

**Estudio de las prácticas silviculturales de mantenimiento preventivo y correctivo del arbolado
que interviene las redes de distribución eléctrica en el Municipio de Villavicencio**

Departamento del Meta

Elkin Dairo Páez Hernández

Asesor

Luis Hernando Rodríguez Velásquez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Ingeniería Agroforestal

2023

Resumen

Los árboles alteran el ambiente de manera positiva moderando el clima, mejorando la calidad del aire, conservando agua y dándole albergue a la vida silvestre, la mayoría de los árboles y arbustos en las ciudades o comunidades se plantan por su belleza o sombra, sin embargo, las plantas leñosas también tienen muchas otras funciones donde con frecuencia es útil considerar esto cuando se selecciona un árbol o arbusto para el paisaje. La arboricultura se dedica al cultivo y al cuidado de los árboles, arbustos y otra vegetación de forma individual en aras de garantizar la vida y buen estado de los árboles, sin considerar ningún fin comercial, donde busca aportar al bienestar de la población, tanto desde el punto de vista fisiológico como sociológico. La práctica de poda en árboles cercanos a las redes de distribución y transmisión hace parte de las actividades cotidianas y diarias en el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema y tiene como fin dar cumplimiento a las distancias de seguridad estipuladas en el RETIE y reducir el número de fallas en el suministro de energía eléctrica por contacto con vegetación y así mantener la confiabilidad del sistema brindando seguridad a toda la población e infraestructura. (Correa, 2017).

Palabras claves: Poda, silvicultura, vegetación, arboricultura, redes eléctricas.

Abstract

Trees alter the environment in a positive way by moderating the climate, improving air quality, conserving water, and giving shelter to wildlife, most trees and shrubs in cities or communities are planted for their beauty or shade, however, woody plants also have many other functions where it is often useful to consider this when selecting a tree or shrub for the landscape. Arboriculture is dedicated to the cultivation and care of trees, shrubs, and other vegetation individually in order to guarantee the life and good condition of the trees, without considering any commercial purpose, where it seeks to contribute to the welfare of the population, both from the physiological and sociological point of view. The practice of pruning trees near the distribution and transmission networks is part of the daily and daily activities in the preventive and corrective maintenance of the system and aims to comply with the safety distances stipulated in the RETIE and reduce the number of failures in the supply of electrical energy by contact with vegetation and thus maintain the reliability of the system providing security to the entire population and infrastructure.(Correa, 2017).

Keywords: Pruning, forestry, vegetation, arboriculture, electrical networks.

Tabla de Contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del problema	11
Justificación.....	12
Objetivos	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
Marco conceptual y teórico	14
Marco Legal.....	14
<i>Normas de orden nacional</i>	14
<i>Normas de orden internacional</i>	17
Componente eléctrico	18
<i>Servidumbre</i>	19
<i>Riesgo eléctrico</i>	20
<i>Tipos de mantenimiento</i>	22
Componente técnico operativo	23
<i>Principios de las actividades de poda</i>	23
<i>Cortes en la poda</i>	24
<i>Tipos de podas</i>	26
<i>Cicatrización del corte</i>	28

	5
<i>Competencias del personal operativo</i>	29
<i>Procedimiento de trabajo</i>	29
<i>Equipos de protección para trabajo seguro en altura</i>	32
<i>Técnicas de trepa</i>	33
<i>Cordaje</i>	33
Componente forestal	35
<i>Paisajismo y arbolado</i>	35
<i>Actividades para el manejo del arbolado</i>	35
<i>Caracterización forestal</i>	37
Componente Ambiental.....	39
<i>Impacto en la biodiversidad</i>	40
<i>Manejo de Fauna</i>	41
<i>Manejo de residuos</i>	44
Desarrollo temático	45
Fase 1	45
Fase 2	45
Fase 3	46
Fase 4	47
Discusión	51
Resultados.....	52

Conclusiones 53

Referencias Bibliográficas 54

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Ancho de servidumbre en las redes de alta y media tensión</i>	20
Tabla 2 <i>Distancias de seguridad en redes de baja, media y alta tensión</i>	21
Tabla 3 <i>Especies taladas</i>	39

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Contacto directo</i>	22
Figura 2 <i>Corte de rama</i>	25
Figura 3 <i>Zona de protección de la rama y ángulo de corte</i>	25
Figura 4 <i>Poda lateral</i>	26
Figura 5 <i>Reducción de copa</i>	27
Figura 6 <i>Compartimentación de la descomposicion en árboles</i>	28
Figura 7 <i>Diagrama de fluo de la fase operativa</i>	31
Figura 8 <i>Equipo de protección personal para la actividad de podas</i>	32
Figura 9 <i>Uso de cuerdas en podas</i>	34
Figura 10 <i>Impactos y efectos en líneas de alta tensión sobre la fauna y flora</i>	41
Figura 11 <i>Esquemas de actuación</i>	43

Índice de Gráficas

Gráfica 1 <i>Circuitos intervenidos</i>	37
Gráfica 2 <i>Especies con mayor número de intervenciones</i>	38

Introducción

El presente trabajo corresponde a un estudio de masas documentales sobre las prácticas silviculturales del mantenimiento que se realiza a las redes de distribución eléctrica en los árboles que se encuentran en el sistema del Municipio de Villavicencio, teniendo en cuenta la normatividad vigente, los procedimientos técnicos establecidos de las actividades. Dentro de la silvicultura, el mantenimiento forestal se enmarca como el conjunto de métodos o estrategias implementadas para atender las necesidades de las especies vegetales según sea su propósito o fin productivo, dicho campo de acción incluye todas las metodologías para el control del crecimiento y desarrollo de los árboles que circundan la red eléctrica de transmisión y distribución, en aras de garantizar la vida y buen estado de los árboles, donde busca aportar al bienestar de la población, tanto desde el punto de vista fisiológico como sociológico. (Arias, Hincapié, Granda, 2014).

La práctica de poda en árboles cercanos a las redes de distribución y transmisión hace parte de las actividades cotidianas y diarias en el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema y tiene como fin dar cumplimiento a las distancias de seguridad estipuladas en el RETIE y reducir el número de fallas en el suministro de energía eléctrica por contacto con vegetación y así mantener la confiabilidad del sistema brindando seguridad a toda la población e infraestructura. (Méndez, 2005).

El mantenimiento de la vegetación se genera con el objetivo de evitar fallas que pongan en riesgo la confiabilidad del sistema de distribución, su control se realiza con podas o remoción de las especies arbóreas que generen algún conflicto con los conductores aéreos. (García y Giraldo, 2013).

Planteamiento del problema

Existe una relación entre la vegetación y las redes eléctricas, cuyo fin de este tipo de energía es proporcionar un servicio eficiente, seguro y de calidad a la comunidad, donde en ocasiones se ve afectado el suministro por las salidas del suministro de energía eléctrica, por tanto, se hace necesario investigar como las empresas prestadoras de este servicio público consideran realizar un mantenimiento que pueda corregir esas afectaciones mediante una eficiente gestión de la cobertura vegetal con el fin de favorecer tanto a las condiciones ambientales como a la comunidad en general que utiliza este servicio, de manera que se intervengan los individuos que estén en cercanía a las redes eléctricas, lo que incluye realizar actividades como podas, rocerías y en algunas ocasiones talas.

Justificación

Se pretende realizar un estudio de investigación documental basado en conocimientos técnicos de la Ingeniería Agroforestal relacionándola con el manejo sostenible de los recursos naturales basado en la aplicación de normas de orden nacional, estándares internacionales, procedimientos técnicos y consideraciones generales necesarias para un buen manejo de la vegetación en las líneas de distribución eléctrica en el Municipio de Villavicencio, de manera que se puedan minimizar aquellos riesgos eléctricos por falla estructural de los individuos arbóreos donde mediante análisis, evaluación y acciones para su corrección y prevención basadas en criterios de conservación y preservación ambiental donde debe primar la condición saludable y segura para el árbol, lo que en definitiva sería un buen manejo del arbolado que implica múltiples beneficios tanto para el medio ambiente como para los habitantes del municipio de Villavicencio.

Objetivos

Objetivo general

Realizar el análisis de las prácticas silviculturales realizadas a la vegetación que se encuentra asociada con las líneas de distribución eléctrica en el Municipio de Villavicencio en el Departamento del Meta.

Objetivos específicos

Identificar y analizar la legislación vigente del manejo silvicultural.

Determinar las técnicas y estrategias de intervención silvicultural utilizadas en el manejo de la vegetación asociada a las redes eléctricas.

Evaluar las prácticas silviculturales de la vegetación asociada a las redes de conducción eléctrica.

Marco conceptual y teórico

Marco Legal

De acuerdo con el análisis normativo se hallaron documentos de orden nacional e internacional en las que se describen regulaciones que se deben tener en cuenta para la aplicabilidad de la gestión del arbolado en el Municipio de Villavicencio.

Normas de orden nacional

Ley 1450 de 2011 - Plan nacional de Desarrollo. Capítulo V Sostenibilidad Ambiental y Prevención del Riesgo. Artículo 203. Áreas forestales. Según Congreso de la República (2011). Modifíquese el artículo 202 del Decreto-ley 2811 de 1974, el cual quedará de la siguiente manera: Artículo 202. “El presente título regula el manejo de los suelos forestales por su naturaleza y de los bosques que contienen, que, para los efectos del presente código, se denominan áreas forestales” (p. 51). Estipula que las áreas forestales susceptibles de ordenar, zonificar y determinar el régimen de usos son las áreas forestales protectoras y productoras.

Ley 1021 de 2006 - Régimen Forestal Nacional. “La presente ley tiene por objeto establecer el Régimen Forestal Nacional, conformado por un conjunto coherente de normas legales y coordinaciones institucionales, con el fin de promover el desarrollo sostenible del sector forestal colombiano en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal. A tal efecto, la ley establece la organización administrativa necesaria del Estado y regula las actividades relacionadas con los bosques naturales y las plantaciones forestales”. (Congreso de la República, 2006, p. 1). Promueve el desarrollo sostenible del sector forestal, donde establece la organización administrativa del Estado y regula las actividades relacionadas con, los bosques naturales, las plantaciones forestales, asistencia técnica, educación, además de dictar disposiciones sobre la protección y sanidad forestal participación comunitaria e investigación forestal.

Ley 599 del 2000 - Código penal. Título, Sustituido por el Art. 1 de la Ley 2111 de 2021 El Título XI. Capítulo I, II, III IV. De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente. (Congreso de la República, 2000). Fija las sanciones y multas correspondientes, relacionadas con el incumplimiento de la normatividad existente y los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente.

