



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**

Segunda Edición



Grupo de Trabajo Electrificación Sostenible

2020



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.

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.

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.

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.

Centros de rescate: Son sitios de manejo sin fines de lucro especializados en la atención y rehabilitación de animales silvestres terrestres o marinos según corresponda, provenientes de decomisos, rescates o entregas, cuyas condiciones de salud o de comportamiento, requieran una atención por parte de profesionales especializados, sea medicina, manejo de vida silvestre o ambos. No estarán





autorizados para la exhibición ni reproducción de los animales silvestres, ni estarán abiertos al público.

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.

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: Son una 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.

Especie en vías o peligro de extinción: Especie de fauna o flora silvestre con poblaciones reducidas a un nivel crítico, o que su hábitat ha sido reducido a tal punto que afecta su viabilidad genética en el largo plazo, la cual ha sido incluida en la lista oficializada por el MINAE o mediante resolución fundamentada en criterios técnicos, en listas rojas internacionales o en los convenios internacionales.

Especie amenazada o con poblaciones reducidas: Especie o subespecie de fauna o flora silvestres, o sus poblaciones, que tiene probabilidades de convertirse en una especie en peligro de extinción en el futuro previsible, en todas sus áreas de distribución o parte de ellas, si los factores que causan su disminución numérica o la degradación de su hábitat continúan presentándose, o muy diseminada en áreas de distribución más extensas, y está en posibilidades reales o potenciales de verse sujeta a una disminución y posible peligro de extinción.

Especie endémica: Son aquellas especies conocidas por encontrarse solamente en un determinado país o en una determinada región geográfica.

Especie exótica o invasora: Es aquella que al introducirse en sitios fuera de su dispersión geográfica natural, coloniza los ecosistemas y su población llega a ser abundante, siendo así un competidor o predador o parásito o patógeno de las especies silvestres nativas o especies domesticadas por el hombre. Es una especie que se convierte en un agente de cambio de los hábitats y causan un daño a la diversidad biológica. También se incluyen aquellas especies exóticas cuyas poblaciones llegan a ser abundantes y producen un daño en las actividades del





hombre o salud humana. Incluye cualquier parte, gameto, semilla, huevo o propágulo.

Especie trepadora: Cualquier especie de fauna que utiliza los árboles o estructuras semejantes, por ejemplo el posteo eléctrico, para realizar alguna actividad de su ciclo de vida.

Especie arborícola: Cualquier especie de fauna que vive en los árboles o realiza alguna actividad de su ciclo de vida en ellos.

Equipo de protección personal (EPP): Serie de elementos que tienen por finalidad proteger a un solo trabajador o a un número indeterminado de ellos, de un riesgo específico procedente de su ocupación laboral.

Fauna silvestre: Animales, 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.

Gases de efecto invernadero (GEI): componente atmosférico, que puede ser tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes.

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: Son líneas eléctricas que pueden ser trifásicas, bifásicas o monofásicas con voltajes de 13.8 K.V. y 34.5 K.V.

Línea secundaria: Son líneas eléctricas para la distribución de bajo voltaje proveniente de un transformador. Usualmente con voltajes de 120/240 V.

Manejo de árbol: Corresponde a aquellas actividades ordenadas del cultivo permanente del árbol durante su desarrollo.

Muñón: Trozo 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.



Patrimonio natural del Estado: Patrimonio constituido por los bosques y terrenos forestales de las reservas nacionales, de las áreas declaradas inalienables, de las fincas inscritas a su nombre y de las pertenecientes a municipalidades, instituciones autónomas y demás organismos de la Administración Pública, excepto inmuebles que garanticen operaciones crediticias con el Sistema Bancario Nacional e ingresen a formar parte de su patrimonio. El Ministerio de Ambiente y Energía administrará el patrimonio.

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

Puntos calientes: Son aquellas ubicaciones particulares que serán más propensas a que se presenten electrocuciones de vida silvestre debido a una o varias de las siguientes características: condiciones del paisaje (por ejemplo, proximidad y densidad de tendidos eléctricos ó a la presencia de parches de bosques o corredores con árboles), factores de comportamiento (por ejemplo, rutas habitualmente utilizadas por la fauna silvestre) o factores demográficos (por ejemplo, zonas con mayores densidades de especies de fauna silvestre) (Katsis 2018).

Rescate de fauna silvestre: Es la atención de las necesidades de los animales silvestres que han visto comprometido su bienestar y supervivencia, requiriendo la intervención humana inmediata para sobrevivir.

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



Acrónimos

ACCVC	Área de Conservación Cordillera Volcánica Central
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CONACE	Comisión Nacional de Conservación de Energía
CONAGEBIO	Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad
COOPEALFARORUIZ	Cooperativa de Electrificación del Cantón de Alfaro Ruiz
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
SEPLASA	Secretaría de Planificación Sectorial de Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial
SEPSE	Secretaría de Planificación del Subsector Energía
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación



“Estudia la naturaleza, ama la naturaleza, acércate a la naturaleza.

Nunca te fallará”

Frank Lloyd, Arquitecto

Fotografía: Efraín González (ESPH)





CITAR COMO:

Rodríguez, K., Lara, L.R., Sánchez, A., Ramírez, D. & S. Ramírez. 2020. Guía para la prevención y mitigación de la electrocución de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica. Segunda Edición. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 98p.

Autores:

Karina Rodríguez (Sociedad Civil), Luis Rolier Lara (CNFL), Angie Sánchez (SINAC), Dinnia Ramírez (ESPH), Shirley Ramírez (CONAGEBIO).

Colaboradores:

Quírico Jiménez y Luis Diego Carballo (revisor de medidas de prevención y mitigación) (ESPH); Erick Hernández (responsable sección de podas), CNFL; Paúl Delgado, SEPSE; Víctor Castro, Sergio Bermúdez, José Pablo Molina Rodríguez, Grupo ICE; Laura Leitón, Harold Víquez Zamora, COOPELESCA; Alejandro Hernández, Cristian Acuña, JASEC; Jefferson Camacho, COOPEALFARORUIZ; Pilar Campos, COOPEGUANACASTE; Vera Quesada Ramírez, Especialista Social; Moisés Mug-Villanueva, Especialista Ambiental; Ángela González Grau, Directora CONAGEBIO; Sandra Miranda, Asesora Legal MINAE; Grettel Delgadillo, Humane Society International; Carol Sánchez, Especialista Ambiental.





Índice

GLOSARIO	1
ACRÓNIMOS	6
ÍNDICE	9
INTRODUCCIÓN	10
La distribución eléctrica	11
Reseña del abordaje del problema de la electrocución de fauna silvestre en Costa Rica	13
MARCO LEGAL	23
OBJETIVO PRINCIPAL	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
PÚBLICO META	29
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL DE AFECTACIÓN POR LA ELECTROCUCIÓN EN LÍNEAS ELÉCTRICAS	30
INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA FAUNA SILVESTRE EN COSTA RICA	35
LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA ANALIZAR EL IMPACTO POTENCIAL O REAL DE ELECTROCUCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE	36
RECOMENDACIONES TÉCNICAS AMBIENTALES PARA PREVENIR Y MITIGAR LA ELECTROCUCIÓN DE FAUNA SILVESTRE	49
Cambios en los trazados de líneas de distribución por construir o en etapa de operación	49
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)	49
DESCRIPCIÓN GENERAL DE DISPOSITIVOS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE ELECTROCUCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE	68
Dispositivo antiescalamiento:	77
Dispositivo tipo barrera para prevenir el ingreso de animales a redes eléctricas y subestaciones:	81
PROTECTORES ELECTROSTÁTICOS:	81
ESPIRAL DE PVC	86
DISPOSITIVO COBERTOR PARA HILO GUARDA CON ACABADO REFLECTIVO	86
ANEXO 1. DIRECTRIZ 013-2018 MINAE	100
ANEXO 2. CENTROS DE RESCATE RECOMENDADOS PARA LA ATENCIÓN DE FAUNA SILVESTRE AFECTADA	103
ANEXO 3. RECOMENDACIONES DE CONDUCTA Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA LA ATENCIÓN DE ELECTROCUCIONES DE FAUNA SILVESTRE	105





Introducción

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, lo que a la vez genera 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 están dando lugar a lo que se ha llamado la Sexta Extinción Masiva (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 concretas como son 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 del 2008-2009, 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). Para el 2020, en virtud del impacto de la recesión provocada por el COVID-19, se prevé una disminución proyectada del 6% con relación al 2019, la cual sería más de siete veces el impacto de la crisis financiera de 2008 en la demanda mundial de energía, revirtiendo el crecimiento de la demanda mundial de energía de los últimos cinco años. La disminución absoluta de la demanda mundial de energía en 2020 no tiene precedentes, y las disminuciones relativas de este orden no tienen precedentes en los últimos 70 años (IEA 2020).

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 medio ambiente 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 (GEI), 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 deben a que los animales utilizan cualquier tipo de infraestructura, incluyendo 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).

El impacto de la electrocución de fauna silvestre por tendidos eléctricos se encuentra dentro de los que se han denominado a nivel global como los impactos de la infraestructura lineal, junto con las carreteras, polductos, canales. Los tendidos eléctricos crecen un 5% por año (Jenkins *et al.* 2010), y su impacto puede llegar a ser un factor determinante en la desaparición local de especies. En Estados Unidos se estima una pérdida de entre 12 y 64 millones de aves anualmente por electrocución y colisión (Loss *et al.* 2014), mientras que a nivel global, la pérdida se estima en más de 1000 millones de aves (Hunting 2002).

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 para la Protección de Especies Migratorias (CMS). 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.

Hallinan (1922) reportó la “interferencia de las aves” con las líneas de alta tensión, en los que identificaron los zopilotes (*Cathartes aura septentrionalis*) y cuervos (*Corvus p. pascus*) como víctimas de las electrocuciones. Los accidentes por colisión o electrocución en redes eléctricas causan la muerte de un importante número de aves cada año (Prinsen *et al.* 2011), pero 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.
4. **Pérdida de imagen empresarial.** Esto debido al malestar de la sociedad civil ante los incidentes de electrificación con animales carismáticos que pueden llegar a ser denuncias en redes sociales o ante las autoridades.

