



Ministerio de Ambiente y Energía
Sistema Nacional de Áreas de
Conservación

**Guía para la
prevención y
mitigación de la
electrocución de la
fauna silvestre por
tendidos eléctricos
en Costa Rica**



Comisión Nacional de Conservación de Energía
Comisión Nacional de Vida Silvestre
Sub Comisión para la Electrificación Sostenible

2018



Glosario

Ambiente: Son todos los elementos que rodean al ser humano, elementos geológicos (roca y minerales); sistema atmosférico (aire); hídrico (agua: superficial y subterránea); edafológico (suelos); bióticos (organismos vivos); recursos naturales, paisaje y recursos culturales, así como los elementos socioeconómicos que afectan a los seres humanos mismos y sus interrelaciones.

Áreas ambientalmente frágiles: Espacio geográfico que en función de sus condiciones de geopotencialidad, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad sociocultural; presenta una capacidad de carga restringida y con algunas limitantes técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales, el Estado, en virtud de sus características ambientales ha emitido un marco jurídico especial de protección, reserva, resguardo para su administración.

Biodiversidad: Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

Electrocución: Lesión producida por el efecto de la corriente eléctrica en el ser humano o en un animal. Son varios los factores que determinan la envergadura del daño. Pueden presentarse lesiones nerviosas, alteraciones químicas, daños térmicos y otras consecuencias de accidentes secundarios (por ejemplo, fracturas óseas) y hasta la muerte.

Electrificación: provisión de energía eléctrica para un lugar.

Equipo de protección personal: Serie de elementos que tienen por finalidad proteger a un trabajador o a grupo de ellos, de un riesgo específico procedente de su ocupación laboral.

Fauna silvestre: animales vertebrados, residentes o migratorios, que viven en condiciones naturales o que hayan sido extraídos de sus medios naturales o reproducidos ex situ, así como aquellos animales exóticos, declarados como silvestres por el país de origen; incluye también los animales criados y nacidos en cautiverio.

Impacto Ambiental: Efecto que una actividad, obra o proyecto, o alguna de sus acciones y componentes tiene sobre el ambiente o sus elementos constituyentes. Puede ser de tipo positivo o negativo, directo o indirecto, acumulativo o no, reversible o irreversible, extenso o limitado, entre otras características.





Línea primaria: Estas líneas pueden ser trifásicas, bifásicas o monofásicas con voltajes de 13.8 K.V. y 34.5 K.V.

Línea secundaria: Es la distribución de bajo voltaje proveniente de un transformador. En la CNFL es usualmente 120/240 V.

Manejo de árbol: Actividades ordenadas del cultivo permanente del árbol durante su desarrollo.

Punto caliente: Puntos de mortalidad y sitios de alta y mediana probabilidad de electrocuciones de fauna silvestre a lo largo de una red eléctrica.

Acrónimos

ACCVC	Área de Conservación Cordillera Volcánica Central
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.
CONACE	Comisión Nacional de Conservación de Energía
CONAGEBIO	Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad
COOPESANTOS	Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos
COOPEGUANACASTE	Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPELESCA	Cooperativa de Electrificación de San Carlos
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
JASEC	Junta Administradora de Servicios Eléctricos de Cartago
LOA	Ley Orgánica del Ambiente
MINAE	Ministerio del Ambiente y Energía
ONG	Organizaciones no Gubernamentales
PPGA	Pronóstico Plan de Gestión Ambiental
RGA	Responsable de Gestión Ambiental
SETENA	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
SEPLACE	Secretaría de Planificación Sectorial de Ambiente
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación





Autores

M.Sc. Karina Rodríguez, Especialista Ambiental, Sociedad Civil

Lic. Rólier Lara Hernández, CNFL, Grupo ICE

M.Sc. Shirley Ramírez, MINAE

M.Sc. Yeimy Cedeño, SINAC

PhD. Carlos Mario Orrego, SINAC

M.Sc. Esther Pomareda, ONG

Colaboradores

Víctor Castro Rivas, ICE, Grupo ICE

Quírico Jiménez, ESPH

Harold Víquez Zamora, COOPELESCA

William Alpízar, MINAE

Cristian Acuña, JASEC

Jefferson Camacho, COOPEALFARORUIZ

Pilar Campos, COOPEGUANACASTE

Vera Quesada Ramírez, CNFL, Grupo ICE

Moisés Mug-Villanueva, Especialista Ambiental

Ángela González Grau, Directora CONAGEBIO

Sandra Miranda, MINAE



Tabla de contenido

GLOSARIO	2
ACRÓNIMOS.....	3
AUTORES	4
COLABORADORES	4
TABLA DE CONTENIDO	5
INTRODUCCIÓN A LA AFECTACIÓN POR ELECTROCUCIÓN DE FAUNA SILVESTRE EN RED ELÉCTRICA	6
MARCO LEGAL	12
OBJETIVO PRINCIPAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
PÚBLICO META	14
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL DE AFECTACIÓN POR LA ELECTROCUCIÓN EN LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	14
INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL..... DE LA FAUNA SILVESTRE EN COSTA RICA.....	21
LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA ANALIZAR EL IMPACTO POTENCIAL O REAL DE ELECTROCUCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE.....	22
RECOMENDACIONES AMBIENTALES PARA PREVENIR Y MITIGAR LA ELECTROCUCIÓN DE FAUNA SILVESTRE.....	30
DESCRIPCIÓN GENERAL DE DISPOSITIVOS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	43
DISPOSITIVO ANTIESCALAMIENTO	46
PROTECTORES ELECTROSTÁTICOS	46
DISPOSITIVO ANTI-PERCHA	47
PROTECTORES ELECTROSTÁTICOS:	51
DISPOSITIVO ANTI-PERCHA:	52
COBERTORES DE GOMA O CUBIERTA PARA BUJES DEL TRANSFORMADOR	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO 1	61





Introducción a la afectación por electrocución de Fauna silvestre en red eléctrica

Los cambios sociales, tecnológicos y económicos ocurridos en el planeta durante el siglo XX, junto con el ritmo de crecimiento de la población humana, han modificado la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas que a la vez generan la grave crisis ecológica global que vivimos actualmente. Uno de los reflejos de esta crisis es el aumento de las tasas de extinción de especies que actualmente está dando lugar a lo que se ha llamado la Sexta Extinción (Barnosky *et al.* 2011). El crecimiento de la población humana, es en sí mismo, parcialmente responsable de la pérdida de diversidad biológica (McKee *et al.* 2004), ya que repercute a través de causas próximas concretas como la sobreexplotación de las poblaciones de animales y plantas, la transformación de hábitats naturales en tierras agrícolas o urbanas y la introducción de especies invasoras.

El ritmo de crecimiento de la población humana y la necesidad de brindar servicios como agua potable, caminos y electrificación representa un impacto real para la fauna silvestre, por diferentes tipos de impactos ambientales que incluyen desde el alejamiento de la fauna silvestre por la presencia del ser humano, así como la afectación por pérdida de hábitats importantes para todo o parte de ciclo de vida, pérdida de conectividad entre los hábitats por efectos de barreras físicas, la muerte por cacería, atropellos de animales, electrocuciones, entre muchos otros.

En el caso particular de la energía, algunas previsiones indican que el consumo energético mundial, a pesar de la desaceleración sufrida por la situación económica actual, crecerá aproximadamente un 3,5% anual para el periodo 2010-2035, y destaca que la demanda mundial de electricidad aumenta casi dos veces más rápido que el consumo total de energía (World Energy Outlook 2012).

Los impactos de las actividades generadoras de energía, específicamente, se pueden producir durante cualquier etapa de su ciclo de vida y sus consecuencias sobre el medioambiente pueden ser múltiples y complejas. En el caso de las energías primarias, principalmente, combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y el petróleo, se producen importantes impactos durante la fase de extracción, transporte y transformación de los combustibles, produciendo emisiones atmosféricas, vertidos de sustancias tóxicas y pérdida y transformación de hábitat (Salovarov y Kuznetsova 2006). Las fuentes energéticas primarias, son utilizadas para la producción de energía intermedia, principalmente electricidad, generando impactos ambientales como el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, compuestos orgánicos volátiles y otras partículas en suspensión (Miller y Van Atten 2005). La energía nuclear es una de las formas de generación de energía eléctrica más controvertida, los principales problemas medioambientales



son la contaminación radioactiva, producida durante la extracción o si ocurre algún escape, la generación de residuos peligrosos y la contaminación térmica de las aguas (Lavado Contador 2005).

La generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables también causa impactos ambientales. La energía solar ocupa y/o transforma hábitats, puede generar afectación a especies por la generación de calor en los alrededores, a la vez que genera residuos en su construcción, tiempo de operación y fin de vida (Denholm y Margolis 2008). La energía hidroeléctrica altera la dinámica hidrológica causando problemas en muchas especies ribereñas y dependientes del flujo hídrico (Dudgeon *et al.* 2006). La geotérmica puede generar problemas de contaminación térmica y el transporte de residuos peligrosos a la superficie. La energía eólica causa impactos directos sobre la avifauna y los murciélagos debido a la colisión contra las aspas de los aerogeneradores (Arnett *et al.* 2008, de Lucas *et al.* 2007, Carrete *et al.* 2009).

Todos, además generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones, así como un impacto visual sobre el paisaje (Schleisner 2000).

La distribución eléctrica

Las líneas de distribución son las que llevan la electricidad desde las subestaciones de transformación a los centros de consumo. Se clasifican en dos tipos, líneas de media tensión cuando el voltaje varía entre 1-34,5 kV y de baja tensión cuando tienen voltajes menores a 1kV. Se denominan líneas de transporte o de alta tensión, aquellas líneas que conducen la electricidad desde los centros de producción a las subestaciones eléctricas donde se transforma.

Las líneas de transporte y distribución de la energía eléctrica provocan cuatro tipos de impactos potenciales sobre la biodiversidad y el territorio (Negro 1999):

a) **Impactos paisajísticos.** Las líneas eléctricas, principalmente las de alta tensión, causan un efecto sobre la calidad visual del territorio, lo cual, no solo ocurre por la presencia de elementos antrópicos como torres y cables, sino que además, la instalación de líneas conlleva pérdida de la cubierta vegetal natural, fragmentación y discontinuidad en el paisaje.





b) **Contaminación atmosférica.** Las líneas eléctricas generan campos magnéticos cuando transportan energía. Además de problemas de contaminación electromagnética, las grandes líneas de transporte también generan contaminación acústica y aumentan el riesgo de incendios forestales.

c) **Cambios en la estructura del hábitat.** La eliminación de la cubierta vegetal existente, produciendo discontinuidades en el paisaje y la fragmentación los parches naturales de vegetación. Se ha comprobado que esta fragmentación del hábitat provoca efectos de barrera sobre las especies de fauna silvestre, principalmente sobre las migratorias, se ven afectadas por la presencia de líneas eléctricas (Reimers *et al.* 2007). Los cambios en el hábitat pueden generar otros efectos indirectos positivos, por ejemplo, algunas aves de matorral se benefician del clareo de los hábitats forestales cuando son atravesados por líneas eléctricas (Askins *et al.* 2012).

d) **Interacciones con la fauna.** Estas interacciones se debe a que los animales utilizan cualquier tipo de infraestructura de la red eléctrica para perchar, anidar y descansar (caso de las aves) y de paso como medio de comunicación entre áreas boscosas (para especies arborícolas o trepadoras).

A nivel mundial, se le ha prestado mucha atención al impacto de afectación o muerte por electrocución o colisión de aves en tendidos eléctricos, esto debido a la protección internacional que tienen muchas de estas especies por tratados internacionales como la Convención RAMSAR para la protección de especies de aves migratorias. Se ha establecido el monitoreo, análisis, concientización y generación de políticas sobre el tema en diferentes países del mundo para lograr una efectiva conservación de estas especies prioritarias.

Los accidentes por colisión o electrocución en redes eléctricas causan la muerte de un importante número de aves cada año (Prinsen *et al.* 2011), que además del impacto directo sobre los individuos, tienen una repercusión negativa sobre otros aspectos de la ecología de las especies como el patrón de ocupación (Sergio *et al.* 2004) o la dinámica de las poblaciones (Schaub *et al.* 2010).

Es importante mencionar que los impactos de la electrocución, tienen consecuencias muy importantes a nivel económico y a nivel de imagen de las empresas distribuidoras de energía eléctrica pues pueden provocar:

1. **La pérdida de prestación de servicio a los abonados o asociados.** Esto afecta la percepción de calidad de servicio brindado por la empresa.
2. **Altos costos económicos en la reparación de equipos y componentes de distribución eléctrica.** Ante los eventos de electrocución, es muy frecuente que se dañen equipos completos o componentes del sistema de distribución en un segmento determinado, los cuales deben ser repuestos





por el servicio de mantenimiento de la empresa. Tanto el servicio técnico necesario, así como los equipos y componentes tienen un costo asociado para las prestadoras de servicio.

3. **Pérdida económica por el servicio no brindado.** En zonas comerciales, industriales o agrícolas con plantas de procesamiento, el costo económico por la discontinuidad en el servicio puede ser un rubro económico perdido muy importante para los sectores productivos del país.

