



Gestión Técnica De Riesgos Eléctricos Para El Personal De Desbroce De Una Empresa De Mantenimiento De Líneas De Alta Tensión

Technical management of electrical risks for clearing vegetation personnel in a high-voltage line maintenance company

Vianca Sofía Corella Hidalgo ¹ 

viancasofy@gmail.com

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)
Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez ² 

benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)
Riobamba, Ecuador

Daniela Fernanda Vásconez Duchicela ³ 

danielavasconez@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)
Riobamba, Ecuador

Recepción: 06-11-2024

Aceptación: 16-06-2025

Publicación: 29-07-2025

Como citar este artículo: Corella, V; Quito, B; Vásconez, D. (2025) **Gestión Técnica De Riesgos Eléctricos Para El Personal De Desbroce De Una Empresa De Mantenimiento De Líneas De Alta Tensión** Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios, 6 (1), pp. 1272-1331

¹ Tecnólogo en seguridad y salud ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO); Maestrante en Herramientas de Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo. (ITSO).

² Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentenario de Aragua) Venezuela, Magister en Ciencias Gerenciales (Universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (UBA) Venezuela, Doctor en Ciencias Gerenciales PHD (universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Postdoctorado en Ciencias de la Educación (UBA) Venezuela.

³ Ingeniera Mecánica mención Automotriz (Universidad Tecnológica América), Magister en Talento Humano (Universidad Internacional SEK), Magister en Administración de Empresas (Universidad Internacional del Ecuador), Doctor en Ciencias de la Educación PHD por la Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela



Resumen

El presente estudio muestra desde un enfoque preventivo la importancia de abordar y analizar en específico el riesgo eléctrico, haciendo uso de herramientas para el análisis como es una matriz de riesgos determinada para riesgos eléctricos dirigido al personal de desbroce de una empresa de mantenimiento de líneas de alta tensión, las actividades realizadas por el mismo, por lo tanto, la decisión de seleccionar este grupo de estudio. La finalidad del presente artículo es dar a conocer el trabajo realizado por el personal, analizar los riesgos eléctricos, sus variables, medidas preventivas y de mitigación, proponiendo en la gestión de la empresa el manejar un nuevo método de análisis de riesgo y, por tanto, desarrollar mejoras para la gestión del departamento de Seguridad industrial de la empresa MOELECTRICITY S.A. Se empleó el método de investigación lógico-inductivo ya que se basa en la observación y experiencia para llegar a una conclusión general, para esto se identificó los principales riesgos a los que están expuestos los trabajadores y personal de obra utilizando la matriz del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, y desarrollando por cada riesgo su determinado análisis, evidenciando los resultados que arrojaron riesgo Medio, ya que hasta el momento no se ha evidenciado ocurrencia, sin embargo tomando en cuenta el nivel de afectaciones que puede darse, es latente y preocupante. Se recomendó la inclusión del método de análisis, así como también llevar a cabo reevaluaciones periódicas incluyendo socialización de medidas preventivas a fin de crear un ambiente de trabajo más seguro. **Palabras claves:** Riesgos Eléctricos, Seguridad Industrial, Gestión Técnica, Desbroce, Alto Voltaje.

Abstract

This research paper, from a preventive approach, highlights the importance of specifically addressing and analyzing electrical risks, in order to promote a preventive culture into the company. It employs tools such as a specific risk matrix for electrical risks, tailored for the vegetation clearing personnel of a high-voltage line maintenance company. The activities carried out by this group of workers make them the ideal focus for this study specifically. The purpose of this article is to consider and present the work performed by the personnel, analyze electrical risks, their variables, considering the health effects that can occur, expose preventive and mitigation measures, and propose a new risk analysis method for the company's management. This aims to develop improvements for the Industrial Safety department of MOELECTRICITY S.A. in order to change the focus of the risk's analysis in general. The logical-inductive research method was employed, as it is based on observation and experience of the investigator to reach a general conclusion. The main risks faced by personnel working on site were identified using the matrix from the Technical Regulations for Electrical Installations (RETIE). From the complete analysis we took the most important risks and each risk was analyzed individually, revealing a Medium risk level. Although no incidents have been reported so far, the potential severity of such risks remains a latent and concerning issue. The inclusion of the proposed analysis method was recommended, along with periodic reevaluations and the dissemination of preventive measures. This aims to foster a safer work environment. **Keywords:** Electrical Risks, Industrial Safety, Technical Management, Vegetation Clearing, High Voltage.



Introducción.

En el Ecuador el sector eléctrico representa uno de los principales motores de desarrollo, de la mano de hombres y mujeres que han alcanzado el progreso del mismo, y sea el sustento de la industria generando producción y empleo, aprovechando los recursos naturales del país. (Barriga, 2017)

En las últimas décadas se impulsaron grandes proyectos eléctricos, lo que conllevó grandes cambios que permitieron diseñar y construir centrales generadoras de electricidad, haciendo uso de los recursos naturales disponibles, con la llegada de la tecnología se ha podido materializar el sistema eléctrico nacional interconectado, que funciona operando a niveles de voltaje de 138, 230 y 500 mil voltios. (Ministerio de Energía y Minas, 2020)

La industria energética es una de las que más empleo genera en el país, siendo partícipes de actividades como la construcción y el mantenimiento de estas obras para que el servicio eléctrico sea de calidad. (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

La Corporación eléctrica del Ecuador Empresa Pública, CELEC EP, a través de su Unidad de Negocio TRANSELECTRIC, es la responsable de la transmisión de energía en todo el país a través del Sistema Nacional de Transmisión, SNT. (CELEC, 2022).

La relación público privada determina que empresas privadas puedan acceder a contratos para actividades de construcción y mantenimiento de estructuras relacionadas con la transmisión de energía de alto voltaje, mismas que son contratistas de TRANSELECTRIC. (Asociación de Bancos Privados del Ecuador, 2022)



Empresas como MOELECTRICITY S.A., se ponen al frente de proyectos de mantenimiento a líneas de transmisión de alta tensión, mismas que manejan un nivel de riesgo alto; en materia de seguridad, por lo que se pretende realizar la gestión técnica en dicha empresa, específicamente de riesgos eléctricos. Los peligros y riesgos que se exponen en esta investigación, no únicamente pueden afectar a los trabajadores, sino a la población en general, incluso pueden llegar a causar estragos a la distribución de energía de todo el país.

La finalidad de esta investigación es promover la cultura preventiva en los trabajadores, plantear mejoras en la gestión de seguridad industrial y a su vez proponer acciones preventivas y correctivas para el personal que realiza mantenimiento específicamente realizando limpieza o desbroce de vegetación y arbolado ubicados debajo de las líneas de transmisión de alta tensión, ya que es un trabajo que se realiza con la línea energizada, de ahí la importancia de abordar el riesgo eléctrico dirigido este personal.

El método de investigación a utilizar en este artículo es el lógico-inductivo ya que se basará en la observación y experiencia para llegar a una conclusión general, por lo que se formulan las siguientes preguntas para establecer su alcance: ¿Cuáles son los principales riesgos para el personal de desbroce y cuáles son las medidas preventivas que deberían conocer, después de haber evaluado los riesgos? ¿En qué puede mejorar la gestión técnica dentro de la empresa?

Marco Teórico.



La gestión técnica en riesgos eléctricos, abarca: identificación, evaluación, control y monitoreo de los riesgos eléctricos direccionados al personal de desbroce, todo esto, derivado de la seguridad industrial, que, según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT (1995), define la seguridad e higiene industrial como "el conjunto de medidas y acciones que se realizan para prevenir los riesgos laborales y mantener un ambiente saludable en el lugar de trabajo".

La gestión de riesgos eléctricos está sujeta a normativas nacionales e internacionales que rigen al personal que trabaja en el sector de mantenimiento de líneas de transmisión, por ejemplo:

- Normativa estadounidense: Administración de seguridad y Salud Ocupacional, OSHA, establece las normas de seguridad eléctrica para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (OSHA, 2015).
- Normativa española: Real Decreto 223/2008 que aprueba el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, 2023)

Para fácil entendimiento de la terminología del artículo, se mencionan definiciones y conceptos generales a tratar:

- Electricidad: Forma de energía en la que interactúan cargas negativas (en su mayoría) de los átomos, que bajo ciertas condiciones se manifiesta como una diferencia de potencial entre dos puntos, esto conlleva a establecer una corriente eléctrica. (Henao, 2008)



- Partes energizadas: Conductores, barras, terminales o componentes eléctricos que pueden producir descargas eléctricas. (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018)
- Voltaje: Según la Real Academia Española, RAE, el voltaje es la magnitud física que representa el trabajo realizado por unidad de carga para transportarla de un punto a otro en un campo eléctrico, lo que causa una diferencia de potencial, su unidad de medida son los voltios, V. (RAE, 1899)
- Alta tensión: Instalación que genere, transporte, distribuya o utilice energía eléctrica con tensiones superiores a 36 mil voltios, Kv. (Paguay, 2019)
- Franjas de Servidumbre: Zonas de terreno destinadas a la instalación y operación de líneas eléctricas, donde se establecen limitaciones al uso del suelo para asegurar la seguridad y eficiencia del servicio eléctrico. Se ubican debajo y a lo largo de líneas eléctricas. (Wegmann, 2021)
- Desbroce: Actividades de limpieza de vegetación y arbolado de la franja de servidumbre por donde pasa la línea de transmisión, para evitar contactos accidentales con partes energizadas y garantizar la confiabilidad de la línea. (ARCONEL, 2018)
- Línea de transmisión: Conjunto de estructuras, conductores y accesorios que forman uno o más circuitos, que se extienden entre dos subestaciones. (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020)
- Subestación: Es un conjunto de equipos de conexión, protecciones, transformadores de voltaje y equipos auxiliares cuyas funciones son:



distribuir y seccionar, con la finalidad de disminuir el voltaje para distribución o para la interconexión de subestaciones. (ARCERNNR, 2023)

- Sistema Nacional de Transmisión (SNT): Es un conjunto de instalaciones eléctricas que comprende: líneas de transmisión, subestaciones, instalaciones y bienes en general, relacionados con la transmisión de energía eléctrica. (ARCERNNR, 2023)

- Riesgo eléctrico: Según la Guía Técnica Colombiana, GTC, que es la norma de identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud de los trabajadores, el factor de riesgo eléctrico se refiere a “sistemas eléctricos de las máquinas y los equipos que al entrar en contacto con las personas o las instalaciones y materiales pueden provocar lesiones a las personas y daños a la propiedad”. (Consejo Colombiano de Seguridad , 2012)

Joule (1843) menciona que las distintas formas de energía se pueden transformar a otras, lo que se llama “Ley de conservación de la energía”; siendo así, la energía eléctrica según Sánchez, y otros (1999), puede intercambiarse en: energía mecánica, calorífica, química, magnética, nuclear, etc.