Ley 99 de 1993 – “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1993 p. 1). En su Artículo 96 menciona la tarifa de las licencias ambientales y otros instrumentos de control y manejo ambiental.

Decreto 690 de 2021 - “Por la cual se adiciona y se modifica el Decreto 1791 de 1996 Régimen de Aprovechamiento Forestal por el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y se adoptan otras determinaciones”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021, p. 1).

Decreto 1000-24/367 de 2020 - Alcaldía del municipio de Villavicencio. “Por medio del cual se establecen las especies vegetales autorizadas a plantar en diferentes áreas de espacio público del municipio de Villavicencio, con el fin de ordenar y facilitar el manejo y mantenimiento del arbolado urbano elemento confirmante de la Estructura Ecológica Principal e instrumento urbano, para el control y monitoreo del cambio climático”. (Alcaldía de Villavicencio,2020, p.3).

Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. “El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección,

ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, p2). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formulará, junto con el presidente de la República, la política nacional ambiental y de recursos naturales renovables, de manera que se garantice el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y se proteja el patrimonio natural y la soberanía de la nación. Sección 9 de aprovechamiento de árboles aislados.

Resolución 4272 de 2021 – “Por el cual se establecen requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas”. (Ministerio de Trabajo, 2021). Denota el programa de promoción y prevención contra caídas en alturas.

Resolución 5018 de 2019 – “Por el cual establece lineamientos de seguridad y salud en el trabajo para los procesos de generación, trasmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica”. (Ministerio de Trabajo, 2019). En su Artículo denota los trabajos de poda de árboles.

Resolución 90708 de 2013 – “Por el cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE”. (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Contiene lineamientos sobre la seguridad y buenas prácticas eléctricas de obligatorio cumplimiento.

Resolución 18 1294 de 2008 – “Por el cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE”. (Ministerio de Minas y Energía, 2008). Establece las medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

Resolución PS-GJ.1.2.6.13.-0968 de 2004 - “Por la cual se acogen y se establecen términos de referencia para la elaboración del plan paisajístico y de ornato en el ámbito forestal, plan de ornato, en el departamento del Meta, el cual reglamenta que los municipios deben elaborar y presentar un plan

paisajístico ante la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena con el diseño de las gestiones y medidas a implementar para el control, cuidado y conservación de las especies forestales”. (CORMACARENA, 2004, p.1).

NSCL 270301023 de 2021 - Podar árboles de acuerdo con procedimiento técnico. Proveer bienes y Organizar componente Podar árboles de servicios eco forestal de acuerdo con sistémicos con estándares procedimiento forestales de técnicos y normativa técnico y normativa acuerdo protocolos técnicos y normativa. (SENA, 2021).

Normas de orden internacional

Norma ANSI A300 –Los estándares ANSI A300 son los estándares industriales generalmente aceptados para las prácticas de cuidado de los árboles. Son estándares voluntarios de consenso de la industria desarrollados por TCIA y escritos por un comité llamado Comité de Estándares Acreditados (ASC) A300, cuya misión es desarrollar estándares de desempeño de consenso basados en investigaciones actuales y prácticas sólidas para redactar especificaciones para el manejo de los árboles, arbustos y otras plantas leñosas. (Tree Care Industry Association, 2023). Está enfocada en el cuidado de los árboles, que cuenta con operaciones de prácticas estándar para el mantenimiento de árboles, arbustos y otras plantas leñosas, donde actualmente contiene 10 partes.

Norma Standard Z133.1 – Esta norma contiene requisitos de seguridad en arboricultura para podar, reparar, mantener y quitar árboles; para utilizar equipos en tales operaciones. (ISA, 2017). Creada por la Sociedad Internacional de Arboricultura, la cual refiere a los requisitos de seguridad para operaciones arborícolas cuyo propósito es proporcionar criterios de seguridad para arboristas, otros trabajadores y el público.

Permisos

El mantenimiento de la vegetación que crece bajo las redes aéreas de distribución generalmente es responsabilidad de la electrificadora encargada de la operación del sistema. (Arias, Hincapié y Granda, 2014). En este caso, las actividades de mantenimiento de vegetación para el Municipio de Villavicencio en el sistema de distribución de energía de Electrificadora del Meta se encuentran enmarcados en el documento “Guía de manejo silvicultural de árboles ubicados en corredores de líneas de distribución de energía” el cual contiene las técnicas, procedimientos, consideraciones generales y obligaciones para tener en cuenta para llevar a cabo las actividades silviculturales de forma técnica y responsable con el medio ambiente. (EMSA, 2016, p, 5).

En la actualidad, mediante la Resolución PS-GJ.1.2.6.19.-0963 del 6 de junio de 2019 otorgada por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena – CORMACARENA permite realizar la poda de árboles aislados en los corredores de seguridad a la Electrificadora del Meta.

Componente eléctrico

Los árboles que crecen cerca de las redes eléctricas y pueden entrar en contacto con los conductores de las líneas aéreas de MT y BT (Red convencional desnuda) constituyen una fuente potencial de problemas causando frecuentes interrupciones del servicio. Las ramas al romperse pueden caer sobre los conductores produciendo cortos circuitos, los cuales suspenden el servicio de energía y en algunas ocasiones destruyen las redes y la infraestructura causando daños económicos para la Empresa y pérdidas para los clientes afectando la calidad del servicio. (EMSA, 2019, p.1).

Las siguientes son las características que se encuentran en la red eléctrica en el Municipio de Villavicencio, dada la importancia conocer este componente radica en el riesgo con el fin de dar un

manejo apropiado de la energía eléctrica en armonía con el medio ambiente, cumplimiento a los requisitos legales, regulatorios y reglamentarios aplicables en el sistema integral de gestión de los servicios públicos.

Según la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG 097 de 2008 los sistemas de transmisión regional y/o distribución local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:

Nivel 4 - Sistemas con tensión nominal $\geq 57,5$ kV y < 220 kV.

Nivel 3 - Sistemas con tensión nominal ≥ 30 kV y $< 57,5$ kV.

Nivel 2 - Sistemas con tensión nominal ≥ 1 kV y < 30 kV.

Nivel 1 - Sistemas con tensión nominal < 1 kV.”

Fuente. ^a Correa, J. 2017, p. 16.

La Electrificadora del Meta dispone actualmente de actividades correspondientes a la Gestión de la Vegetación en el Municipio de Villavicencio, enfocadas en las intervenciones de poda, tala, y rocería, en proximidad o en interferencia con las redes, de los cuales tienen tres niveles como son 13.2 kV, 34.5 kV y 115 kV, incluyendo el mantenimiento de las franjas de servidumbre.

Las redes son aéreas debido a su menor costo de inversión y operación, donde el mantenimiento que se realiza a la vegetación se refiere a sistemas reparables, ya que en el momento que una red o línea dejan de suministrar el servicio de energía eléctrica debido al crecimiento o caída de la vegetación sobre la red el servicio después de un tiempo puede ser restaurado. (EMSA, 2019, p. 23).

Servidumbre

Se considera servidumbre a una franja de terreno que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transporte de energía eléctrica, como margen de seguridad para la construcción, operación y

mantenimiento de dicha línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno, donde el ancho de servidumbre se estipula de la siguiente manera:

TABLA 1

Ancho de servidumbre en las redes de alta y media tensión

Tipo de estructura	Nivel de tensión (kV)	Ancho mínimo (m)
Torres	110/115 (1 o 2 circuitos)	20
Postes	110/115 (1 o 2 circuitos)	15
Postes	34.5/13.2	8

Fuente. ^a EMSA, 2019, p.61.

Dentro de la zona de servidumbre se debe impedir la siembra o crecimiento natural de árboles o arbustos que con el transcurrir del tiempo comprometan la distancia de seguridad y se constituyan en un peligro. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Riesgo eléctrico

Plantar árboles de gran crecimiento debajo o cerca de estas líneas, requerirá finalmente que la compañía los pade para mantener la distancia de seguridad respecto a los cables. (ISA, 2020), por tanto, existe la posibilidad de circulación de corriente eléctrica por el cuerpo humano en las actividades en cercanías a redes eléctricas, donde el paso de una pequeña corriente eléctrica a través del cuerpo puede acarrear graves consecuencias. (Ministerio de Minas y Energía, 2008).

A continuación, se evidencian las distancias que deben existir para ejecutar dichas actividades.

TABLA 2

Distancias de seguridad en redes de baja, media y alta tensión

Tensión nominal del sistema (fase-fase)	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida(m)	Límite de aproximación técnica(m)
	Parte móvil	Parte fija		
	expuesta	expuesta		
51 V - 300 V	3	1,1	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V- 750 V	3	1,1	0,3	0,025
751 V- 15 kV	3	1,5	0,66	0,18
15,1 kV- 36 kV	3	1,8	0,78	0,25
36,1 kV - 46 kV	3	2,44	0,84	0,43
46,1 kV- 72,5 kV	3	2,44	0,96	0,63
72,6 kV- 121 kV	3,25	2,44	1	0,81
138 kV- 145 kV	3,35	3	1,09	0,94
161 kV- 169 kV	3,56	3,56	1,22	1,07
230 kV- 242 kV	3,96	3,96	1,6	1,45
345 kV- 362 kV	4,7	4,7	2,6	2,44
500 kV- 550 kV	5,8	5,8	3,43	3,28

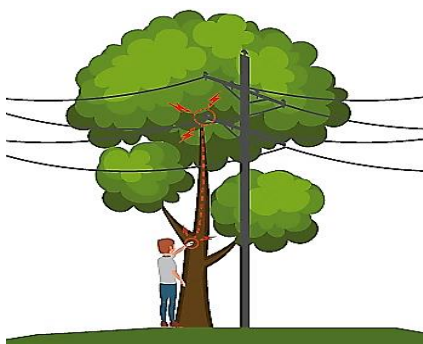
Fuente. ^a Ministerio de Minas y Energía, 2008, p.55.

Cabe anotar que no es necesario tocar un elemento en tensión para electrocutarse. Simplemente con acercarse lo suficiente a una instalación eléctrica energizada y sin protegerse, puede provocar un arco eléctrico y paso de corriente. (Iberdrola, 2022).

