar la seguridad eléctrica en los servicios públicos para reducir los costos asociados con los accidentes eléctricos y mejorar la calidad percibida por el cliente final. Esta análisis puede contribuir al desarrollo de políticas y prácticas más efectivas para garantizar la seguridad eléctrica en los servicios públicos y reducir las consecuencias negativas asociadas con los accidentes eléctricos así como establecer tendencias en la accidentalidad por zonas geograficas en Colombia.

4 Estado del Arte

Diversas investigaciones y estudios han abordado este problema desde diferentes enfoques. En primer lugar, se han realizado análisis económicos para cuantificar los costos directos e indirectos derivados de los accidentes eléctricos. segun **Jiménez Ruiz, H. (2021)** Estos costos incluyen no solo los gastos relacionados con la reparación y reposición de equipos dañados, sino también los costos médicos, legales y de seguros asociados a las lesiones y pérdidas de vidas humanas.

Además, se han llevado a cabo investigaciones orientadas a comprender las causas subyacentes de los accidentes eléctricos, incluyendo fallas en la infraestructura eléctrica, errores humanos, falta de mantenimiento adecuado y deficiencias en las normativas de seguridad. Estos estudios han permitido identificar áreas clave de mejora en términos de políticas, regulaciones y prácticas operativas, con el objetivo de reducir la incidencia de accidentes eléctricos y, por ende, los costos asociados segun **Curbelo-Martínez, M., Pérez-Fernández, D., Gómez-Dorta, R. (2015)**.

Asimismo, se han desarrollado investigaciones centradas en la percepción de calidad por parte de los clientes finales de los servicios públicos afectados por los accidentes eléctricos segun **(Acevedo González Yáñez Contreras, 2016)**. Estos estudios han demostrado que la ocurrencia frecuente de interrupciones y problemas relacionados con la calidad del suministro eléctrico genera insatisfacción en los usuarios, afectando su percepción general de los servicios y generando reclamos y demandas adicionales.

En resumen, el problema de los costos elevados de los servicios públicos debido a los accidentes eléctricos es un tema de gran importancia que ha sido abordado desde diferentes perspectivas. La combinación de análisis económicos, investigaciones sobre las causas de los accidentes y el impacto en la percepción de calidad por parte de los clientes, junto con la implementación de soluciones innovadoras, puede contribuir a reducir los costos asociados, mejorar la seguridad y la calidad de los servicios, y prevenir la pérdida de vidas humanas y las afectaciones a la integridad.

5 Pregunta generadora

Cómo se puede reducir los costos elevados de los servicios públicos y prevenir las afectaciones generadas por accidentes eléctricos? existe alguna relacion entre accidentalidad electrica y percepcion de calidad del servicio?.

6 Objetivos del proyecto

- Objetivo General :

El objetivo general de este estudio es de manera analitica realizar un estudio descriptivo acerca accidentalidad Electrica y su influencia en los costos elevados de los servicios públicos, ademas de identificar su relacion con la calidad percibida por los clientes finales.
- Objetivos específicos:
 1. Pretender identificar de forma geográfica cuáles son las zonas con más afectación de riesgo eléctrico en colombia
 2. tratra de identificar en cifras cuales son principales causas por las que ocurre la accidentalidad eléctrica y quiénes son los actores principales y su clasificacion
 3. Tratar de identificar si la normativa colombiana acerca de seguridad eléctrica se cumple o no, en cuanto a si dentro de las estadísticas TOP es un factor ajeno a la norma.
 4. Identificar de manera estadística posibles factores de riesgo en la accidentalidad eléctrica.
 5. analizar si existe relacion entre accidentalidad electrica y factores de calidad de servicio a nivel nacional como correlacion.