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

En Costa Rica, entre junio 2018 y junio 2019, se contabilizaron un total de 7154 individuos de diferentes grupos biológicos que fueron víctimas de eventos de electrocución en tendidos eléctricos. Los mamíferos fueron el grupo que tuvo más electrocuciones, con 3401 individuos, seguido por el grupo de las aves con un total de 2827 individuos y también los reptiles se vieron afectados con 438 individuos. Un importante número de casos no logró ser identificado (Figura 1). Es importante mencionar que este dato está subestimado debido a que: 1. No todas las empresas distribuidoras eléctricas han llevado un registro de los casos de fauna electrocutada, 2. A nivel global se reconoce que las brechas y sesgos del problema de electrocución de fauna pueden ser muy importantes. Por ejemplo, en Costa Rica no existe investigación formal continua por medio de búsqueda de cadáveres, junto con





esto, cuando la empresa recibe una notificación de avería o fallo eléctrico, no siempre se puede definir la causa, que bien pudo ser una electrocución de fauna, debido a que no hay personal formado para dicha búsqueda, o que los organismos queden heridos y no mueran cerca del tendido eléctrico, o incluso que sus cadáveres sean removidos por carroñeros. Además, si la empresa no recibe la notificación fallo eléctrico, aunque se presente la electrocución de un animal, no se incluirá en los datos de registro, pues no se puede detectar el evento.

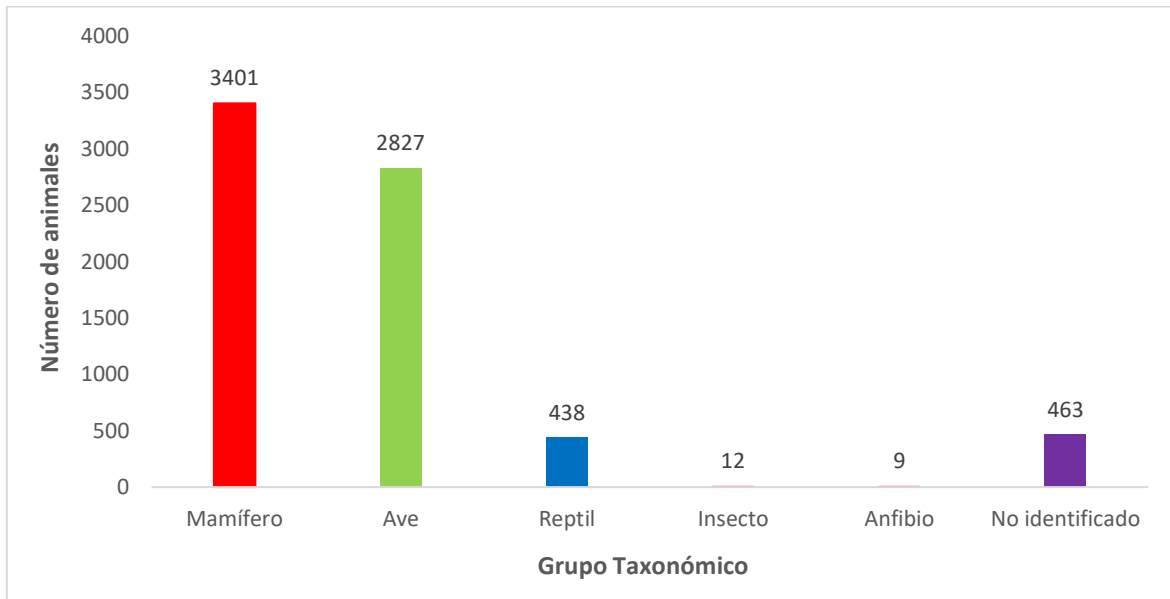


Figura 1. Electroclusiones de fauna silvestre por grupo biológico, entre junio 2018 y junio 2019, en tendidos eléctricos de Costa Rica.

Con relación a los mamíferos, se encontró que la ardilla (*Sciurus* spp.) es el género más afectado por electroclusiones (993 casos), seguida de los monos, de varias especies, todas protegidas por la legislación costarricense, que alcanzan un total de 947 individuos electrocutados. En el grupo de las aves, los zanates (724 individuos) y palomas (627) son los más afectados (Figura 2).

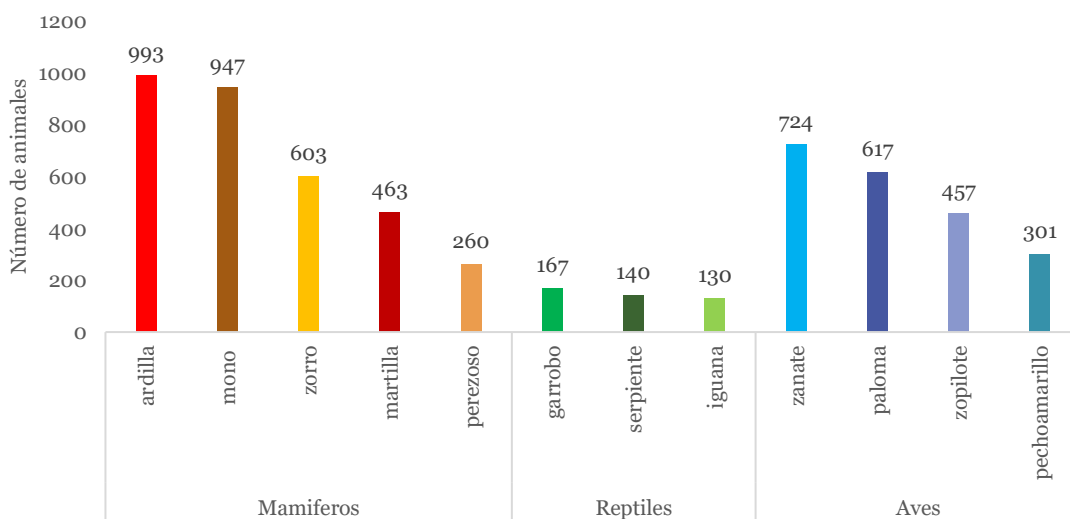


Figura 2. Electroclusiones de fauna silvestre por grupo biológico, entre junio 2018 y junio 2019, en tendidos eléctricos de Costa Rica. Nota: pueden presentarse varias especies.

A nivel veterinario, los estudios patológicos sobre las quemaduras provocadas por electroclusiones no son frecuentes. Las lesiones provocadas por electrocución en animales son a nivel externo e interno del cuerpo. A nivel externo, se observan quemaduras de grado 1 a 4, según su impacto, que incluye lesiones cutáneas, pelo o plumas quemadas. A nivel interno, las laceraciones se producen generalmente en descargas alto voltaje, causando necrosis en las células musculares, que luego pueden provocar daño estructural resultando en edemas. Diferentes problemas asociados a daños de órganos internos podrían generar como efecto final el fallo renal en el organismo. Las lesiones pueden presentarse de forma inmediata pero irse agravando conforme pasan las semanas, lo cual puede conllevar a la muerte (Schulze *et al.* 2016).

Según el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), en el Área de Conservación Tempisque (ACT) entre el 2012 y 2017 se recibió 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. . En un análisis realizado por UNA, HSI y SINAC en el 2014, se estimó que nivel nacional se estima que la inversión que hacen estas organizaciones varía mensualmente de entre \$1 000 y \$10 000 dependiendo de la cantidad de animales recibidos y la complejidad de sus lesiones (Ramírez 2014, *com. pers.*). A nivel del ACT, existen centros de rescate, que invierten \$200 000 por año, en atención de animales, incluyendo animales electrocutados (Acosta 2019 *com. pers.*).

A continuación se describen los esfuerzos de las empresas distribuidoras eléctricas costarricenses en el tema de prevención de la electrocución de la fauna silvestre.

Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL)

La CNFL ha trabajado desde hace 10 años en la colocación de dispositivos anti-escalamiento en cables de anclaje del posteo eléctrico; dispositivos electrostáticos en aisladores de porcelana, incluso dispositivos aislantes para transformadores tanto de la red eléctrica como de equipos dentro de subestaciones convencionales. El Área de Gestión Ambiental y Recursos Naturales se ha dado a la tarea de colocar pasos para fauna arborícola en áreas vulnerables, como medida complementaria a los dispositivos tipo barrera y tipo aislante. Además, como parte de sus medidas preventivas incluye la poda o control de la vegetación; tarea que desempeña el Proceso Control de Vegetación en el Sistema de Distribución.

CNFL incorporó la “Guía para la prevención y mitigación de la electrocución de fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica” desde que se publicó en mayo del 2018; en procura de brindar un servicio de calidad en equilibrio con la protección de la biodiversidad; la CNFL ha adquirido aún mayor compromiso por una electrificación sostenible, no solamente por la protección de la vida silvestre, sino también para la disminución de las averías y los costos económicos asociados.

CNFL ha incluido dentro del Plan de Gestión Ambiental Empresarial (PGAe), la estrategia para la aplicación oficial de la Guía de Electrificación Sostenible, trabajo liderado por el Área de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. Se ha capacitado parte del personal, principalmente de la Dirección de Distribución de Energía, dando a conocer las medidas ambientales, incluso la importancia de incorporar muchas de las mismas desde el diseño de la red.

La empresa está en proceso de cambios administrativos para la adquisición de los dispositivos, para que sean parte del stock de materiales que se requieren para construir, reconstrucción y/o reparar la red eléctrica. Se aprovechó las indicaciones de la guía para buscar las especificaciones técnicas de algunos de estos materiales o equipos de barrera o protección (aislante).





El Área de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, en conjunto con el Área de Averías y el Proceso del Sistema de Gestión Eléctrica (SIGEL), han analizado todas las averías causadas por fauna y vegetación desde el año 2011, de esta manera contar con el historial de datos para la elaboración de mapas que indiquen los sitios, áreas y circuitos con mayor número de incidencias, para así enfocar los esfuerzos de las medidas preventivas y de mitigación en estos lugares. Incluso, el SIGEL al ser un sistema de uso interno para los colaboradores de CNFL, puede ser utilizado por personal de diseño para la toma de decisiones y también por el personal a cargo del control de la vegetación para priorizar trabajos de mantenimiento. Todas las medidas aplicadas buscan la disminución del número de averías, reducir costos de operación y por supuesto trabajar al lado de la naturaleza provocándole el menor impacto posible; de esta manera el cliente tendrá una percepción de un servicio eléctrico de mayor calidad.