Las distancias que se determinan en el RETIE respecto al arbolado están dadas en metros y dependiendo de la tensión que tenga la red eléctrica. Las alteraciones en el sistema se miden con indicadores de gestión como lo es el SAIDI por sus siglas en ingles “System Average Interruption Duration Index” el cual a su vez traduce “Índice de duración promedio de interrupción del sistema”, el cual evalúa la siguiente relación. (Ávila, 2019, p.10)

FIGURA 1

Contacto directo



Nota: Adaptado de Riesgo Eléctrico en Trabajos de Tala y Poda en proximidad de líneas eléctricas

[Imagen]. Por Iberduero e Hidroeléctrica Española. 2022.

Tipos de mantenimiento

- Los procedimientos y técnicas para seguir en el manejo de los árboles que pueden presentar interferencia con las redes de distribución y transmisión de energía eléctrica en el Municipio de Villavicencio, por tanto, la Electrificadora del Meta realiza acciones de mantenimiento en dos tipos.

Mantenimiento preventivo - Es la práctica de sustituir componentes o subsistemas antes de que el sistema deje de operar en forma continua. La frecuencia para realizar el mantenimiento

preventivo se basa en la observación del último comportamiento del sistema y en el conocimiento de los componentes, el cual es vital para la operación de sistema en forma continua.

Mantenimiento correctivo - Es la acción de restaurar un sistema en falla al estado de operación. Esto implica generalmente el sustituir o reparar un componente o un subsistema que sea responsable de la falla total del sistema. Tal mantenimiento se realiza en los intervalos imprevisibles, ya que el tiempo de falla de un componente no es conocido a priori.

Componente técnico operativo

Para las actividades arborícolas que presenten interferencia con redes eléctricas, se debe establecer la cercanía de las ramas a líneas de baja, media o alta tensión, así como la trayectoria de las ramas en su caída, con el fin de tomar la decisión de desenergizar la línea para evitar riesgos de electrocución al personal.

Principios de las actividades de poda

La poda de árboles se define como una técnica de arboricultura dirigida a suprimir las ramas vivas, muertas, enfermas o superfluas de una especie vegetal, con el fin de resolver situaciones de la planta misma, de su interacción con las condiciones específicas del sitio o del entorno ecológico que la rodea. (DAGMA, 2022, p. 6). Desde el aspecto de redes eléctricas, los árboles pueden causar interferencias, cortocircuitos e interrupciones cuando entran en contacto con redes aéreas. La abrasión de las ramas de los árboles puede dañar el aislamiento del conductor. Con la poda se trata de evitar estas interrupciones y daños a los equipos. (EMCALI, 2020, p.25). Para llevar a cabo las actividades de podas se hace importante tener en cuenta las siguientes consideraciones generales:

No se debe quitar más del 30% de la copa del árbol, salvo casos excepcionales en donde dicha copa se encuentre comprometido más de dicho porcentaje respecto a las distancias de seguridad estipuladas por el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE. En estos casos será notificado a

la autoridad ambiental la situación del árbol para que sea la autoridad ambiental quien determine el procedimiento a llevarse a cabo en el árbol en particular.

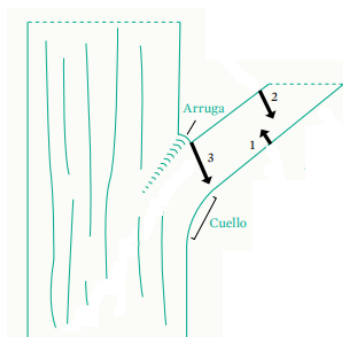
Respetar la forma natural del árbol, en los casos que el árbol haya perdido su forma natural por intervenciones anteriores, se notificará a la autoridad ambiental para que sea la autoridad ambiental quien determine el procedimiento a llevarse a cabo.

Todos los cortes se deben hacer en bisel o chaflán para evitar pudriciones en las ramas podadas, siempre deben ser hechos de tal manera que el agua pueda fluir y no genere pudriciones al corte realizado.

Si en el árbol hay presencia de panales de abejas o avispas o cualquier animal peligroso, se deberá suspender la labor y solicitar apoyo especializado para su retiro. (EMSA,2019).

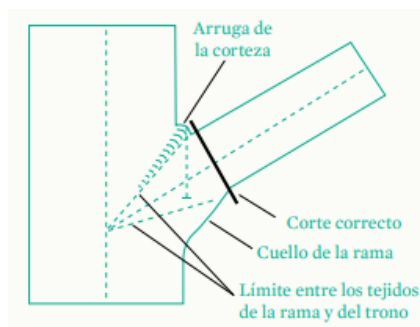
Cortes en la poda

Los cortes deben ser lo más lisos posibles, para facilitar el proceso de cicatrización. Si la rama es demasiado grande o pesada, la poda debe realizarse en varias etapas con el propósito de evitar que las ramas se revienten y puedan provocar daños en la corteza del árbol. (Orjuela, 2007, p.27). Se considera como una rama grande a aquella rama que posea un diámetro mayor a 5 cm, y lo que se quiere evitar al momento de cortarla, es que la rama y/o la corteza del eje principal o de la rama que la sujeta se desgarre. Para evitar el desgarre de estas ramas, se debe aplicar el “método de tres cortes”, el cual consiste en los tres pasos señalados en la figura 2.

FIGURA 2*Corte de rama*

Nota: Adaptado de Manejo de Arbolado Urbano [Imagen]. Por Compañía Nacional de Trasmisión Eléctrica S.A. 2021.

El corte se debe realizar justo donde se encuentra la arruga y cuello de la rama, la cual corresponde a la zona de protección de la rama, ya que en esta zona se encuentran los compuestos químicos y células que son capaces de cicatrizar la herida ocasionada por el corte, además de impedir el ingreso de agentes patógenos. (Transelec, 2021, 23).

FIGURA 3*Zona de protección de la rama y ángulo de corte*

Nota: Adaptado de Manejo de Arbolado Urbano [Imagen]. Por Compañía Nacional de Trasmisión Eléctrica S.A. 2021

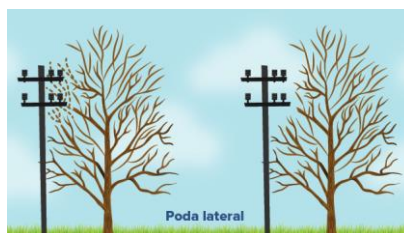
Tipos de podas

Según Llanos y Fernández (2014), algunos procedimientos de poda se pueden ayudar a mantener las condiciones óptimas del árbol y evitar así posibles conflictos con las líneas de energía eléctrica, por consiguiente, existen diferentes tipos de poda como son:

Poda lateral - Consiste en eliminar exclusivamente las ramas que pudieran irrumpir en el cableado de servicio eléctrico, evitando que el corte sea a ras del tronco y tratando que sea siempre después del arrugue de la corteza, dejando el cuello de la rama intacto.

FIGURA 4

Poda Lateral



Nota: Adaptado de Manual de podas para el arbolado urbano [Imagen]. Por Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. 2022

Poda de formación - Tiene en consideración el modelo arquitectónico de la especie y por ende el futuro desarrollo de la copa en el espacio en que el árbol está establecido. Las ramas laterales son retiradas hasta una altura de 1.8m con el objetivo de no perjudicar el tránsito de vehículos y peatones debajo de la copa. Este tipo de poda beneficia a muchas especies vegetales, debido a que hay menor necesidad de corrección a problemas futuros y se crea una mayor resistencia a los vientos y huracanes. (Arias, 2012, p.14).

Poda de emergencia - Se realiza a fin de remover partes del árbol que amenazan la seguridad de la población, las edificaciones y otras instalaciones, como las redes aéreas de energía eléctrica o de

telefonía. Es una poda realizada para resolver una emergencia y su duración es corta, pero el resultado es antiestético. Posterior a ella se debe procurar por realizar una poda correctiva buscando mantener el formato original de la especie vegetal, o en el peor de los casos hacer una substitución del árbol por otro más adecuado. (Arias, 2012, p.14).

Poda de derecho de vía o servidumbre - Es el aclareo de los corredores generados por las líneas de distribución eléctrica; usualmente se sugieren anchos de corredor de 30 pies o 15 pies desde el centro de la línea al borde.

Poda de reducción de copa - La poda para reducir la copa se usa sobre todo cuando un árbol rebasa el espacio asignado. Este método, llamado a veces poda de horquilla descendente, es preferible al desmoche porque produce una apariencia más natural, retarda la fecha de la siguiente poda y minimiza la tensión. La reducción de la copa es un último recurso y suele dejar en los troncos grandes heridas que pueden atraer la pudrición. Este método nunca debe aplicarse a un árbol de forma piramidal. A la larga, es mejor solución remover el árbol y sustituirlo por otro que no crezca más allá del espacio disponible. (USDA, 2022. p,8).

FIGURA 5

Reducción de copa



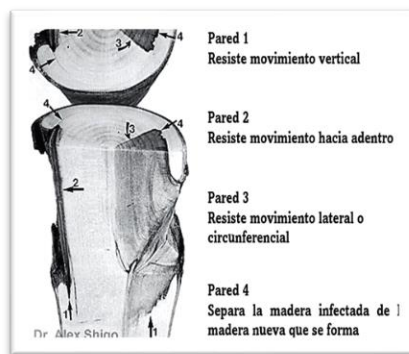
Nota: Adaptado de Manual de podas para el arbolado urbano [Imagen]. Por Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. 2022

CODIT

La identificación de la cresta de la corteza de la rama y del collar de la rama es vital para cortar la rama en un lugar que facilite el cierre rápido y eficaz de la herida, reduciendo la descomposición en el lugar del corte. (Purcell, 2013). Los árboles podados tienen un mecanismo de defensa natural que les permite recuperarse, enviando sustancias antisépticas para detener el avance de organismos patógenos que generarían descomposición de la madera. Este proceso se llama CODIT 'Compartmentalization of decay in trees'. Un acrónimo en inglés que significa compartimentación de la descomposición en árboles. (DAGMA, 2022. p.7).

FIGURA 6

Compartimentación de la descomposición en árboles



Nota: Adaptado de Fundamentos de la poda -101. Conferencia de Arboricultura [Imagen]. Por Duff. 2007.

Cicatrización del corte

La poda afecta el sistema radicular y genera exposición del tejido (heridas) en el árbol, si la poda se hace de manera adecuada un árbol sano puede recuperarse por completo de estas heridas. La capacidad de recuperación del árbol depende de la edad, del estado sanitario y nutricional, de la especie y de las condiciones ecológicas del "sitio". Teóricamente, el número de heridas es inversamente proporcional a la recuperación del árbol, es decir, entre menos heridas, debería recuperarse más rápido,

por eso es importante el análisis previo del estado del árbol para poder direccionar adecuadamente y realizar solo los mínimos cortes. (DAGMA, 2022. p.7).