7 Marco teórico

1. Teoría de la seguridad eléctrica: En este marco teórico, segun **Energía, M. d. (2013)** se pueden abordar conceptos fundamentales relacionados con la seguridad eléctrica, como los riesgos eléctricos, las normativas y regulaciones existentes, los estándares de seguridad y las mejores prácticas. Además, se pueden explorar investigaciones anteriores sobre accidentes eléctricos y sus causas, así como los impactos económicos y sociales asociados.
2. Teoría de la calidad del servicio: Esta teoría se enfoca en la satisfacción del cliente y la calidad percibida en la prestación de servicios. Se pueden examinar modelos y enfoques relacionados con la evaluación de la calidad de los servicios públicos, incluyendo aspectos como la confiabilidad del suministro eléctrico, la respuesta a las interrupciones del servicio y la

atención al cliente. segun **(Acevedo González Yáñez Contreras, 2016)** También se pueden considerar estudios previos que hayan investigado la relación entre la calidad percibida y los accidentes eléctricos en colombia como afectaciones al valor del kw/hora.

3. Teoría de costos de los servicios públicos: Este marco teórico se centra en la evaluación y gestión de los costos asociados con la prestación de servicios públicos. Se pueden explorar métodos de análisis de costos, incluyendo los costos directos e indirectos derivados de los accidentes eléctricos, así como segun **Jiménez Ruiz, H. (2021)** en donde paralos precios de los servicios públicos, se han implementado estrategias para reducir los costos y mejorar la eficiencia en el sector de servicios públicos.
4. Teoría de gestión de riesgos: Esta teoría se refiere a enfoques y prácticas para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con una determinada actividad o sistema. Se pueden examinar modelos de gestión de riesgos específicos para el sector eléctrico, incluyendo la identificación de riesgos, la evaluación de su probabilidad e impacto, y la implementación de medidas preventivas y correctivas. También se pueden revisar estudios previos sobre la gestión de riesgos en el contexto de accidentes eléctricos.
5. Teoría de cambio organizacional: Este marco teórico se enfoca en los procesos de cambio y mejora en las organizaciones. Se pueden explorar modelos de cambio organizacional aplicables al sector de servicios públicos, considerando aspectos como la adopción de nuevas tecnologías, la capacitación de personal, la comunicación y participación de los empleados, y la gestión del cambio cultural. Además, se pueden revisar estudios anteriores que hayan investigado la implementación exitosa de estrategias de mejora en el contexto de la seguridad eléctrica y la calidad del servicio.

8 Metodología

para nuestro analisis se tuvieron en cuenta los siguientes pasos,

- revisión de literatura: se encontraron aportes por parte de entes gubernamentales acerca de legislación existente específicamente sobre el Retie (reglamento técnico de instalaciones eléctricas) -CONTE -Ministerio de Minas y Energía de Colombia, así como estudios previos acerca de la accidentalidad eléctrica en Colombia Recopilación de datos: se obtuvieron datos estadísticos acerca de la accidentalidad eléctrica en Colombia publicado en <https://www.datos.gov.co> con origen desde el ministerio de minas y energía el cual se toma un periodo de 10 años 2010-2020 también desde la mismas fuente se toma la base de evolución histórica de costos asociados a la energía eléctrica en Colombia con origen en E.S.P. Central Hidroelectrica de Caldas S.A

- **Análisis de datos:** Se realiza un análisis de los datos recopilados para obtener información cuantitativa y cualitativa sobre los accidentes eléctricos y la tendencia de costos de la energía eléctrica. Se Utiliza técnicas estadísticas
 - recolección datos
 - depuración y limpieza de datos
 - recuento inicial de datos , segmentación de los mismos
 - presentación de resultados previos
 - contraste de fuentes (índices correlación)
 - análisis de los resultados

y herramientas de análisis de datos para identificar patrones, tendencias y relaciones relevantes entre las variables estudiadas.

- **Identificación de causas y factores contribuyentes:** Al analizar los datos y la información obtenida para identificar las principales causas y factores que contribuyen a los accidentes eléctricos y los altos costos asociados llegando a acercarse a encontrar la causa raíz, y análisis de documentación normativa. **Desarrollo de estrategias de mitigación:** Con base en los resultados del análisis de datos y la identificación de causas, se tratará de exponer posibles estrategias para reducir los accidentes eléctricos, mejorar la calidad del servicio y reducir los costos asociados. Estas estrategias pueden incluir mejoras en la infraestructura eléctrica, programas de capacitación, campañas de concientización, revisión de normativas y cambios en los procesos de gestión.
- **Informe de resultados:** se presentarán en el presente; los hallazgos del estudio, incluyendo los resultados del análisis de datos, las estrategias de mitigación propuestas. recomendaciones para el sector de servicios públicos y áreas futuras de investigación relacionadas con la seguridad eléctrica, los costos y la calidad del servicio.