En los metales y en cuerpos que contienen agua ionizada; es decir que poseen, partículas de gases como la lluvia, y sales minerales como: ríos, mares, lagos, lagunas, agua de grifo, árboles vivos, inclusive el agua que contiene el cuerpo humano, es fácil establecer corriente eléctrica, esto los hace buenos conductores de electricidad. (Dufo, et al, 2012). Es por esa razón que los conductores utilizados en líneas eléctricas, son en su mayoría, de metal, debido a su conductividad.



El contacto con la energía eléctrica puede ocasionar que la corriente fluya a través del cuerpo, produciendo, descargas eléctricas y quemaduras (Sulca, 2019), tanto en el personal de desbroce como en la población aledaña a líneas de transmisión e incluso, en árboles que se acercan a la estructura.

La tensión o voltaje es la presión de una fuente de energía de un circuito eléctrico que viaja a través del conductor, lo que permite, por ejemplo, generar luz. (Mazur, 2001) Según estudio realizado por Paguay (2019) en Ecuador, los niveles de voltaje que se manejan son:

- Baja Tensión: 120 V – 600 V
- Media Tensión: 600 V – 40 Kv
- Alta Tensión: 69 Kv – 138Kv – 230Kv – 500Kv

Estado del Arte

El trabajo de desbroce de las franjas de servidumbre está determinado como trabajo de alto riesgo, lo que quiere decir que según, Díaz y Mantilla (2023), pueden generar consecuencias catastróficas para la salud de los empleados y para la operatividad de la empresa. También se conoce que, representa un riesgo para el ambiente y la sociedad en común ya que, árboles de gran magnitud, dirigidos hacia la línea de alta tensión, pueden caer y ocasionar descargas a tierra y, por lo tanto, ser causante de incendios forestales y cortes de energía. Así como también si cae cerca de una persona, puede convertirse en fuente de descarga eléctrica que afecten a su integridad.

En enero de 2025, un árbol cayó sobre una línea de transmisión en Quito, Ecuador, lo que provocó cortes de luz en barrios del norte de la ciudad. La



Empresa Eléctrica de Quito, EEQ, informó que el incidente afectó a los sectores del norte de la ciudad. El personal operativo de la EEQ solucionó el problema y restableció el servicio de energía, afortunadamente no ocurrió daño a personas o bienes materiales. (Pinchao, 2025)

Según el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, (NIOSH, 2023) “Cualquier condición en el ambiente de trabajo que tenga la capacidad de causar daño”. Los peligros o situaciones con potencial de causar daño a los trabajadores de desbroce son:

- Cables de alta tensión.
- Arbolado cercano a las líneas de alta tensión.
- Lluvia y tormentas eléctricas al momento del desbroce.
- Líneas con cables conductores demasiado cercanas al suelo.

De acuerdo a La organización Internacional del Trabajo, OIT (2022), el riesgo es la combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso y la severidad del daño que pueda ocasionar. Por tanto, en el contexto de la investigación se detallan a continuación:

- Trabajadores sin equipo de protección personal laborando debajo de los conductores de la línea.
- No mantener distancias de seguridad entre el conductor y el personal.
- Acercarse demasiado a vegetación que esté proyectada y cercana al conductor.
- Trabajar en condiciones climáticas no favorables.



- No estar capacitado previamente para la realización del trabajo.
- Laborar con exceso de confianza.

Por otro lado, como se presentó con anterioridad, debemos tomar en cuenta que también se puede causar daño a los bienes materiales, estos pueden ser:

- Desconexión temporal de la línea de transmisión.
- Pérdida de producción en la industria, lo que causa déficit en millones de dólares, dependiendo la línea que haya sido afectada.

Por el hecho de que este tipo de energía no se puede visualizar, por parte del personal y la sociedad en general, puede generar exceso de confianza trabajar con ella. A continuación, se enlistan lesiones que puede causar la energía eléctrica de alta tensión al pasar por el cuerpo humano:

- Quemaduras de grado moderado a grave.
- Electrocutión
- Hemorragias internas y quemaduras de órganos internos.
- Lesiones por arco eléctrico
- Muerte

Así mismo, la Dirección Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo de Argentina (2022) menciona que, el campo electromagnético que se forma al rededor del cable conductor y de la estructura de las líneas de alta tensión, puede conllevar de igual manera, a ocasionar varios tipos de lesiones, por tanto, compromete al personal a trabajar manteniendo distancias mínimas de seguridad, que a continuación se detallan:



- Para voltaje de más de 66 kV hasta 132 kV, la distancia mínima de seguridad es 1,50 metros.
- Para voltaje de más de 132 kV hasta 150 kV, la distancia mínima de seguridad es 1,65 metros.
- Para voltaje de más de 220 kV hasta 330 kV, la distancia mínima de seguridad es 2.90 metros.
- Para voltaje de más de 330 kV hasta 500 kV, la distancia mínima de seguridad es 3,60 metros.

Por ello, aunque las distancias sean conocidas por el personal de la empresa y delimitadas por el ente rector en este caso, técnicos y personal fiscalizador del trabajo de desbroce, se procede regularmente a manejar mayores distancias para seguridad de todos los implicados.

A partir del conocimiento de los peligros, los riesgos y los daños que pueden ocasionar, el levantamiento de esta información sirve de material para el planteamiento de una matriz de riesgos, de la cual se va a deriva la gestión técnica completa ante los riesgos eléctricos.

La Organización Internacional de Normalización, ISO agrega que: “La matriz de riesgos es una herramienta que permite categorizar y analizar los riesgos en función de dos variables principales: probabilidad y consecuencia. Clasifica los riesgos en niveles de criticidad, desde los menos significativos hasta los más graves.” (Sánchez y Enríquez, 2024)



Desarrollo.

Características del trabajo de desbroce en líneas de alta tensión y factores de riesgo asociados al entorno.

Las líneas aéreas de alta tensión, a las que se refiere este artículo, como se puede apreciar en la figura 1, son constituidas por: apoyos, aisladores y conductores conocidos como cables que generalmente no poseen aislamiento, es decir, se encuentran desnudos y son de materiales como el cobre o aluminio. (Sulca, 2019, pág. 33)

Figura 1.



Nota. Fotografía de una línea aérea de alta tensión, oriente ecuatoriano, se aprecia cable conductor y franja de servidumbre desbrozada. Elaboración propia.



El desbroce al que se refiere el artículo es direccionado al mantenimiento de la franja de servidumbre y por lo tanto toda vegetación que se encuentre dentro de ella, así como vegetación en proyección a las estructuras y conductores de las líneas eléctricas aéreas, con el fin de garantizar que en la franja de servidumbre se mantenga controlado su crecimiento, mitigando la interferencia con los cables de alta tensión, lo que reduce el riesgo de incendios, cortocircuitos, fallos en el suministro eléctrico, incluso el riesgo de electrocución o arco eléctrico generado por la proximidad de vegetación a la línea, lo que proporciona seguridad para la comunidad en general.

El trabajo de desbroce en líneas de alta tensión es una actividad que implica el trabajo manual y mecánico del personal, se basa en la eliminación de vegetación utilizando herramientas manuales y eléctricas.

A continuación, se describen las características principales de este trabajo y los factores de riesgo asociados al entorno.

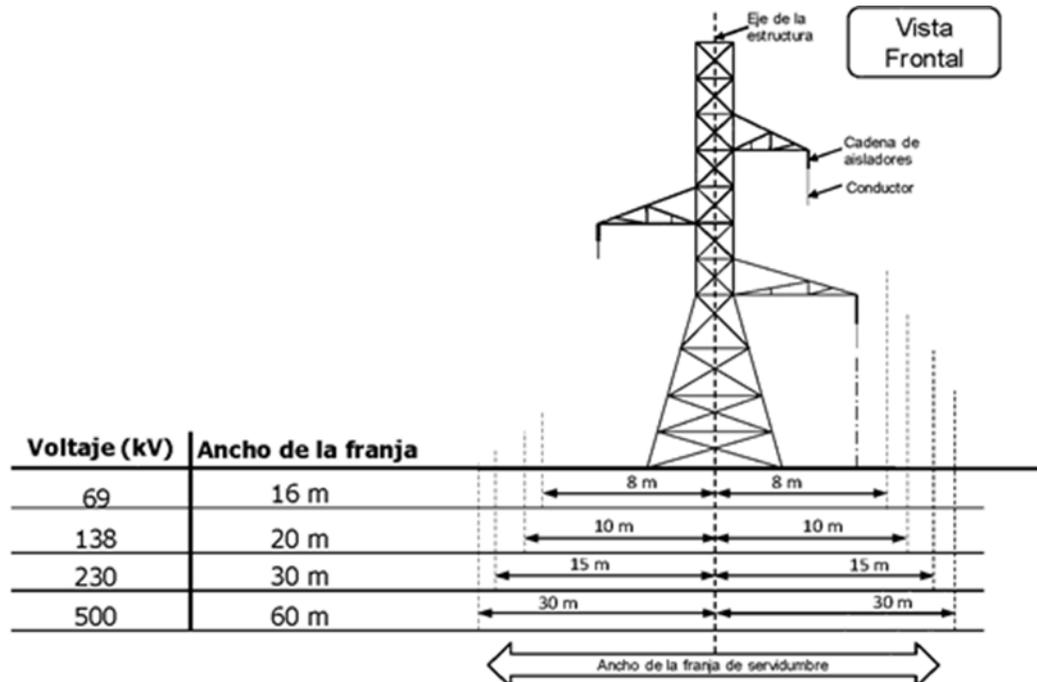
Condiciones de vegetación y terreno, proximidad de la vegetación a conductores energizados.

En líneas de alta tensión se manejan diferentes distancias de seguridad ya sea de la franja de servidumbre como también en altura, esto depende del voltaje de la línea. En la franja se mide desde el centro de la estructura de la torre, hacia los dos extremos como se representa en la Figura 2.



Figura 2.

Distancias de la franja de servidumbre.



Nota. Imagen representativa de la estructura o torre tomada como referencia para la medida del ancho de la franja de servidumbre.
 ARCONEL. Registro Oficial N 280, 10 de julio de 2018.