Reseña del abordaje del problema de la electrocución de fauna silvestre en Costa Rica

El tema de la electrocución, desde el punto de vista ambiental, ha sido cuestionado en el ámbito nacional e internacional. Para el caso de Costa Rica se estima que mueren muchos animales electrocutados al año, pero no se tiene un dato exacto debido a que mucha de la fauna afectada no es registrada por parte de las electrificadoras, también se da el caso de averías que no sacan el sistema de su servicio. Muchos otros animales sufren heridas graves, incluso amputación de alguna de las partes del cuerpo, huyendo del sitio donde se dio la afectación, quedando con lesiones que limitan sus actividades, incluso muriendo poco tiempo después (Pomareda *com. pers.* 2017).

Según el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), en el Área de Conservación Tempisque (ACT) en los últimos cinco años se ha recibido un total de 624 monos adultos de los cuales sólo el 8% sobrevivió; y de 165 infantes huérfanos, el 63% sobrevivió. Lo anterior provoca que se tenga que atender y cuidar todos estos animales jóvenes, hasta que se logren incorporar a su ambiente natural bajo el criterio de los expertos; o simplemente quedan destinados a vivir en cautiverio.

Los gastos económicos asociados a la atención de animales rescatados por diferentes accidentes, incluyendo animales electrocutados, son cuantiosos; estos son asumidos por los centros de rescate, organizaciones sin fines de lucro que apoyan al Estado en esta labor. A nivel nacional se estima que la inversión que hacen estas organizaciones varía mensualmente de entre \$1000 y \$10 000 dependiendo de la cantidad de animales recibidos y la complejidad de sus lesiones. A nivel del ACT, los centros de rescate invierten entre \$64.500 a \$110.000 por año, principalmente en atención de animales electrocutados.





ICE

El ICE (Negocio de Distribución y Comercialización) reportó para un año, la muerte de alrededor de 1228 animales, entre aves, reptiles y mamíferos; siendo los mamíferos el grupo más susceptible a las electrocuciones (Díaz 2014). Esta institución ha instalado alrededor de 450 km de cable semi-aislado, que se ubican principalmente en zonas ambientalmente frágiles como Parques Nacionales, refugios de Vida Silvestre, Reservas Forestales y otras zonas con abundante vegetación y presencia de fauna silvestre. También han incorporado otras medidas ambientales como el uso de conductores eléctricos con aislamiento, materiales aislantes, dispositivos tipo barrera instalados en la red eléctrica.

El ICE ha invertido en otras medidas complementarias que incluyen los dispositivos alternativos de anidación en montajes eléctricos, perchas artificiales y pasos aéreos para fauna con el fin de minimizar el riesgo de electrocución de fauna.

Esta institución se ha comprometido con los monitoreos de biodiversidad en diferentes partes de Costa Rica, con los que ha logrado identificar áreas vulnerables para la afectación por electrocución de fauna silvestre, de igual forma ha logrado crear bases de datos del problema de la electrocución. Por último, se han esforzado en investigar la efectividad de las medidas de mitigación de este problema.

CNFL

La CNFL (Grupo ICE), entre el año 2013 y 2015 se ha registrado un total de 1941 averías causadas por animales (desde palomas hasta perezosos). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que mucha fauna muere electrocutada sin que se tenga el registro por parte de la electrificadora, ya que el animal puede haber caído lejos, donde no fuera detectado por el personal técnico que atiende la avería.

Desde el año 2016, la CNFL ha iniciado un proceso de análisis de la información que se ha registrado desde el año 2013, basándose en los registros de averías causadas por algún animal. Además, ha implementado entre sus medidas ambientales, la colocación de cable semi-aislado en áreas de alta vulnerabilidad, dispositivos anti-escalamiento y dispositivos electrostáticos, principalmente en áreas con alto riesgo de electrocución de fauna silvestre, bajo el criterio de personal capacitado. Igualmente ha trabajado en la colocación de pasos aéreos para fauna arborícola, que facilita que la fauna silvestre tenga un medio de comunicación entre zonas boscosas, disminuyendo la necesidad de que utilicen el tendido eléctrico, y con esto minimizando el riesgo de afectación, además del riesgo de atropello.

La CNFL dentro de sus actividades de mantenimiento de la red eléctrica, mantiene un control de la vegetación cercana a las líneas; lo que maximiza la continuidad del





servicio eléctrico a sus usuarios y a la vez disminuye la probabilidad de electrocución de fauna.

JASEC

De acuerdo a los registros, se conoce que la cantidad de salidas de equipos de protección debido a fauna presente en la red durante cinco años fue 50 en promedio. Entre las medidas ambientales implementadas en su zona de distribución son los elementos tipo barrera específicamente de anti-escalamiento, dispositivos aislantes, y se ha dado un aumento de altura del aislamiento.

COOPELESCA

Esta cooperativa ha documentado para el año 2015, un total de 517 averías causadas por animales. Entre las principales medidas implementadas se encuentran: pasos aéreos en puentes construidos con cable coaxial reutilizado. Los funcionarios de Coopelesca, llevan a cabo monitoreos de fauna en los puentes que se han colocado para conocer su efectividad. Adicionalmente, han llevado a cabo monitoreos mediante el uso de cámaras de captura por movimiento (fototrampeo) bajo un convenio con Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC) para identificar los “puntos prioritarios”.

COOPEGUANACASTE

Esta cooperativa documentó 774 averías por electrocución de animales entre enero del 2013 y enero del 2014; de ese total 184 fueron identificados el tipo de animal que provocó la avería, lográndose determinar que los monos congo, fue la especie de mamíferos más afectado en la zona (Díaz 2014).

Basado en su esquema de responsabilidad social y ambiental y a través de acciones conjuntas con las comunidades, grupos organizados como la Fundación SALVEMONOS, instituciones como SINAC y empresa privada, entre otros, Coopeguanacaste ha implementado medidas para disminuir los accidentes de fauna en los tendidos eléctricos. Se firmó un convenio con la Universidad de Costa Rica, con el objetivo de generar investigación sobre sitios de riesgo y vulnerabilidad de electrocuciones en la Península de Nicoya; fue bajo este convenio, que se desarrolló la primera investigación científica para evaluar el problema de la electrocución de fauna silvestre en el área de servicio de Coopeguanacaste, que culminó con la publicación de una tesis de Maestría de la Universidad Nacional.

Entre las medidas implementadas se incluyen los pasos aéreos para fauna, dispositivos de barrera y de aislamiento en toda la Península de Nicoya. Como





medidas complementarias, se ha colaborado con el Área de Conservación Tempisque, en la restauración de nidos de especies en vía de extinción como lo es el jabirú, especie emblemática de dicha área.

Marco Legal

Costa Rica es reconocida por su riqueza biológica y que parte de su territorio está bajo alguna categoría de protección además de que hay leyes que protegen la biodiversidad, como la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley de Biodiversidad No. 7788 y la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554.

Específicamente la Ley de Biodiversidad, en el Artículo 11, describe el criterio preventivo que debe ser aplicado para prevenir la pérdida de biodiversidad, indica que:

“Se reconoce que es de vital importancia anticipar, prevenir y atacar las causas de la pérdida de la biodiversidad o sus amenazas”.

Además, el criterio precautorio o *indubio pro natura* de ese mismo artículo, indica que:

“Cuando exista peligro o amenaza de daños graves o inminentes a los elementos de la biodiversidad y al conocimiento asociado con estos, la ausencia de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces de protección”.

La electrocución no solamente es un tema ambiental, dónde se valora únicamente las pérdidas de individuos de fauna silvestre si no que también es un tema de calidad del servicio y pérdidas por averías y equipos dañados. Por tal razón, es que la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, ARESEP, amparada en la Ley No. 7593 y el Decreto No. 29732, establece en la Norma Técnica de Prestación del servicio de distribución y comercialización (AR-NTSDC) que las empresas distribuidoras de energía eléctrica deben brindar un suministro eléctrico continuo (2.3.2) dentro de los rangos permisibles de tensión y frecuencia (2.3.1).

Asimismo, la referida norma (6.1.1) indica que se deben diseñar, construir y operar sus redes y realizar las acciones necesarias de manera preventiva para que las redes eléctricas no se vean afectadas de forma tal que se interfiera en la calidad de la energía o en la adecuada prestación del servicio. De igual forma, se deben dotar a las redes de distribución con los equipos de protección necesarios y las más avanzadas tecnologías que permitan un suministro eléctrico a los clientes conforme a los estándares establecidos en las normas técnicas (6.1.2).





En el país, de conformidad con el Artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente, todo proyecto, obra o servicio debe cumplir con el requerimiento de una evaluación de impacto ambiental para garantizar la sostenibilidad de las obras en el ambiente. En el caso de desarrollos en operación antes de la promulgación de la Ley Orgánica del Ambiente, debe realizar un Estudio Diagnóstico Ambiental (EDA), cuyos lineamientos se encuentran en la Resolución de la Comisión Plenaria de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) No. 2286-2009-SETENA.

Los proyectos de desarrollo, nuevos o por iniciar, deben integrar aspectos de evaluación y análisis para la prevención y o mitigación de los impactos ambientales, según el decreto 31849-MINAE.

Es importante anotar que todo proyecto de infraestructura que conlleve una línea de distribución eléctrica deberá realizar una evaluación de impacto potencial de electrocución de la biodiversidad a la hora de solicitar la viabilidad ambiental.

Según decreto 32079-MINAE, específicamente en el artículo 4.4.8. del Código de Buenas Prácticas Ambientales se establece que:

“Ya sea en sus estudios previos, construcción, operación o cierre o traslado, la actividad, obra o proyecto velará por desarrollarse bajo una condición de armonía con el medio ambiente que lo rodea, en particular el medio biótico, evitando desarrollar acciones que pudiesen poner en peligro su equilibrio, tales como incendios, derrames de sustancias peligrosas, daños por iluminación inapropiada, producción de emisiones, ruidos y vibraciones excesivas o bien por un aumento de su vulnerabilidad a las amenazas naturales”.

Objetivo principal

Esta guía ambiental brinda herramientas prácticas y efectivas para prevenir y mitigar la electrocución de la biodiversidad en Costa Rica.

Objetivos específicos

- Brindar datos específicos de la problemática de la electrocución de fauna silvestre en el país y su relación con el estado de conservación de las especies afectadas.





- Aportar los lineamientos técnicos para llevar a cabo el análisis del impacto ambiental del impacto potencial de la electrocución, específicamente para proyectos nuevos de electrificación en el país.
- Describir las principales medidas para prevenir y mitigar la electrocución de fauna silvestre que han sido aplicadas en Costa Rica.
- Aportar los protocolos de monitoreo, detección y atención de fauna silvestre afectada por electrocución.

Público Meta

Esta guía ambiental está dirigida a instituciones, empresas, cooperativas que distribuyen o consumen energía eléctrica y que mantienen líneas de alimentación o distribución eléctrica en Costa Rica. Tanto los tomadores de decisión en estas instancias, así como los implementadores (gestores ambientales, regentes ambientales, responsables ambientales) tienen en este documento, una guía de enfoque e implementación práctica para prevenir y mitigar la electrocución de la fauna silvestre. Además, a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) como ente regulador de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Estado de Conservación de las especies con potencial de afectación por la electrocución en líneas eléctricas

Las especies de fauna silvestre que son susceptibles a electrocución se incluyen en el Cuadro 1. La susceptibilidad a electrocución se basa en su capacidad de trepar o de acuerdo a la facilidad que tienen de acercarse a un equipo o tendido eléctrico; no tiene relación con estadísticas basadas en eventos de electrocución. Se incluyen aquellas con hábitos de vida arborícola y con hábitos de desplazamiento como trepadoras o voladoras. Se ha consignado su estado de conservación pues algunas de estas especies están protegidas por la legislación nacional o internacional. Las consideradas “en peligro de extinción”, están protegidas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 26435-MINAE. Las especies en vías o peligro de extinción son aquellas que debido a su escasez o por algún otro factor de su biología particular, se encuentran gravemente amenazadas de desaparecer del país y cuya sobrevivencia es poco probable si los factores causales de su desaparición continúan actuando sobre ella.

Todas las especies de fauna silvestres están protegidas por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto





No. 26435-MINAE. Se ha tomado como principal consideración aquellas especies categorizadas como con poblaciones reducidas o en peligro de extinción. Las especies amenazadas son especies o subespecies de fauna y flora silvestres, o sus poblaciones, que tienen probabilidades de convertirse en especies en peligro de extinción en el futuro previsible, en todas o parte de sus áreas de distribución; si los factores que causan su disminución numérica o la degradación de sus hábitats continúan presentándose; o que son raras porque se encuentran generalmente localizadas en áreas o hábitats geográficamente limitados, o muy diseminadas en áreas de distribución más extensas, y están en posibilidades reales o potenciales de verse sujetas a una disminución y posible peligro de extinción o a la extinción de la misma.