Competencias del personal operativo

Para las actividades arborícolas se debe contar con una o varias cuadrillas que estén integradas como mínimo por un supervisor de campo y un podador, el número de podadores será proporcional al volumen de trabajo y al tiempo disponible para ejecutarlo. (EMSA, 2016). Cada cuadrilla debe contar con una persona que tenga conocimientos forestales que le permita desempeñarse como supervisor de campo, esta persona debe tener las siguientes competencias:

Conocimiento del tipo de árboles de la zona de influencia de las redes.

Capacidad de identificar el estado fitosanitario de los árboles.

Conocimiento de técnicas de poda y tala.

Conocimiento de la legislación ambiental aplicable a este aspecto.

Conocimiento del riesgo eléctrico inherente al trabajo en redes de distribución.

Procedimiento de trabajo

Según Cáceres (2019), el procedimiento de trabajo está definido por las siguientes 6 etapas, las cuales son ajustables a las condiciones de campo, tales como topografía, permisos, especies, directrices de la empresa de servicios públicos entre otros y son las siguientes:

Diligenciamiento de formatos.

Planificación metodología de trabajo.

Demarcación y señalización de área.

Desarrollo de actividad.

Cicatrización.

Recolección y repique de residuos.

Al realizar la poda de árboles se debe:

Validar los permisos de la autoridad ambiental.

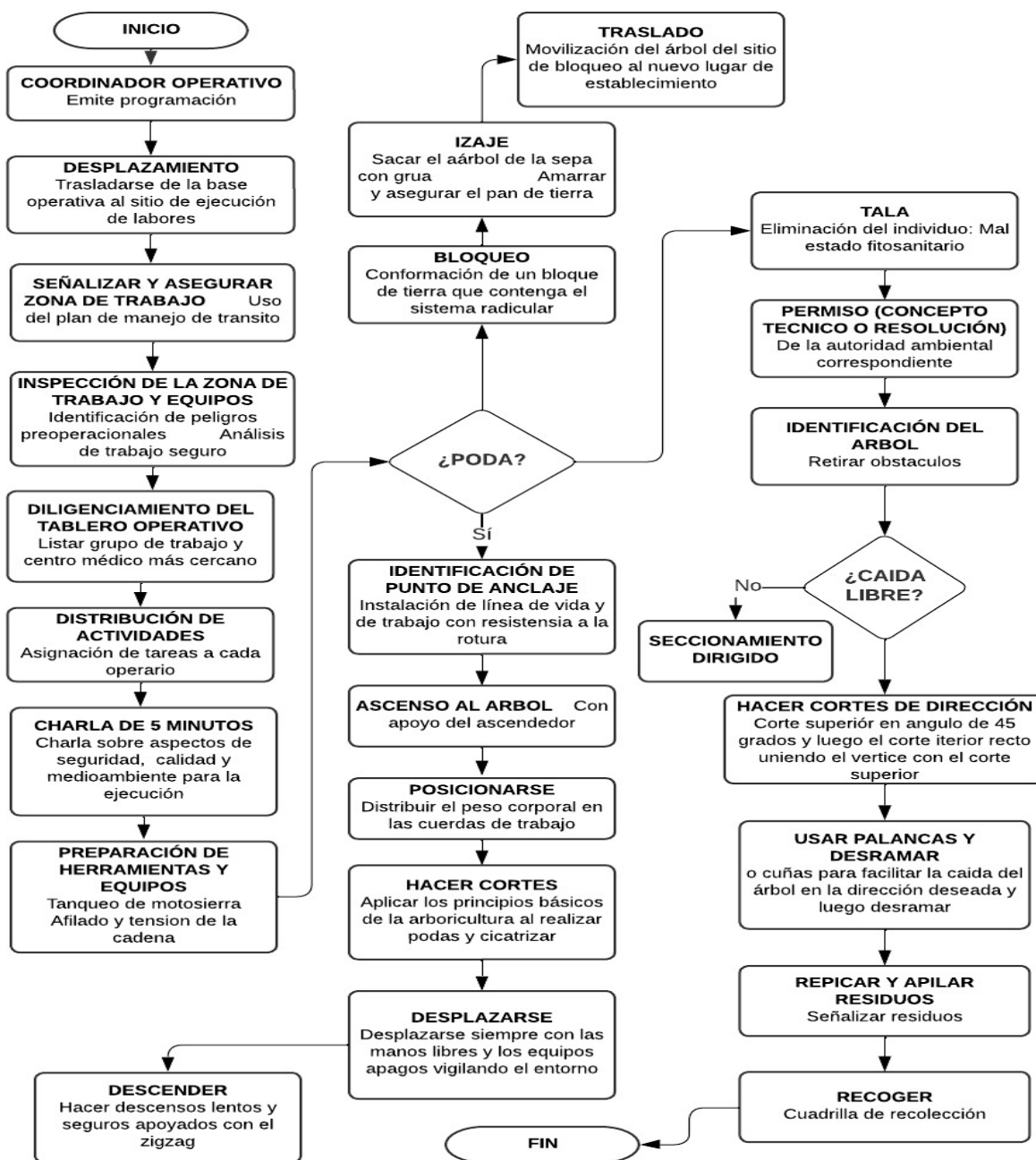
Verificar el buen estado de los equipos de ascenso, cuerdas y herramientas de corte.

Para los trabajos de poda donde se intervenga con redes energizadas se contemplarán los requisitos de trabajos con tensión, así mismo se consideran energizados los circuitos cuyos conductores sean semi aislados, cubiertos, protegidos o ecológicos. El personal en cargado de realizar la poda técnica deberá contar con la habilitación de la empresa y formación en peligros eléctricos. Para los trabajos de poda donde se intervengan en redes desenergizadas se deben aplicar las reglas de oro y los procedimientos seguros de trabajo para la intervención del peligro eléctrico. (Ministerio de Trabajo, 2019, p.29).

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que describe el paso a paso de las actividades, con una breve referencia que orienta la ejecución de estas actividades.

FIGURA 7

Diagrama de flujo de la fase operativa



Nota: Adaptado de Propuesta para Mejorar la Prestación del Servicio de Arboricultura en la

Empresa Bosque y Jardín Ltda. [Imagen]. Por Montoya, N., Casas, P. 2016.

Equipos de protección para trabajo seguro en altura

El ministerio de trabajo mediante la resolución 4272 de 2021 estableció el reglamento de seguridad para la protección en trabajo en alturas. Teniendo en cuenta esta reglamentación para EMSA S.A ESP hacen parte del sistema de protección para trabajo en alturas los siguientes implementos:

Arnés de cuerpo entero con 5 argollas Norma ANSI-Z359.1

Mosquetones de cierre automático resistencia mínima 22.2 kn Norma ANSI-z

Eslinga de posicionamiento regulable Norma ANSI-z359.1

Línea de vida con arrestador Norma ANSI-z359.1

Eslinga en Y Norma ANSI- Z359.1

Conectores de anclaje, uno corto, uno mediano y uno largo o regulable.

Cuerda certificada para trepa.

Prusik mecánico para poda tipo ZIG-ZAG.

Cuerdas de servicio.

FIGURA 8

Equipo de protección personal para actividad de podas



Nota: ^a EMSA (2022, p.7).

Técnicas de trepa

EMSA (2021), considera que se pueden dividir las técnicas de trepa donde en dos tipos:

Sistema dinámico: la cuerda y el trepador se desplazan juntos cuando él o ella se mueven por el árbol. La técnica de impulso corporal emplea este tipo de sistema. Cuando el trepador tira hacia abajo del cabo suelto, el otro extremo de la cuerda sube con el trepador. El progreso del trepador se asegura deslizando el nudo de fricción por la cuerda de trepa. En este caso, el nudo de fricción permite al trepador alternar fácilmente entre el ascenso y el descenso con total seguridad. Por esta razón se suele preferir el sistema dinámico como método principal para trabajar en el árbol.

Sistema Estático: El trepador asciende por una cuerda fija e inmóvil, Las técnicas de presa de pie asegurada y de una sola cuerda emplean este tipo de sistema. Los trepadores utilizan nudos de fricción, puños elevadores y/o pies para subir por la cuerda y asegurar posteriormente su posición. Para realizar el descenso se instala otro aparato en combinación con el nudo de fricción que sirve de amarre automático. Este sistema es el preferido de muchos profesionales como método para acceder a la copa. Se elige muy a menudo para ascensos largos y/o cuando se puede aislar la cuerda por una sola rama. (EMSA, 2021, p.27).

Cordaje

El cordaje es el uso de cuerdas, poleas, dispositivos de fricción y otros implementos para cortar árboles o eliminar ramas. Es una técnica más avanzada en el trabajo en árboles, siendo la misma exigente y peligrosa. (International Society of Arboriculture, 2022).

FIGURA 9

Uso de cuerdas en podas



Nota: Adaptado de Manual silvicultural de árboles en energía eléctrica [Imagen]. Por EPSA. 2013.

Las cuerdas estáticas son un elemento principal en cualquier sistema de trabajo en altura. Las cuerdas para instalaciones están hechas para trabajos pesados de montaje y acarreo. Construidas para brindar alta resistencia y durabilidad, nuestras cuerdas se deslizan fácilmente por los equipos y ofrecen distintas características de elongación para satisfacer todas sus necesidades en la instalación de sus sistemas. (Sterling, 2017, p. 6).

Las cuerdas en poliéster presentan una menor resistencia que el nylon, aunque las ventajas que presenta son mayores que las de éste. Es uno de los componentes ideales en las cuerdas del arborista, puesto que presenta estiramiento mínimo, una elevada resistencia a la abrasión superficial e interna, una gran resistencia a los ácidos, una mejor resistencia a los rayos ultravioletas no absorbe el agua y funde a los 249°C. (Vega, 2022).

Componente forestal

Paisajismo y arbolado

Cardona y Bermúdez (2019), afirman que los árboles urbanos prestan una serie de servicios que van desde la eliminación de contaminantes en el aire, el secuestro de carbono, la reducción de temperaturas locales, atenuación de ruido hasta el embellecimiento y paisajismo de las zonas urbanas, favoreciendo en conjunto la funcionalidad ecológica de todo el territorio.