La vegetación que está fuera de la franja de servidumbre, pero que tienen proyección de 45° desde cada extremo de la franja, con el fin de evitar una eventual caída que pudiera afectar las líneas de transmisión son cortados o podados, a la misma se la puede clasificar en:

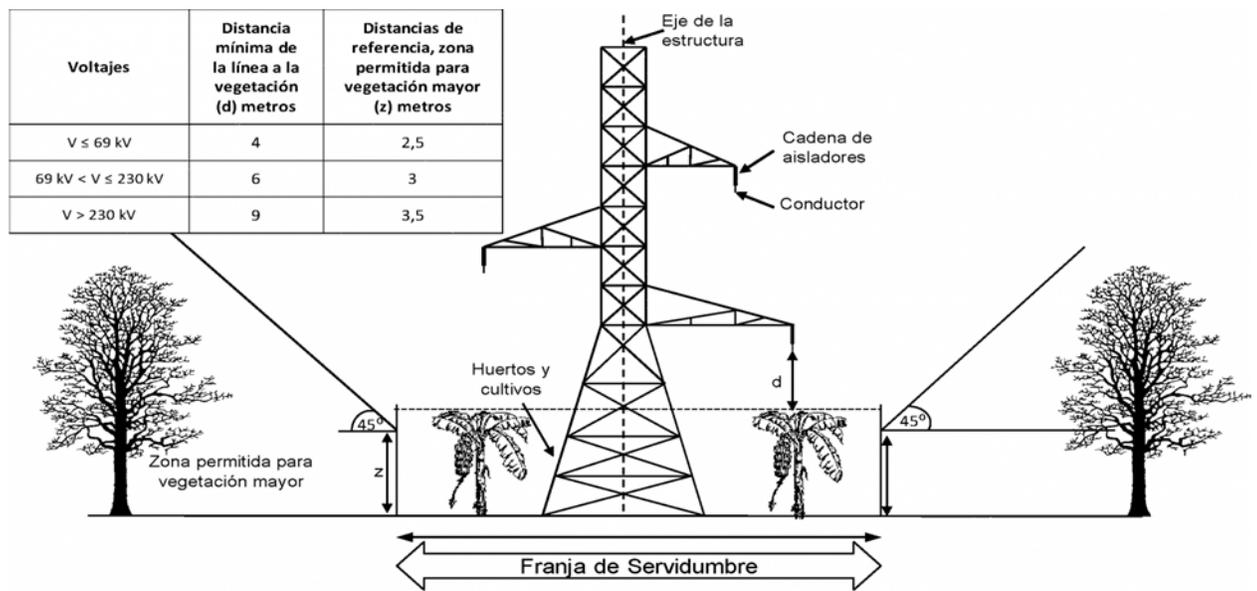


- Vegetación baja y alta de cultivos: Vegetación perteneciente a cultivos de los propietarios, no deben exceder los 3 metros de altura para cualquier tipo de voltaje.
- Vegetación primaria y secundaria no cultivable baja y alta: La vegetación que se encuentre fuera de la franja de servidumbre y que interfiera con la operación del tendido eléctrico.

Se deben respetar las distancias indicadas en la Figura 3.

Figura 3.

Distancias en altura y proyección de vegetación en líneas de transmisión.



Adaptado de ARCONEL. Registro Oficial 280, 10 de julio de 2018.

La vegetación próxima a las líneas de alta tensión es clasificada con criterio técnico por el personal supervisor y fiscalizador siguiendo la normativa como se muestra en la figura 4 para poder considerarlas como un riesgo. A su vez, se realiza un estudio del área para en caso de podar o cortar árboles,



caigan a una zona que no ponga en peligro al equipo, la comunidad y la línea.

Uso de herramientas y equipos en zonas de riesgo.

Las herramientas a utilizar son específicas para el trabajo de desbroce de la vegetación, mismas que se clasifican en cuanto a la cantidad y tipo de vegetación:

Herramientas manuales: Machetes, comúnmente utilizados al desbrozar vegetación como hierba que crece hasta 1 metro de altura o vegetación suave colindante a las estructuras, o ubicadas en las bases de las torres. Se utiliza el movimiento del trabajador para la utilización del machete, como se muestra en la figura 4, este trabajo implica técnica por el riesgo mecánico que representa, de aquí se deriva la importancia de que el personal se encuentre previamente capacitado.

Figura 4.

Desbroce de vegetación con herramienta manual, machete



Nota. Se visualiza franja de servidumbre y personal de desbroce.
Elaboración propia



Por otro lado, se utilizan machetes al momento de la poda de árboles de altura, que se encuentren en proyección a la franja de servidumbre, esto se realiza utilizando arnés para la sujeción del trabajador al árbol mientras se cortan las ramas para luego proceder a cortar el árbol por completo.

Herramientas eléctricas manuales:

- Motosierra: Utilizadas en la poda en altura y corte completo de árboles de más de 3 metros de alto, troncos y vegetación alta en proyección a las líneas de transmisión. Se muestra en Figura 5.

Figura 5.

Corte de árbol, uso de motosierra.



Nota. Personal cortando un árbol ubicado dentro de la franja de servidumbre, trabajo al mismo nivel. Elaboración propia.

- Desmalezadora o Motoguadaña: Utilizadas en corte de vegetación suave, mayormente ocupadas para abrir caminos de acceso a las franjas de servidumbre o mala hierba ubicada debajo de la estructura de la torre. Se muestra figura 6.



Figura 6.

Corte de vegetación suave, uso de moto guadaña.



Nota. Personal utilizando moto guadaña, limpieza de base de torre. Elaboración propia.

El desbroce de árboles, poda o corte, se da en base a un criterio técnico, el cual se deriva del conocimiento de los técnicos; en este caso supervisores y fiscalizadores con conocimientos en ingeniería eléctrica, mismos que estudian el caso para poder realizar el procedimiento. Esto se realiza para evitar impacto ambiental innecesario y salvaguardar la integridad del personal, la comunidad y las estructuras.

Condiciones climáticas

Existen diversas condiciones climáticas que pueden interferir al trabajar con líneas de alta tensión, dado esto, se utiliza información en base a estudios de la OSHA (2015) y NIOSH (2023), se derivan las principales condiciones climáticas que pueden afectar al personal:



a) Humedad o lluvia

- Caídas, resbalones y tropezones: Por la presencia de lluvias o humedad, aumenta el índice de presenciar resbalones dependiendo de la zona en la que se encuentre trabajando, el personal no debe laborar en presencia de lluvias. (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2022)
- Fallo de equipos eléctricos: Dado que se puede presenciar daño en los equipos eléctricos por presencia de humedad. (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, 2020)
- Disminución de visibilidad: La neblina o lluvia intensa dificultan la visibilidad, por tanto, se puede dar el acercamiento hacia las líneas o choques con obstáculos. (National Fire Protection Association [NFPA], 2021)

b) Presencia de Viento

- Caída de árboles, ramas u objetos: Los árboles y ramas pueden caer de forma esporádica mientras el personal se encuentra laborando, así como también puede desestabilizar al trabajador mientras se encuentra podando árboles de gran tamaño, se prohíbe el corte de árboles y poda al presenciar vientos fuertes. (ARCONEL, 2018)
- Efectos al controlar herramientas: El viento puede afectar el manejo de herramientas y el movimiento del trabajador al podar o laborar en las bases de las torres, tanto motosierras como desmalezadoras o motoguadañas. (IEEE, 2020)



c) Calor o frío extremo

- Golpe de calor: El trabajador puede sufrir deshidratación, agotamiento, golpe de calor o síncope, es necesario evaluar la intensidad de calor. (INSST, 2022)
- Agotamiento por calor y errores humanos: El calor tiene la capacidad de disminuir el estado de conciencia, por lo que puede traducirse en un riesgo para producir accidentes por errores humanos y aún más al utilizar herramientas eléctricas manuales. (Inglés y Moreno, 2023)
- Reducción de la movilidad: El frío puede dificultar el manejo de herramientas y la ejecución de tareas, esto se da por lo general al laborar en páramos.
- Hipotermia: En condiciones de frío extremo, el personal puede sufrir hipotermia si no está adecuadamente protegido, no se ha presenciado este tipo de riesgo más es un suceso que podría darse en las zonas frías y páramos del país. (INSST, 2024)

Metodología de evaluación de riesgos, afectaciones a la salud y planteamiento de medidas de prevención y mitigación.

Este estudio se enfoca en salvaguardar la vida e integridad de los colaboradores centrándose específicamente al personal de desbroce, se conoce que, aunque la electricidad no es una causa frecuente en accidentes laborales, representando el 2% de las estadísticas de accidentabilidad laboral, suelen ser muy graves: del 4 al 8% terminan siendo mortales (Sulca, 2019). Es por esta razón la necesidad de evaluar correctamente el riesgo eléctrico al que los colaboradores están expuestos. Por tanto, se lleva a cabo el planteamiento de la matriz de riesgos para a



continuación citar los resultados y proseguir a ejecutar medidas de prevención y mitigación.

Planteamiento de la matriz de riesgos

Para realizar el planteamiento de una matriz de riesgos se toma en cuenta la evaluación inicial del riesgo para el personal de desbroce. Se realizará en el personal, mismo que utiliza como herramientas eléctricas manuales: motosierra y moto guadaña y, herramienta manual mecánica, el machete, para profundizar este conocimiento se determinan sus funciones:

Funciones del operador de motosierra:

- Cortar árboles en proyección a las líneas de alta tensión.
- Realizar el corte de árboles según estipule el personal técnico en base a su criterio.
- Señalizar el área de caída de árbol y ramas.
- Avisar a la cuadrilla de trabajo sobre la caída de ramas al momento de laborar.
- Velar por su seguridad y la del equipo.
- Utilizar correctamente el EPP.

Funciones del operador de moto guadaña:

- Realizar la limpieza con equipo manual eléctrico de motoguadaña.
- No operar la maquinaria mientras se esté realizando corte o poda de árboles en la zona de trabajo.



- Mantenerse atento a las señales de emergencia o de salida emergente de la zona que de su cuadrilla de trabajo.
- Velar por su seguridad y la del equipo.
- Verificar que en la línea no exista proximidad de árboles u objetos.
- Utilizar correctamente el EPP.

Funciones de machetero:

- Realizar limpieza de vegetación y abrir caminos de acceso.
- Mantenerse atento a las señales de emergencia o de salida emergente de la zona que de su cuadrilla de trabajo.
- Velar por su seguridad y la del equipo.
- Verificar que en la línea no exista proximidad de árboles u objetos.
- Utilizar correctamente el EPP.

Matriz de Riesgos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE.

En base a este conocimiento se determina la metodología a utilizar para plantear la matriz de riesgos en la cual se estipula requisitos técnicos de seguridad relacionados a trabajos con instalaciones eléctricas tomada del decreto ministerial en la normativa colombiana. (Ministerio de Minas y Energía Colombia, 2024)

Esta metodología será utilizada para cada factor de riesgo según el puesto de trabajo, para después ser interpretada a continuación arrojando resultados de los que se derivarán las medidas de mitigación y prevención a implementar, con previo conocimiento de las afectaciones que pueden



sufrir los colaboradores al presenciar un incidente o accidente por riesgo eléctrico.

Se recalca que esta matriz se plantea a base del criterio del técnico como en toda gestión de seguridad industrial.