A nivel internacional, Costa Rica forma parte del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES). Este convenio incluye una categorización que se describe a continuación:

- CITES I= Especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por su comercio.
- CITES II= Especies no necesariamente en peligro de extinción que son o podrían verse afectadas por su comercio si este no es estrictamente controlado.
- CITES III= Especies cuyo comercio está regulado en un país el cual requiere la colaboración de otros países.



Cuadro 1. Lista de especies de fauna silvestre susceptibles a electrocución en líneas o redes eléctricas de Costa Rica.

Grupo	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre vernáculo	Estado Conser.	CITES	UICN	Distribución	Riesgo de electrocución
Mamífero	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Brown-throated Three-toed Sloth	Perezoso de tres dedos	A.E.	CITES II	PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Cebidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mantled Howler	Congo	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Cebidae	<i>Cebus imitatur</i>	White-throated Capuchin	Mono carablanca	A.E.		PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Cebidae	<i>Saimiri oerstedii</i>	Central American Squirrel Monkey	Mono títi, mono ardilla	P.E.	CITES I	Vulnerable	Pacífico Central y Zona Sur	Alto
Mamífero	Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Central American Spider Monkey	Mono colorado, mono araña	P.E.	CITES I	En peligro	Todo CR	Alto
Mamífero	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	Pygmy Anteater	Serafín del platanar, ceibita			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	Water Opossum	Zorro de agua			PM	Todo CR	Medio
Mamífero	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Central American Woolly Opossum	Zorro de balsa			PM	Todo CR	Alto



Guía para la **prevención y mitigación de la electrocución** de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica

Mamífero	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Black-eared Opossum	Zorro, zorro pelón			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Virginia Opossum	Zorro pelón norteño			PM	Guanacaste	Alto
Mamífero	Didelphidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Mexican Mouse Opossum	Zorricí			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Didelphidae	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Brown Four-eyed Opossum	Zorro café de cuatro ojos			PM	Caribe	Medio
Mamífero	Didelphidae	<i>Marmosa alstoni</i>	Alston's Mouse Opossum	Zorricí			PM	Monteverde y Caribe	Alto
Mamífero	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Gray Four-eyed Opossum	Zorro gris de cuatro ojos			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Mexican Hairy Dwarf Porcupine	Puerco espín			PM	Todo CR excepto Zona Sur	Alto
Mamífero	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelot	Ocelote-manigordo	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Medio
Mamífero	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	Cauel-tigrillo	P.E.	CITES I	Casi amenazada	Todo CR	Medio
Mamífero	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Oncilla	Cauel-tigrillo	P.E.	CITES I	Vulnerable	Partes altas de CR	Medio
Mamífero	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Jaguar	P.E.	CITES I	Casi amenazada	Limitada	Bajo
Mamífero	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Cougar	Puma	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Medio
Mamífero	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Panamanian Jaguarundi	Yaguarundí	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Medio
Mamífero	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Hoffmann's Two-toed Sloth	Perezoso de dos dedos	A.E.	CITES III	PM	Todo CR	Alto





Guía para la **prevención y mitigación de la electrocución** de la fauna silvestre por **tendidos eléctricos en Costa Rica**

Mamífero	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	Tolomuco			PM	Todo CR	Medio
Mamífero	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Long-tailed Weasel	Comadreja			PM	Tierras altas del Pacífico y todo Caribe	Medio
Mamífero	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Western tamandua	Oso Hormiguero			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	White-nosed Coati	Pizote			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Northern Raccoon	Mapache norteño			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Crab-Eating Raccoon	Mapache cangrejero			PM	Pacífico Central y Zona Sur	Alto
Mamífero	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Kinkajou	Martilla			PM	Todo CR	Alto
Mamífero	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo	Olingo		CITES III	PM	Tierras altas del Pacífico y todo Caribe	Alto
Mamífero	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Central American Cacomistle	Cacomistle	A.E.	CITES III	PM	Partes medias-altas de CR	Alto
Mamífero	Sciuridae	<i>Microsciurus alfar</i>	Central American Dwarf Squirrel	Ardilla enana			PM	CR excepto Pacífico central y Guanacaste	Alto
Mamífero	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Deppe's Squirrel	Ardilla de Deppe			PM	Partes altas de Guanacaste Norte	Alto
Mamífero	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Red-tailed Squirrel	Ardilla, chiza			PM	CR excepto Pacífico	Alto





Guía para la **prevención y mitigación de la electrocución** de la fauna silvestre por **tendidos eléctricos en Costa Rica**

								central, Guanacaste y Zona Norte	
Mamífero	Sciuridae	<i>Syntheosciurus brochus</i>		Ardilla			Casi amenazada	Poás, Tapantí y Chiriquí Panamá	Alto
Mamífero	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Variegated Squirrel	Ardilla, chiza			PM	Todo CR	Alto
Ave	Cathartidae	Varias especies		Zopilotes	A.E.			Todo CR	Alto
Ave	Accipitridae	Varias especies		Águilas	A.E. y P.E.			Todo CR	Alto
Ave	Falconidae	Varias especies		Halcones	A.E. y P.E.			Todo CR	Alto
Ave	Accipitridae	Varias especies		Gavilanes	A.E.			Todo CR	Alto
Ave	Cracidae	Varias especies		Pavas	A.E.			Todo CR	Alto
Ave	Psittacidae	Varias especies		Loras, lapas y pericos	A.E. y P.E.			Todo CR	Alto
Ave	Icteridae	Varias especies		Zanates				Todo CR	Alto
Ave	Turdidae	Varias especies		Yigüirros				Todo CR	Alto
Ave	Ardeidae	Varias especies		Garzas				Todo CR	Alto
Ave	Ramphastidae	Varias especies		Tucanes	A.E.			Todo CR	Alto
Ave	Ciconiidae	Varias especies		Cigüeña, garzón	P.E.			Todo CR	Alto
Ave	Columbidae	Varias especies		Palomas				Todo CR	Alto





Guía para la **prevención y mitigación de la electrocución** de la fauna silvestre por **tendidos eléctricos en Costa Rica**

Ave	Strigidae	Varias especies		Lechuzas	A.E.			Todo CR	Alto
Ave	Trogonidae	Varias especies		Trogones	A.E.			Todo CR	Alto
Ave	Momotidae	Varias especies		Momotos, pájaro bobo				Todo CR	Alto
Ave	Tyrannidae	Varias especies		Pecho amarillos				Todo CR	Alto
Reptil	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Spiny tail Iguana	Garrobo				Todo CR	Alto
Reptil	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Green iguana	Iguana		CITES II		Todo CR	Alto
Reptil	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictor	Bécquer, boa	P.E.	CITES I		Todo CR	Alto
Reptil	Colubridae	Varias especies		Serpiente				Todo CR	Alto

P.E.: Peligro de extinción según Ley N° 7317 Conservación de la Vida Silvestre

A.E.: Amenazado de extinción según Ley N° 7317 Conservación de la Vida Silvestre

P.M.: Preocupación menor según categorización UICN





Instrumentos para el análisis del impacto ambiental de la fauna silvestre en Costa Rica

Los proyectos, obras o actividades que son o contienen líneas eléctricas deben integrar aspectos de evaluación y análisis para la prevención y o mitigación de los impactos a la fauna silvestre. Según el decreto 31849, se establece que todo sistema de distribución eléctrica debe realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Según el decreto 32079 Código de Buenas Prácticas se establece en el Artículo 4.4.8. “Ya sea en sus estudios previos, construcción, operación o cierre o traslado, la actividad, obra o proyecto **velará por desarrollarse bajo una condición de armonía con el medio ambiente que lo rodea, en particular el medio biótico, evitando desarrollar acciones que pudiesen poner en peligro su equilibrio**”.

Ahora bien, desde las etapas tempranas de los proyectos de desarrollo, se deben considerar aspectos básicos de la biodiversidad y de sus hábitats disponibles, la presencia de áreas protegidas, corredores biológicos, zonas boscosas. Cuando se cuenta con diseños constructivos, es importante integrar otros aspectos más específicos como:

1. Identificación de zonas de paso que favorecen la presencia de fauna (donde se deben tomar en cuenta zonas de alimentación, zonas de pernoctación u otros).
2. Presencia de fauna susceptible a impactos ambientales (especies arborícolas, trepadoras).

Con esta información deben elaborarse los mapas de susceptibilidad biológica, y se deben tomar decisiones sobre las medidas de prevención y mitigación e integrarlas al Plan de Gestión Ambiental del proyecto para tramitar la viabilidad ambiental ante SETENA (ver Lineamientos Básicos para analizar el impacto potencial o real de electrocución de la fauna silvestre).

En la etapa previa a la construcción el interesado debe elaborar el Plan de Manejo Ambiental correspondiente al Plan de Gestión Ambiental de la obra, que debe integrar los procedimientos y protocolos para atender el impacto sobre la fauna silvestre. Es en las etapas constructiva y operativa donde se deberán aplicar todas las medidas planteadas de la mano con un sistema de monitoreo que ayude a evaluar la efectividad y si es del caso, incorporar nuevas medidas.





Lineamientos básicos para analizar el impacto potencial o real de electrocución de la fauna silvestre

1. **Perfiles profesionales idóneos.** El análisis de susceptibilidad de la fauna silvestre al impacto de la electrocución debe ser realizado por especialistas en flora y fauna, acreditados técnica y legalmente para ejercer su profesión en biología (para el caso de fauna silvestre) e ingeniería forestal o botánicos (en el caso de flora), además, deben de contar con todos los equipos y materiales para poder llevar a cabo las labores de campo y análisis de datos, para emitir criterios técnicos adecuados.
2. **Análisis de situación específica del proyecto.** Las actividades que conllevan la generación y distribución eléctrica, pueden ser entes generadores de impactos negativos a la biodiversidad por la afectación o muerte debido a la electrocución en el sistema eléctrico. Estos pueden ser proyectos en etapa de prefactibilidad, factibilidad, construcción u operación. Cada etapa requiere de análisis específicos para prevenir y mitigar la electrocución de la fauna silvestre (Figura 2).
3. **Identificación de Áreas Ambientalmente Frágiles.** En el área propuesta o área de ubicación actual de la línea de distribución eléctrica, deben ser identificadas las áreas ambientalmente frágiles. Además, según el decreto 31849 MINAE, se debe analizar la presencia o cercanía a los Corredores Biológicos establecidos en el país.

Cuadro 2. Listado de Áreas Ambientalmente Frágiles de Costa Rica

NÚMERO	TIPO DE ESPACIO GEOGRÁFICO
1*	Parques Nacionales
2*	Refugios Nacionales de Vida Silvestre
3*	Humedales
4*	Reservas Biológicas
5*	Reservas Forestales
6*	Zonas Protectoras
7	Monumentos naturales
8	Cuerpos y cursos de Agua naturales superficiales permanentes (espejo de agua)
9	Áreas de protección de cursos de agua, cuerpos de agua naturales y nacientes o manantiales, de acuerdo a la Ley Forestal
10	Zona marítimo – terrestre
11	Áreas con cobertura boscosa natural
12	Áreas de recarga acuífera definidas por las autoridades Correspondientes
13	Áreas donde existen recursos arqueológicos, arquitectónicos, científicos o culturales considerados patrimonio por el Estado de forma oficial
14	Áreas consideradas de alta a muy alta susceptibilidad a las amenazas naturales, por parte de Comisión Nacional de Emergencias





(*) Cuando forman parte del patrimonio natural del Estado. Entendido patrimonio natural del Estado como lo establece la Ley Forestal.