Cooperativa de electrificación rural de San Carlos (COOPELESCA)

Coopelesca trabaja en apego a su rigurosa Política Ambiental con visión estratégica, que se basa en su compromiso de evitar, mitigar, compensar y reducir sistemáticamente los impactos ambientales negativos y de optimizar los impactos ambientales positivos derivados de sus proyectos económicos y sociales.

Como parte del proceso de reducir los impactos negativos, se incorporaron en las labores de operación y mantenimiento de los 7710 km de líneas eléctricas, la protección de la fauna silvestre ya que aproximadamente el 15% del total de las averías atendidas, corresponde a eventos de esta naturaleza.

Por tanto, se tomaron las siguientes medidas: se instalaron pasos aéreos para fauna en sitios con riesgo de electrocución, así como nidos artificiales construidos con materiales reutilizados, para que las aves, principalmente los pecho amarillo empollen seguros en las subestaciones. Además, en las labores rutinarias, se instalan con frecuencia dispositivos anti-escalamiento en postes y anclas, donde se identifica la presencia de animales trepadores como martillas, iguanas, ardillas, perezosos y zorros, previniendo que éstos alcancen el tendido eléctrico.

También, se adquirieron aisladores para terminales (*bushings*) de transformadores, manguera aislante y cobertores de cuchillas corta-circuito en sitios de riesgo de electrocución de fauna identificados. Estamos trabajando en la atención de poda de la vegetación aledaña al tendido eléctrico que evite el acceso de los animales a los cables eléctricos.

A lo interno, se capacita a los trabajadores de las líneas eléctricas en el manejo de situaciones donde se presenta fauna silvestre en riesgo de electrocución y estamos mejorando el sistema de registro de causas de averías para obtener información precisa de las averías en la red eléctrica ocasionadas por la fauna para que permita





tomar acciones concretas en aquellos sitios de mayor peligro para los animales, adaptando el tendido eléctrico para seguridad de la fauna que habita o transita en área en concesión de Coopelesca.

Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste (COOPEGUANACASTE)

Durante el 2019 se reportaron un total de 658 averías ocasionadas por animales, identificados en orden descendente: monos, aves, garrobos y comadrejas. Durante el 2019 se han venido desarrollando políticas internas importantes en cuanto al uso de dispositivos y materiales aislantes. Desde el 2010 al 2019 se han colocado 440 puentes para monos en toda la Península de Nicoya, y actualmente se trabaja en la georreferenciación de cada uno de ellos.

Como política institucional se coloca cable semi-aislado en todos los pasos de quebrada, ríos y zonas de alto tránsito de animales.

Del 2010 al 2019 se ha instalado alrededor de 100 Km de cable semi-aislado además se han colocado más de 5000 dispositivos en sitios de alta riesgo de electrocución, así como en espacios cercanos a zonas de protección.

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 (*Alouatta palliata*), 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.

Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS)

Coopeasantos R.L. ha tenido apertura para establecer e incorporar dentro de la Política Ambiental de la institución diferentes acciones para disminuir, así como prevenir en la medida de lo posible, las afectaciones que se dan a la fauna debido a las instalaciones eléctricas. Lo anterior, mediante un primer acercamiento y ajuste interno para acomodarse a lo que indica la guía, activación de la Comisión Técnica





de la institución quien ya venía trabajando con el tema, identificación de las zonas con mayor riesgo, herramientas para los trabajadores de campo, así como, la instalación de dispositivos de blindaje que permiten cubrir las partes activas de la red eléctrica como conductores, aisladores, terminales en transformadores (*bushings*), entre otros.

Al 2019 se han instalado dispositivos de blindaje en 60Km de línea, con el fin de reducir los eventos con la fauna. Estos trabajos se han realizado en zonas vulnerables o de una incidencia importante en recierres y/o salidas por fauna. Adicionalmente se está preparando la reconstrucción con conductor protegido en una parte de la zona, en una configuración compacta, con el fin de evitar riesgos de accidentes con humanos, sin embargo, esto también protegerá o evitará accidentes con fauna.

Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH)

En la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, S.A. desde el 2011 se comenzó con la instalación de 400 transformadores con pintura dieléctrica que aísla 12.000 voltios, para evitar electrocución de aves que hacen nido en las tapas.

Del 2013 a la fecha se han implementado las siguientes medidas para evitar la electrocución de fauna silvestre:

- Colocación de cobertores especiales en los bornes primarios de alrededor de 500 transformadores que se han bajado de la red por algún motivo.
- Instalación de un sistema marca MITSUM (que incluye una manguera y cobertores) en la línea de trasmisión circuito sur Guararí-Ultrapak de 2.5 km de largo para prevenir incidentes con aves, además del uso de un sistema MVLC con 700 metros de línea.
- Reconstrucción de más de 18.5 km del sistema de distribución eléctrico de media tensión con conductor y accesorios semiaislados en zonas montañosas.
- Instalación de placas metálicas en las anclas de algunos postes de las líneas de distribución y trasmisión de las plantas hidroeléctricas.
- En el 2020 se adquirieron equipos fotográficos para detallar aún más los registros de animales electrocutados, y con ello tomar medidas más acertadas para prevenir la electrocución de fauna silvestre.





Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

El Negocio de Distribución y Comercialización del ICE cuenta con más de 23 000 kilómetros en su red de distribución eléctrica, distribuido en 5 regiones: Central, Chorotega, Pacífico Central, Huetar Caribe y Brunca.

Aproximadamente un 5% de las averías reportadas anualmente corresponden a interacciones con fauna silvestre, por lo que desde el año 2000, esta institución, a través de su Área de Gestión Socio Ambiental, ha implementado medidas ambientales a lo largo de su red de distribución, por lo que ha instalado alrededor de 450 km de cable semi-aislado, priorizando zonas ambientalmente frágiles como Parques Nacionales, refugios de Vida Silvestre, Reservas Forestales y otras zonas con abundante vegetación y presencia de fauna silvestre.

Además, se han incorporado otras medidas ambientales como el uso de conductores eléctricos con aislamiento, materiales aislantes, dispositivos tipo barrera instalados en la red eléctrica, complementariamente, se colocan 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 a largo plazo 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, hay un esfuerzo institucional para investigar la efectividad de las medidas de mitigación de este problema.

Junta Administrativa de Servicios Eléctricos de Cartago (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 el 2019 fue de 100 aproximadamente, de las cuales el 90% de las salidas corresponde a eventos provocados por la avifauna específicamente.

Entre las medidas ambientales implementadas en la red de distribución son la instalación de elementos tipo barrera específicamente de anti-escalamiento, dispositivos aislantes como cobertores de punta de poste y mangueras, se ha dado aumentado la capacidad de aislamiento de los aisladores tipo punta de poste, adicionalmente se han adquirido equipos de protección y herraje con material epóxico.

Los dispositivos adquiridos se han instalado en las zonas donde se ha detectado más salidas por causa de la fauna. Una de las principales medidas es la colocación en la red de reconectores trifásicos y monofásicos para 45 KV con protección epóxica para evitar la electrocución, los cuales se han cambiado aproximadamente





el 80% del total existente a mayo del 2020, sin embargo, se espera cambiar su totalidad a finales del 2020. Adicionalmente se han construidos 6.5 km de líneas aéreas compactas aisladas en zonas del Circuito de Coris y en un tramo del Circuito del Volcán Irazú. En lo que respecta a cuchillas seccionadoras para 45 KV se han cambiado un 5% del total instalado en la red y se espera poder alcanzar la totalidad para el 2025.



“En la naturaleza nada ocurre en forma aislada. Cada fenómeno afecta a otro y es, a su vez, influenciado por éste; y es generalmente el olvido de este movimiento y de ésta interacción universal lo que nos impide percibir con claridad las cosas más simples”

Friedrich Engels, filósofo y revolucionario alemán

Fotografía: Efraín González (ESPH)





Marco Legal

La Constitución Política del país establece en el Artículo 50, que “toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho”.

A nivel internacional Costa Rica ha suscrito tres convenios que protegen la biodiversidad dando obligatoriedad en las acciones para que el desarrollo del país sea sostenible:

a. El Convenio de Especies Migratorias (CMS) cuyo objetivo es la conservación de las especies migratorias y de las medidas a convenir para este fin por los Estados del área de distribución de estas especies, concediendo particular atención a las especies migratorias cuyo estado de conservación sea desfavorable; el mismo reconocimiento se extiende también a las medidas apropiadas y necesarias, por ellas adoptadas separada o conjuntamente, para la conservación de tales especies y de su hábitat.

b. Existe también el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) cuyo objetivo general es lograr la conservación de la diversidad biológica mediante el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Entendiéndose biodiversidad como genes, especies ecosistemas.

c. El convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) cuyo principal objetivo es velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.

El país cuenta una rica normativa legal que protege la biodiversidad, como la Ley Orgánica del Ambiente No.755 y la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317 y su reglamento.

La Ley de Biodiversidad No. 7788, 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”.

El Estado costarricense a través del MINAE debe procurar que las actividades humanas se ajusten a las normas científico-técnicas para el mantenimiento de los procesos ecológicos vitales, dentro y fuera de las áreas protegidas; especialmente, las actividades relacionadas con asentamientos humanos, agricultura, turismo e industria u otra que afecte dichos procesos.

El Estado debe velar porque los planes o las autorizaciones de uso, manejo y aprovechamiento de recursos minerales, suelo, flora, fauna, agua y otros recursos naturales, así como la ubicación de asentamientos humanos y de desarrollos industriales y agrícolas emitidos por cualquier ente público considerarán particularmente en su elaboración, aprobación e implementación, la conservación de la biodiversidad y su empleo sostenible. Establece la facultad de coordinar con cualquier institución para lograr evitar o reducir la pérdida de biodiversidad por actividades humanas.

Cuando exista daño ambiental en un ecosistema, el Estado podrá tomar medidas para restaurarlo, recuperarlo y rehabilitarlo. Para ello, podrá suscribir todo tipo de contratos con instituciones de educación superior, de carácter privado o público, empresas e instituciones científicas, nacionales o internacionales, con el fin de restaurar los elementos de la biodiversidad dañados.

La Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 indica que el daño al ambiente puede producirse por conductas de acción u omisión y son imputables las personas físicas o jurídicas y serán civil y solidariamente responsables por los daños y perjuicios causados.

La Ley de Conservación de Vida silvestre declara a la fauna silvestre bien de dominio público, y es considerada parte del Patrimonio nacional. Tiene el Estado la obligación de establecer las medidas técnicas para conseguir el buen manejo, conservación y administración de la vida silvestre y coordinar con las intuiciones públicas o privadas para la conservación de la vida silvestre.

Declara en su Artículo 3 a la fauna silvestre como un bien de dominio público, el cual forma parte del patrimonio nacional que debe ser protegido por todos los costarricenses. Esta norma define al Sistema Nacional de Áreas de Conservación como el órgano competente en la planificación, desarrollo y control de la vida silvestre y establece dentro de sus funciones el coordinar con los otros entes competentes en la prevención, mitigación, atención y seguimiento de los daños a la vida silvestre.

El elemento normativo más reciente y de una gran relevancia por su aplicación práctica con relación al tema de las interacciones de la fauna silvestre en Costa Rica, es el Reglamento a la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, del





12 de julio del 2017, el cual desarrolla un capítulo completo para el abordaje de interacciones y convivencia entre actividades humanas la vida silvestre. En su artículo 25 establece que el SINAC desarrollará y fomentará la elaboración de guías, protocolos, investigación, campañas educativas, entre otros, necesarios para fomentar un balance adecuado entre las actividades humanas y la fauna silvestre.

En el Artículo 67 donde se establece la responsabilidad del desarrollador respecto a la afectación de la fauna silvestre, indicando que “deberá aplicar medidas pertinentes para minimizar el impacto producido a las poblaciones e individuos de las especies afectadas. Los procedimientos concretos en el sitio de la actividad, obra o proyecto serán realizados por los profesionales en manejo de vida silvestre y veterinaria contratados por el permisionario desarrollador para tal fin. Los profesionales deben poseer experiencia en manejo de vida silvestre y estar inscritos en sus respectivos colegios profesionales. Las translocaciones y reinserciones de mitigación deben ser coordinadas con un centro de rescate autorizado que asesorará en las acciones de rescate y liberación de vida silvestre.”

La Política Nacional de Biodiversidad de Costa Rica 2015-2030 (PNB), La Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2016-2025 (ENB2) constituye el marco de Política Pública para la conservación, el uso sostenible y la distribución equitativa de los beneficios de la biodiversidad de Costa Rica. Dentro de la Metas de la ENB2 se establece como un tema fundamental la mejora de la conciencia pública sobre la convivencia con la fauna silvestre, dando el marco político para la priorización de acciones del Estado en esta materia, las cuales están asociadas al cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo.

El 13 de mayo del 2018 salió publicada en la Gaceta la Directriz N°13-2018 (Anexo 1), cuyo fin principal es solicitar a las empresas que brindan el servicio público de electricidad, o que brinden servicios para la instalación y distribución de líneas, aplicar los protocolos y medidas de prevención y mitigación contenidos en la presente guía.

En el artículo N°3 de esta directriz, se insta a las empresas que brindan el servicio público de electricidad, a suministrar anualmente al MINAE la información correspondiente sobre el número de víctimas según su especie, causa, fecha y lugar de los hechos incluyendo coordenadas geográficas, daños generados a la red eléctrica y afectación al servicio público según las bases de datos e información pertinente generada por las empresas. Dicha directriz, ya se encuentra debidamente incorporada en el Plan Nacional de Energía 2015-2030, en su actualización del 2019 (<https://sepse.go.cr/wp-content/uploads/2020/06/PLAN-NACIONAL-DE-ENERGIA-JUNIO-FINAL-.pdf>).





La electrocución no solamente es un tema ambiental, dónde se valora únicamente las pérdidas de individuos de fauna silvestre sino 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 "Supervisión de la calidad del suministro eléctrico en baja y media tensión" (AR-NT-SUCAL) que el cumplimiento de las condiciones de calidad del suministro eléctrico establecidas en dicha norma, es obligatorio para todas las empresas de distribución, que se encuentren establecidas en el país o que se llegasen a establecer, de conformidad con las leyes correspondientes, y estableciendo parámetros para la continuidad del servicio (Capítulo IX, X y XII) y rangos permisibles de tensión y frecuencia (Capítulo V).

Asimismo, la referida norma indica que se deben diseñar, construir y operar sus redes y realizar las acciones necesarias de manera preventiva para que las redes puedan funcionar según las condiciones de calidad de la energía o en la adecuada prestación del servicio en dicha norma estipulada.

Por ejemplo, el Artículo 63 establece la responsabilidad de identificación, registro, conteo y almacenamiento de todas las perturbaciones, así como averías, las causas y repercusiones. En el Artículo 70 se indican como causas externas de afectación al servicio, las relacionadas con el medio ambiente, que incluye los temas de flora y fauna. El Artículo 71 establecen las condiciones para los reportes que deben ser enviados a ARESEP e indica que debe incluirse la clasificación y descripción de las perturbaciones y averías, y específicamente en el inciso h, indica que deben incluirse las acciones ejecutadas para eliminar la perturbación. Indica también el Artículo 72 que las empresas deberán certificar el proceso de gestión asociado al sistema de identificación, registro y tratamiento de las perturbaciones eléctricas conforme a la norma ISO 9000 y el Artículo 73 describe el sistema de tratamiento de las perturbaciones, el cual debe prepararse informes semestrales de retroalimentación sobre la implementación de las medidas correctivas o mejoras determinadas en el análisis de perturbaciones.

En el país, de conformidad con el Artículo 17 de la Ley Orgánica del Ambiente, todo proyecto, obra o servicio nuevo 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.



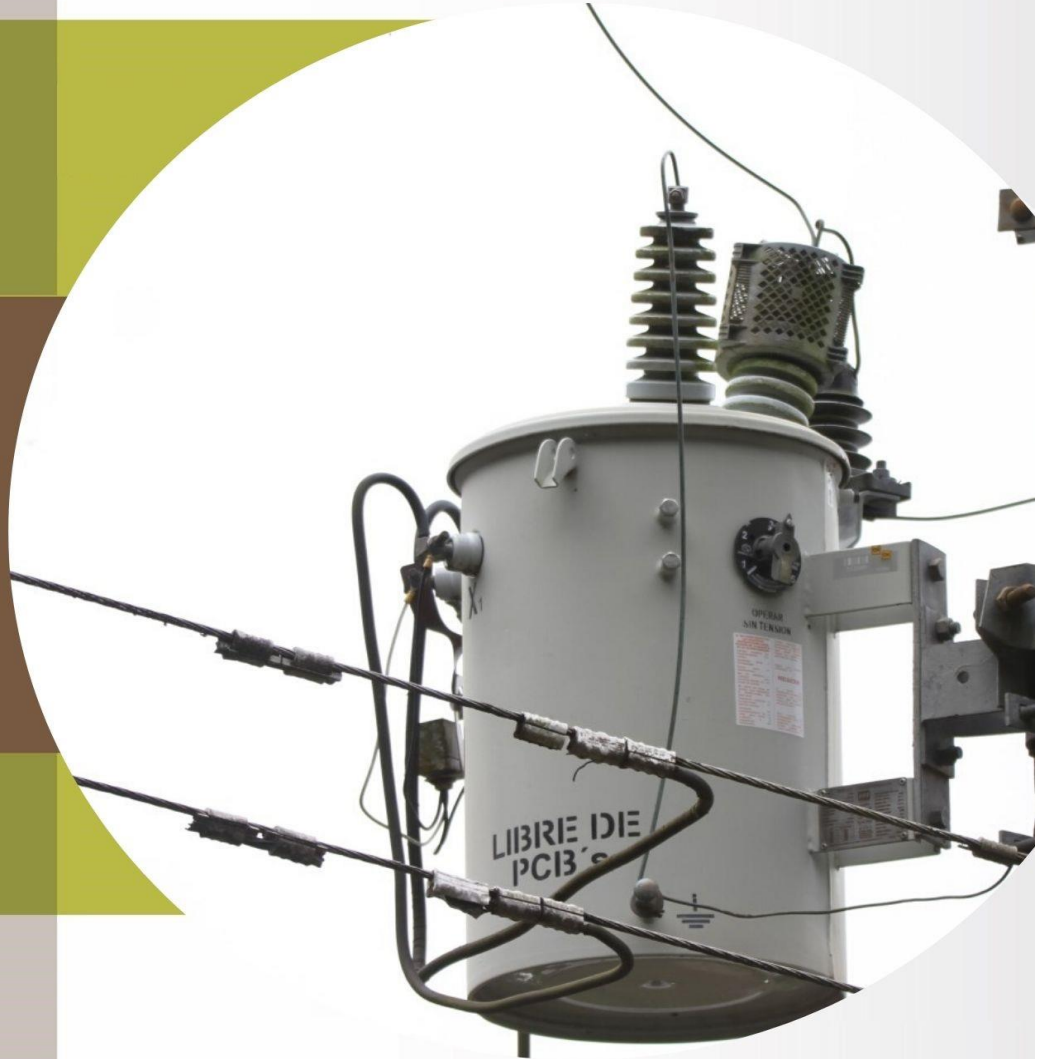


Es importante anotar que todo proyecto de infraestructura que conlleve una línea de distribución eléctrica deberá realizar una evaluación de impacto potencial de electrocución de la biodiversidad a la hora de solicitar la viabilidad ambiental.

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”.





“El mundo natural es la comunidad sagrada más grande a la que pertenecemos. Dañar esta comunidad es disminuir nuestra propia humanidad”

Thomas Berry

Fotografía: Efraín González (ESPH)





Objetivo principal

Esta guía ambiental brinda herramientas administrativas y técnicas, prácticas y efectivas, para prevenir y mitigar la electrocución de la fauna silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica.

Objetivos específicos

- Proporcionar 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 de la electrocución de fauna silvestre, 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 ejemplos de protocolos de monitoreo, detección y atención de fauna silvestre afectada por electrocución.