En base al caso de mantenimiento de líneas de transmisión de alta tensión se maneja la metodología RETIE, específica para la evaluación de riesgos eléctricos por su dinamismo y facilidad de planteamiento y obtención de resultados. (Ministerio de Minas y Energía Colombia, 2024)

Este reglamento es aplicable en:

- Instalaciones eléctricas.
- Productos utilizados en instalaciones eléctricas.
- Personas que intervienen las instalaciones eléctricas.

De la misma manera, se basa en tres componentes:

- Probabilidad
- Severidad
- Nivel de Riesgo.

La metodología que emplea el método RETIE plasmada en la Tabla 1 para la obtención de resultados según Sulca (2019) es la siguiente:

- a) Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
- b) Definir si el riesgo es potencial o real.



- c) Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
- d) Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
- e) Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
- f) Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
- g) Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en normativa técnica ecuatoriana e internacional para el uso de EPP y otros.

Tabla 1.

Modelo matriz RETIE para evaluar riesgo eléctrico.

FACTOR DE RIESGO										
POSIBLES CAUSAS:										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN:										
RIESGO A EVALUAR:	POR				(AL) O (EN)					
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE			
	(Ej: Quemaduras)				(Ej: Arco eléctrico)		(Ej: Caída de 13.8kv)			
RIESGO POTENCIAL:	RIESGO MATERIALIZADO:			FRECUENCIA						
CONSECUENCIAS	En personas	Económicos	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura a Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial/permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (más de 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (Sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
EVALUADOR:				LUGAR DE EVALUACIÓN				FECHA:		



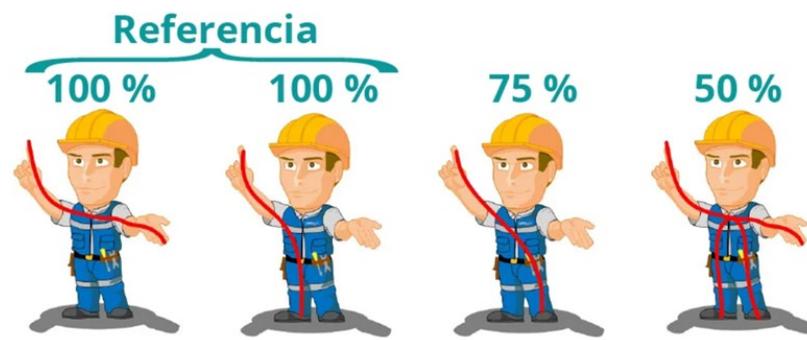
Nota. Matriz RETIE evalúa niveles de riesgo según la consecuencia y frecuencia de suceso. Ministerio de Energía y Minas de Colombia, 2024.

Afectaciones a la salud por contacto eléctrico

La energía eléctrica sugiere un peligro y aún más si se trabaja con ella, se puede presentar descargas eléctricas por diversos factores que se detallarán a continuación. Como se presentó con anterioridad el personal de desbroce trabaja con herramientas manuales y eléctricas, lo cual aumenta el riesgo de presenciar incidentes y accidentes.

Por otro lado, para evaluar las afectaciones en materia estadística se toma en cuenta la impedancia del cuerpo humano al contacto con la energía eléctrica para lo cual según el Manual de Seguridad de ISASTUR (2010), nos dice que varía según la tensión, el medio en que se encuentre la persona (cuerpo húmedo o seco) y el recorrido de la corriente, así como también se plasma en la figura 7, la relación impedancia del organismo según la trayectoria, mismo que muestra el porcentaje de recorridos típicos de la corriente que pasa por el cuerpo humano.

Figura 7.



Nota. Porcentajes de impedancia por trayectoria estableciendo como recorridos típicos, mano-mano, mano-pie. Por Kelvin Point Community, 2021.



En esta figura se denota que la mayoría de contactos que entran se dirigen a los pies, también existe otro tipo de contacto que es por parte de las dos manos hacia el centro del cuerpo, en el que saldría afectado inmediatamente el órgano del corazón, puede ser por contacto con cables al mismo tiempo, este representa el 25%, por lo que no se toma en cuenta en esta figura.

El contacto eléctrico con el cuerpo humano según el INSST (2024), genera diversos cambios en la energía, lo que convierte la electricidad en calor, por lo tanto, provoca diversos efectos dependiendo su gravedad, afectando, piel, órganos, y tejidos.

Se puede clasificar en dos probabilidades:

- Con paso de corriente: A través del cuerpo, afectando interna y externamente.
- Sin paso de corriente: Arcos eléctricos derivados de la ionización de aire entre dos conductores de electricidad. Ejemplo: Entre el cable conductor y la herramienta eléctrica manipulada por el trabajador.

Con paso de corriente:

- Fibrilación ventricular: es un tipo de ritmo cardíaco irregular, arritmia, las cámaras inferiores del corazón se contraen de forma muy rápida y descoordinada. Como resultado, el corazón no bombea sangre al resto del cuerpo. Es una emergencia que debe ser atendida de forma inmediata. (MAYOCLINIC, 2022)



- **Asfixia:** se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio. (INSHT, 1994)
- **Fallo renal:** Complicación más frecuente, daño de la corteza renal y disminución de la filtración y acumulación de células en la unidad funcional del riñón, lo que lo llevan a dejar de funcionar. (González et al., 2019)
- **Quemaduras internas y externas:** La corriente puede afectar cualquier tejido u órgano: la piel, los músculos, los vasos sanguíneos, los nervios, los tendones e incluso los huesos. También puede existir daño cardiaco, neurológico y renal. Los órganos intraabdominales pueden sufrir lesiones diversas como perforaciones viscerales o el desarrollo de úlceras de estrés. (Valdés, Borges y Palacios, 2007)
- **Tetanización:** Como consecuencia del paso de la corriente eléctrica, se produce la pérdida de control de los músculos afectados, llegando a quedar impedida la posibilidad de que el accidentado pueda separarse del contacto.
- **Otras afectaciones relacionadas:** Puede provocar caídas, golpes y cortes ya que al momento del contacto eléctrico es usual que la persona realice movimientos violentos para desprenderse del contacto.

Sin paso de corriente:

- **Quemaduras por arco eléctrico:** La energía eléctrica se convierte en calorífica alcanzando los 6.000 °C, por lo que puede llegar a sufrir quemaduras de tercer grado. (INSHT, 1994)



- Proyección de objetos y partículas: Tras generarse el arco se produce una explosión que proyecta los metales fundidos a distancias que pueden alcanzar varios metros. Puede afectar cara, ojos y piel. (Sulca, 2019)
- Lesiones en ojos por radiación: Lesiones en la córnea y cataratas que se dan hasta después de 3 años del contacto. (González et al., 2019)
- Lesiones debidas a explosión: Cuando se produce el salto del arco eléctrico en el que existen materiales o productos fácilmente inflamables, la alta temperatura y el calor producen proyecciones y fácilmente quienes estén cercanos pueden resultar afectados. (INSST, 2024)

En la actividad de desbroce, se ha tomado en base a un estudio en campo, los riesgos laborales específicamente eléctricos encontrados, dado el criterio técnico del personal de seguridad industrial, se toma en cuenta la posible ocurrencia de un incidente o accidente. Las posibles causas son parte importante de la evaluación inicial de los riesgos ya que el personal se encuentra expuesto a varios peligros, en base a este estudio previo, se lleva a cabo el planteamiento de las medidas de prevención para que a continuación podamos llevar a cabo la matriz de riesgo y el planteamiento de las conclusiones, ante esto se muestra en la tabla 2.



TABLA 2.

Riesgos eléctricos en el trabajo de desbroce de vegetación.

FACTORES DE RIESGO	POSIBLES CAUSAS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN - MITIGACIÓN
Contacto con líneas energizadas	<ul style="list-style-type: none"> - Empleo de herramientas eléctricas manuales cerca de la línea. - No se respeta distancias de seguridad - Señalización ineficiente o inexistente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de herramientas con mangos dieléctrico y Equipo de Protección Personal, EPP, adecuado. - Respetar distancias de seguridad. - Señalizar y poner en conocimiento al personal sobre las zonas de riesgo.
Tensión eléctrica de paso por caída de ramas o árboles sobre líneas,	<ul style="list-style-type: none"> - Podar o cortar árboles incorrectamente sin tomar en cuenta el ángulo y distancias de seguridad. - No tomar en cuenta las condiciones climáticas. - Falta de evaluación para corte o poda del árbol previo a la actividad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar estabilidad, terreno y ángulos de corte, asegurando el área donde va a caer el árbol o ramas. - Utilizar guías o cuerdas para garantizar que el árbol o ramas caigan en el área señalizada. - Se debe suspender los trabajos en presencia de condiciones climáticas no favorables.
Descargas eléctricas por humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Laborar en condiciones de lluvia. - Uso de herramientas y 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar herramientas y equipos para que se encuentren en



	<p>equipos en mal estado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rayos 	<p>buen estado, debido a la humedad pueden sufrir daños.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El personal debe usar EPP en todo momento. - No laborar en lluvias, prohibido laborar en tormentas eléctricas.
<p>Fallas en equipos eléctricos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de motosierras cerca de las líneas - Equipos en mal estado sin notificar, sin inspeccionar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar motosierras con protectores dieléctricos. - Inspeccionar equipos antes de su uso. - Mantener distancia segura entre personal usando equipos y las líneas.
<p>Agotamiento y errores humanos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo prolongado en condiciones extremas (calor, frío). - Falta de capacitación. - Exceso de confianza al trabajar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programar descansos frecuentes en especial si existe presencia de calor o frío extremos. - Capacitación al personal en riesgos eléctricos, charlas pre jornada. - Analizar las condiciones climáticas.
<p>Proyección de objetos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de herramientas de corte cerca de líneas. - Viento fuerte que desvía ramas u objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar protección facial y gafas de seguridad. - Trabajar en equipo para supervisar la dirección de



		<p>corte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evitar trabajar en condiciones de viento fuerte.
<p>Incendios por chispas o cortocircuitos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fumar cerca del área de trabajo. - Utilizar combustible sin cubeto antiderrames en presencia de herramientas que generen chispas. - Contacto con las líneas por cercanía del trabajador o de la herramienta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar y sensibilizar sobre el NO uso de tabaco en horario laboral. - Poseer extintores. - Hacer uso del cubeto de contención de derrames al utilizar combustibles.
	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con las líneas o acercamiento sin respetar distancias de seguridad. - Fallo en EPP dieléctricos - Fallo en el procedimiento de corte de árboles, proximidad a la línea por baja supervisión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer uso de EPP dieléctrico. - Respetar las distancias de seguridad. - Capacitación del personal en prevención de riesgos eléctricos.
<p>Elaboración propia.</p>		



Equipos de protección personal, EPP.