4. **Identificación de la fauna silvestre susceptible a electrocución.** Existen organismos de fauna silvestre susceptibles a la electrocución (Cuadro 1), por lo que los análisis biológicos en campo deberán enfocar esfuerzos en detectar su presencia potencial en el área. El profesional en biología y forestal, deberá realizar búsquedas de información secundaria, muestreos diurnos, nocturnos, encuestas a habitantes locales, como mínimo.
5. **Análisis del Diseño Planteado o de la presencia de la línea de distribución eléctrica.** Se deberá sobreponer el diseño de la línea de distribución o ubicación actual sobre mapas que integren la información generada en los puntos 2 y 3. Con este análisis se identificarán las zonas geográficas con una mayor posibilidad de que se presente el impacto de la electrocución de fauna silvestre. En el caso de las líneas de distribución existentes, deberán también analizarse los registros previos de electrocuciones de fauna silvestre (cuando existan), así como el estado de la vegetación circundante a la línea. Todos estos son factores críticos que podrían disparar la afectación o la muerte de fauna silvestre.
6. **Generación de Medidas Ambientales para prevenir y mitigar la electrocución de Fauna silvestre.** En la siguiente sección se describen algunas medidas de prevención y mitigación para el impacto de la electrocución de Fauna silvestre. Estas medidas han sido probadas como efectivas en Costa Rica y requieren de mantenimiento por parte de las distribuidoras de energía eléctrica y los usuarios (ver Recomendaciones Ambientales para prevenir y mitigar la electrocución de fauna silvestre).
7. **Implementación, monitoreo y seguimiento de las medidas ambientales.** Las empresas distribuidoras de energía eléctrica, deben mantener bases de datos actualizadas con los mismos datos normalizados para que el SINAC, SEPLACE, CONAGEBIO puedan integrar toda la información y continuar la labor de generar políticas claras para prevenir y mitigar la afectación de Fauna silvestre por electrocución. Un ejemplo de protocolo de registro de información de fauna afectada se aporta en el Cuadro 3a. En todos los casos, se recuerda a los usuarios que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación es el ente estatal facultado legalmente para manejar Fauna silvestre, por tanto, todo accionar deberá ser previamente coordinado y protocolizado con la oficina regional correspondiente.
8. **Atención inicial de la Fauna silvestre afectada.** Durante labores de construcción y operación de actividades humanas, incluyendo la



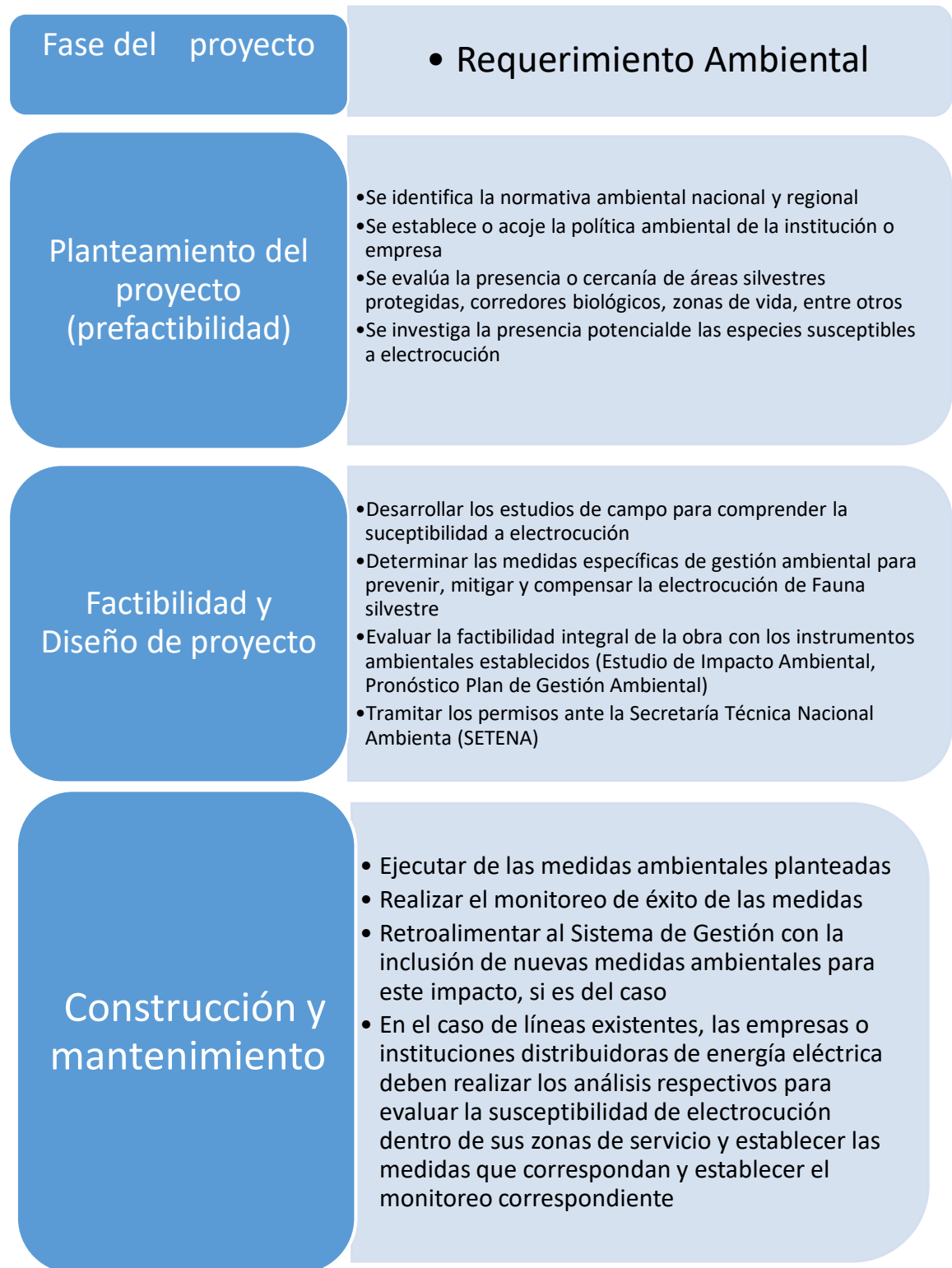


electrificación, se debe dar una correcta atención de los casos de interacción con la Fauna silvestre. El presente protocolo (Cuadro 3b) es un ejemplo básico de atención inicial de fauna silvestre ante una eventual electrocución en redes eléctricas.

9. **Participación ciudadana.** La participación ciudadana es clave para la atención temprana de la electrocución de la fauna silvestre. A través de aplicaciones tecnológicas, líneas telefónicas de servicio al cliente (abonado o socio), las personas pueden reportar zonas de riesgo por crecimiento de la cobertura, por la frecuencia de paso de fauna silvestre o por la incidencia de las electrocuciones en sitios determinados. Los grupos organizados de vecinos pueden ser capacitados por las distribuidoras de energía eléctrica para participar activamente en la prevención y mitigación de este impacto.



Figura 2. Requerimientos de análisis ambiental para el impacto de electrocución en Costa Rica.





Cuadro 3. Ejemplo de Protocolos para atención y para registro y documentación de la Fauna silvestre afectada por electrocución en Costa Rica.

A. Protocolo de registro y atención de la Fauna silvestre afectada			
Nombre del observador:			
Fecha de la observación:		Hora de observación:	
Lugar de observación:		Coordenadas (si se tienen):	
Nombre común del animal:		Condiciones del clima:	
Fotografía N° _____			
Condición del animal en relación a la salud, el animal se encontraba:		Condición del hábitat:	
Con buen estado de salud aparente, se moviliza bien		Suelo	
Con heridas graves, el animal no puede trasladarse por sí mismo		Árbol o arbusto	
Con heridas leves, pero el animal no puede trasladarse por sí mismo		Sobre camino	
Con heridas leves, el animal puede trasladarse por sí mismo		En cuerpo de agua o cercano	
Muerto		En la infraestructura	
Visiblemente afectado pero sin heridas externas		Otro:	
Posibles causas de las heridas		Descripción del sitio de hallazgo	
Electrocución		Zona de Paso de Fauna	
Golpe recibido por otra estructura		Zona con cobertura vegetal sin mantenimiento preventivo	



Colisión		En el área de influencia de la línea de distribución eléctrica (10m a cada lado de la línea)	
Posibles agresiones de cazadores		Otro:	
Por enfrentamientos con otros animales			
Otras causas:			
Acciones específicas tomadas en el sitio de hallazgo			
Acción		Comentarios	
El animal se recuperó en menos de una hora. Se dio seguimiento por observación directa y se retiró del sitio. No hubo interacción con humanos. No hubo lesiones visibles			
Se utilizó el equipo de seguridad básico para la manipulación de los organismos (guantes de cuero, ganchos para reptiles, trampas, sacos			
Se trasladó el animal a una zona cercana sin afectación por el proyecto o fuente de afectación			
Se trasladó a un centro de rescate o en su defecto a un veterinario cercano por su evidente mal estado de salud, previa comunicación con el área de conservación correspondiente. NOTA: El encargado debe solicitar el recibido de quien recibió el organismo			
Costo de la atención veterinaria y seguimiento			
Al estar muerto, se procedió a enterrarlo a una profundidad de un m.			
Medio en el que se trasportó el animal		Al final del proceso veterinario el animal	
Caja de cartón o cartón		Murió	
Caja Kennel		Sobrevivió	
Caja de madera		Se liberó de nuevo al ambiente	
Saco		Se dejó en un centro de rescate para posterior liberación	



Jaula		Se dejó en un centro de rescate de por vida por incapacidad de sobrevivir en el hábitat natural	
RECOMENDACIONES ADICIONALES:			

B. Protocolo para la atención Inicial de fauna silvestre ante eventual electrocución	
1. Atención del animal	<p>1.1 Asegurar el perímetro donde se encuentra el animal (alejarse curiosos, animales domésticos, funcionarios no capacitados, etc.)</p> <p>1.2 Colocarse todo el equipo de protección personal, incluyendo guantes de látex y cubre boca</p> <p>1.3 Valorar visualmente al animal:</p> <p>A. Esta consiente, alerta y no presenta heridas graves aparentes trata de alejarse por sus propios medios</p> <p>Esperar que el animal se recupere y se aleje (al menos 1 hora)</p> <p>Si es un ave, colocarla en una caja de cartón a oscuras y con ventilación</p> <p>B. Está consiente, pero aturdido y se le observan heridas graves (fracturas, sangrados por oídos, nariz, ojos, heridas, entre otras): Usar el equipo para capturar al animal, colocarlo en la jaula transportadora Trasladarlo al Centro de rescate más cercano o en su ausencia a un veterinario</p> <p>C. Está inconsciente con o sin heridas aparentes:</p> <p>Usar el equipo para capturar al animal, colocarlo en la jaula transportadora</p>





	<p>Trasladarlo al Centro de rescate más cercano o en su ausencia a un veterinario</p> <p>D. El animal esta agresivo y presenta heridas graves</p> <p>Depende de la especie pedir ayuda especializada</p>
<p>2. Informar por teléfono de la situación a:</p>	<p>Centro de rescate más cercano Funcionario del SINAC</p>
<p>3. Llenar el Registro y atención de la Fauna silvestre afectada por aparente descarga eléctrica</p>	





Recomendaciones Ambientales para prevenir y mitigar la electrocución de Fauna silvestre

Cambios en los trazados de líneas de distribución por construir o en etapa de operación

En un proyecto por construir, se deben tomar decisiones de cambios en la ruta o en segmentos de ruta para las líneas de distribución eléctrica que sean susceptibles por el impacto potencial de la electrocución de Fauna silvestre. En las líneas de alimentación existentes, si el impacto de la electrocución no se resuelve con medidas como las descritas en las siguientes secciones, también debe valorarse el cambio en la ruta o segmentos de ruta en los que la electrocución de organismos es frecuente, o que la electrocución afecte a organismos bajo protección por la legislación costarricense, es decir, en peligro de extinción, amenazados, endémicos, con poblaciones reducidas y cualquier otra categoría que el criterio técnico indique.

Si bien es cierto, estos cambios podrían incidir en el corto plazo en incrementos de costos, también deberá someterse a consideración los costos económicos de la no prestación de servicios, por la pérdida de imagen de la distribuidora ante sus usuarios y por supuesto, el costo económico de las reparaciones causadas a los equipos y materiales cuando se presenta una electrocución.

Mantenimiento de la cobertura vegetal como mecanismo de prevención de electrocución de la fauna silvestre (aplica para etapas constructivas y de operación de líneas de distribución eléctrica)

Esta buena práctica ambiental debe ser utilizada a lo largo de toda la vida útil de una red eléctrica. A continuación, se resumen algunas recomendaciones generales para las podas de especies vegetales que se encuentran cerca de las líneas eléctricas, emanadas del Manual de Podas en Líneas Eléctricas, de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL 2013).

1. Las directrices y recomendaciones técnicas indicadas en el presente manual deben ser supervisadas por un Ingeniero forestal, debidamente colegiado, quien debe tener conocimiento de las condiciones del servicio a ejecutar o contratar, para darse cuenta de su naturaleza, alcance, facilidades, dificultades y disposiciones legales que lo afecten.





2. Antes de iniciar los trabajos se tienen que revisar los equipos de protección personal y de seguridad, así como evaluar las condiciones externas del lugar, con el fin de identificar los peligros y valorar los riesgos presentes en el trabajo, para así contar con un plan de ataque y el equipo apropiado para realizar el trabajo en forma segura. Dentro de los riesgos que se deben identificar, se pueden mencionar los siguientes:

- Infraestructuras aledañas: tales como, rótulos, verjas, techos, automóviles y portones que podrían verse dañados por la caída de ramas.
- Flujo vehicular: la demarcación de la zona de trabajo debe seguir las disposiciones en vías públicas, de acuerdo con el Decreto ejecutivo 2564 S-T- “Trabajos en vías públicas” y con el “Reglamento para la colocación de dispositivos de protección en obras”, así como otro medio que se estime pertinente, para evitar cualquier accidente durante la realización de las labores.
- Peatones: se debe garantizar la seguridad a terceros que estén en los alrededores de los sitios de trabajo, para lo cual se debe demarcar la zona e impedir el acceso de personas.
- Tipo de asentamiento: en zonas consideradas de alta peligrosidad, se debe coordinar con las autoridades competentes, su permanencia en el sitio, para salvaguardar la integridad física del personal y de los activos.
- Condiciones del ambiente: en el caso de descargas atmosféricas, lluvia o neblina se deben suspender los trabajos, hasta que las condiciones climáticas se normalicen.
- Topografía: se debe analizar el nivel de pendiente, irregularidades del suelo, obstáculos y huecos que estén presente en la zona de trabajo.
- Árbol o vegetación: aspectos como altura, inclinación del fuste, ramas secas, espinas, exudados, grietas, cavidades y savia.
- Presencia de fauna: Presencia de animales, tales como: serpientes, abejas, perros, otros.