Público Meta

Esta guía ambiental está dirigida a instituciones, empresas, cooperativas que generan, distribuyen o se alimentan de energía eléctrica y que mantienen líneas de alimentación o distribución eléctrica en Costa Rica. 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. Su clasificación taxonómica se basa en la guía de campo para mamíferos Wainwright (2002), aves de Garrigues y Dean (2014) y anfibios y reptiles de Savage (2002), mismas que pueden ser utilizadas para la identificación de las especies de mamíferos, aves y reptiles, respectivamente.

La susceptibilidad a electrocución de la fauna 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. Los felinos están incluidos en el Cuadro 1, porque algunas especies tienen la capacidad de subir árboles y a nivel internacional hay casos de felinos que han logrado llegar hasta el tendido eléctrico. Se ha consignado su estado de conservación. Todas estas especies están protegidas por la legislación nacional por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto 40548.MINAE y la Resolución R-SINAC-CONAC-092-2017 e inclusive algunas a nivel internacional. La legislación nacional agrega un nivel adicional de protección a algunas especies por su el nivel de amenaza a sus poblaciones.





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

Orden	Familia	Especie	Nombre inglés	Nombre vernáculo	Estado Conservación	CITES	UICN	Distribución	Riesgo de electrocución
MAMÍFEROS									
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelot	Ocelote-manigordo	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Medio
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	Caucel-tigrillo	P.E.	CITES I	Casi amenazada	Todo CR	Medio
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus tigrinus</i>	Oncilla	Caucel-tigrillo	P.E.	CITES I	Vulnerable	Partes altas de CR	Medio
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	Jaguar	P.E.	CITES I	Casi amenazada	Limitada	Bajo
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Cougar	Puma	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Medio
Carnivora	Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	Panamanian Jaguarundi	Yaguarundí	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Medio
Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	Tolomuco			PM	Todo CR	Medio
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Long-tailed Weasel	Comadreja			PM	Tierras altas del Pacífico y todo Caribe	Medio
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	White-nosed Coati	Pizote			PM	Todo CR	Alto
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Northern Raccoon	Mapache norteño			PM	Todo CR	Alto
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	Crab-Eating Raccoon	Mapache cangrejero			PM	Pacífico Central y Zona Sur	Alto
Carnivora	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Kinkajou	Martilla			PM	Todo CR	Alto
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassaricyon gabbii</i>	Olingo	Olingo		CITES III	PM	Tierras altas del Pacífico y todo Caribe	Alto
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Central American Cacomistle	Cacomistle	A.E.	CITES III	PM	Partes medias-altas de CR	Alto





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

Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	Water Opossum	Zorro de agua			PM	Todo CR	Medio
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys derbianus</i>	Central American Woolly Opossum	Zorro de balsa			PM	Todo CR	Alto
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Black-eared Opossum	Zorro, zorro pelón			PM	Todo CR	Alto
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Virginia Opossum	Zorro pelón norteño			PM	Guanacaste	Alto
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa mexicana</i>	Mexican Mouse Opossum	Zorricí			PM	Todo CR	Alto
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Brown Four-eyed Opossum	Zorro café de cuatro ojos			PM	Caribe	Medio
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa alstoni</i>	Alston's Mouse Opossum	Zorricí			PM	Monteverde y Caribe	Alto
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Gray Four-eyed Opossum	Zorro gris de cuatro ojos			PM	Todo CR	Alto
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	Brown-throated Three-toed Sloth	Perezoso de tres dedos	A.E.	CITES II	PM	Todo CR	Alto
Pilosa	Cyclopedidae	<i>Cyclopes didactylus</i>	Pygmy Anteater	Serafín del platanar, ceibita			PM	Todo CR	Alto
Pilosa	Megalonychidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Hoffmann's Two-toed Sloth	Perezoso de dos dedos	A.E.	CITES III	PM	Todo CR	Alto
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i>	Western tamandua	Oso Hormiguero			PM	Todo CR	Alto
Primates	Cebidae	<i>Alouatta palliata</i>	Mantled Howler	Congo	P.E.	CITES I	PM	Todo CR	Alto
Primates	Cebidae	<i>Cebus imitator</i>	White-throated Capuchin	Mono carablanca	A.E.		PM	Todo CR	Alto
Primates	Cebidae	<i>Saimiri oerstedii</i>	Central American Squirrel Monkey	Mono tití, mono ardilla	P.E.	CITES I	Vulnerable	Pacífico Central y Zona Sur	Alto
Primates	Cebidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Central American Spider Monkey	Mono colorado, mono araña	P.E.	CITES I	En peligro	Todo CR	Alto
Rodentia	Erethizontidae	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Mexican Hairy Dwarf Porcupine	Puerco espín			PM	Todo CR excepto Zona Sur	Alto
Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus alfari</i>	Central American Dwarf Squirrel	Ardilla enana			PM	CR excepto Pacífico central y Guanacaste	Alto





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

Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Deppe's Squirrel	Ardilla de Deppe		PM	Partes altas de Guanacaste Norte	Alto
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Red-tailed Squirrel	Ardilla, chiza		PM	CR excepto Pacífico central, Guanacaste y Zona Norte	Alto
Rodentia	Sciuridae	<i>Syntheosciurus brochus</i>		Ardilla		Casi amenazada	Poás, Tapantí y Chiriquí Panamá	Alto
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus variegatoides</i>	Variiegated Squirrel	Ardilla, chiza		PM	Todo CR	Alto

AVES

Incertae sedis	Cathartidae	Varias especies		Zopilotes	A.E.		Todo CR	Alto
Accipitriformes	Accipitridae	Varias especies		Águilas	A.E. y P.E.		Todo CR	Alto
Accipitriformes	Accipitridae	Varias especies		Gavilanes	A.E.		Todo CR	Alto
Ciconiiformes	Ciconiidae	Varias especies		Cigüeña, garzón	P.E.		Todo CR	Alto
Columbiformes	Columbidae	Varias especies		Palomas			Todo CR	Alto
Coraciiformes	Momotidae	Varias especies		Momotos, pájaro bobo			Todo CR	Alto
Falconiformes	Falconidae	Varias especies		Halcones	A.E. y P.E.		Todo CR	Alto
Galliformes	Cracidae	Varias especies		Pavas	A.E.		Todo CR	Alto
Psittaciformes	Psittacidae	Varias especies		Loras, lapas y pericos	A.E. y P.E.		Todo CR	Alto
Passeriformes	Icteridae	Varias especies		Zanates			Todo CR	Alto
Passeriformes	Turdidae	Varias especies		Yigüirros			Todo CR	Alto
Passeriformes	Tyrannidae	Varias especies		Pecho amarillos			Todo CR	Alto





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

Pelecaniformes	Ardeidae	Varias especies		Garzas		Todo CR	Alto
Piciformes	Ramphastidae	Varias especies		Tucanes	A.E.	Todo CR	Alto
Strigiformes	Strigidae	Varias especies		Lechuzas	A.E.	Todo CR	Alto
Trogoniformes	Trogonidae	Varias especies		Trogones	A.E.	Todo CR	Alto
REPTILES							
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Spiny tail Iguana	Garrobo		Todo CR	Alto
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Green iguana	Iguana		CITES II	Alto
Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictor	Bécquer, boa	P.E.	CITES I	Alto
Squamata	Colubridae	Varias especies		Serpiente, culebras		Todo CR	Alto

La lista de fauna que se presenta en el cuadro 2, son las especies que, por su condición arborícola, capacidad trepadora o de volar, los hace vulnerables a la electrocución, al tener mayor riesgo por tener mayor probabilidad de acercarse al cableado eléctrico o a transformadores. La clasificación según el riesgo se basa en su capacidad de trepar o de acuerdo a la facilidad que tiene de acercarse a un equipo o cableado eléctrico; no tiene relación con estadísticas basadas en eventos de electrocución.

P.E.= Especie considerada en peligro de extinción, está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 26435-MINAE.

ESPECIES EN VIAS O PELIGRO DE EXTINCION: 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 (entre otros, deforestación, cacería, introducción de especies exóticas, contaminación) continúan actuando sobre ella.

A.E.= Especie considerada amenazada de extinción, está protegida y regulada por la Ley de Conservación de la Vida Silvestre No. 7317, la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554 y el decreto No. 26435-MINAE.

ESPECIES CON POBLACIONES REDUCIDAS O AMENAZADA: 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.

Descripción de la categorización de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES):

- 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.





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 No. 31849, se establece que todo sistema de distribución eléctrica debe realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Según el Decreto No. 32079, en su anexo 2, Código de Buenas Prácticas Ambientales 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 y otras áreas ambientalmente frágiles. Cuando se está en la fase de 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 (mamíferos, aves, reptiles, anfibios) susceptible a impactos ambientales (especies arborícolas, trepadoras y voladoras).

Con esta información deben elaborarse los mapas de susceptibilidad biológica, e incorporar dicha información en el Mapa de Susceptibilidad Ambiental Integral (Punto 10.7 del Anexo 1 “Guía general para la elaboración de instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto N°32966y 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 específico 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 fauna, acreditados técnica y legalmente para ejercer su profesión en biología (para el caso de fauna silvestre) e ingeniería forestal y 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. Estos profesionales junto con los ingenieros eléctricos, incorporarán las medidas disponibles.
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 su electrocución en el sistema eléctrico. Estos análisis deben realizarse preferiblemente desde la etapa de los planes de inversión, proyectos en etapa de pre-factibilidad, factibilidad, construcción u operación. Cada etapa requiere de análisis específicos para prevenir y mitigar la electrocución de la fauna silvestre (Figura 3).
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 (Decreto Ejecutivo 31849 MINAE). Además, según el decreto 31849 MINAE y 40043 del 27 de enero del año 2017, se debe analizar la presencia o cercanía a los Corredores Biológicos y los Corredores Biológicos Interurbanos 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 especies 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 botánica forestal, deberá realizar búsquedas de información secundaria, muestreos diurnos, nocturnos, fototrampeo, 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 (mapas de sensibilidad). 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 para generar los mapas de puntos calientes. Todos estos son factores críticos que podrían disparar la afectación o la muerte de fauna silvestre, si no se toman en consideración.