El equipo de protección personal para el trabajo de desbroce o mantenimiento de las franjas de servidumbre para líneas de transmisión, funcionan en medida de la normativa nacional e internacional vigente, cada EPP debe estar debidamente normado, con el fin de cumplir con los estándares de seguridad para el personal.

Estos equipos son entregados al personal con criterio técnico para su dotación, se divide por puestos de trabajo tal como se muestra en la tabla 3 tomando en cuenta su actividad.

TABLA 3.

Matriz de EPP por actividad y puesto de trabajo.

MATRIZ DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL							
REALIZADO POR:	VIANCA CORELLA			FECHA:	27/2/2025		
PROTECCIÓN	EPI/ACCESORIO	IMAGEN	TIPO DE ROTULACIÓN ADVERTENCIA/OBLIGACIÓN	PELIGRO/RIESGO	ESPECIFICACIONES	ACTIVIDAD	TIPO DE TRABAJO
CABEZA	CASCO DE SEGURIDAD AMARILLO CON BARBIQUEJO		 	PROTEGE EL CRÁNEO DE CAÍDA DE OBJETOS Y GOLPES	Atenuación de energía de impacto, resistencia de penetración de objetos punzantes. Norma: H-700 Casco con ventilación cumple con los requisitos de ANSI/ISEA Z89.1 Tipo I, Clase C.	DESBRUCE DE VEGETACIÓN / CORTE DE ÁRBOLES	EQUIPO BÁSICO RUTINARIO. Para todas las actividades del proceso.
OJOS Y ROSTRO	GAFAS DE SEGURIDAD CLARAS Y OSCURAS		 	PROTEGE OJOS DE LA PROYECCIÓN DE OBJETOS, VEGETACIÓN Y CORTES.	Gafas de Protección Element V10. Policarbonato (100%). Elemento: contra impactos en la cara y en los ojos. Certificación ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de la Calidad. Norma ANSI Z87.1: 2010	DESBRUCE DE VEGETACIÓN / CORTE DE ÁRBOLES	EQUIPO BÁSICO RUTINARIO. Para todas las actividades del proceso.
MANOS	GUANTES BAQUETA		 	PROTEGE MANOS DE CORTES OCASIONADOS POR HERRAMIENTAS, CORTANTES O CORTODONTUNDENTES	Guate vaqueta tipo ingeniero sencillo, reforzado. Norma ICONTEC 1981, material más utilizado en riesgos mecánicos, corte, abrasión, calor radiante, dielectricidad de mínima tensión.	DESBRUCE DE VEGETACIÓN / CORTE DE ÁRBOLES	EQUIPO BÁSICO RUTINARIO. Para todas las actividades de limpieza de vegetación, no se debe mojar excesivamente, se vuelven resbalosos.
	GUANTES NITRILO POLIURETANO		 	PROTEGE MANOS DE RIESGOS GOLPES, CORTES, ABRASIÓN	Guate de protección de alta sensibilidad, tricotado, palma impregnada de polímero nitrilo. Para manipulación que exige gran destreza Resistencia: a la abrasión, corte, perforación y de sagarre Norma: CE EN420 EN388.	DESBRUCE DE VEGETACIÓN	EQUIPO BÁSICO RUTINARIO. Para todas las actividades corte con machete.
PIES	BOTAS DE CAUCHO CON PUNTA DE ACERO		 	PROTEGE CONTRA CAÍDA DE OBJETOS, GOLPES, ANTIDESLIZANTE	Bota con doble inyección de PVC etiquetado INEN 1875 Antideslizante. PUNTERA DE ACERO. NORMA EN: 12568 DIN 4843 ANSI Z41-ASTM 2412-2413-05 C/75 L/75 Soporta 20 Kg. de impacto desde un metro de altura. ABRASION / ISO 4649 Norma NTC 4811: 2000-06-21	DESBRUCE DE VEGETACIÓN	EQUIPO BÁSICO RUTINARIO. Para todas las actividades corte con machete.
	CALZADO DIELECTRICO		 	PROTEGE CONTRA PASO DE CORRIENTE ELÉCTRICA	NTE-INEN-ISO-20345. ISO 50321 y 20345 SBP	CORTE DE ÁRBOLES/PODA DE ÁRBOLES CERCA DE LÍNEAS	EQUIPO BÁSICO para personal de corte de árboles y poda.
CUERPO	ARNÉS CUERPO COMPLETO		 	TRABAJOS EN ALTURA	Cinta poliéster alta tenacidad. Argollas y hebillas con recubrimiento dieléctrico. Cuenta con protección hambar y portaherramientas. Una argolla dorsal y frontal anticaídas. Dos argollas de posicionamiento en cintura. NORMA: ANSI Z359.11-2021	PODA DE ÁRBOLES CERCA DE LÍNEAS	EQUIPO BÁSICO para personal de corte de árboles y poda.
	ESLINGA DE POSICIONAMIENTO		 		Eslinga de seguridad para posicionamiento y restricción, parte de un sistema personal de detención de caídas, diseñado en cuerda y ganchos dieléctricos. Certificado bajo las normas ANSI Z359.3 (2019) y cumpliendo con los lineamientos de la ANSI Z359.12 (2019).	PODA DE ÁRBOLES CERCA DE LÍNEAS	EQUIPO BÁSICO para personal de corte de árboles y poda.
CÓDIGO DE COLORES:	ACTIVIDAD	PUESTO DE TRABAJO:					
	DESBRUCE DE VEGETACIÓN / CORTE DE ÁRBOLES	MACHETERO, OPERADOR DE MOTOGUADAÑA Y OPERADOR DE MOTOCORCADO					
	DESBRUCE DE VEGETACIÓN	MACHETERO Y OPERADOR DE MOTOGUADAÑA					
	CORTE DE ÁRBOLES/PODA DE ÁRBOLES CERCA DE LÍNEAS	OPERADOR MOTOSIERRA					
	PODA DE ÁRBOLES CERCA DE LÍNEAS	OPERADOR MOTOSIERRA					



Nota. Se detalla EPP en base a las tres actividades principales de trabajos de desbroce. Elaboración Propia

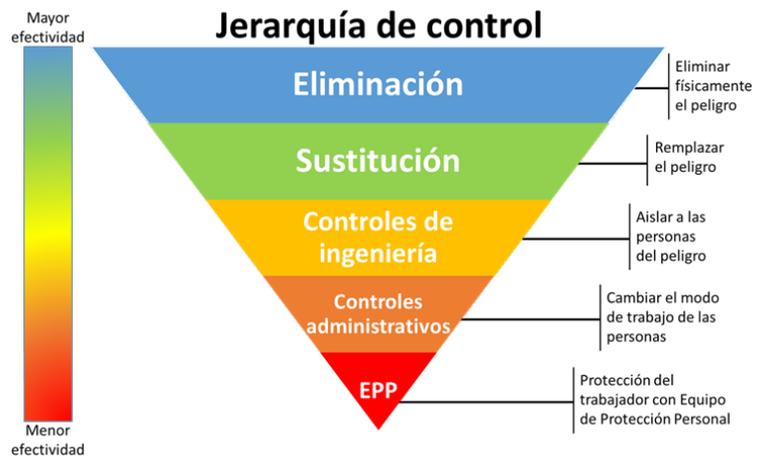
Caso de estudio: Aplicación en una empresa de mantenimiento de líneas de alta tensión.

La aplicación de una correcta gestión técnica en riesgos eléctricos para una empresa de mantenimiento es de suma importancia para prevenir accidentabilidad dentro de ella, se debe tomar en cuenta que la misma se encuentra en constante cambio operativo, para gestionar de la manera más eficaz este tipo de riesgo, se debe realizar como se ha podido evidenciar a lo largo de este artículo, la evaluación de riesgos, conocimiento de afectaciones a la salud, estrategias de prevención y mitigación y uso de EPP.

Según la Normativa de la Organización Internacional de Normalización, ISO 45001 (2018), se plantea que para controles de seguridad industrial se debe tomar en cuenta la gestión del riesgo por jerarquía como se especifica en la figura 8.

Figura 8.

Gestión técnica del riesgo



Por The National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 11 de Marzo de 2022, Portal web

(<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/>)



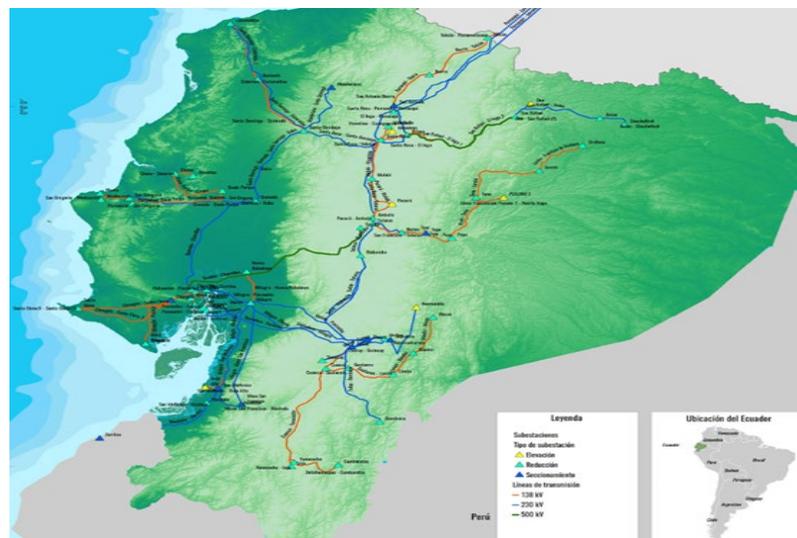
La gestión técnica se basa que, en un riesgo de alto impacto debe ser en lo posible eliminado, después de muestra que a medida que sigue descendiendo de nivel, también disminuye la efectividad de la gestión, se debe recordar que los cambios en el trabajador o receptor se toma en última instancia. El objetivo siempre será que los riesgos sean controlados con medidas acordes a su impacto negativo y su probabilidad de ocurrencia. (Sánchez y Enríquez, 2024).

Descripción de la empresa y el contexto operativo.

MOELECTRICITY S.A. es una empresa privada dedicada al mantenimiento de líneas de transmisión de alta tensión, específicamente, desbroce de franjas de servidumbre de líneas de 138Kv y 230Kv, mismas que se encuentran en la zona nororiental del Ecuador como se muestra en la figura 9.

Figura 9.

Topología actual del Sistema Nacional de Transmisión



Nota. La zona delimitada en el círculo color rojo, corresponde al área que abarca trabajos



realizados por MOELECTRICITY S.A. en la Zona Nororiental para el mantenimiento de líneas de transmisión. Por Ministerio de Energía y Minas, 2023.