Los riesgos identificados deben ser comunicados a todo el personal que participará en el trabajo, así como las funciones que desempeñarán en el mismo.

El personal debe estar en buenas condiciones físicas, descansado y sano y en ningún caso se trabajará bajo el influjo del alcohol, drogas o medicamentos que perjudiquen la capacidad de reacción.

Se debe revisar que el equipo a utilizar esté en óptimas condiciones para realizar el trabajo y que los equipos de seguridad e instrumentos de medición se prueben periódicamente para determinar su estado. En caso de que se encuentren herramientas o equipos en mal estado no podrán ser utilizados hasta que se reparen o sustituyan.





Cuando se trabaje con líneas energizadas, el encargado del trabajo sólo debe emplear personal con experiencia en este tipo de labor y respetar las distancias mínimas de seguridad que se indican a continuación:

Tensión sistema	Distancia mínima
1-52 KV	50 centímetros

La zona de trabajo se debe demarcar con cintas y señales de prevención, de manera que los transeúntes y conductores puedan atender dichas señales. En caso de zonas con alto tránsito vehicular se deben poner dos personas con banderines y con chalecos reflectivos. De ser necesario, se solicitará la colaboración a la Dirección General Policía de Tránsito.

La constitución de un equipo de trabajo no debería ser menor a cuatro personas y dependiendo de la magnitud del trabajo, el encargado de cuadrilla debe disponer de más personas para ejecutarlo de manera segura.

El personal debe utilizar el equipo de protección suministrado durante la ejecución del trabajo y no podrá utilizar materiales conductivos, tales como: anillos, cadenas u otros. También está prohibido el uso de “pearcing” de cualquier tipo, dispositivos musicales y cabello largo.

PRINCIPIOS DE PODA

El objetivo de la poda que afecta una red de distribución eléctrica aérea es evitar interrupciones en el fluido eléctrico, así como daños a los elementos de la red, por consiguiente, es necesario analizar cuáles son las ramas que se dirigen a las líneas y eliminarlas, para así orientar el crecimiento de las ramas en dirección contraria a las líneas eléctricas.

La poda de los árboles debe considerar la arquitectura del árbol, de manera que no se altere fuertemente la belleza escénica que brinda a su entorno. Bajo ninguna opción, se permitirá dejar árboles con copas desbalanceadas.

La hoja es la estructura de la planta en donde se fabrica el alimento, mediante el proceso conocido como fotosíntesis, por lo cual, en la medida de lo posible, hay que evitar podas de más de un 30 % de la copa del árbol en una operación. No obstante, dicho porcentaje podrá ser mayor dependiendo del nivel de invasión en las líneas eléctricas, especie, salud y edad del árbol.





Otros conceptos importantes son:

Arruga: Abultamiento de corteza entre la unión de la rama y el tallo en la horqueta, que marca el punto de contacto entre los dos tejidos.

Brote: Crecimiento vegetativo derivado de una yema.

Callo: Tejido leñoso diferenciado que producen las plantas leñosas cuando sufren una herida.

Cambium: Capa de células meristemáticas ubicadas dentro de la corteza y que genera xilema o madera hacia el interior y floema hacia el exterior, ocasionando que aumente el diámetro del árbol.

Corteza: Capa exterior del tronco y las ramas de los árboles y arbustos.

Cuello de la rama: Abultamiento que se forma en la base de una rama por el desarrollo anual de capas superpuestas de sus tejidos y tronco.

Desmoche: Práctica indebida para controlar el tamaño de los árboles que consiste en el corte de ramas en su parte superior, dejándolas mal podadas pues los tallos quedan muy largos.

Distancia de despeje: Distancia que debe estar libre de vegetación la red, para garantizar un servicio de calidad y evitar accidentes.

Muñón: Pedazo indeseable de rama que queda en el tallo después de una poda incorrecta o al quebrarse la rama.

Nudo: Área abultada del tallo donde nacen las ramas verticiladas, las yemas o las hojas.

Pasta desinfectante selladora: es una mezcla que porta fungicidas protectores de amplio espectro o insecticidas estables y tenaces al medio ambiente.

Poda: Práctica en la que se cortan algunas ramas de los árboles o arbustos para un objetivo específico.

Tejido cicatricial: Tejido leñoso diferenciado que producen las plantas leñosas cuando sufren una herida.

No es recomendable podar más de un 30 % del follaje de una rama principal o lateral. Una poda excesiva tipo cola de león es inaceptable.

Para tratar de minimizar el impacto de la poda en el árbol se recomienda realizar el mínimo de cortes posibles, con el fin de favorecer el cierre rápido de la herida y evitar la pérdida de vitalidad. Es preferible realizar más cortes de ramas pequeñas (menores a 5 cm de diámetro) que de ramas largas.





Está prohibida la utilización de espolones o cualquier equipo que dañe los árboles, salvo que la actividad que se realice consista en cortar el árbol.

En la poda de árboles cercanos a las líneas eléctricas, se pueden realizar los siguientes tipos de podas:

Poda de reducción de copa: Consiste en podar toda la copa del árbol (Figura 1), hasta dejarla a una distancia inferior de los cables telefónicos, realizando los cortes en las bifurcaciones de las ramas.



Figura 1. Poda de reducción de copa.

Poda de elevación de copa: Consiste en podar todas las ramas bajas del árbol, hasta conformar una copa en el último tercio del árbol (Figura 2). Es muy utilizada en plantaciones forestales y en especies como pino y ciprés.

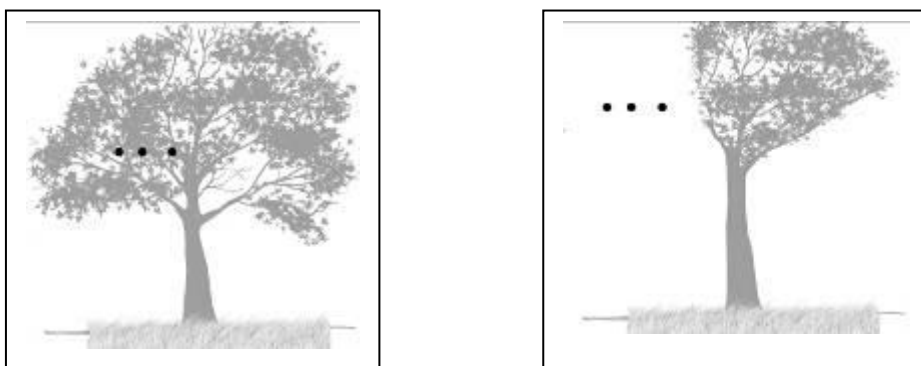


Figura 2. Poda de elevación de copa.



Poda de lado o en forma de “L”: Esta poda se utiliza en árboles que crecen a un lado de las líneas y consiste en eliminar aquellas ramas, cuya ruta de crecimiento es hacia los cables (Figura 3). La intensidad de la poda dependerá de factores como el régimen de propiedad, especie e infraestructuras alrededor.

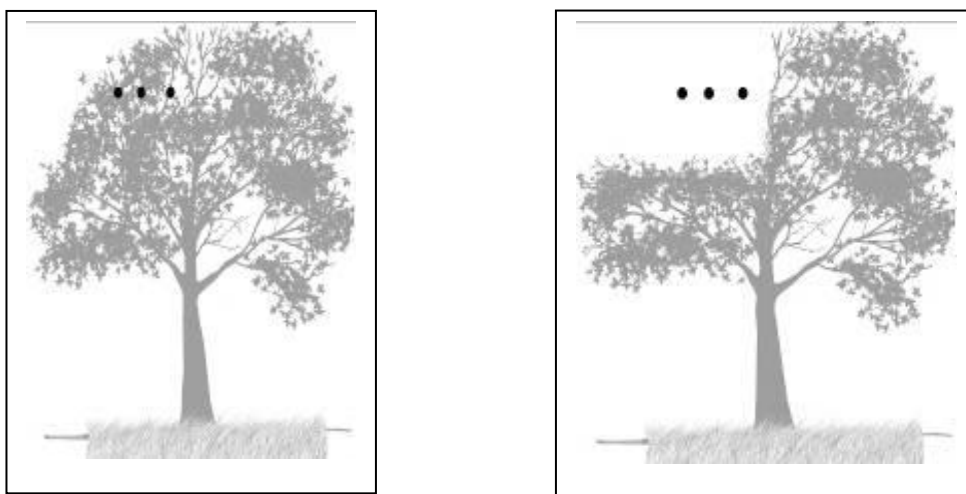


Figura 3. Poda de lado o en forma de “L”:

Poda en “V”: Esta poda se utiliza en árboles grandes que crecen debajo de las líneas eléctricas y es el resultado de la poda de las ramas apicales o codominantes (Figura 4).



Figura 4. Poda en “V”.





El tipo de corte influye en la producción de rebrotes y en la pérdida de vitalidad por la acción de agentes abióticos y bióticos. La calidad del corte puede evaluarse examinando las heridas al final de la temporada de crecimiento con la formación de un anillo concéntrico en la rama cortada. Si el anillo no se formó o se formó parcialmente quiere decir que el corte no fue realizado correctamente.

En caso de que la actividad implique la corta de un árbol, se deben obtener los respectivos permisos del propietario y de la Municipalidad, según corresponda el régimen de la propiedad (pública o privada). Independientemente de esto, se debe consultar con el Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE) si se requiere un permiso por parte de ellos, como órgano fiscalizador del estado.





CRITERIOS TÉCNICOS

Se recomienda como distancias mínimas de poda las siguientes:

- Para línea primaria una distancia de tres metros en el plano horizontal e inferior y cuatro metros por la parte superior del cable primario. En aquellos casos donde la línea sea bifásica o trifásica se tomará la distancia a partir de las líneas extremas.
- Para línea secundaria un radio de dos metros.
- En el caso que no haya cable secundario se debe despejar una distancia de 1,50 metros del cable neutro.
- En el caso de luminarias debe podarse en un radio de un metro de esta y el haz luminoso de la misma, para lo cual debe podarse igualmente un metro a ambos lados del poste.

Las distancias preestablecidas de despejes mencionadas anteriormente, podrán ser reducidas dependiendo de la especie, estado fitosanitario, rango de crecimiento, infraestructuras alrededor y del tipo de línea primaria que pasa.

Los cortes deben realizarse en las bifurcaciones de las ramas, aun cuando estén fuera de las distancias de despeje. Un corte correcto empieza justamente afuera de la arruga de la rama y baja en ángulo, hasta el reborde del collar de la rama, sin desgajar o lesionar la rama del fuste. La superficie del corte debe ser lisa, por lo que no debe utilizarse machete, ya que se deben evitar astillamientos que propicien la entrada de enfermedades o plagas.

El corte de una rama seca se distingue al de una rama viva, en que en el primero sigue creciendo el cuello y arruga formando un círculo (callo), por lo que es importante que el corte se realice fuera de la corteza viva del árbol.

No se debe realizar cortes a ras del fuste, el corte estará determinado por la ubicación del cuello y arruga de la rama, tal como se muestra en la Figura 5.



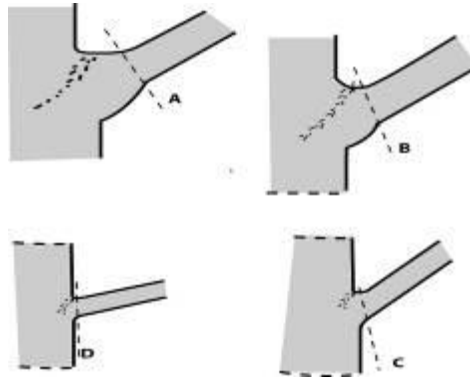


Figura 5. Corte según la ubicación del cuello y arruga de la rama.

En árboles grandes que presentan ramas muy largas, se deben realizar varios cortes (Figura 6) para evitar daños en el fuste por el desgarre del tejido. Para esto, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Ubicar arruga y collar de la rama.
- Trazar una línea imaginaria entre ellos.
- Aproximadamente a unos 40 cm del corte final se hace el primer corte que consiste en una pequeña hendidura por debajo de la rama.
- Por encima de esa hendidura desplazada en forma distal unos cinco cm se realiza el segundo corte de la rama.
- El tercer corte o corte final empieza justamente afuera de la cresta de la corteza de la rama y baja en ángulo hasta el collar de la rama. El plano del corte es ligeramente inclinado respecto al tronco y el ángulo es simétrico al que forma la arruga con la corteza.
- Cuando sea necesario se pueden utilizar cuerdas para bajar las ramas de manera controlada y no ocasionar daños a las infraestructuras aledañas.

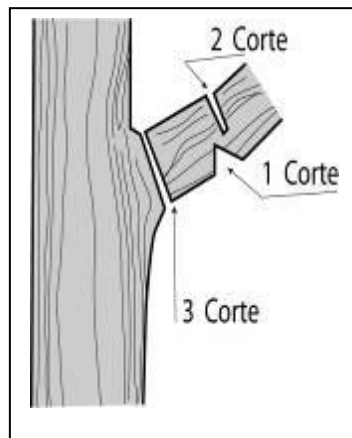


Figura 6. Corte de la rama grande o muy larga.