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, SEPLASA y 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 formulario de registro de información de fauna afectada se aporta en el Cuadro 3a. En todos los casos, se recuerda que el SINAC 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 formulario (Cuadro 3b) es un ejemplo básico de atención inicial de fauna silvestre ante una eventual electrocución en redes eléctricas.



Figura 3. Requerimientos de análisis ambiental para el impacto de electrocución en Costa Rica.



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

NOTA: Ante cualquier incidente de electrocución de fauna silvestre, se deberá coordinar con los funcionarios del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

A. FORMULARIO DE REGISTRO Y ATENCIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE AFECTADA

NOMBRE DE COMPAÑÍA:

Fecha de la observación:		Hora de observación:					
Condiciones del clima:							
Lugar de observación:		Coordenadas:	<table border="1"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	X	Y		
X	Y						
Nombre común del animal:							
Nombre del observador:							

● Condición del animal en relación a la salud, el animal se encontraba:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Con buen estado de salud aparente, se moviliza bien. | <input type="checkbox"/> Visiblemente afectado pero sin heridas externas. |
| <input type="checkbox"/> Con heridas leves, el animal puede trasladarse por sí mismo. | <input type="checkbox"/> Con heridas graves, el animal no puede trasladarse por sí mismo. |
| <input type="checkbox"/> Con heridas leves, pero el animal no puede trasladarse por sí mismo. | <input type="checkbox"/> Muerto. |

● Condición del hábitat:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Suelo. | <input type="checkbox"/> Árbol o arbusto. |
| <input type="checkbox"/> En cuerpo de agua o cercano. | <input type="checkbox"/> En la infraestructura. |
| <input type="checkbox"/> Sobre camino. | <input type="checkbox"/> Otro: _____. |





● Posibles causas de las heridas:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Electrocuciiones. | <input type="checkbox"/> Posibles agresiones de cazadores. |
| <input type="checkbox"/> Colisión. | <input type="checkbox"/> Por enfrentamiento con otros animales. |
| <input type="checkbox"/> Golpe recibido por otra estructura. | <input type="checkbox"/> Otras causas: _____
_____. |

● Descripción del sitio de hallazgo:

- Zona de Paso de Fauna.
- Zona con cobertura vegetal sin mantenimiento preventivo.
- En el área de influencia de la línea de distribución eléctrica (10m a cada lado de la línea).
- Otro: _____.

ACCIONES ESPECÍFICAS TOMADAS EN EL SITIO DE HALLAZGO

● Acción:	Comentarios:
1. 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.	
2. Se utilizó el equipo de seguridad básico para la revisión y manipulación de los organismos (guantes de cuero, ganchos para reptiles, trampas, sacos).	
3. Se trasladó el animal a una zona cercana sin afectación por el proyecto o fuente de afectación.	
4. 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.	
5. Se destinó presupuesto institucional para la atención veterinaria y seguimiento.	
6. Al estar muerto, se procedió a enterrarlo a una profundidad de un metro.	

● Medio en el que se transportó el animal:

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Caja de cartón. | <input type="checkbox"/> Saco. |
| <input type="checkbox"/> Caja de madera. | <input type="checkbox"/> Jaula. |

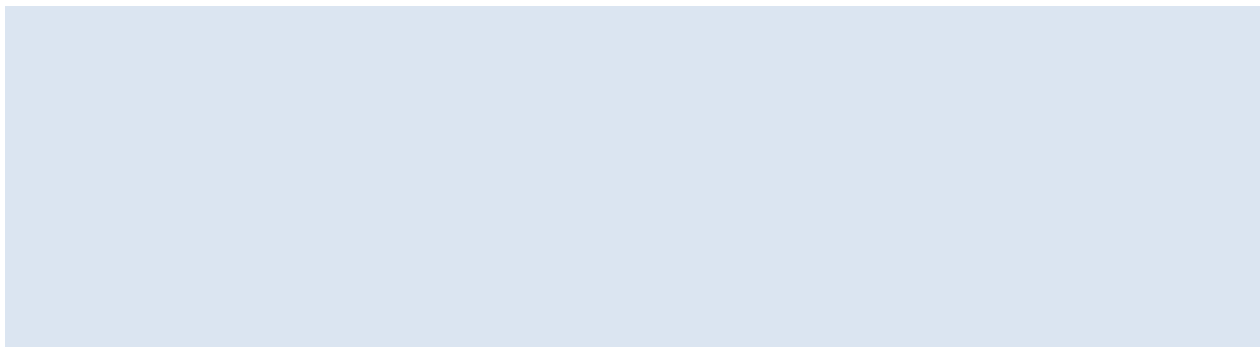
● Seguimiento del animal electrocutado o afectado :





- Murió.
- Sobrevivió.
- Se liberó de nuevo al ambiente.
- Se dejó en un centro de rescate para posterior liberación.
- 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

1.1 Asegurar el perímetro donde se encuentra el animal (alejar curiosos, animales domésticos, funcionarios no capacitados, etc.)

1.2 Colocarse todo el equipo de protección personal, incluyendo guantes de látex y cubre boca

1.3 Valorar visualmente al animal e identificar en cuál de los siguientes escenarios corresponde:

A. Esta consiente, alerta y no presenta heridas graves aparentes trata de alejarse por sus propios medios:

- Esperar que el animal se recupere y se aleje (al menos 1 hora). Personal debe vigilarlo en todo momento.
- Si es un ave, colocarla en una caja de cartón a oscuras y con ventilación.

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 una jaula transportadora en un lugar seguro, tranquilo no expuesto al sol.
- Llamar a la oficina del SINAC más cercana o a Fuerza Pública para coordinar el rescate del animal y el traslado al Centro de rescate más cercano. En ausencia de respuesta coordinar con un centro de rescate **.

C. Está inconsciente con o sin heridas aparentes:

- Usar el equipo para capturar al animal, colocarlo en un lugar seguro o en la jaula transportadora.
- Llamar a la oficina del SINAC más cercana o a Fuerza Pública para coordinar el rescate del animal y el traslado al Centro de rescate más cercano. En ausencia de respuesta coordinar con un centro de rescate **.





D. El animal esta agresivo y presenta heridas graves:

- ☑ Llamar a la oficina del SINAC más cercana o a Fuerza Pública para coordinar el rescate del animal y el traslado al Centro de rescate más cercano.
- ☑ Dependiendo de la especie pedir ayuda especializada. En ausencia de respuesta coordinar con un centro de rescate **.

F. Animal muy vulnerable a sufrir una descarga eléctrica.

- ☑ Llamar a la oficina del SINAC más cercana o a Fuerza Pública para coordinar el rescate del animal y reubicación del animal a un sitio seguro.
- ☑ Dependiendo de la especie pedir ayuda especializada.

2. Llenar el Registro y atención de la Fauna silvestre afectada por aparente descarga eléctrica.

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.

Todo ciudadano, tiene la posibilidad de reportar situaciones de riesgo de electrocución de fauna silvestre o electrocuciones consumadas de animales silvestres en cualquier lugar del territorio nacional. Los mecanismos más directos son los que se realizan directamente con las empresas electrificadoras, ya que muchas de ellas cuentan con claros procedimientos internos para la atención de estas situaciones. Además, estas siempre coordinarán con el Ministerio de Ambiente, específicamente con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

A continuación, se aportan los contactos del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) por área geográfica y los contactos de las empresas electrificadoras que se encargan específicamente del tema de atención de electrocuciones de fauna silvestre (Cuadro 4 y 5).





Cuadro 4. Lista de contactos de las oficinas regionales del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

Área de Conservación	Áreas geográficas de cobertura	Teléfonos y fax
Secretaría Ejecutiva (Oficinas Centrales)	Coordinación Nacional	2522-6500, ext. 311
Área de Conservación Guanacaste	Guanacaste: La Cruz y Liberia	2666-0630 y 2666-3101
Área de Conservación Arenal Huetar Norte	Provincia Alajuela (San Carlos, Los Chiles, Upala, Guatuso, distrito Peñas Blancas de San Ramón, Palmira de Zarco, Rio Cuarto)	2460-0065, 2460-5615, 2460-1412
Área de Conservación Arenal Huetar Norte	Provincia Heredia (Cureña, Horquetas, Puerto Viejo y la Virgen de Sarapiquí)	2766-6002, 2766-6129, 2766 6774
Área de Conservación Tortuguero	Tortuguero, Guácimo, Pococí, Sarapiquí	2710-2929, 83093206
Área de Conservación la Amistad Caribe	Limón, Siquirres, Matina, Talamanca	2758-6612, 2758-6509, 27951446,
Área de Conservación Central-Alajuela	Alajuela, Atenas, Vara Blanca, Santa Bárbara de Heredia	2432 4943, 2432 4946
Área de Conservación Central –Oficina San José	San José (Santa Ana, Desamparados, Aserrí, Escazú, Alajuelita, Giocoechea, Tibás, Moravia, Vasquez de Coronado, Montes de Oca, Curridabat	22580035 y 22581673 ext 111
Área de Conservación Central –oficina Heredia	Heredia (Barva, Santo Domingo, Santa Barbara, San Rafael, San Isidro, Belén, San Pablo. No incluye Sarapiquí)	2261-0257 y 2261-2619
Área de Conservación Central –oficina Cartago	Cartago, Paraíso, La Unión, el Guarco, Oreamuno, Alvarado	2551-9398 y 2551-2970



Área de Conservación Central –oficina Turrialba	Turrialba, Jiménez, Paraiso	2556 9507 2556 5786
Área de Conservación Central –oficina San Ramón	San Ramón, Palmares, Zarcero	2445 3511
Área de Conservación Central –oficina Grecia	Grecia, Valverde Vega, Naranjo, Poas	2494 0065
Área de Conservación Central –oficina Puriscal	Acosta, Mora, Puriscal, Turrubares	2416 7878, 2416 6576
Área de Conservación Central –oficina Los Santos	Frailes y San Cristobal, Tarrazú, León Cortes, Dota	2546 1375, 2546 1252
Área de Conservación Pacifico Central	Puntarenas, Montes de Oro y Esparza, Orotina, Mateo y Garabito	2636-8111, 2428-9792
Área de Conservación Pacifico Central	Parrita, Quepos	27775343
Área de Conservación Tempisque	Nicoya, Carrillo, Santa Cruz, Hojancha, Nandayure. Distritos de Puntarenas: Lepanto, Paquera y Cóbano	2686-6760, 2686-4967 2685-5667,
Área de Conservación Osa	Península de Osa (incluye Dominical, Uvita, Osa, Golfito y Corredores)	2741-1319 ext 302 y 303
Área de Conservación Arenal Tempisque	Arenal (represa), Cañas, Bagaces, Tilarán,	2669-0533, 2695-5180
Área de Conservación La Amistad Pacífico	Desde Pérez Zeledón hasta Buenos Aires (incluyendo San Vito)	2771-5116, 2770-1100 ext 130 o 105