En esta empresa por nómina se encuentran 54 trabajadores divididos en área administrativa y operativa, los cuales se fraccionan en varios puestos de trabajo como son:

Administrativos – 4 personas.

- Gerente General – 1 persona.
- Talento humano – 1 persona.
- Contabilidad – 1 persona.
- Coordinación de Proyecto – 1 persona.

Administrativo/Operativo – 7 personas.

- Supervisor de Seguridad Industrial – 1 persona.
- Asistente de Seguridad Industrial – 1 persona.
- Paramédico – 1 persona.
- Supervisor de Ambiente – 1 persona.
- Supervisores de Línea en campo – 3 personas.

Operativo – 43 personas.

- Macheteros – 23 personas
- Operador de Motosierra/Capataz – 10 personas



- Operador de Motoguadaña – 10 personas

De acuerdo con esto, el personal administrativo desempeña su trabajo netamente en oficina, el personal administrativo/operativo, lo realiza en oficina (20%) y supervisa en campo los trabajos (80%), sin ejecutar trabajo o empleo de herramientas de desbroce, por otro lado, el personal operativo, que comprende a personal obrero, si emplea herramientas y se encuentran expuestos a riesgo eléctrico, por esto a ellos se dirige específicamente este artículo.

Adicionalmente es importante conocer que dentro de este artículo no se procede a mencionar las “5 Reglas de Oro” o el procedimiento de bloqueo y etiquetado, LOTO, debido a que para poner ejecución trabajos de desbroce de estas líneas en las que trabaja la empresa en específico, se trabaja con las líneas energizadas y al 100% de su funcionamiento, por cuanto se tiene un procedimiento específico para la tarea.

De acuerdo al procedimiento de desbroce de la empresa, se mantiene que, dentro de los trabajos realizados en campo se dispondrá del personal en grupos o cuadrillas para la realización de las diferentes actividades según el nivel de voltaje y la vegetación a desbrozar como se muestra en la tabla 3.



Tabla 3.

Clasificación de cuadrillas para trabajo de desbroce.

DESBROCE DE VEGETACIÓN BAJA Y ALTA DE CULTIVOS, NO MAYOR A LOS 3 METROS DE ALTURA			
NIVEL DE VOLTAJE	NÚMERO DE PERSONAS POR CUADRILLA	TIPO DE VEGETACIÓN	VARIABLES
LÍNEAS DE 69 KV. 	8 personas.	Hierba, Vegetación de cultivos,	Si la vegetación es escasa, la cuadrilla puede conformarse de 4 personas.
LÍNEAS DE 138 KV. 	12 personas	Hierba, Vegetación de cultivos, como maíz, arbustos, cabuyas, etc.	Si la vegetación es escasa, la cuadrilla puede conformarse de 4 personas.
LÍNEAS DE 230 KV. 	16 personas	Hierba, Vegetación de cultivos, como maíz, arbustos, cabuyas, etc.	Si la vegetación es escasa, la cuadrilla puede conformarse de 8 personas.



Nota. La clasificación se basa en la experiencia del personal de supervisión de MOELECTRICITY S.A. con el fin de realizar los trabajos eficazmente. Elaboración propia.

Se realiza esta división con el fin de:

- Tener una mejor organización en el trabajo.
- Comunicarse efectivamente entre todos.
- En caso de una emergencia, poder socorrer adecuadamente a un herido, pudiendo pedir refuerzos a otras cuadrillas.

Para el desbroce de vegetación mayor a los 3 metros de altura, poda y corte de árboles por completo, se realiza según el esquema de la tabla 4, mismo que es tomado en base al procedimiento de desbroce de la empresa el cual se basa en experiencia de los supervisores, criterio técnicos y pliegos de contrato por parte de la empresa contratante TRANSELECTRIC S.A. que propone como requisito el personal mínimo para este tipo de actividad.

Tabla 4.

Procedimiento de poda y corte de árboles cercanos a líneas de alta tensión o dentro de la franja de servidumbre.

CORTE Y PODA DE ÁRBOLES			
ACTIVIDAD	NIVEL DE VOLTAJE	NÚMERO DE PERSONAS POR CUADRILLA	TIPO DE VEGETACIÓN



<p>PODA</p>	<p>Independientemente del voltaje que tenga la línea de transmisión, sean estas 69Kv, 138Kv, 230Kv y 500Kv.</p>	<p>Mínimo 8 personas – Máximo 12 personas</p>	<p>Ramas de árboles que se encuentren dentro de la franja de servidumbre o con proyección de 45° hacia los conductores de la línea de transmisión.</p>  <p><i>Nota.</i> Trabajador realiza la poda de ramas de capulí cercanas a la línea. Elaboración propia.</p>
<p>CORTE</p>	<p>Independientemente del voltaje que tenga la línea de transmisión, sean estas 69Kv, 138Kv, 230Kv y 500Kv.</p>	<p>Mínimo 8 personas – Máximo 12 personas</p>	<p>Árboles o vegetación mayor a 3 metros de alto que se encuentre dentro de la franja de servidumbre o con proyección de 45° hacia los conductores de la línea de transmisión.</p>



			 <p><i>Nota.</i> Retoño de cabuya dentro de la franja de servidumbre cercano a la línea. Elaboración propia.</p>
--	--	--	---

Nota. La clasificación se basa en la experiencia del personal de supervisión de MOELECTRICITY S.A. con el fin de realizar los trabajos con seguridad y eficazmente. Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO DE CORTE DE ÁRBOLES

Este procedimiento se encuentra realizado por parte del departamento de Coordinación de proyecto en conjunto con supervisores de línea en campo y seguridad industrial, cabe recalcar que se plantea en este una mejora para evitar el riesgo eléctrico probable para este tipo de trabajo es por ello que se realiza un estudio específico de gestión del riesgo eléctrico en este artículo, la bibliografía utilizada en este caso es el Procedimiento de Desbroce de MOELECTRICITY S.A. en el que se detallan los siguientes pasos:

1. Identificación de tramo(s) a intervenir: El supervisor deberá verificar la necesidad de delimitar el área de trabajo ya sea con cinta de peligro,



conos, barreras o utilizando un sistema de señalización temporal en su entrada y salida, dependiendo del tipo de actividad a realizarse.

2. Distribución de grupos de trabajo: Por cuadrillas como indican las tablas 3 y 4.

3. Identificar la vegetación y los árboles con proyección: Orientar la caída de árboles en sentido contrario a la línea. El supervisor, deberá verificar y controlar que las actividades a ejecutar se realicen con métodos que no afecten a la línea en tensión y que minimicen los riesgos.

4. Realizar la poda de árboles de acuerdo al tipo: Puede darse el caso de que el árbol en cuestión necesite podarse antes de cortarse para disminuir el riesgo de contacto con la línea.

Realizar el corte de árboles de acuerdo al tipo.

- La cuadrilla de desbroce estará conformada dependiendo las necesidades de los trabajos de desbroce cuya valoración y distribución del personal estará a cargo del supervisor de campo como se sugiere en tabla 4.

- En los trabajos de desbroce, se colocará señalética de advertencia en lugares estratégicos o zonas de riesgo.

- El grupo de desbroce mantendrá una comunicación interna directa con los operadores de motosierra, siendo este el que decida metodología de corte con sentido de caída paralela a la línea.

- Previo a cualquier actividad que involucre el corte de un árbol se comprobará de forma visual el estado del mismo y en caso de que se observe que dicha especie no interfiere en el buen estado y funcionamiento



de la línea en tensión y que no generará ningún inconveniente se eliminará en lo posible el deterioro del mismo, se procurará que los que han de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza.

- Cuando sea preciso evitar daños a la línea, otros árboles, al tráfico o a construcciones próximas, se re direccionará la caída del árbol con manilas.
- Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros de diámetro serán eliminados hasta una altura no mayor de 30 cm del suelo y no necesitarán removerse a menos que interfieran con las cimentaciones.
- Todos los tocones del área de la torre se dejarán cortados al ras del suelo.
- Los árboles se trocearán al tamaño adecuado aproximadamente unos 60 cm dependiendo el grosor del tronco para su transporte.
- Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias y reducen riesgos a los ocupantes de las zonas próximas a la obra y personal de la empresa.

Resultados derivados del caso de estudio.

Los resultados de la evaluación en base a la inspección en campo de trabajos de desbroce se muestran a continuación, se evalúan los principales riesgos eléctricos para el personal de desbroce de la empresa MOELECTRICITY S.A., misma que utiliza como herramienta de evaluación la matriz de riesgos. Se recalca la presencia de las medidas preventivas dentro de la matriz, en primera instancia citadas como medidas de



protección. A continuación, se exponen los resultados, se muestra tabla 5, 6 y 7.

Tabla 5.

Matriz de riesgos por factor de riesgo contacto con líneas energizadas.

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO CON LÍNEAS ENERGIZADAS										
POSIBLES CAUSAS: - Empleo de herramientas eléctricas manuales cerca de la línea. - No se respeta distancias de seguridad - Señalización ineficiente o inexistente.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: - Uso de herramientas con mangos dieléctrico y Equipo de Protección Personal, EPP, adecuado. - Respetar distancias de seguridad. - Señalizar y poner en conocimiento al personal sobre las zonas de riesgo.										
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN, QUEMADURAS		POR		CONTACTO CON LÍNEAS ENERGIZADAS (AL) O (EN)		LÍNEAS DE 138 KV - 230 KV CABLES CONDUCTORES DESNUDOS			
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE			
	(Ej: Quemaduras)				(Ej: Arco eléctrico)		(Ej: Caída de 13,8Kv)			
RIESGO POTENCIAL:	X		RIESGO MATERIALIZADO:			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicos	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura a Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial/permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (más de 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (Sin Incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
EVALUADOR:	VIANCA CORELLA			LUGAR DE EVALUACIÓN				FECHA:	28/02/2025	



Interpretación de resultados de evaluación por factor de riesgo: contacto con líneas energizadas.

Consecuencias:

- En personas: La consecuencia de este riesgo en personas puede llegar a una potencial incapacidad parcial o permanente, el riesgo de una muerte ocurra en el ámbito de desbroce no es frecuente.
- Económicas: Daños leves, No hay interrupción. No existe cortes energéticos de ningún tipo.
- Ambientales: No existe efecto.
- Imagen de la empresa: El daño a la imagen de la empresa podría ser local, puede llegar a afectar dentro del país.

Frecuencia:

- Grado 4: Ha ocurrido en el sector. Se conoce como antecedente dentro de la empresa, que ha ocurrido un accidente laboral relacionado con el contacto con la línea energizada, mismo que obtuvo incapacidad laboral de 5 días, no ocurrió fatalidad.

Nivel de Riesgo al final de la evaluación: MEDIO



Tabla 6.