9 Desarrollo - (¿Describe como serian las etapas?)

- **Análisis** Se realiza limpieza de datos, se asignan nuevas variables para establecer relación con las tarifas de energía , se restringen datos debido a intervalo de la muestra 2010-2020 estableciendo como variable de interés valor de pérdidas atribuido al costo total de la tarifa con distribución de energía eléctrica vs total de accidentes eléctricos teniendo en cuenta que este factor se calcula vs comercializador se pretende establecer una aproximación a un modelo basado en distribuciones similares .

- **Diseño** Se realiza el diseño del modelamiento de datos, basado en poder establecer cual seria las restricciones pertinentes a fin de igual el modelo optimo.
- **Implementación** Se crea el modelo basado en lo ítems anteriores teniendo en cuenta restringir la muestra a zonificación de estudio versus comercializador de Manizales con el fin de establecer relaciones de correlación más optimas, se implementa modelo mixto de análisis en Python y Excel debido al volumen de datos
- **Pruebas** Implementado el modelo se pretende establecer una correlación y con ello una tendencia según hallazgos encontrados
- **Análisis de resultados** se presentan los resultados descriptivos acerca de lo encontrado en las bases de datos, comportamientos , y analisis de correlación de las variables objetivo del estudio

10 Conclusiones

Se puede evidencia dentro de las bases sobre accidentalidad eléctrica que;

- Del total de datos (3.169) los departamentos con mayor accidentalidad eléctrica son Atlántico (12,7%) valle (12 %) y Antioquia (9.85%) , mientras que la distribución por tipo de distribución de zonas de distribuyen así; en el sector urbano(62.50 %) y sector rural (26.66%)
- las principales casusas de accidentalidad eléctrica son Violación de distancias de seguridad(26.52%) si tenemos en cuenta que existen normativas actuales sobre distancias mínimas a la red eléctrica teniendo que en muchos casos estas tienen restricciones especiales para la aplicación de estas norma , encierros , protecciones de acceso a red alta y en muchos casos aseguramiento de medidas internas con infraestructuras especiales, disgregando este ítem tenemos que el primer motivo de violación de distancias es contacto indirecto (es decir no se accedió directamente a alguna de las fases) pero no se conto con protecciones de seguridad para evitar contacto con alguna parte de la red eléctrica , mientras que por contacto directo(manipulación) tendríamos un 38.5%
- En cuanto a distribución de accidentes tenemos que la electrificadora del caribe es la empresa Top con un 41% de la accidentalidad eléctrica en Colombia , pero en la descripción del tipo se evidencia la decidida al genera un reporte puesto que la causa principal es (otros con un 18.92%) pero en el detalle de cada accidente se indica falta de distancia mínima con al red con su causa principal
- Algo que demos tener en cuenta para el estudio es que para la data en general la accidentalidad eléctrica el 83,01% de los casos son por personas que no pertenecen a alguna empresa Eléctrica mientras que tan solo un

17.9 % sin podría ser de un personal capacitado y el cual por norma debería cumplir la normativa vigente

11 Recomendaciones y trabajo futuro

- debido a la restricción de datos acerca de la percepción de calidad del servicio, tratar de encontrar datos acerca de cantidad de PQRS asociados a calidad del servicio, falla en infraestructura, fluctuación con el fin de poder construir una data comparativa
- tratar de establecer si desde la superintendencia de servicios públicos existe alguna información de PQRS acerca de costos de servicio eléctrico, manifestando inconformidad por la tarifa aplicada tratar de establecer a través de un modelo predictivo el factor de perdidas de alguna empresa según segmentación geográfica
- incluir dentro del estudio algún tema social o externo debido a que el tema cultural influye dentro de las cifras en las cuales los usuarios del servicio puesto que en zonas cercanas a la costa es más común la accidentalidad por personal ajeno a la empresa con alta accidentalidad por manipulación de redes en media tension