Cuadro 5. Contactos de las empresas electrificadoras para atención de reportes sobre electrocución de fauna

Empresa	Teléfono
COOPEGUANACASTE	2681-4700
ESPH	2562-3774 Centro de Atención telefónica
COOPESANTOS	2546-2525 Centro de contacto
CNFL	2295-1510
	8319-5273 WhatsApp
	1026 Averías
JASEC	25506800, marcar 3 (reporte de averías)
ICE	1026 Averías eléctricas
COOPELESCA	2401-2880 Central telefónica
	8568-2880 Whastapp
COOPEALFARORUIZ	http://www.coopealfaroruiz.com/tramites/reportes-de-averias

Se cuenta además con mecanismos oficiales como el SITADA (Sistema Integrado de Trámite y Atención de Denuncias Ambientales) que es una instancia del Ministerio de Ambiente y Energía y la Contraloría Ambiental, que cuenta con un fácil acceso mediante llamada telefónica al número 1192, o bien mediante la página <http://www.sitada.go.cr/denunciaspublico/>

El SITADA es el resultado del trabajo conjunto de las diferentes dependencias del sector ambiente, y busca establecer un esquema de gestión de la información que sirva de soporte para la toma de decisiones, evaluación y monitoreo del cumplimiento al seguimiento y atención de denuncias ambientales. Permite definir, ampliar y mejorar el proceso de revisión de la información reportada por la ciudadanía en relación a las denuncias ambientales ante las dependencias y oficinas participantes en la gestión de denuncias ambientales en Costa Rica, lo que facilita el mantenimiento de información permitiendo agilizar el proceso de control, atención y análisis de las mismas.



PROCEDIMIENTO DE LA DENUNCIA PÚBLICA (Figura 4):

1. Ingrese la denuncia a través del módulo "ingrese su denuncia".
2. En Tipo de Denuncia, seleccione: Biodiversidad/Vida Silvestre.
3. Indique el Tipo de Infracción. Para este caso seleccione: "Animal Silvestre Electrocutado"
4. Complete los espacios siguientes con la información de su reporte.
5. El sistema le asigna automáticamente un número de identificación, con el cual a futuro podrá consultar el estado de su denuncia.
6. Después de valorada la denuncia ambiental, se envía a la dependencia competente para la investigación de los hechos denunciados y para que se haga cargo del asunto.
7. Los resultados de la investigación y trámites siguientes, se notificará automáticamente al denunciante; siempre y cuando haya aportado su correo electrónico.

The screenshot shows the web interface of the Sistema Integrado de Trámite de Denuncias Ambientales (SITADA). The header includes the logo of the Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) and the text 'Costa Rica Ministerio de Ambiente y Energía'. Below the header, the title 'SISTEMA INTEGRADO DE TRÁMITE DE DENUNCIAS AMBIENTALES (SITADA)' is displayed. The main content area is divided into a left sidebar and a main form area. The sidebar contains a menu with categories: 'Participación ciudadana' (with sub-items 'Ingrese su Denuncia'), 'Consultas de denuncias' (with sub-items 'Mi denuncia', 'Consultas por localidad', 'Consultas por Infracción', 'Mapa'), 'Estadísticas' (with sub-items 'Localidades', 'Tipo de Ingreso'), and 'COVIRENAS'. The main form area is titled 'Registro de denuncias ambientales' and contains a message: 'SISTEMA INTEGRADO DE ATENCION Y TRAMITE DE DENUNCIAS AMBIENTALES, LE COMUNICAMOS QUE SI REQUIERE ASESORIA PARA INTERPONER O INGRESAR SU DENUNCIA PUEDE LLAMAR AL TELEFONO 1192 PARA QUE LE APOYEN O REALICE SU DENUNCIA CON EL SOPORTE DE NUESTRA PLATAFORMA DE SERVICIO.' Below the message, there are four input fields: 'Tipo de Denuncia' (dropdown menu with 'Biodiversidad' selected), 'Tipo de Infracción' (dropdown menu with 'Animal Silvestre Electrocutado' selected), 'Localidad Afectada' (text input field with a location pin icon), and 'Entidad Denunciada' (text input field).

Figura 4. Imagen del formato de la página web de Sistema Integrado de Trámite de Denuncia Ambiental (SITADA)





“Los planes para proteger el aire y el agua, lo salvaje y la vida silvestre, son de hecho planes para proteger al hombre”

Steawart Udall

Fotografía: Diego Carballo (ESPH)





Recomendaciones Técnicas 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, sin importar el tamaño o magnitud, se deben tomar decisiones de cambios en la ruta total o en segmentos de ruta para las líneas de distribución eléctrica que sean susceptibles por el impacto potencial de la electrocución de fauna silvestre, por la presencia de áreas ambientalmente frágiles, por la presencia de especies forestales que inevitablemente se deberían talar, a pesar de su función ecosistémica, entre otros ya descritos. 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. Para ambos casos, nuevos tendidos o tendidos en operación, también deberá valorarse el colocar líneas de tipo subterráneo, o con cable completamente aislado en áreas de alta vulnerabilidad ambiental o con alta probabilidad de caída de árboles sobre la red.

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, 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)

La poda de árboles en una Línea de Distribución Eléctrica (LDE), como medida ambiental, se realiza con la finalidad de mantener una distancia segura entre el tendido eléctrico y la cobertura vegetal aledaña. Esta distancia es de suma importancia por las siguientes razones:

1. Impide que las ramas de los árboles entren en contacto con la red de distribución de manera que se evita que se realice un arco eléctrico causando accidentes como incendios forestales y pérdida de equipos y materiales, sin contar con pérdidas en propiedades privadas y hasta la pérdida de vidas humanas.





2. Al separarse de la vegetación, se evita que la fauna silvestre pueda acceder a las líneas energizadas y disminuir el riesgo de electrocución.
3. Disminuye la cantidad de averías garantizando la calidad y continuidad del servicio eléctrico sin interrupciones.

Legislación aplicable para la poda:

Código Civil:

- **Artículo 403.-** Nadie puede plantar árboles cerca de la heredad ajena, sino a distancia de cinco metros de la línea divisoria, si la plantación se hace de árboles grandes, y de dos metros, si la plantación es de arbustos o árboles pequeños.
- **Artículo 404.-** Si las ramas de algunos árboles se extienden sobre la heredad, jardines o patios vecinos, el dueño de éstos tendrá derecho a exigir que se corten, en cuanto se extiendan sobre sus propiedades; y si fueren las raíces de los árboles vecinos las que se extienden en el suelo de otro, aquel en cuyo suelo se introducen podrá cortarlas dentro de su propiedad por sí mismo.

Ley General de Caminos Públicos:

- **Artículo 21.-** También están obligados tales poseedores (de bienes raíces, por cualquier título. Art. 20) a mantener limpios de toda vegetación dañina para los caminos, rondas y paredones, recortar las ramas de los árboles que den sombra a los caminos públicos y a descuajar las cercas cada año, en las épocas apropiadas, todo a requerimiento de los funcionarios encargados por las Municipalidades o Ministerio de Obras Públicas y Transportes, siguiendo sus instrucciones. Cuando ocurran derrumbes deben avisar inmediatamente a la autoridad del lugar para lo de su cargo.

Ley Forestal:

- **Artículo 22. Áreas de protección:** Se declaran áreas de protección las siguientes:
 - 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.
- **Artículo 34.-** Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo 33, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional.

Código municipal:

Artículo 75.- De conformidad con el Plan Regulador Municipal, las personas físicas o jurídicas, propietarias o poseedoras, por cualquier título, de bienes inmuebles, deberán cumplir las siguientes obligaciones:

- a) Limpiar la vegetación de sus predios ubicados a orillas de las vías públicas y recortar la que perjudique o dificulte el paso de las personas.

Existen reglamentos internos de algunas municipalidades que se han preocupado por el tema de la arborización y recuperación que se han publicado. Por ejemplo: el Reglamento de arborización urbano-cantonal y reforestación de zonas verdes y de protección del Cantón de Belén y el Reglamento para la arborización y recuperación ambiental de los espacios públicos (aceras y parques comunales) y áreas degradadas en el cantón de Santa Ana.

Norma Supervisión de la instalación y equipamiento de acometidas eléctricas” (AR-NT-SUINAC):

- **Artículo 8.** Despeje de líneas aéreas

La empresa eléctrica, de conformidad con los principios legales que rigen la materia, tiene el deber de velar, vigilar y coordinar las labores pertinentes, bajo costo de la empresa, para que los obstáculos que pueden afectar las redes aéreas, sean removidos o eliminados, de tal modo que no interfieran con la calidad, continuidad y cantidad del suministro eléctrico. En el caso de que el abonado, usuario o dueño de la propiedad impida el retiro de los obstáculos deberá cubrir los costos para cambiar el tipo de conductor a semi-aislado, reubicar la red y otros en que deba incurrir la empresa eléctrica para contrarrestar los efectos de los obstáculos sobre la red.





Cuando el usuario necesite realizar trabajos en su propiedad que puedan dañar u obstaculizar la red deberá coordinarlos con la empresa y cubrir los costos de la protección necesaria.

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 2020).

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. La planeación del trabajo debe incluir una identificación de riesgos los cuales deben ser comunicados a todo el personal que participará en el trabajo con el fin de identificar los controles y protocolos a seguir.
3. Previo al inicio de la actividad, el encargado del trabajo debe reportar su ubicación al centro de control de la empresa distribuidora con el fin de que la misma esté enterada de la ubicación de los trabajos y del circuito en el cual trabaja.
4. Antes de iniciar las labores se tiene revisar los equipos de protección personal, equipos, vehículos y estado de salud del personal. El personal debe estar en buenas condiciones físicas, descansado y sano, en ningún caso se trabajará bajo la influencia del alcohol, drogas o medicamentos que perjudiquen la capacidad de reacción. En cuanto al equipo de protección personal, herramientas y vehículos deben estar en óptimas condiciones para realizar el trabajo y en caso de deterioro debe comunicarse al encargado del trabajo para su reposición o reparación inmediata.