Matriz de riesgos por factor de riesgo tensión eléctrica de paso por caída de ramas, árboles sobre línea, rayos.

FACTOR DE RIESGO TENSIÓN ELÉCTRICA DE PASO POR CAÍDA DE RAMAS O ÁRBOLES SOBRE LÍNEAS, RAYOS										
POSIBLES CAUSAS: - Podar o cortar árboles incorrectamente sin tomar en cuenta el ángulo y distancias de seguridad. - No tomar en cuenta las condiciones climáticas.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: - Evaluar estabilidad, terreno y ángulos de corte, asegurando el área donde va a caer el árbol o ramas. - Utilizar guías o cuerdas para garantizar que el árbol o ramas caigan en el área señalizada. - Se debe suspender los trabajos en presencia de condiciones climáticas no favorables. - Descargas atmosféricas por rayos, ubicación cerca de torres o árboles.										
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN, QUEMADURAS		POR	CAÍDA DEL ÁRBOL A LÍNEAS, SALIDA DE LA CORRIENTE A TIERRA POR EL CUERPO, DESCARGA ATMOSFÉRICA		(AL) O (EN)	LÍNEAS DE 138 KV - 230 KV CABLES CONDUCTORES DESNUDOS			
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
	(Ej: Quemaduras)			(Ej: Arco eléctrico)			(Ej: Caída de 13,8Kv)			
RIESGO POTENCIAL:	X		RIESGO MATERIALIZADO:			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicos	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Suce de varias veces al año en la empresa	Suce de varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura a Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial/permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (más de 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (Sin Incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
EVALUADOR:	VIANCA CORELLA			LUGAR DE EVALUACIÓN				FECHA:	28/02/2025	

Elaboración propia.

Interpretación de resultados de evaluación por factor de riesgo: riesgo tensión eléctrica de paso por caída de ramas, árboles sobre línea, rayos.



Consecuencias:

- En personas: La consecuencia de este riesgo en personas puede llegar a una potencial incapacidad parcial o permanente, el riesgo de una muerte ocurra en el ámbito de desbroce no es frecuente.
- Económicas: Daños importantes, interrupción breve del suministro de energía, puede generar un corte eléctrico local a regional, dependiendo de la línea y la zona en la que se encuentre.
- Ambientales: Puede ocasionar conato de incendio, pero su probabilidad es baja.
- Imagen de la empresa: El daño a la imagen de la empresa podría ser local o regional ya que puede llegar a afectar varias zonas del país en suministro de energía, lo que también sugiere una multa por parte de la empresa contratante.

Frecuencia:

- Grado 4: No ha ocurrido en el sector. Por el riesgo de incapacidad, parcial/permanente se ubica en el grado 4.

Nivel de Riesgo al final de la evaluación: MEDIO



Tabla 7.

Matriz de riesgos por factor de riesgo por descargas eléctricas por humedad.

FACTOR DE RIESGO POR DESCARGAS ELÉCTRICAS POR HUMEDAD										
POSIBLES CAUSAS: - Laborar en condiciones de lluvia. - Uso de herramientas y equipos en mal estado.										
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: - Inspeccionar herramientas y equipos para que se encuentren en buen estado, debido a la humedad pueden sufrir daños. - El personal debe usar EPP en todo momento.										
RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN, QUEMADURAS		POR	ARCO ELÉCTRICO		(AL) O (EN)		LÍNEAS DE 138 KV - 230 KV CABLES CONDUCTORES DESNUDOS		
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)				FUENTE		
	(Ej: Quemaduras)			(Ej: Arco eléctrico)				(Ej: Caída de 13,8Kv)		
RIESGO POTENCIAL:	X		RIESGO MATERIALIZADO:			FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicos	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura a interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial/permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (más de 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (Sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (Afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto E1	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
EVALUADOR:	VIANCA CORELLA			LUGAR DE EVALUACIÓN				FECHA:	28/02/2025	

Elaboración propia.

Interpretación de resultados de evaluación por factor de riesgo: por descargas eléctricas por humedad.



Consecuencias:

- En personas: La consecuencia de este riesgo en personas puede llegar a una potencial muerte o fatalidad, el trabajar en zonas húmedas, con lluvia, tormentas eléctricas o incluso al presentar sudoración el trabajador, puede ocurrir arcos eléctricos, claro está si la proximidad del personal a la línea es excesiva.
- Económicas: Daños importantes, interrupción breve del suministro de energía, puede generar un corte eléctrico local a regional, dependiendo de la línea y la zona en la que se encuentre. Lo que sugiere una multa económica por parte de la empresa contratante.
- Ambientales: No existe efecto ambiental.
- Imagen de la empresa: El daño a la imagen de la empresa podría ser local, puede llegar a afectar varias zonas de la localidad por lo que se da a conocer nombre de la empresa, puede llegar a causar estragos en la comunidad.

Frecuencia:

- Grado 5: No ha ocurrido en el sector. Por la posibilidad de ocurrencia de una muerte o fatalidad, se considera grado 5.

Nivel de Riesgo al final de la evaluación: MEDIO

Discusión.

En este estudio, se analiza el impacto de los riesgos eléctricos el personal de desbroce de la empresa MOELECTRICITY S.A. Los resultados arrojaron que, debido a los distintos factores, se tiene un nivel de riesgo MEDIO. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos como los que se



encuentran en el trabajo de tesis de Sulca (2019) en su “MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN (69kV - 230 Kv)”. Los resultados de este estudio coinciden en cuanto al manejo del riesgo eléctrico, sin embargo, no es similar en los trabajos a los que se enfoca. En dicho estudio se realiza la gestión técnica en el mantenimiento de subestaciones y líneas eléctricas en conjunto con todas las estructuras y celdas del sistema eléctrico.

Si bien se ha realizado la evaluación que conlleva los tres principales factores de riesgo para el trabajo de desbroce, también se lo puede realizar para los riesgos con un nivel de consecuencia y frecuencia menor, esto con el fin de esclarecer y dar por sentado cuál es el verdadero nivel de riesgo que se tiene.

MOELECTRICITY S.A. es una empresa ecuatoriana que por ley entra dentro del sector energético de alto riesgo por número de trabajadores y su actividad, aunque la evaluación de riesgo nos haya propuesto un riesgo medio, se puede observar que incluso pueden ocurrir fatalidades si no se aplica una correcta gestión. Por tanto, el entorno gerencial, administrativo y los departamentos de Seguridad y Salud Ocupacional deben ser los portavoces de la cultura preventiva, aunque el riesgo eléctrico no sea alto, con el fin de prevenir accidentabilidad.

El sector energético es una industria en la que la rotación de personal se da con mucha frecuencia, por lo tanto, la capacitación continua es pieza fundamental lo que da cabida para proponer la aplicación de los resultados de este estudio en conocimiento de los técnicos y personal operativo.



Los hallazgos de este artículo tienen importantes implicaciones para la gestión de seguridad industrial. En particular, podrían ser útiles para profesionales como para la implementación de una gestión adecuada para riesgos eléctricos en empresas que realicen trabajos de mantenimientos de líneas de alta tensión. La comprensión de la evaluación, gestión y prevención puede contribuir a la reducción de accidentabilidad por contacto con la energía eléctrica y así disminuir niveles de riesgo.

La aplicación de la matriz RETIE sugiere un cambio dentro del Sistema que normalmente se maneja como son matrices de riesgo en la cual se plantean todos los riesgos encontrados en la empresa como: mecánicos, físicos, químicos, biológicos, psicosociales, etc., más es una sugerencia a nivel técnico que puede ser tomada como modelo para la evaluación del riesgo eléctrico en empresas que se manejen dentro de la industria.

A pesar de la solidez los resultados, este estudio tiene ciertas limitaciones. En primer lugar, se limita que, por el nivel de voltaje, mayor a 230Kv, puedan diferir los procedimientos de desbroce, más no de la evaluación de riesgos, lo que supone un punto a favor de este estudio. La imposibilidad de desconexión de la línea de alto voltaje, genera desde ya, un riesgo considerable, por esta razón no se utiliza métodos de bloqueo y etiquetado, por el contrario, en líneas mayores a 500Kv voltios, si se considera la desconexión del suministro de energía. (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

Adicional a esto, depende del sector donde se realice el trabajo, se tiene mayor o menor humedad, la afectación del clima sobre el trabajador es un riesgo que se encuentra subestimado por el personal técnico y operativo, ya que puede trascender en la generación de riesgo asociado al riesgo



eléctrico. Por otro lado, se encuentran limitantes a nivel administrativo, ya que puede que dentro de la normativa se encuentren especificaciones técnicas, más no se realiza un correcto levantamiento de la información para poder plantear las necesidades del personal en cuestión.

Al poseer un conocimiento verás sobre los riesgos implicados en este tipo de trabajo, se pueden derivar de este, varios procedimientos que se relacionen en cuanto a salud, por ejemplo, accidentes y manejo de primeros auxilios, enfermedades ocupacionales coherentes con estos riesgos si se diera su ocurrencia.

Equilibrando el conocimiento técnico de supervisores e ingenieros, también se puede hacer válido el conocimiento empírico de los trabajadores, ya que ellos son los que más conocen de su actividad y pueden acotar desde factores de riesgo presentados a propuestas de mitigación y prevención para el grupo de trabajo.

El exceso de confianza es un factor de riesgo implícito dentro de este artículo ya que es una premisa en cuanto se habla de riesgos para cualquier actividad realizada por el trabajador, esto a su vez, es asociado con cada factor de riesgo que se propone en este trabajo.

Los hallazgos obtenidos han sido favorables para el conocimiento del autor, ya que la evaluación de riesgos, aunque se deriva de una misma actividad, se encuentra en constante supervisión y reevaluación, por lo que es importante generar conocimiento tomado de diversas fuentes para su retroalimentación, la gestión empresarial está conectada a la seguridad industrial, por lo que se busca exponer innovación.



Al realizar este artículo existe altas expectativas de implantación dentro de la misión de la compañía, lo que es favorable para el desempeño y gestión completa en materia de seguridad, así como se puede mejorar la imagen de la empresa, hoy en día la gestión empresarial en seguridad industrial es una carta de presentación ante posibles contratantes.

Este trabajo abre una puerta hacia cambios en el sistema de gestión en seguridad, el hecho de centrarse específicamente en un tipo de riesgo y llevarlo a ser estudiado más a profundidad, sugiere un planteamiento de mejora y crecimiento.

Conclusion

En este estudio se han realizado las evaluaciones en los principales riesgos, que son: contacto con líneas energizadas, tensión eléctrica de paso, descargas eléctricas por humedad. Estos han sido evaluados en base al criterio técnico y la metodología RETIE. La capacitación a partir de este estudio puede ser viable ya que por ser entendible fácilmente puede llegar a ser más útil por su método de evaluación.