Los árboles son plantas leñosas con una fuerte estructura anatómica que les da gran resistencia y flexibilidad contra la fuerza del viento. La arquitectura del árbol ha sido diseñada por la selección natural de los mejores genotipos. Sus tejidos están constituidos por células con diferente figuras y formas, lo que ha servido de base para su clasificación y separación en dos grandes divisiones: Gimnospermas y Angiospermas. (Rivas, 2000, p. 56)

Según la Alcaldía del Municipio de Villavicencio (2020). El proceso de arborización en Villavicencio, tanto del espacio público y los espacios privados, ha surgido sin una orientación técnica, siendo las tendencias culturales la base del criterio para seleccionar las especies a sembrar. En lo que respecta al diagnóstico del arbolado urbano del municipio, en el marco del plan Paisajístico y de Ornato se llevó a cabo un inventario general de zonas verdes, de especies arbóreas y arbustivas en el 100% de parques, plazas y plazoletas, separadores, vías peatonales, andenes y áreas verdes de las comunas.

Actividades para el manejo del arbolado

Poda de árboles: Incluye visita previa, programación de recursos, ejecución de maniobras de energización y desenergización si las hay, recolección y disposición final de residuos de la poda el mismo día de su generación, tratamiento de cortes con cicatrizante, geo-referenciación del árbol, toma de datos del árbol a intervenir, toma de registros fotográficos antes y después de realizar la actividad.

Instalación de placas, digitación y actualización de la información en las bases de datos de EMSA E.S.P. para inventarios, visitas de inspección a los trabajos, si son solicitados por la autoridad ambiental.

Tala de árboles: Incluye visita previa, verificación y programación de trabajos, programación de recursos, ejecución de maniobras de energización y des energización si las hay, recolección y disposición final de residuos de la tala el mismo día de su generación, toma de datos del individuo a intervenir, georreferenciación, toma de registros fotográficas antes y después de realizar la actividad. Tratamiento del tocón para evitar rebrotes, actualización de la información en las bases de datos de EMSA ESP para inventarios, visitas de inspección a los trabajos, si son solicitados por la autoridad ambiental.

Mantenimiento de servidumbre en líneas de AT: Aplica para servidumbres establecidas por metro cuadrado de servidumbre, según las normas vigentes para corredores de líneas de alta tensión incluye: poda, rocería, desmonte, despeje de bases de estructuras, tratamiento de rebrotes, tala.

Poda de Setos o Cercas vivas: Por metro lineal. Incluye visita previa, verificación y programación de trabajos, programación de recursos, ejecución de maniobras de energización y des energización si las hay, recolección y disposición final de residuos de la poda el mismo día de su generación, toma de registros fotográficas antes y después de realizar la actividad, digitación y actualización de la información en las bases de datos EMSA E.S.P. para inventarios, visitas de inspección a los trabajos, si son solicitados por la autoridad ambiental.

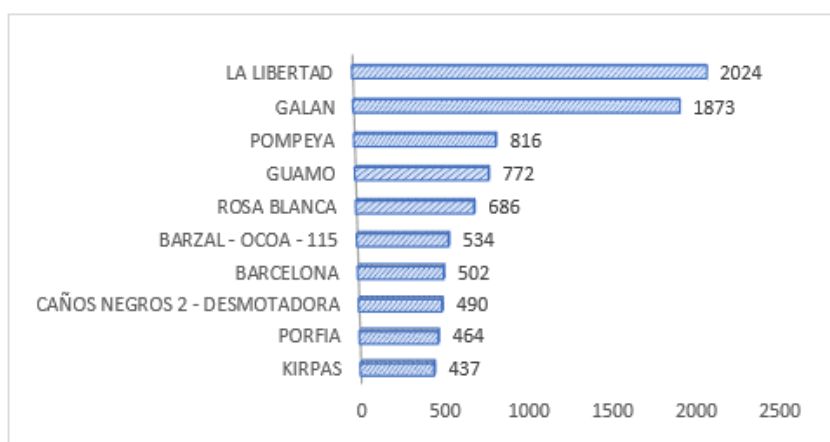
Rocería: Consiste en la eliminación de vegetación achaparrada, así como arbustos con altura menor o igual a 5 m y DAP < 10 cm (diámetro altura de pecho), incluye verificación y programación de trabajos, programación de recursos, ejecución de maniobras de energización y des energización si las hay, aplicación de herbicida en la zona intervenida, recolección y disposición final de residuos el mismo día de su generación, toma de registros fotográficas antes y después de realizar la actividad. EMSA (2022).

Caracterización forestal

Según el informe forestal de la Electrificadora del Meta (2022) en el año 2021 se realizó intervención a la vegetación de 15.128 podas, 358 rocerías y 36 talas para un total de 15.522 actividades silviculturales en el municipio de Villavicencio.

GRÁFICA 1

Circuitos intervenidos



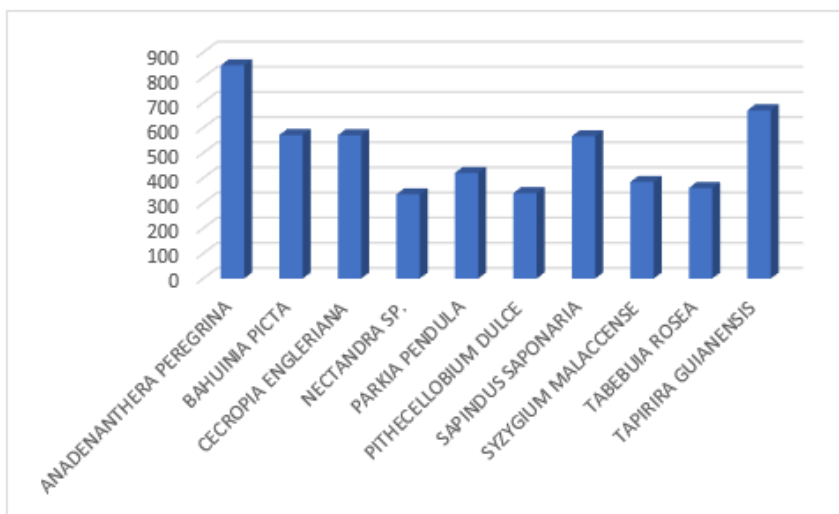
Nota: Informe forestal anual 2021. Poda de árboles en mantenimiento preventivo y correctivo de redes de distribución de energía de emsa e.s.p [Gráfica]. Por (EMSA, 2022, p. 17)

La gráfica 1 muestra que en el año 2021 mediante informe forestal nos indican que el circuito la libertad 13,2 kV tuvo la mayor cifra de intervenciones silviculturales con 2024, seguido del circuito Galán 13,2 kV.

Así mismo se lograron identificar 256 especies, en la siguiente tabla se pueden observar las especies más intervenidas en el transcurso del año. *Fuente.* EMSA, 2022.

GRÁFICA 2

Especies con mayor número de intervenciones



Nota: Informe forestal anual 2021. Poda de árboles en mantenimiento preventivo y correctivo de redes de distribución de energía de emsa e.s.p [Gráfica]. Por (EMSA, 2022, p. 17)

En la gráfica 2 se aprecia las 10 especies con mayor frecuencia de intervenciones en el año. EMSA (2022).

Los individuos arbóreos podados siempre se georreferencian y se marcan con una placa con el fin de identificarlos fácilmente en su próxima intervención o en caso de alguna solicitud de alguna entidad o persona que lo solicite. (EMSA. 2022).

TABLA 3

Especies taladas

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Anacardiácea	<i>Spondias mombin</i>	Hobo
Anonácea	<i>Xylopia aromatica</i>	Malagueto
Bignoniácea	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday
Cecropiaceae	<i>Cecropia engleriana</i>	Yarumo
Fabácea	<i>Pithecellobium dulce</i>	Payande, gallinero
Laurácea	<i>Nectandra sp.</i>	Laurel amarillo
Malvácea	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso
Morácea	<i>Ficus elastica</i>	Caucho de la india
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Guadua
Sapindácea	<i>Sapindus saponaria</i>	Pepo

Fuente. ^a EMSA, 2022, p.45.

Actualmente se realiza el levantamiento forestal mediante un programa de podas y llevarán un registro pormenorizado de los trabajos realizados que contenga el inventario y la ubicación georreferenciada para cada uno de los individuos y las fichas con reporte fotográfico que demuestre el estado anterior y posterior del tratamiento realizado. Cabe resaltar que los árboles intervenidos en zona urbana serán marcados con una placa numerada que se instalará a una altura aproximada de 1.8 m. (EMSA. 2022).

Componente Ambiental

Según EMSA (2021), las actividades de poda deben promover el desarrollo sostenible y fomentar la responsabilidad ambiental, mediante la gestión de acciones que minimicen los impactos ambientales

inherentes a las actividades desarrolladas por el cumplimiento de sus funciones de intervención de la vegetación basados en los siguientes parámetros:

Desarrollo e implementación de programas para el uso eficiente del agua y la energía eléctrica.

Actualización del procedimiento y el programa de manejo de residuos sólidos y PGIRS.

Realización de campañas sobre el manejo de residuos.

Desarrollo e implementación campaña de reforestación.

Verificación del cumplimiento de la programación de mantenimiento preventivo-correctivo a los vehículos.

Actualización el procedimiento de manejo seguro de sustancias químicas.

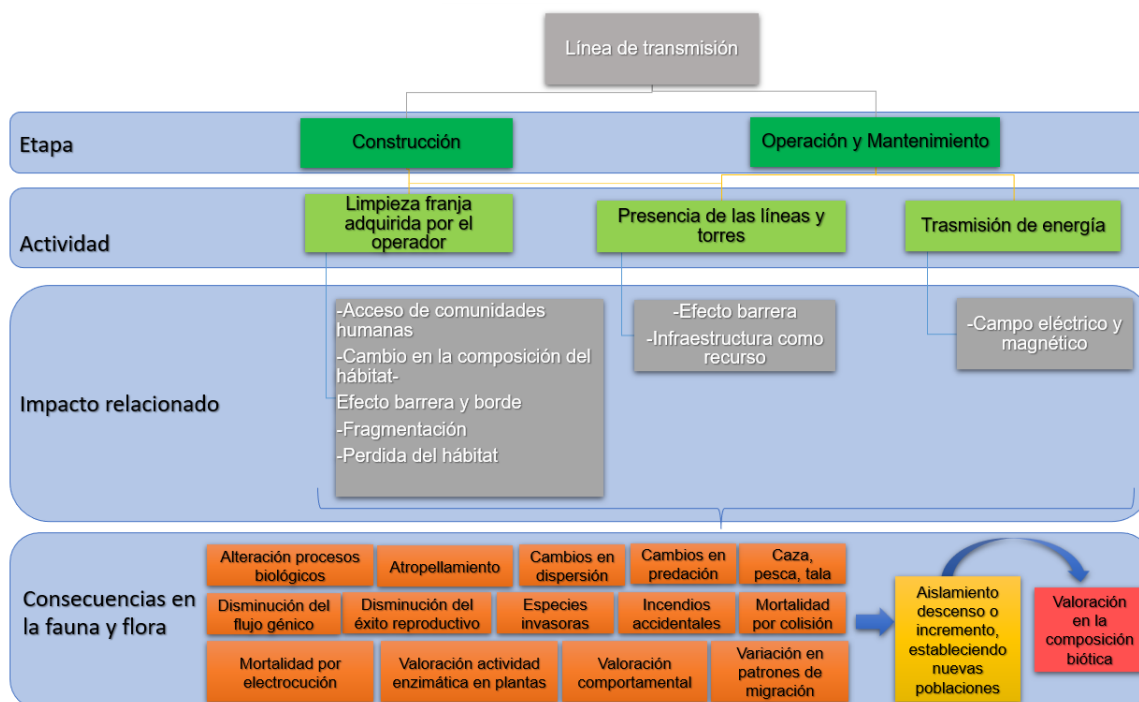
En las obras y proyectos que aplique se debe reportar ante las autoridades ambientales la presencia de animales de interés o en vía de extinción.