Cuando se requiera cortar parte del fuste o eje principal del árbol, este debe quedar a 45 grados con respecto a una rama lateral, que no debe ser más pequeña que un tercio del diámetro de la porción que está siendo eliminada, y debe tener suficiente follaje para asumir el papel de terminal.

Dentro del área de despeje se deben cortar las ramas secas, desgajadas, enfermas o las que hayan sido mal cortadas en trabajos anteriores.

Cuando las ramas posean diámetros superiores a los 5 cm es obligatoria la aplicación de una pasta desinfectante selladora sobre el tejido externo, para ayudar a sanar la sección de tejido cortado y evitar la acción de hongos y patógenos.

En palmeras, la poda debe realizarse en el punto que hace contacto la hoja con el tronco, sin dañar el tejido del tronco. Si la palmera se ubica en propiedad privada, esta distancia podría reducirse según criterio experto.

Toda rama o enredadera que se corte, no podrá quedar colgando en el árbol o en las líneas de servicio (eléctrica, teléfono, cable). En el caso de enredaderas, estas deben ser cortadas lo más próximo al suelo y se recomienda utilizar una pértiga o mano mecánica para retirarlas.

RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

La empresa o persona física designada para realizar el trabajo, será responsable por los daños ambientales que llegare a causar por imprudencia, negligencia o impericia de su parte, en la ejecución del servicio.

Los residuos orgánicos originados por la poda, deben retirarse el mismo día, conforme se van produciendo y deben ser depositados en rellenos sanitarios debidamente autorizados por el estado. Se debe guardar la documentación que respalde la disposición final de estos residuos (facturas).

Por la naturaleza del material (ramas) se podrá emplear otra disposición final que no sea un relleno sanitario, para lo cual se debe presentar un plan de manejo, que demuestre toda la trazabilidad del material y regulación legal que lo limite. No debe permitirse la extracción de plantas y animales. En caso de que se encuentre una orquídea en la rama que se va a cortar, debe ser reubicada en otra parte del mismo árbol o en un árbol cercano.

Durante el desarrollo de la poda debe minimizarse el impacto a la fauna, por tanto, está prohibida la cacería. En caso de que se encuentre fauna en el árbol que se va a podar o cortar, ésta debe reubicarse en otro árbol cercano.





El Contratista debe tener un protocolo para la gestión de residuos y para la atención de emergencia por derrame o fuga accidental en los equipos. Por tanto, cada cuadrilla debe tener un equipo para la atención de derrames para productos peligrosos, en especial para gasolina y aceite.

Los residuos peligrosos originados por la recolección de cualquier derrame y los estropajos contaminados por la limpieza de las motosierras, deben tener una disposición final diferenciada con respecto a los residuos ordinarios. Para este efecto, se debe presentar el certificado de disposición final de este material.

De conformidad con el artículo 34 de la Ley Forestal está prohibido la corta o eliminación de árboles en las siguientes áreas de protección:

- Las áreas que bordean nacientes permanentes definidas en un radio de 100 metros medidos en modo horizontal.
- Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.
- Una zona de cincuenta metros, medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales, construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.
- Las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.

SELECCIÓN DE ESPECIES PARA SIEMBRA

Antes de seleccionar un árbol es importante conocer las dimensiones del mismo (altura y diámetro de copa) e identificar todas las infraestructuras alrededor, para evitar problemas en un futuro con la red eléctrica, alcantarillado, aceras y rótulos entre otros.

Hay que tener claro que las distancias de separación de un inmueble o árbol de las líneas primarias deben ser de un mínimo de tres metros (Figura 7), por lo que, los árboles que se planten debajo o a una distancia de tres metros de las líneas no deben tener una altura total mayor a 4 metros. Conforme la distancia del árbol hacia la línea sea mayor, así se podrán sembrar árboles con alturas mayores. No obstante, habrá que evaluar como criterio de





elección el sistema radicular de la especie a sembrar para evitar daños en la red por la caída de un árbol.

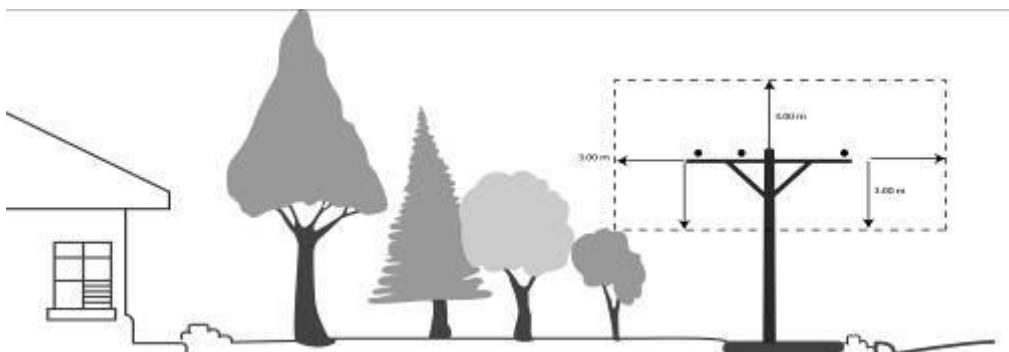


Figura 7. Distancia de separación a la que debe sembrarse árboles o arbustos en zonas urbanas.

En ciudad, se recomienda la selección de arbustos, los cuales deben ser sembrados en hileras al lado opuesto de las líneas eléctricas, también se debe evitar sembrar a menos de tres metros de las luminarias para evitar disminuir la iluminación en las noches y propiciar condiciones de inseguridad en la comunidad.

Entre los factores que hay que considerar para seleccionar una especie en un programa de arborización donde hay líneas eléctricas, se puede mencionar los siguientes:

- **Dimensiones:** Es importante conocer la altura final que tienen los árboles cuando han alcanzado su plena madurez, en este caso se recomienda que no tenga una altura superior a los cuatro metros. Así mismo, es preferible sembrar arbustos de una altura no menor a 1,5 metros, con el fin de que tenga mayor probabilidad de supervivencia. Debe tener una copa bien formada y con buen follaje.
- **Patrón arquitectural:** Las propiedades arquitectónicas de los árboles generan censores de forma, escala, frondosidad, vistosidad, proporción y color. Son aspectos que deben considerarse en cada árbol individual y el espacio.
- **Sistema radical:** El tipo de raíz debe ser profundo para evitar problemas con las aceras y el alcantarillado. Los sistemas radicales superficiales y amplios como el de los higuerones (*Ficus sp*) representan daños en las aceras y en sistemas de distribución subterráneo.





- Fenología: La floración y fructificación deben ser llamativas para enriquecer y contrastar con el medio. Hay que considerar los árboles si son caducifolios (botan las hojas) o perennifolios (siempre verde) para evitar problemas con el alcantarillado y con el drenaje de techos. Además, es preferible omitir árboles frutales por problemas de aseo y por la contaminación que éstos puedan tener por las emisiones de los vehículos y fábricas.
- Agente polinizador y dispersor: Dentro de las especies de árboles hay una gama de especies polinizadoras y dispersoras, lo cual es importante tener presente para evitar agentes indeseables para la sociedad, tales como: murciélagos, moscas, zanates y palomas de castilla. Por lo general, las personas se identifican con aves e insectos como mariposas.

RECOMENDACIÓN DE ESPECIES PARA REFORESTACIÓN

Hay que determinar la magnitud de la poda, para valorar si es factible realizarla o si, por el contrario, es recomendable su sustitución por una especie más acorde con las limitaciones del entorno. Hay ciertas condiciones en las cuales es recomendable su sustitución. Éstas son:

- Árboles debajo de las líneas, con un patrón arquitectural cónico y con una altura de crecimiento mayor a diez metros.
- Árboles muy inclinados en dirección a las líneas eléctricas.
- Árboles con cavidades en el tronco y con estado fitosanitario deficiente.
- Árboles que no tienen capacidad activa de rebrotar como ciprés y pino.
- Árboles grandes que tengan auto poda.
- Palmeras.
- Vegetación de rápido crecimiento como el bambú.
- Árboles que se tengan que eliminar más de un 60% de la biomasa para mantener las distancias de despeje requeridas y que no puedan guardar una relación de las dimensiones entre el fuste y la copa.





Descripción general de dispositivos de prevención y mitigación

1) Consideraciones generales

Para prevenir las interrupciones de energía (averías) causadas por flora y fauna en la red eléctrica se debe considerar lo siguiente:

- a) En el diseño constructivo de una red eléctrica debe estar valorado las áreas boscosas o vulnerables bajo el criterio ambiental; para que sea consideradas por el diseñador en el trazado de las líneas de transmisión y distribución eléctrica y a la vez considerar los elementos de prevención a ser integrados en la red (de aislamiento y de tipo barrera).
- b) El encargado de diseñar la red eléctrica, establecerá el esquema constructivo que mejor se ajuste a las condiciones ambientales, considerando incluso la construcción de redes aéreas compactas con protección en las zonas que se justifiquen, con la finalidad de incorporar el principio de prevención desde el diseño. Igualmente debe valorarse durante el diseño de redes eléctricas, incluir líneas de tipo subterráneo en áreas de alta vulnerabilidad ambiental o alta probabilidad de caída de árboles sobre la red.
- c) En el mantenimiento de las redes eléctricas debe incluirse el control del crecimiento de vegetación. Se debe mantener la poda de ramas de árboles y arbustos que se encuentran cerca de la red eléctrica y mantener despejado de vegetación el área de los cables de anclaje. Así prevenir que la fauna tenga contacto directo con las líneas energizadas.
- d) Bajo el criterio de los análisis del registro de averías, en regiones con mayor frecuencia de averías causadas por electrocución de fauna o por contacto con vegetación, se debe colocar dispositivos de protección en la red eléctrica.

2) Condiciones específicas

Criterios a considerar en redes aéreas desnudas:

- a) El diseñador, con un criterio debidamente aportado por especialistas ambientales, deberá valorar la colocación de dispositivos de protección en la red eléctrica, considerando las áreas boscosas o de alta vulnerabilidad ambiental y con ello evitar la electrocución de fauna e interrupción del servicio de energía.





- b) Dar el mantenimiento de poda y control del crecimiento de vegetación, para disminuir el riesgo de interrupción del servicio de energía; y así impedir el acceso de la fauna silvestre a la red eléctrica.

Criterios generales a considerar en las redes aéreas compactas con protección:

Cuando se construya una red eléctrica compacta se debe considerar:

- a) Asegurar el aislamiento entre los puntos de unión mediante cobertores diseñados para tal función.
- b) En la medida en que la distribución de la carga lo permita, colocar los transformadores alejados de zonas boscosas o árboles, para evitar que la fauna llegue con facilidad. Es conveniente que los transformadores no se coloquen en áreas cercanas a cuerpos de agua (ríos, quebradas y lagunas); ya que son lugares que por sus condiciones atraen muchos grupos de fauna.
- c) Colocar dispositivos de protección en la red eléctrica para la prevención de electrocución de fauna; en este caso de igual manera se debe valorar desde el punto de vista ambiental el colocar dispositivos tipo barrera que impidan que las especies tengan acceso a la red eléctrica a través de los postes o por los cables de anclaje.
- d) Dar el mantenimiento de poda y control del crecimiento de vegetación.

Criterios generales a considerar en subestaciones:

- a) A los centros de interruptores o transformadores se les debe diseñar una barrera perimetral de malla electro-soldada, con luz de malla no mayor a una pulgada (Figura 8), con una pared o lámina metálica de unos 75 cm de altura en la parte inferior. En la parte superior una lámina metálica similar pero colocada de forma inclinada hacia el exterior (tipo visera), para prevenir que la fauna ingrese fácilmente. En la parte superior se puede valorar colocar barrera eléctrica.
- b) Si la obra considera un muro de concreto perimetral, este deber ir con un acabado de repello fino en el exterior, hasta una altura de por lo menos 75 cm en la parte inferior, y las columnas diseñadas de tal forma que no sean externas; y así prevenir que la fauna ingrese a la subestación subiendo por las paredes o columnas de soporte.





c) Los portones de la subestación deben estar diseñados de tal forma que la fauna no tenga acceso a la subestación. Los espacios entre los cierres deben ser menores a una pulgada. Una opción es diseñar la puerta o portón de tipo corredizo.

En la Figura 8 se muestran imágenes que ilustran ejemplos de barreras perimetrales que contemplan en su diseño las medidas ambientales requeridas para prevenir electrocución de fauna. En tanto que en la Figura 9 ejemplos de barreras que no contemplan estas medidas.



Figura 8. Imágenes ilustrativas de barreras perimetrales ideales para centro de interruptores y subestaciones (imágenes fuente CNFL).



Figura 9. Barreras perimetrales que no contemplan medidas de prevención de electrocución (imágenes fuente CNFL).