Los hallazgos de acuerdo al nivel de riesgo son Riesgo Medio, considerable, al ser una empresa que trabaja en el sector energético, en el mantenimiento de líneas de transmisión de alto voltaje. Los cambios dentro de la gestión técnica del riesgo al no poder eliminar el riesgo eléctrico en su totalidad, se ha empleado medidas preventivas y de mitigación para el personal operativo.

En conclusión, el estudio planteado ha generado el conocimiento pertinente para una mejor evaluación de riesgos eléctricos en el contexto del personal de una empresa de mantenimiento de líneas de alta tensión,



es incluso más factible manejar de esta manera la evaluación de estos y, por lo tanto, implantar eficazmente medidas de prevención y mitigación.

No se deben subestimar acciones y condiciones para este trabajo ya que representa una importante fuente de accidentabilidad, los eventos como incidentes o accidentes causados podrían generar incluso fatalidades.

La planificación de los trabajos es indispensable, se deben seguir los procedimientos y ser conscientes del riesgo en cada uno de sus componentes.

Se debe realizar un correcto manejo de herramientas, así como un mantenimiento preventivo de las mismas, registrar los mantenimientos es importante en la gestión.

Es importante que tanto el personal técnico como operativo se encuentre correctamente capacitado en materia de prevención en riesgos eléctricos y conocer sobre la evaluación, y todas las medidas preventivas para salvaguardar la integridad.

Recomendaciones

Mantener una constante formación y reinducción, puede ser realizada en charlas pre – jornada, abarcar temas de seguridad es fundamental para el desarrollo de las actividades.

Mantener una actualización de matrices, planes y procedimientos es imperativo para el correcto desempeño del área de seguridad industrial en una empresa.

Respetar las distancias de seguridad es fundamental para el desarrollo de las actividades relacionadas al desbroce de líneas de transmisión,



conocerlas puede hacer la diferencia entre realizar un trabajo seguro y la probabilidad de tener un accidente laboral que puede desembocar en una fatalidad.

El hecho de que en la evaluación el resultado no haya arrojado un nivel alto, no refiere que no vaya a ocurrir, es importante tener en cuenta que, si ocurre una vez, ésta cambiará la realidad del trabajador y la empresa.

Al realizar el trabajo de desbroce, mantener una comunicación activa y eficiente en el grupo de trabajo.

Se prohíbe el trabajo de poda y corte de árboles en climas lluviosos, y más aún en tormentas eléctricas, esto debido al riesgo de un posible arco eléctrico ya que se trabaja con el conductor energizado.

Realizar una supervisión activa al personal de campo interviniendo de forma positiva al realizar las actividades, conocer y supervisar incluso al más mínimo detalle el área de trabajo y el procedimiento a seguir.

Por la dificultad de este trabajo el personal debe estar capacitado, el personal operador de motosierra debe estar en condiciones óptimas para desempeñar su trabajo, así como también su cuadrilla.

El supervisor debe conocer las limitaciones de cada uno de sus trabajadores, para no incurrir al error humano y que pueda ocasionar accidentes.

Se recomienda realizar un plan de capacitación en cuanto al empleo de la metodología RETIE, para el personal técnico, así como también utilizar criterios innovadores de evaluación para realizarlo de manera más eficaz.



Referencias

Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2018). Resolución ARCONEL-018/18. Quito.

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2020). Resolución Nro. ARCERNNR-017/2020., (pág. 3). Quito.

ARCERNNR. (2023). Regulación Nro. ARCERNNR-004/23., (pág. 3). Quito.

ARCONEL. (2018). RESOLUCIÓN Nro' ARCONEL-018/ 18., (pág. 7). Quito.
Obtenido de Resolución ARCONEL-018/18

Asociación de Bancos Privados del Ecuador. (2022). Guía de distribución de Energía Eléctrica.

Barriga, A. (2017). Situación actual del sector energético. Obtenido de Food and Agriculture Organization:
<https://www.fao.org/4/t2363s/t2363s0u.htm>

CELEC. (2022). CELEC EP. Obtenido de UNIDAD DE NEGOCIO TRANSELECTRIC: <https://www.celec.gob.ec/transelectric/>

Consejo Colombiano de Seguridad . (20 de Junio de 2012). [icontec.org](http://www.icontec.org).
Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://132.255.23.82/sipnvo/normatividad/GTC_45_DE_2012.pdf&ved=2ahUKEwiaud3M0KeLAXzQjABHYQwL5EQFnoECB0QAQ&usg=AOvVaw0LW7aJf1CL0ftytspflCz-



Díaz, S. M. (2023). *GESTIÓN INTEGRADA DE rRIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES EN LA CADENA DE SUMINISTRO*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Dirección Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. (2022). Decreto 351/79 Anexo VI - Instalaciones Eléctricas. Buenos Aires.

Dufo, et al. (2012). *Trabajos y maniobras en Alta Tensión*. Madrid: Parainfo S.A.

Gonzáles et al. (30 de Agosto de 2019). *Fisiopatología de las quemaduras eléctricas: artículo de revisión*. Obtenido de *Publicación Oficial de Sociedad Anestesiología de Chile*: <https://revistachilenadeanestesia.cl/fisiopatologia-de-las-quemaduras-electricas-articulo-de-revision/>

Henao, F. (2008). *Riesgos Eléctricos y Mecánicos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

IEEE. (2020). *IEEE.ORG*. Obtenido de *IEEE Standrads Store*: https://store.accuristech.com/ieee/standards/ieee-1427-2020?vendor_id=6231&product_id=2087453

Inglés y Moreno. (2023). *Impacto en la salud laboral de la exposición al calor extremo: una revisión sistemática*. SCIELO.

INSHT . (1995). *Ley de Prevención de Riesgos Laborales*, . Madrid.

INSHT. (1994). *NTP 400: Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano*. Madrid.

INSST. (2022). *PORTAL INSST*. Obtenido de <https://www.insst.es/documentacion/espacio-monotematico/golpe-de-calor>



INSST. (27 de 09 de 2024). NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales. Obtenido de Notas Técnicas de Prevención - NTP: <https://www.insst.es/documentacion/coleccionestecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/13-serie-ntp-numeros-436-a-470-ano-1998/ntp-462-estres-por-frio-evaluacion-de-las-exposiciones-laborales>

INSST. (2024). TEMA 9: RIESGOS DEBIDO A LA ELECTRICIDAD. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo .

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. (2020). IEEE.ORG. Obtenido de IEEE Standards Store: https://store.accuristech.com/ieee/standards/ieee-1427-2020?vendor_id=6231&product_id=2087453

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). PORTAL INSST. Obtenido de Trabajo a la intemperie: <https://www.insst.es/documentacion/espaciomonotematico/golpe-de-calor>

ISASTUR. (2010). Manual de Seguridad. Preve Now.

Joule, J. (1843). On the Mechanical Equivalent of Heat .

MAYOCLINIC. (2022). MAYO CLINIC. Obtenido de Enfermedades y afecciones: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/ventricular-fibrillation/symptoms-causes/syc-20364523>

Mazur, G. (2001). Principios del Multímetro Digital. Amer Technical Pub.



Ministerio de Energía Minas. (2023). Plan de la Expansión de la Transmisión.

Obtenido de

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.rekursyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/5.-PLAN-DE-EXPANSION-DE-LA-TRANSMISION.pdf&ved=2ahUKEwi4vbam6KCLAxUUm7AFHRuzMgIQ-NANegQIFBAG&usg=AOvVaw01_-HCjMA6IkUcQPgwRbpp

Ministerio de Energía y Minas. (2020). Obtenido de

[https://www.rekursyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras\).](https://www.rekursyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre%20otras).)

Ministerio de Energía y Minas. (2020). Plan de Expansión de la transmisión.

Obtenido de Plan Maestro de Energía:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.rekursyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/5.-PLAN-DE-EXPANSION-DE-LA-TRANSMISION.pdf&ved=2ahUKEwic0YSm6KCLAxXap7AFHXqCMkaQFnoECB4QAQ&usg=AOvVaw01_-HCjMA6IkUcQPgwRbpp

Ministerio de Energía y Minas. (2023). Transformación y del Sector Eléctrico. En PLAN MAESTRO DE ELECTRICIDAD.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España. (2023). Real Decreto 223/2008. Madrid.

Ministerio de Minas y Energía Colombia. (2024). Energía. Obtenido de RETIE: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia->



electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-
instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

Narváez, C. (2013). ANÁLISIS DEL ESQUEMA REGULATORIO DE ORGANIZACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO VIGENTE HASTA AGOSTO DEL 2008 Y ESTUDIO DE. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4871>

National Fire Protection Association [NFPA]. (2021). NFPA.ORG. Obtenido de NFPA 70E: <https://www.nfpa.org/es/product/nfpa-70e-standard/p0070ecode/variant/70e21e#detalles-de-la-edici%C3%B3n-2021>

NIOSH. (2023). Generalidades Seguridad y Salud Ocupacional. Washington D.C.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION [OSHA]. (2015). ELECTRICIDAD Y TRABAJO DEL CUIDO DE ÁRBOLES. 2.

OIT. (2022). Seguridad y Salud en el Trabajo.

Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2018). Norma ISO 45001. Madrid.

OSHA. (2015). OSHA 1910.269: ENERGÍA ELÉCTRICA EN GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

Paguay, J. (2019). Niveles de Voltaje en Ecuador.

Pinchao, J. (15 de Enero de 2025). La caída de un árbol en una línea de transmisión dejó sin luz a barrios del norte de Quito. Obtenido de Noticias Ecuavisa:
<https://www.ecuavisa.com/noticias/quito/cortes-luz-quito-falla->



empresa-electrica-

JK8628139#:~:text=La%20ca%C3%ADda%20de%20un%20%C3%A1rbol%20en%20una,luz%20a%20barrios%20del%20norte%20de%20Quito.

RAE. (1899). Voltaje.

Sánchez y Enríquez. (2024). ISO 45001.

Sánchez, M., Trigueros, M., & Tagueña, J. (1999). Historias de la ciencia y la técnica.

Sulca, P. (2019). Manual de Prevención de Riesgos Eléctricos para trabajos en Alta Tensión . Quito.

Valdés, Borges y Palacios. (2007). Caracterización clínica del paciente quemado por electricidad . SCIELO, 1.

Vlack, L. V. (1961). Elementos de la Ciencia de los Materiales. México Distrito Federal: Cia Editorial Continental.

Wegmann, A. (2021). FRANJA DE SEGURIDAD Y OBLIGACIONES DE PODA Y CORTA DEL CONCESIONARIO ELÉCTRICO: OBSERVACIONES A PROPÓSITO DE LOS PLIEGOS TÉCNICOS NORMATIVOS RPTD . PRO JURE, Revista de Derecho.