Impacto en la biodiversidad

Según Berger (2010), el mantenimiento de las redes eléctricas puede considerarse como una amenaza para la biodiversidad debido a que en esta etapa se requiere en mayor medida intervenciones de áreas naturales como talas, remoción de vegetación, apertura de caminos, excavaciones, presencia de trabajadores y maquinaria, instalación y mantenimiento de infraestructura entre otras.

FIGURA 10

Impactos y efectos de líneas de alta tensión sobre la fauna y flora



Nota: Adaptado de Prácticas de manejo implementadas en líneas de alta tensión para contrarrestar los impactos negativos sobre la fauna y flora: análisis del caso colombiano y de algunos países en Latinoamérica [Imagen]. Por Pontificia Universidad Javeriana. 2018.

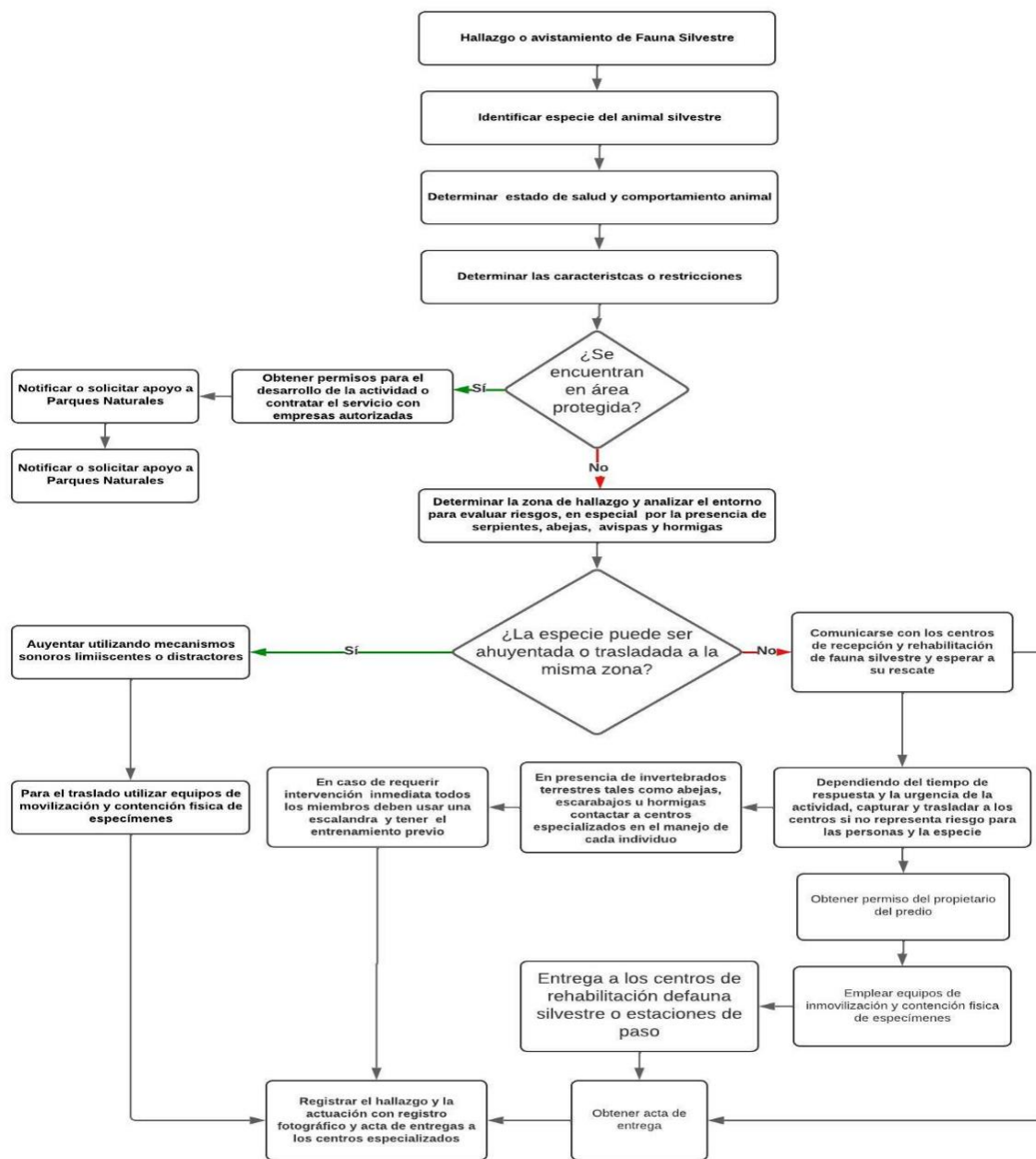
Manejo de Fauna

La protección de la fauna y flora es una prioridad a nivel mundial, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, para el año 2012, el 25% de las especies de un total de 63.837 se encontraban en peligro de extinción. Frente a esto, organismos internacionales, gobiernos y organizaciones han identificado la necesidad innata que hay de tomar medidas apropiadas con el fin de mitigar el impacto que el ser humano tiene frente a los ecosistemas y al equilibrio natural del planeta la tierra. Es responsabilidad de las entidades del estado encargarse de la administración y manejo a nivel

nacional o regional de la fauna y la flora, además solamente ellos deben adelantar cualquier tipo de manipulación, traslado o autorización de acceso a especies de la diversidad biológica. (Codensa, 2017, p.2).

FIGURA 11

Esquema de actuación



Nota: Adaptado de Protocolo para el manejo de fauna silvestre durante las actividades desarrolladas por Codensa S.A. esp. [Imagen]. Por Codensa S.A. E.S.P.2017.

Manejo de residuos

El tratamiento de los residuos (ramas, hojas, etc.) es una parte integral de la operación de poda. Estos pueden ser retirados, astillados, apilados en el lugar de trabajo, procesados para leña, etc. (AEA, 2021). La disposición de estos productos en rellenos sanitarios es muy costosa por el cargue y descargue de los vehículos, transporte, disposición y reducción de la capacidad del relleno sanitario. (Parra et al., 2010).

La naturaleza estructural y la proporción de carbono con relación al nitrógeno de las plantas herbáceas desechadas y sus cortes provocan la descomposición más rápida, mientras que las plantas maduras no logran esto. Todas estas características antes descritas afectan la facilidad, el tipo de manejo, disposición, y de ese modo determinan el método de manejo. demás se pierde su potencial de uso en diferentes actividades. (García, 2021, p.11).

Desarrollo temático

Se realizó una investigación documental para el desarrollo de los estudios literarios recientes publicados en Colombia y en otros países compuesta por 4 fases, las cuales se describen a continuación:

Fase 1

Realizar la consulta de los estudios más recientes en el desarrollo de la temática en las bases de datos que se encuentran en los repositorios institucionales de las diversas facultades de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional, Universidad del Tolima, Pontificia Universidad Javeriana, Universidad Libre, Universidad del Norte, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad de Purdue, donde se registran recursos digitales como tesis de pregrados y maestrías, adicionalmente se consultaron páginas web de diversos organismos como la Sociedad Internacional de Arboricultura-ISA, Banco Interamericano de Desarrollo-BID, Asociación Colombiana de Arboricultura -ACA, entidades públicas como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Trabajo, Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente de la Alcaldía de Santiago de Cali-DAGMA, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, Secretaría de Medio Ambiente de la Alcaldía de Villavicencio-SEMA y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena-CORMACARENA. Entidades nacionales pertenecientes al sector energético como ENEL, EMSA, ISA, EMCALI, CELSIA, EPSA, TRANSELEC, al igual artículos de países como y Transelec en Chile, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos-USDA, y Asociación Española de Arboricultura-AEA

Fase 2

Posteriormente se dio inicio mediante criterios basados en la normatividad vigente e información técnica operativa que apuntan a la intervención de la vegetación en redes eléctricas, en consecuencia, elegir por categoría de la temática, lo que permitió darle sentido al análisis comenzando desde los más

generales a los específicos, así mismo combinar de los resultados de diferentes fuentes de información secundaria obtenida.

Fase 3

Luego se analizó la información secundaria más precisa donde se establece una estructura de acuerdo con su clasificación, que en este caso se divide por normatividad, seguidamente componente eléctrico, técnico operativo, forestal y ambiental. Allí se comparan diferentes posturas de autores sobre el tema específico basados en los objetivos descritos para el desarrollo de la temática, con el fin que exista una mejor comprensión de los procesos.

Por directriz de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena – CORMACARENA, deben existir consideraciones en los que prevalezca la estructura natural de los individuos intervenidos.

La Electrificadora del Meta a través de la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG cita los tipos de tensión basado en niveles, en los cuales las redes eléctricas coexisten con la vegetación y los tipos de intervención que realizan en diversas áreas del municipio de Villavicencio. (EMSA, 2022).

Se establece mediante el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE, las distancias de seguridad para que exista límite de acercamiento del personal que realiza la maniobra. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

Según Cáceres (2019). Para realizar las actividades silviculturales se deben tener en cuenta un correcto proceso de mantenimiento forestal que implica realizar diferentes actividades de la forma más segura posible.

En la fase operativa, Montoya y Casas (2016). Describe la ejecución la actividad de poda y tala en un diagrama de flujo establecido para la fase operativa con un inicio, un proceso y un fin.