12 Referencias Bibliográficas y Anexos

- Energía, M. d. (2013). <https://www.minenergia.gov.co/documents/3809/AnexoGeneraldelRETIgienteactua1.pdf>. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co>.
- <http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/tutoriales/seguridad/seguridad.htm>. (2020). Obtenido de <http://www.ing.unp.edu.ar>.
- Castro, M., (2010). La seguridad eléctrica y los sistemas eléctricos. Ingeniería Energética, XXXI(1),10-18.[fecha de Consulta 15 de Abril de 2023]. ISSN: . Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127743002>
- Curbelo-Martínez, M., Pérez-Fernández, D., Gómez-Dorta, R. (2015). Procedimiento para el análisis de la accidentalidad laboral con énfasis en modelos matemáticos. Ingeniería Industrial, XXXVI(1),17-28.[fecha de Consulta 15 de Abril de 2023]. ISSN: 0258-5960. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360435365002>
- Energía, M. d. (2013). <https://www.minenergia.gov.co/documents/3809/AnexoGeneraldelRETIgienteactua1.pdf>. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co>.
- TORO GIRALDO, C., HINCAPIÉ ISAZA, R. A., GALLEGOS, R. A., (2011). UBICACIÓN ÓPTIMA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Scientia Et Technica, XVI(48),13-18.[fecha de Consulta 15 de Abril de 2023]. ISSN: 0122- 1701. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84922622003>

- Almirall Mesa, J. A., Vázquez Hidalgo-Gato, M. D. C., Pérez Almirall, I. (2005). Los talleres de Ingeniería Eléctrica I en la formación del estudiante de Ingeniería Eléctrica. *Ingeniería Energética*, XXVI(2),44-47.[fecha de Consulta 15 de Abril de 2023]. ISSN: . Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127736009>
- Montenegro López, J. C., Urdaneta Urdaneta, A. J. (2014). Evolución histórica del marco regulatorio del sector eléctrico latinoamericano. *Interciencia*, 39(3),164-171.[fecha de Consulta 15 de Abril de 2023]. ISSN: 0378-1844. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33930206005>
- Avendaño Piedrahita, Y. M. (2020). Monografía de condiciones de seguridad en trabajos de distribución de energía eléctrica, en departamentos de Colombia 2006 - 2018. SANTIAGO DE CALI: Institución Universitaria Antonio José Camacho.
- BAQUEDAN, R., J. PERIS, S. (2003). Accidentalidad inercial del Busardo Ratonero. barcelona: Munibe.
- Jiménez Ruiz, H. (2021). Análisis de accidentes laborales en las empresas del sector eléctrico colombiano mediante estudio de causas, efectos y estrategias de prevención. Bogota: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Martínez Hernández, E. J., Vásquez Vera, J., González Lenis, S. (2020). Condiciones de seguridad e impacto en la accidentalidad en actividades de alto riesgo por manejo de riesgo eléctrico, en operaciones de media tensión de la empresa Redes de Distribución S.A.S. Cali: Institución Universitaria Antonio José Camacho.
- Mendivelso Manrique, N. N. (2021). Análisis de causas de accidentalidad por peligro eléctrico en la empresa Lighgen Ingeniería S.A.S. durante los años 2018 al 2020. Bogota: Politecnico grancolombiano.
- Neyra Vela, F. (2019). Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo. Antapaccay: Creative Commons Atribución.
- Ochoa Morales, J. C., Plazas, J. (2022). Diseño De Una Estrategia Para La Gestión De Seguridad Y Salud En El Trabajo Por Medio De Una Aplicación App Para La Empresa Celsia S.A. E.S.P. Bogota: Corporación Universitaria Iberoamericana.
- Salcedo, N. A., Callejas, M. C. (2019). Prevalencia de accidentalidad laboral debido al riesgo eléctrico en el personal que ingresa a la subestación eléctrica de la empresa Postobón S.A. Bogota: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Troncoso Campos, A. (2014). Identificación de los factores de riesgo y riesgos asociados a las instalaciones de acometidas eléctricas de media tensión, en la industria de la construcción, (valle del cauca) 2014. armenia: Universidad del Quindío - Colombia .

- Acevedo González, K., Yáñez Contreras, M. (2016). COSTOS DE LOS ACCIDENTES LABORALES: CARTAGENA-COLOMBIA, 2009-2012. Ciencias Psicológicas.