Se describen a continuación los principales tipos de dispositivos para la prevención de la electrocución de la fauna silvestre (Cuadro 4). Estas recomendaciones pueden ser aplicadas tanto en proyectos por construir (posterior a un análisis de impacto potencial de electrocución de fauna silvestre y de acuerdo a la propuesta de un diseño civil) así como en proyectos que se encuentran operando, pero en los que presentan casos de electrocución o cuando existe un claro potencial de electrocución de fauna silvestre, posterior a un análisis de impacto ambiental.

Cuadro 4. Dispositivos de protección de la red eléctrica para la prevención de electrocución de fauna silvestre

Nombre del dispositivo	Descripción	Sitio de colocación
Dispositivos de protección tipo barrera		
Dispositivo antiescalamiento	Dispositivo metálico inoxidable tipo paleta (rectangular), de 20 cm de ancho por 50 cm de largo (como mínimo).	Se coloca en los cables de anclaje a una altura superior de tres metros y todos a una misma altura.
Protectores electrostáticos	Consiste en un dispositivo tipo disco de base plástica con rayos metálicos. Otro diseño se basa en un disco plástico. Estos dispositivos se cargan por inducción, funcionando como barrera para evitar que las aves perchen	Se colocan en los aisladores de porcelana de la red eléctrica.



	sobre los aisladores de porcelana, inclusive que la fauna trepadora tenga fácil acceso al tendido eléctrico.	
Dispositivo anti-percha	Dispositivo plástico para evitar que las aves perchen sobre cualquier tipo de estructura del tendido eléctrico. Puede ser utilizado el tipo “pico de paloma” (pigeonspike) o triángulo plástico	Se pueden colocar sobre aisladores, inclusive en los cruceros, con el fin de evitar que las aves perchen cerca del cableado.
Previsores de colisión en el tendido eléctrico o espiral salva pájaros		
Espiral de PVC	Espiral de PVC de un metro de longitud y un diámetro máximo de 30 cm.	Se colocan en el hilo guarda.
Dispositivos anti-electrocución o tipo aislante		
Cobertores de goma	Cobertores de goma para aislar los puntos de contacto del transformador.	Contactos del transformador.
Protector de silicón tipo manguera	Protectores de silicón tipo manguera, para aislar el cable.	Se debe de colocar envolviendo el cable eléctrico desnudo en una distancia de 1,5 m desde el aislador de porcelana en ambos extremos.
Cinta aislante adhesiva	Cinta aislante adhesiva, para aislar los puntos de unión de cables; para este caso se usa cuando la línea es de tipo aislada o semi-aislada.	Se coloca en los puntos de unión.
Cable aislado y semi-aislado		
Cable aislado y semi-aislado	Cable conductor recubierto con material aislante.	Se aplica de acuerdo a un criterio técnico en lugares vulnerables a que se den interrupciones de energía causados por flora y fauna.



Medidas complementarias a los dispositivos tipo barrera y de aislamiento		
Puentes artificiales para paso de animales arborícolas	“Puentes” artificiales de material variable (mecate, cuerda, cables de desecho).	Son estructuras que se amarran en árboles a ambos lados de caminos, donde se ha registrado el paso de fauna silvestre o existe probabilidad de paso, según el criterio biológico.

a) Dispositivos de protección tipo barrera

Dispositivo antiescalamiento:

Consiste en una lámina de metal inoxidable rectangular (también llamado dispositivo antiescalamiento tipo paleta), que se coloca en los cables de ancla de los postes que soportan el tendido eléctrico y alumbrado (Figura 10). El dispositivo tiene la finalidad de evitar que animales trepadores suban hasta las líneas eléctricas por medio de las anclas.

Debe tener como mínimo las dimensiones de 20 cm de ancho por 50 cm de largo. Cada dispositivo debe llevar una argolla metálica que funciona como base para que el dispositivo gire libremente. En el centro del dispositivo lleva una canaleta que es la que envuelve el cable de anclaje y que permite que gire. Lleva una cara completa (de 20 X 50 cm) y una pequeña lámina del mismo material (igualmente con canaleta) (Figura 10) quedando sujeta de un solo lado con tres remaches, quedando abierta para poder ser colocado en campo, donde se completa el cierre con otros tres remaches.

El dispositivo debe colocarse en cada cable de ancla a una altura superior de tres metros y todos a una misma altura, de manera que se impida el paso del animal realizando zig-zag (Figura 11). Estos dispositivos pueden colocarse en el cable de las acometidas de electricidad.

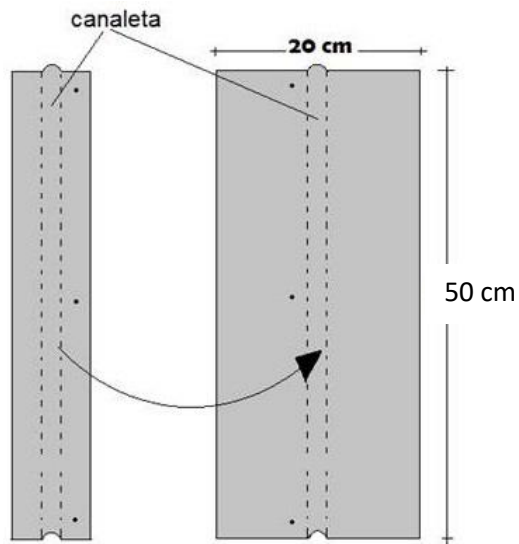
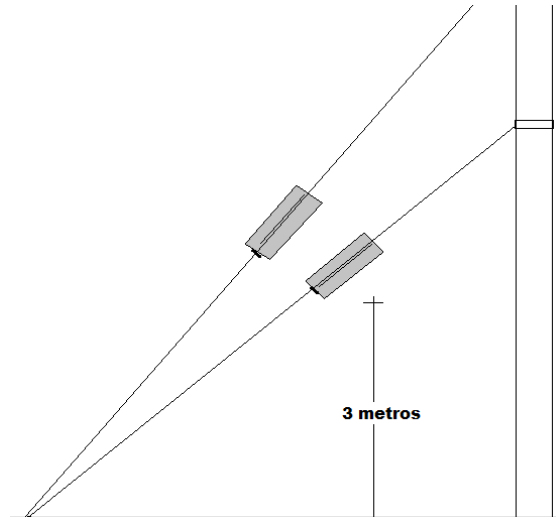


Figura 10. Dispositivo antiescalamiento tipo paleta, y su diseño (imágenes fuente CNFL).



Forma correcta



Forma incorrecta

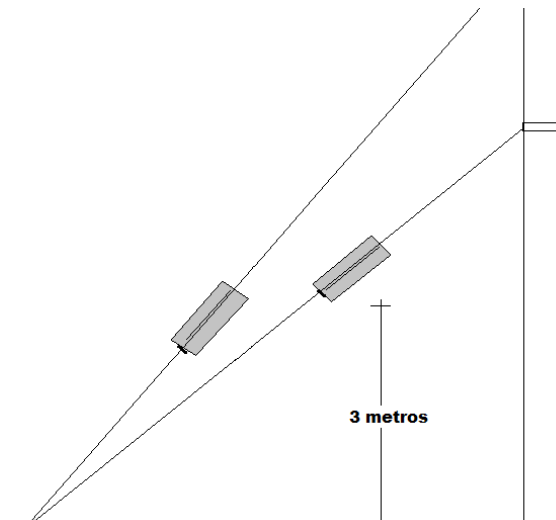


Figura 11. Forma correcta e incorrecta de colocar los dispositivos antiescalamiento en los cables de anclaje.



Protectores electrostáticos:

Consiste en un dispositivo tipo disco de base plástica con rayos metálicos. Otro diseño se basa en un disco plástico que no se degrada fácilmente. Estos dispositivos se cargan por inducción, funcionando como barrera al evitar que las aves perchen sobre los aisladores de porcelana, inclusive que la fauna trepadora tenga fácil acceso al tendido eléctrico (Figura 12 y 13).

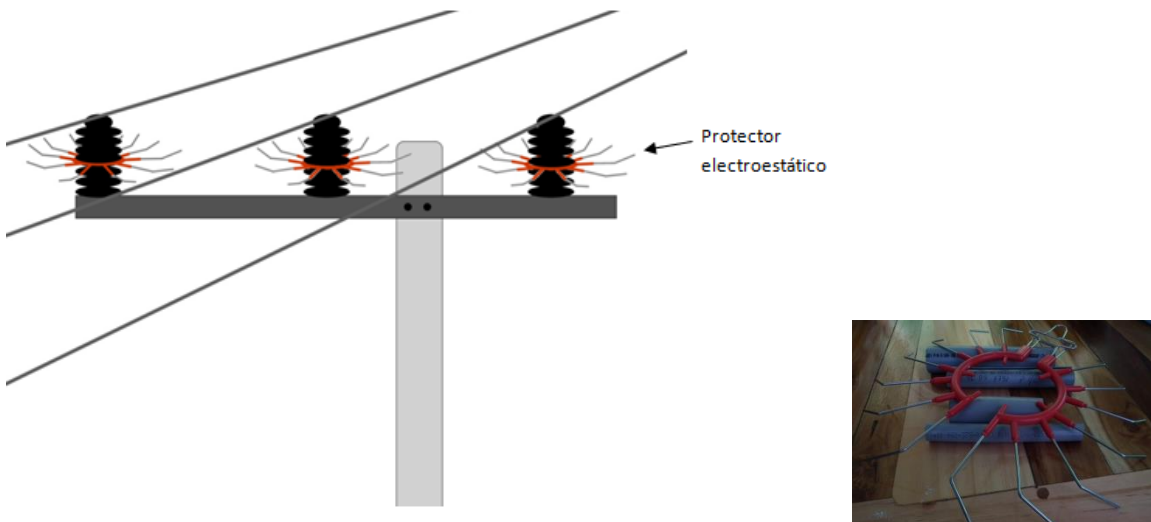


Figura 12. Dispositivo electroestático, diseño y forma correcta de colocar.



Figura 13. Dispositivo electroestático, diseño y forma correcta de colocar (imágenes fuente CNFL).



Dispositivo anti-percha

Un diseño que ha sido utilizado en Costa Rica son los “picos de paloma” (pigeonspike); dispositivos para evitar que las aves perchen sobre cualquier tipo de estructura del tendido eléctrico. Se pueden colocar sobre aisladores, inclusive en los cruceros, con el fin de evitar que las aves perchen cerca del cableado y así reducir el riesgo de electrocución (Figura 14). También se pueden diseñar otro tipo de estructuras que impidan que las aves perchen con facilidad sobre los postes de la red eléctrica; un diseño utilizado ha sido los triángulos de material plástico resistente a los rayos ultravioleta (Figura 15).

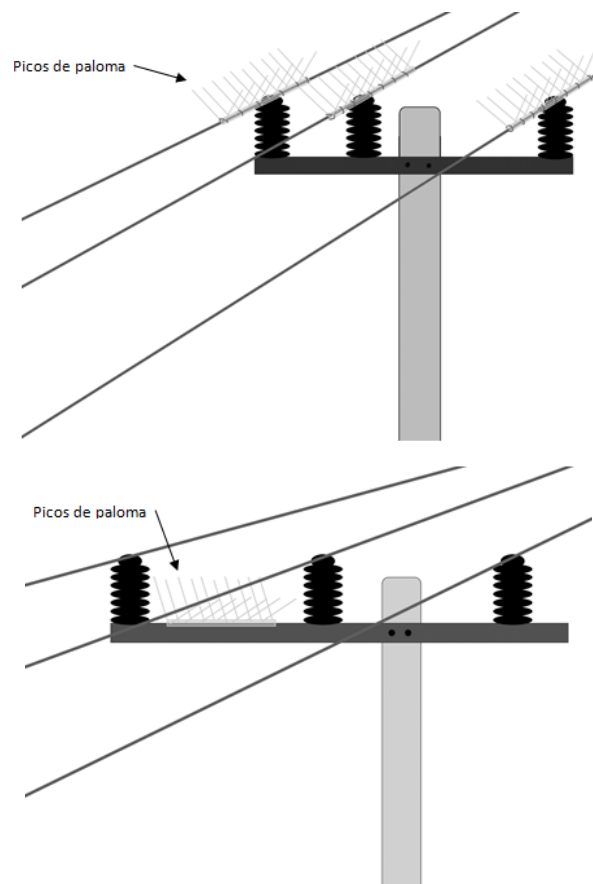


Figura 14. Dispositivo anti-percha tipo pico de paloma, diseño y forma correcta de colocar.

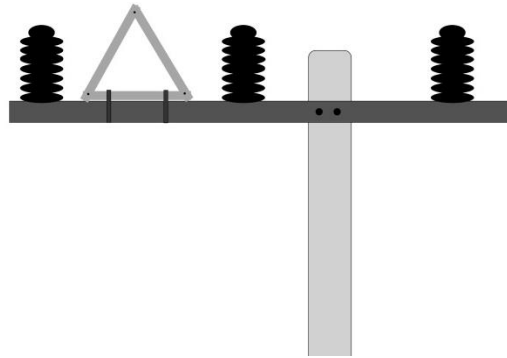


Figura 15. Dispositivo anti-percha tipo triángulo, diseño y forma correcta de colocar.

b) Previsores de colisión en el tendido eléctrico o espiral salva pájaros:

Espiral de PVC

Conocido también como “rabo de chancho”, que se coloca en los hilos guarda a distancia entre cada uno de ellos de cinco a diez metros (Figura 16).