Fase 4

Por último, se realiza una evaluación y síntesis detallada para determinar la práctica silvicultural más adecuada en la intervención de la vegetación para el mantenimiento preventivo y correctivo del arbolado que interviene las redes de distribución eléctrica, donde se estiman los principios de actividades de poda, tipos de mantenimiento, tipos de poda, cicatrización del corte, equipos de protección personal y colectivo, las competencias que debe tener el personal operativo, el manejo de la fauna asociada a estas actividades.

Según la EMSA (2019), la poda técnica de árboles se lleva a cabo teniendo en cuenta la fisiología y fisionomía de los árboles, por tal razón no se debe quitar más de una tercera parte de la copa, los cortes deben ser hechos en la base de la rama dejando ramas “tira savia” que es una rama o ramita lateral que se debe dejar al podar una rama de orden superior, su diámetro debe ser como mínimo $1/3$ del diámetro de la rama eliminada del árbol. Esto permite el normal desarrollo de nuevo follaje, no se deben hacer desgarres de corteza, ni dejar tocones, hay que hacer cortes limpios para coadyuvar en la rápida curación del árbol.

Así mismo El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente – DAGMA, afirma que nunca se debe cortar la parte gruesa de la rama, si dejar una lateral o “tirasavia” que con sus hojas cumpla la función de irrigar savia en el área afectada. Esta rama lateral debe tener como mínimo una tercera parte del diámetro de la rama o tronco donde se origina. (DAGMA, 2022, p.6).

La Electrificadora del Meta (2022) designa que la cuadrilla de recolección de residuos de la Electrificadora de Meta debe tener un medio de transporte, por tanto, es la responsable de recoger en un plazo no mayor de (48) horas los residuos dejados por las cuadrillas de podas en los sitios donde se esté trabajando; se les dará prioridad a las zonas urbanas de acuerdo con las directrices de la interventoría. En el mismo sentido Empresas Municipales de Cali, indican que la recolección de los

residuos de poda en redes eléctricas es responsabilidad de la empresa del servicio público de aseo o de quien ejecute esta actividad. Debe realizarse en un tiempo máximo de cuatro (04) horas después de haberse ejecutado.

En las heridas dejadas en el tronco por el corte de ramas o rasgamiento involuntario de la corteza u otras heridas, deberá aplicarse un cicatrizante. La aplicación del cicatrizante se hace con objeto de proteger la herida de cualquier agente externo (bacteria, insectos, hongos, rayos del sol, entre otros), que puede llegar a afectar los tejidos expuestos y por ende la salud del árbol. En cortes grandes se debe cubrir las heridas para proteger los tejidos expuestos a cualquier agente externo (bacteria, insectos, hongos, rayos del sol). (EMSA, 2022, p. 32).

Según Llanos y Fernández (2014), sirve de muy poco aplicar selladores en los muñones de los cortes mal ejecutados o en grandes heridas hechas a ras del tronco, dado que existe una respuesta del sistema de defensa de los árboles que les permite aislar las heridas y encerrarlas sin que avance la descomposición. De allí que no se requiera pintar la herida, no es necesario, por tanto, ayudar al árbol de esta manera, lo que importa es emplazar los cortes en el lugar adecuado y realizarlos apropiadamente para favorecer el proceso de la compartimentalización de aquellas. Únicamente se utilizarán dichos selladores adicionando un fungicida en aquellos árboles que en el momento de la poda presenten enfermedades ocasionadas por hongos.

Existen posiciones encontradas sobre la conveniencia de aplicar selladores a los cortes de podas, aunque la mayoría de los autores se orientan por no utilizarlas, ya que no hay evidencias científicas de que tengan efectos positivos. De hecho, los selladores no detienen las pudriciones, por el contrario, a veces las favorecen por mantenerlas dentro protegidas. Los árboles han aprendido a curarse desde que aparecieron hace más de 250 millones de años, desarrollando procesos naturales efectivos, como flujo

de resinas, gomas, savia, fenoles, látex y toxinas, por lo que debemos dejar que los utilicen. (Rivas, 2000, p. 84).

La utilización de los equipos de protección personal por parte de la Electrificadora del Meta asegura que el trabajo sea más productivo y seguro, asumiendo que se conoce cada aparato utilizado. Las demandas puestas sobre el equipo del arbolista por cargas dinámicas y la abrasión significan que herramientas y equipo de otras industrias no son siempre aplicables al cuidado de los árboles. EMSA (2022). El trabajo en y alrededor de los árboles puede ser una profesión muy peligrosa si no se tiene cuidado y no se toman las medidas de seguridad apropiadas. La seguridad siempre tiene que ser la máxima prioridad; es más que usar equipo especial, vestir ropa apropiada o asistir a reuniones en ocasiones. (EPSA, 2013, p,8).

Según ENEL (2017), en su manual de control ambiental para la gestión de la vegetación afirma que se han establecido directrices para el manejo de los principales grupos faunísticos encontrados durante las actividades de mantenimiento de la red, considerando el marco normativo y características de las especies en el área de influencia.

En la programación de los trabajos silviculturales en el Departamento de Cundinamarca se hace necesario dar un aval para iniciar con la fase de programación de la ejecución de la orden de trabajo, para los trabajos programados y no programados, la cual se realiza a través de un acta de entrega mediante el cual se establecen plazos para su ejecución en terreno. (ENEL, 2020, p.15). Mientras que, en el Departamento del Meta, según el plan de mantenimiento normalizado generado por la Gerencia de Distribución de EMSA E.S.P. la programación de actividades se hará de acuerdo con el plan de mantenimiento que, con anticipación a la ejecución de los correspondientes trabajos, donde se deberá organizar su propio programa de trabajo semanal sobre la base de la planeación entregada por el

interventor. Una vez elaborado este plan de trabajo, deberá presentarlo al interventor para su revisión y aprobación. (EMSA, 2022, p.12).

Para el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente – DAGMA, las podas no son solamente un procedimiento operativo, sino una intervención sobre el componente primario de la estructura ecológica principal y complementaria de la ciudad, que además aporta elementos de estética, identidad barrial y cumple funciones en la regulación y mitigación de factores generados por el cambio climático.

Discusión

En la investigación documental se puede evidenciar que existen vacíos en los métodos de la aplicación del cicatrizante pues no hay información precisa si se debe aplicar o no cicatrizantes en los individuos intervenidos en las actividades silviculturales. Adicionalmente, existen algunas directrices de manejo de fauna de manera general en Colombia, pues se requiere una guía de manejo específica para la prevención y mitigación de fauna en presencia de redes eléctricas. En el departamento del Meta, la Electrificadora del Meta E.S.P. adopta el manejo básico impartido por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena.

En la práctica de poda las empresas públicas prestadoras de energía tienen la misma postura de considerar los tres principios básicos de la poda de árboles, como lo son el remover como máximo una tercera parte de la masa total del árbol, hacer muchos cortes, pequeños, pocos grandes y dejar siempre una rama tira savia.

Para la disposición de los residuos vegetales resultantes del manejo arbóreo, como último eslabón del proceso en la actividad silvicultural se afirma que, este debe realizarse en un tiempo no mayor a las 24 horas en un lugar apropiado, con el fin de minimizar el impacto ambiental de las actividades generadas por poda, tala y rocería, de tal forma que se integre al ciclo de descomposición y mineralización.

Por último, todas las empresas de servicios públicos que realizan las actividades silviculturales en sus asignaciones diarias de trabajo adoptan las normas ANSI A300 con la intención estandarizar las prácticas de manejo de trabajo para el cuidado de no solo de los árboles, también palmas, arbustos y otras plantas leñosas, con la finalidad de cumplir los objetivos de manejo de vegetación.

Resultados

Se puede dar como resultado el conocimiento del manejo de la vegetación en el Municipio de Villavicencio por parte de la Electrificadora del Meta E.S.P. el cual posee las mejores técnicas de intervención silvicultural utilizadas en el manejo de la vegetación asociada a las redes eléctricas por su gestión bajo la normatividad vigente, lo cual permite ser competente bajo criterios técnicos, donde la entidad pública cuenta con procesos seguridad y salud en el trabajo, buenas prácticas eléctricas, lineamientos en manejo de fauna silvestre, desarrollo sostenible y aprovechamiento forestal, esto hace que existan condiciones seguras tanto para el árbol intervenido como para quienes lo intervienen.

Conclusiones

De acuerdo con el análisis literario frente a las prácticas silviculturales, se puede concluir que la legislación vigente emitida por diversas entidades, ejercen tanto control como determinación en los deberes, procedimientos y consideraciones ambientales para la intervención de la vegetación con riesgo eléctrico en el municipio de Villavicencio.

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en Colombia, hace que las labores silviculturales en cercanías a redes energizadas tengan condiciones más seguras, lo que implica saber los límites y alcances que se deben tener en cuenta al ejecutar los trabajos en el despeje de la vegetación, donde el entrenamiento continuo a las técnicas silviculturales hace que favorezca a quien realizan esta actividad, pues se requiere que cada vez más se cree la cultura de la seguridad.

El Plan de Ornato planteado por la Secretaría de Medio Ambiente-SEMA, es descrito como un instrumento técnico forestal de planeación, control y monitoreo, que ayuda a establecer una óptima gestión en manejo del arbolado por parte de la Electrificadora del Meta.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Villavicencio. (2020). Plan de Desarrollo de Villavicencio 2020-2023.

<http://historico.villavicencio.gov.co/MiMunicipio/ProgramadeGobierno/Plan%20de%20Desarrollo%20Villavicencio%20Cambia%20Contigo%202020%20-%202023.pdf>

Alcaldía de Villavicencio. (2020, 8 de octubre). Decreto 1000-24/367. Plan de Ornato del municipio de Villavicencio.

<http://historico.villavicencio.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/BOLETINES%20OFICIALES/Vigencia%202020/BOLETIN%20OFICIAL%20135%20DEL%2009%20DE%20OCTUBRE%20DE%202020.pdf>

Arias, A. (2012). Programación óptima del mantenimiento de la vegetación bajo redes aéreas de distribución de energía eléctrica. [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira].

Repositorio institucional. <https://repositorio.utp.edu.co/items/e0dc4a8c-64dd-4898-b4cf-1e65b3181e58>

Arias, A., Hincapié, R., Granda, E., (2014). Programación óptima del mantenimiento de la vegetación bajo redes aéreas de distribución usando una técnica de optimización multiobjetivo. Universidad Tecnológica de Pereira.

<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/6213191A696.pdf>

Asociación Española de Arboricultura [AEA]. (2021). Estándar europeo de poda de árboles.