Figura 16. Previsores de colisión, dispositivos para aumentar la visibilidad del cableado.



c) Dispositivos de protección anti-electrocución o tipo aislante

Cobertores de goma o cubierta para bujes del transformador

Cobertores de goma para aislar los puntos de contacto del transformador (Figura 17). Protector o cubierta de silicón tipo manguera (Figura 18), para aislar el cable, el cual se debe de colocar envolviendo el cable desnudo en una distancia de 1,5 m desde el aislador de porcelana en ambos extremos.

Cinta aislante adhesiva, para aislar los puntos de unión de cables; en las líneas de tipo aislada o semi-aislada.



Figura 17. Cobertores de goma, para aislar los puntos de contacto del transformador.

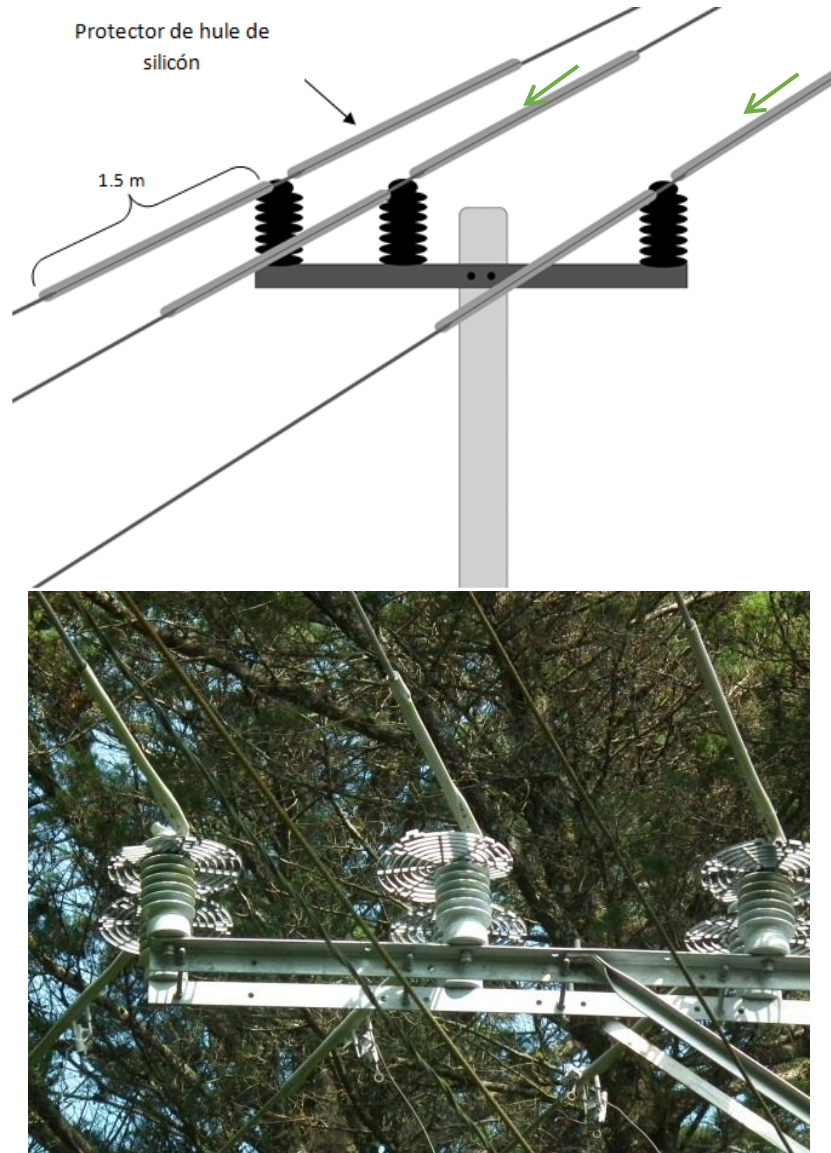


Figura 18. Protectores de hule de silicón tipo manguera, para aislar el cable (imágenes fuente CNFL).



d) Cable aislado y semiaislado:

Es una opción de cable conductor recubierto con material aislante, que se aplica de acuerdo a un criterio técnico en lugares vulnerables a que se den interrupciones de energía causados por flora y fauna; de esta manera se mejora la calidad del servicio y previene la electrocución de fauna silvestre (Figura 19).



Figura 19. Cable conductor con recubierta semiaislada imágenes fuente CNFL).

e) Medidas complementarias a los dispositivos tipo barrera y de aislamiento

Son medidas complementarias que se aplican de acuerdo a un criterio biológico en áreas vulnerables. Para el caso de los pasos aéreos para fauna arborícola se colocan lejos del tendido eléctrico para evitar que la fauna utilice el cableado como medio de paso entre parches de bosque.

Puentes aéreos artificiales para paso de fauna arborícola:

Son “puentes” que se amarran en árboles a ambos lados de caminos (Figura 20), donde se ha registrado el paso de fauna silvestre o existe probabilidad de paso, según el criterio biológico. Por lo general se colocan entre zonas boscosas que han sido fragmentadas por la construcción de caminos e incluso la construcción de líneas de distribución y transmisión. Los pasos artificiales disminuyen la necesidad de que la fauna utilice el tendido eléctrico como medio de paso; a la vez disminuye el riesgo de atropello.

Existen muchos diseños que han sido utilizados; tan simples como una sola cuerda, que en algunas ocasiones se colocan dos o tres cuerdas de manera entrelazada. También se construyen tan elaborados como el tipo “hamaca”, construida con malla plástica, sujeta a dos o tres líneas de mecate plástico (también se puede utilizar cable eléctrico de desecho), y se colocan travesaños de madera o tuvo PVC para darle estabilidad al paso aéreo.



Su colocación se lleva a cabo entre dos árboles altos que permitan una altura mínima de diez metros sobre la carretera. Pueden ser colocados sobre la red eléctrica o bajo esta, siempre y cuando supere los diez metros sobre la carretera y que no quede cerca de las líneas o del cable de fibra óptica.

Para colocar el paso de fauna no deben utilizarse árboles de madera suave como el guarumo (*Cecropia* sp), el balsa (*Ochroma pyramidale*) o el burío (*Heliocarpus* sp). Para aumentar la probabilidad de uso por parte de fauna silvestre, se deben amarrar los pasos inclusive al menos diez metros adentro del borde del sector boscoso.

Cuando se utiliza una sola cuerda, ésta debe tener un grosor mayor a 15 mm y debe quedar tensa.

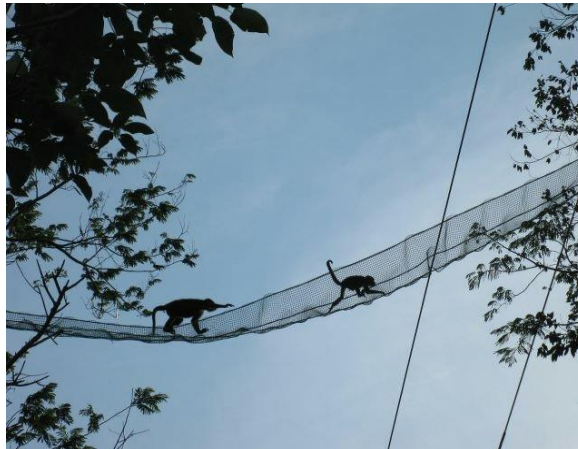




Figura 20. Pasos de fauna arbórea; diferentes diseños colocados y utilizados por fauna arbórea (Imágenes ICE y CNFL).



Referencias Bibliográficas

- Arnett, E.B., Brown, W.K., Erickson, W.P., Fiedler, J.K., Hamilton, B.L., et al. (2008). Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *Journal of Wildlife Management*, 72: 61–78.
- Austin, M. (2007). Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches. *Ecological Modelling*, 200: 1–19
- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall C., McGuire J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B. y Ferrer, E.A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*, 471(7336): 51-57.
- Carrete, M. y Donázar, J.A. (2005). Application of central-place foraging theory shows the importance of Mediterranean Dehesas for the conservation of the cinereous vulture *Aegypius monachus*. *Biological Conservation*, 126: 582–590.
- Denholm, P. y Margolis, R.M. (2008). Impacts of array configuration on land-use requirements for largescale photovoltaic deployment in the United States. Washington, DC: Department of Energy.
- Díaz, N. 2014. Impacto de la infraestructura eléctrica sobre la fauna silvestre de la Península de Nicoya, Costa Rica. Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador de Posgrado de la Universidad Nacional para optar al título de Magister Scientiae en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Heredia, Costa Rica. 68 p.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., et al. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163–182.
- Lavado-Contador, J.F. (2005). Adaptive management, monitoring, and the ecological sustainability of a thermal-polluted water ecosystem: A case in SW Spain. *Environmental Monitoring and Assessment*, 104: 19–35.
- McKee, J.K., Sciulli, P.W., Foose, C.D. y Waite, T.A. (2004). Forecasting global biodiversity threats associated with human population growth. *Biological Conservation*, 115(1): 161-164.
- Miller, P.J. y Van Atten, C. (2005). North American power plant emissions. Commission for Environmental Cooperation of North America. Quebec.
- Negro, J.J. (1999). Past and future research on wildlife interactions with power lines. En Ferrer, M., Janss, G. F. (Eds). *Aves y líneas eléctricas*, Quercus, Madrid, España. Pp: 21-28.





Pressey, R.L. y Cowling, R.M. (2001). Reserve selection algorithms and the real world. *Conservation*

Biology 15: 275–277.

Reimers, E., Dahle, B., Eftestøl, S., Colman, J.E. y Gaare, E. (2007). Effects of a power line on migration and range use of wild reindeer. *Biological Conservation*, 134(4): 484–494.

Salovarov, V.O. y Kuznetsova, D.V. (2006). Impact of coal mining on bird distribution in Upper Angara Region. *Biology Bulletin*, 33: 199–202.

Schleisner, L. (2000). Life cycle assessment of a wind farm and related externalities. *Renewable energy*, 20(3): 279-288.

Sergio, F., Marchesi, L., Pedrini, P., Ferrer, M. y Penteriani, V. (2004). Electrocution alters the distribution and density of a top predator, the Eagle owl *Bubo bubo*. *Journal of Applied Ecology*, 41: 836–845.

Schaub, M., Aebischer, A., Gimenez, O., Berger, S. y Arlettaz, R. (2010). Massive immigration balances high anthropogenic mortality in a stable eagle owl population: Lessons for conservation. *Biological Conservation*, 143(8): 1911-1918.



ANEXO 1. Centros de Rescate recomendados para la atención de Fauna silvestre afectada

En Costa Rica la LCVS N° 7317, sus Reformas y Reglamento N°40448 –MINAE, establece que la fauna silvestre es un bien de dominio público o demanial que se encuentra bajo la tutela del Estado. Al tratarse de bienes de dominio público toda actividad que se realice con la fauna silvestre, aun cuando el objetivo sea la conservación, debe realizarse cumpliendo con las regulaciones estatales y con los más altos estándares de calidad así como con las reglas de la ciencia y la técnica más óptimas. Es deber del Estado asegurarse que se cumpla con esas condiciones.

El MINAE-SINAC puede establecer las medidas técnicas por seguir para el buen manejo, conservación y administración de la vida silvestre. Autoriza además a los Centros de Rescate como los sitios de manejo de vida silvestre para la rehabilitación de fauna rescatada o entregada voluntariamente, para su recuperación y reinserción al medio silvestre. Garantiza la conservación y protección de la fauna silvestre al aclarar la responsabilidad del desarrollador de cualquier proyecto, el cual deberá aplicar medidas para minimizar el impacto producido por acciones en el entorno que alteren el hábitat de la fauna local, ordena que al haber una afectación a la fauna silvestre provocando que el animal silvestre requiera atención, cuidados y no pueda ser liberado inmediatamente, este debe ser entregado a un centro de rescate autorizado, además los costos incurridos por el centro de rescate en los procesos de recuperación, cuidado y liberación de los animales deberán ser convenidos con el desarrollador.

Actualmente, existen a nivel nacional dos sitios que han recibido la Certificación de la Federación Global de Santuarios (GFAS www.sanctuaryfederation.org) por sus estándares internacionales en el manejo de la fauna silvestre rescatada los cuales tienen la capacidad técnica y logística para apoyar labores de rescate de fauna o asesoría en este campo.

Fundación	Ubicación	Contacto
Fundación Hagnauer: Centro de Rescate Las Pumas	4.5 Km de Cañas, camino a Liberia sobre la carretera Interamericana, Guanacaste, Costa Rica	Tel (506) 2669 6019 (506) 2669-6019 Fax. (506) 2669-6161. Email: laspumas@racsa.co.cr www.centrorescatelaspumas.org
Fundación Restauración de la Naturaleza Centro de Rescate Animal Zooave	2.3 km al este del cruce de Manolo's, ruta 3, hacia el B° San José., Provincia de Alajuela, Alajuela, Costa Rica	Tel (506) 2433 8989 Email: zooave@hotmail.com www.rescateanimalzooave.org