<https://aearboricultura.org/project/estandar-europeo-de-poda/>

Ávila, C. (2019). Generación de ciclos de podas para el arbolado en afectación con redes de distribución en Bogotá D.C. [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio

institucional. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26120>

- Bonell, A. (2018). Prácticas de manejo implementadas en líneas de alta tensión para contrarrestar los impactos negativos sobre la fauna y flora: análisis del caso colombiano y de algunos países en Latinoamérica. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/35635>
- Cáceres, F. (2019). Despeje forestal bajo corredores en redes de conducción de energía en el departamento de Boyacá. [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/23111>
- Cardona, k. Bermúdez, V. (2017). Arbolado urbano como estrategia de gestión de la calidad de aire. [Tesis de especialización, Universidad de Antioquia]. Repositorio institucional. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15906/1/CardonaKarla_2019_ArboladoUrbanoEstrategia.pdf
- Codensa S.A. (2017). Protocolo para el manejo de fauna silvestre durante las actividades desarrolladas por Codensa S.A. E.S.P.
- Compañía Nacional de Trasmisión Eléctrica S.A. [Transelec]. (2021). Manejo de Arbolado Urbano. Buenas prácticas de poda para un manejo sostenible. <https://www.transelec.cl/wp-content/uploads/2021/06/Manual-arbolado-urbano-Transelec.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (2000, 24 de julio). *Ley 599 de 2000*. Código penal. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6388>
- Congreso de la República de Colombia. (2006, 20 de abril). *Ley 1021 de 2006*. Ley General Forestal. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2007/5202.pdf>

Congreso de la República de Colombia. (2011,16 de junio). *Ley 1450 de 2011*. Plan nacional de Desarrollo 2010-2014. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101>

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena. (2004). PS-

GJ.1.2.6.13.-0968 de 2004 por medio del cual se acogen y se establecen términos de referencia para la elaboración del plan paisajístico y de ornato en el ámbito forestal, “plan de ornato” en el departamento del Meta. Villavicencio: Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena.

<https://www.planeacionvillavicencio.gov.co/ExpedienteMunicipal/I.%20ARCHIVO%20HISTORICO/C.%20REGULACION/Reglamentacion%20Autoridad%20ambiental%20-%20Uso%20recursos%20naturales/RESOLUCION%201.2.6.13.0968%20de%202013%20TR%20elaboracion%20plan%20de%20ornato.pdf>

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena. (2016). Resolución

PS-GJ.1.2.6.19.-0963 del 6 de junio de 2019 por medio de la cual permite realizar la poda de árboles aislados en los corredores de seguridad a la Electrificadora del Meta.

Correa, J. (2017). Gestión óptima y planeamiento del mantenimiento de la vegetación bajo redes aéreas de distribución de energía eléctrica. [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira].

Repositorio institucional. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/2b2204e9-e2e1-46b0-b8cf-4208114e2c2b/content>

Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. [DAGMA]. (2022). Manual de podas para el arbolado urbano. Alcaldía de Cali.

<https://www.cali.gov.co/dagma/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=66323>

Duff, M. (2007). Fundamentos de la poda -101. Conferencia de Arboricultura Internacional. ISA Hispana.

<https://www.isahispana.com/portals/0/docs/treecare/Fundamentos%20de%20la%20poda%20101.pdf>

Electrificadora del Meta S.A. E.S.P. [EMSA]. (2016). Guía manejo silvicultural de árboles ubicados en corredores de líneas de distribución de energía. Electrificadora de Meta E.S.P.

Electrificadora del Meta S.A. E.S.P. [EMSA]. (2019). Poda de árboles en mantenimiento preventivo y correctivo de redes de distribución de energía. Electrificadora de Meta E.S.P.

Electrificadora del Meta S.A. E.S.P. [EMSA]. (2021). Poda de árboles en líneas de media tensión y baja tensión.

Electrificadora del Meta S.A. E.S.P. [EMSA]. (2021). Tala de individuos arbóreos y no arbóreos en proximidad de línea de media tensión y baja tensión

Electrificadora del Meta S.A. E.S.P. [EMSA]. (2022). Informe forestal anual 2021. Poda de árboles en mantenimiento preventivo y correctivo de redes de distribución de energía de EMSA E.S.P. Electrificadora del Meta.

Empresa de Energía del Pacífico S.A. [EPSA]. 2013). Manual silvicultural de árboles en energía eléctrica.

Empresas Municipales de Cali [EMCALI]. (2020). Normas de diseño de media y baja tensión capítulo 10 procedimientos constructivos. <https://emcali.com.co/documents/136518/1202683/10PROCEDIMIENTOS+CONSTRUCTIVOS.pdf/f34f199f-3543-3e51-2a4f4c87e0441b29?version=1.0&t=1647401325835&previewFileIndex=>

Ente Nacional para la Energía Eléctrica [ENEL]. (2017). Control Ambiental para la Gestión de la Vegetación. Instructivo Operacional No. IO 1162 Versión No.01.

Ente Nacional para la Energía Eléctrica [ENEL]. (2017). Operaciones técnicas servicio poda y tala de árboles. Versión 1.

Ente Nacional para la Energía Eléctrica [ENEL]. (2020). Servicio Gestión de la Vegetación en Redes de Transmisión y Distribución (AT/MT/BT) de Energía para las Áreas Operativas Rural Oriental y Rural Occidental. Anexo n°2 país.

García, J. Giraldo, J. (2013). Control del mantenimiento de la vegetación en el sistema de distribución eléctrico. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio institucional. Universidad Tecnológica de Pereira. Programa de Ingeniería Eléctrica.
<https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/7210fb1e-4e62-4e1d-bfe4-c1ca79efe8ba/download>

García, R. (2021). Alternativas para el aprovechamiento de los residuos de poda del arbolado urbano de Valledupar según su impacto en el inventario del ciclo de vida. [Tesis de maestría, Universidad del Norte]. Repositorio institucional. <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/10162>

Iberduero e Hidroeléctrica Española [Iberdrola]. (2022). El Riesgo Eléctrico en Trabajos de Tala y Poda en proximidad de líneas eléctricas. [Imagen]. <https://es.scribd.com/document/431355892/Roce-de-Lineas-Arboles>

International Society of Arboriculture. [ISA]. (2017). Norma Standard Z133.1. <https://westchester.com/DocumentCenter/View/10148/z133>

International Society of Arboriculture. [ISA]. (2022, 6 de diciembre). Cómo Evitar Conflictos Entre los Árboles y el Cableado de Servicios Públicos.

https://www.isahispana.com/portals/0/docs/treecare/utility_spanish.pdf

Llanos, C. Fernández, F. (2014). Manual técnico y operativo para manejo silvicultural de árboles asociados a líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Universidad del Tolima. Universidad Distrital. EPSA S.A.

Méndez, E. (2005). Gestión de la vegetación alrededor de los sistemas de distribución de energía eléctrica. [Tesis de grado, Universidad de los Andes]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10741/u262253.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1993, 22 de diciembre). *Ley 99 de 1993*.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015, 26 de mayo). *Decreto 1076 de 2015*. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021, 24 de junio). Decreto 690 de 2021. Modificación *Decreto 1791 de 1996*. Régimen de Aprovechamiento Forestal por el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/decreto-690-de-2021.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2008, 6 de agosto). Resolución 18 1294 de 2008. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. REITE. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía

<https://www.minenergia.gov.co/documents/3825/21583-3336.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (2013). Resolución 90708 por el cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.

<https://repositoriobi.minenergia.gov.co/bitstream/handle/123456789/2440/6052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Trabajo. (2019). Resolución 5018 de 2019. Por el cual establece lineamientos de seguridad y salud en el trabajo para los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Ministerio de Trabajo.

https://camacol.co/sites/default/files/descargables/Resoluci%C3%B3n%205018%20del%202011%2019%20SST%20en%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica_0.pdf

Ministerio de Trabajo. (2021). Reglamento de seguridad para protección Contra Caídas en Trabajos en Alturas. <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/2022-03/Resolucion%204272-2021%20Reglamenta%20Trabajo%20en%20Alturas%20%281%29.pdf>

Montoya, N., Casas, P. (2016). Propuesta para Mejorar la Prestación del Servicio de Arboricultura en la Empresa Bosque y Jardín Ltda. [Tesis de especialización, Universidad libre]. Repositorio institucional.

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10435/PROPUESTA%20PARA%20MEJORAR%20LA%20PRESTACION%20DEL%20SERVICIO%20DE%20ARBORICULTURA%20EN%20LA%20EMPRESA%20BOSQUE%20Y%20JARD%C3%8DN%20.pdf?sequence=1>

- Orjuela, L. (2007). Inventario, diagnóstico fitosanitario y plan de manejo de los árboles ornamentales en los espacios públicos del municipio de Betania. corporación autónoma regional del centro de Antioquia (Corantioquia)
https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/flora/AIRNR_CN_7191_2006_BETANIA.pdf
- Parra, R., Sáenz, O. Pulgarín, J. (2010). Guía para el manejo de los productos de tala, poda y rocería. Universidad Nacional. Área Metropolitana de Valle de Aburrá.
<https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Documents/cartillas/Gu%C3%ADa%20Productos%20de%20Tala,%20Poda%20y%20Rocer%C3%ADa.pdf>
- Purcell, L. (2021, 17 de junio). Identificación de componentes de ramas para mejores cortes de poda. Forestry and Natural Resources, Purdue. <https://www.purdue.edu/fnr/extension/ground-rules-on-pruning/>
- Rivas, D. (2000). Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal. Banco Interamericano de Desarrollo. Secretaría del Medio Ambiente. http://centro.paot.org.mx/documentos/sma/manual_tecnico_arboles.pdf
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2021). NSCL 270301023 de 2021. Norma Sena de Competencias Laborales. Podar árboles de acuerdo con procedimiento técnico y Código. Centro de los recursos naturales renovables La Salada.
- Sterling (2017). Arboricultura. https://sterlingrope.com/content/legacy/ArborCat_ESP_v3_110517.pdf
- Tree Care Industry Association. (2023, 1 de octubre). <https://treecareindustryassociation.org/business-support/ansi-a300-standards/>

United States Department of Agriculture. [USDA]. (2022). Como podar. Preparado por Northeastern

Area Department Forest Service State & Private of Agriculture Forestry

<https://studylib.es/doc/8784035/c%C3%B3mo-podar-arboles---usda>

Vega. (2022, 6 de diciembre). Material de poda, apeo y trepa de árboles: Sobre Cuerdas.

<http://www.podavega.com/otrainformacion/cuerdas.php>