Para la identificación de riesgos se puede hacer la siguiente clasificación:

- **Mecánicos:** Caídas a distinto nivel, corte con objetos filoso o punzo cortantes,
- **Eléctricos:** Contacto directo o indirecto con la línea de media y/o baja tensión.
- **Ambientales y sitio:** aquí se incluye descargas atmosféricas, lluvia, neblina, porcentaje de pendiente, irregularidades del suelo, obstáculo, huecos que estén presente en la zona de trabajo, presencia de animales, tales como: serpientes, abejas y perros, otros. También se debe valorar el flujo vehicular para lo cual puede





tomarse como referencia el decreto ejecutivo 2564 S-T- “Trabajos en vías públicas” y con el “Reglamento para la colocación de dispositivos de protección en obras”.

- **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.
- **Árbol o vegetación:** valorar aspectos como altura, inclinación del fuste, ramas secas, espinas, exudados, grietas, cavidades y toxicidad de savia.

Cuando se trabaje con líneas energizadas, el encargado del trabajo sólo debe emplear personal con experiencia en este tipo de labor y se debe 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 (reutilizables preferiblemente), 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 debe 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. Al trabajar con líneas energizadas es prohibido el uso de materiales conductivos, tales como: anillos, “*pearcing*”, cadenas u otros. También está prohibido el uso de dispositivos musicales.

El personal debe utilizar el equipo de protección personal (EPP) suministrado durante la ejecución del trabajo y no podrá hacer modificaciones del mismo. A continuación se muestra una lista mínima de equipo y materiales el cual no es limitativo, más bien puede utilizarse equipo con mayor rango de protección cuando así se requiera.

- Motosierras de mano: Algunas con una capacidad mínima de corte de 30 cm y otras con un mínimo de corte de 40 cm.
- Podadoras de altura: diseñada con brazo fijo, con una capacidad de corte de 30 cm.
- Escaleras de fibra de vidrio: con una extensión mínima de 32 pies de largo, de dos secciones de fibra de vidrio reforzada con largueros de tipo canal en u hacia adentro y peldaños en plano en “D” de aleación de aluminio reemplazables.
- Arnés de seguridad para cada operario: de cuerpo completo para ser utilizado por personal que trabaja en altura en o cerca de líneas energizadas, montadores de grúas, estructuras metálicas y en general todo tipo de trabajo que además de tener un soporte, requiere una sujeción al cuerpo para reducir la





posibilidad de caídas, especialmente diseñado para actividades de ascenso. Todas las cintas que componen el arnés son de Nomex con costuras en Kevlar de 1,75 pulgadas (4,45cm) de ancho. Las conexiones del pecho, piernas y cintura son conexiones macho/hembra recubiertas de PVC anti-chispa para garantizar total aislamiento de la pieza metálica. Este equipo debe tener un certificado para arco eléctrico según el estándar ASTM F887-04.

- Casco de seguridad: para todo el personal, fabricado en material policarbonato moldeado por inyección resistente al impacto, altas temperaturas y al paso de la energía eléctrica, Debe cumplir con la norma ANSI Z89.1-2003, para el tipo I, clase E y G.
- Conos de seguridad: deben ser de color naranja fosforescente de 46 cm de alto con base de neopreno para darle más soporte al cono.
- Señales de prevención: debe incluir la leyenda de Peligro hombres trabajando, de acuerdo con la normativa del MOPT.
- Cuerda de vida: Cada escalador deberá disponer de una cuerda de 100 % poliéster estático, con un diámetro de 11 mm, resistente a la intemperie y luz, con una longitud mínima de 50 metros y que este certificado bajo la norma NFPA1983.
- Pértiga: Tipo telescópica para trabajos en líneas eléctricas aéreas energizadas, construida en fibra de vidrio con diseño de las secciones de forma circular y con una superficie de acabado uniforme.
- Cinta de seguridad: Cinta plástica color naranja o amarilla de 20 cm de ancho.
- Anteojos de seguridad: Debe disponer dos pares de anteojos de color claro y oscuro para cada operario y que cumpla con la Norma ANSI Z87.1.
- Guantes de seguridad: para todo el personal según su contextura física. Construido en cuero de cabrito de primera calidad, de contextura uniforme, flexible, cómoda para el operador, resistente a la abrasión y a la grasa. Debe tener cierre de velcro que pueda ajustarse a la muñeca del usuario.
- Detector audiovisual de voltaje: Para detectar conductores energizados desde 240 V hasta 35 kV con interruptor de posiciones para detectar diferentes niveles de tensión, con acople universal para colocarse en la pértiga.
- Juego de puesta a tierra: Dos equipos de puesta a tierra y corto circuito trifásicos para utilizarse en sistemas aéreos de distribución en estrella multiterminada con tensión nominal de 1– 36 kV.
- Capa: Para todo el personal, cuando se atiendan daños en la red distribución en condiciones lluviosas.
- Grúa: Diseñada para trabajar a un voltaje mínimo de 34.5 kv. Debe ser un camión con equipo hidráulico incorporado (Grúa). (La grúa puede ser propia o alquilada, sin embargo, debe estar disponible para atender las labores de esta contratación en el momento requerido). La grúa debe cumplir con toda la legislación y Ley de Tránsito vigentes. Debe presentar el plan de mantenimiento anual del equipo hidráulico y las evidencias de cumplimiento del plan. La grúa debe ser aislada (40 KV) para realizar trabajos con riesgo eléctrico, para lo cual se le solicitará presentar evidencia y pruebas de aislamiento del equipo.





PRINCIPIOS DE PODA

El objetivo de la poda de flora cercana a una red de distribución eléctrica aérea es evitar interrupciones en el fluido eléctrico, daños a los elementos de la red y garantizar la seguridad eléctrica para personas, para la flora y la fauna del país, por consiguiente es necesario analizar cuáles son las ramas que se dirigen a las líneas y podarlas, para así orientar su crecimiento en dirección contraria a las líneas eléctricas.

Es importante tener claro que las hojas 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 25 % 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. Al respecto cabe recalcar que en el caso de poda de árboles adultos el porcentaje preferiblemente debe ser el mínimo posible ya que el nivel de respuesta ante las podas es menor que en arboles jóvenes que tienen un mayor vigor de crecimiento.

La poda debe considerar la arquitectura del árbol, de manera que no se altere fuertemente la estructura arbórea y aerodinámica ya que pueden representar un riesgo posterior al dejar el árbol con copas desbalanceadas (Figura 5). La identificación previa de las ramas que deben cortarse es fundamental para evitar un decaimiento innecesario en el árbol. Como regla se tiene que el 90% del tiempo eliminando 3 ramas se provee de un 90% de despeje en la red.



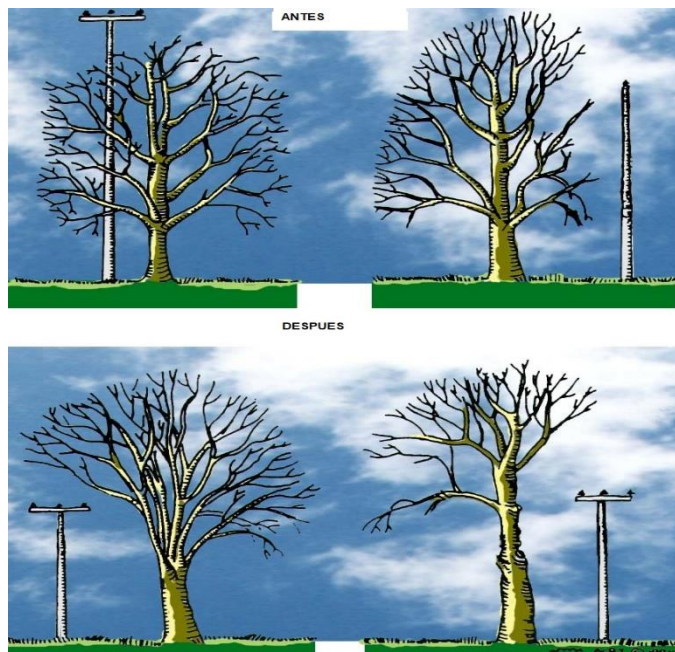


Figura 5. Arquitectura típica del árbol y su relación con tendidos eléctricos.

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, enfermedades y evitar la pérdida de vitalidad. Es preferible realizar más cortes de ramas con diámetros pequeños (menores a 5 cm de diámetro) que ramas con diámetros mayores a 10 cm ya que el proceso de cicatrización es más lento y por consiguiente la entrada de patógenos afectará al árbol.

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.

Otro principio importante es evitar la poda excesiva de una rama lateral dejando solo follaje en el extremo (cola de león) ya que la carga del viento favorecerá un rompimiento de la misma ocasionando daños indeseables (Figura 6).



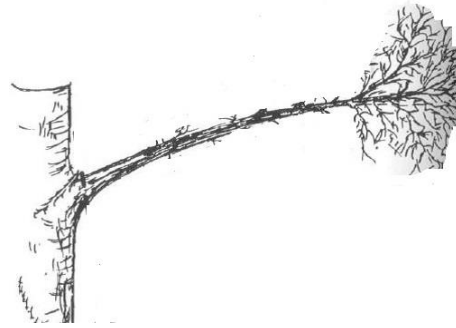


Figura 6. Aplicación de la poda “Rama tipo cola de león” que no es adecuada pues provoca rompimiento por vientos.

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 7), hasta dejarla a una distancia inferior de los cables telefónicos, realizando los cortes en las bifurcaciones de las ramas.



Figura 7. Ejemplo de poda de reducción de la copa de un árbol.



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 8). Es muy utilizada en plantaciones forestales y en especies como pino y ciprés.



Figura 8. Ejemplo poda de elevación de copa de un árbol.

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 9). La intensidad de la poda dependerá de factores como el régimen de propiedad, especie e infraestructuras alrededor.

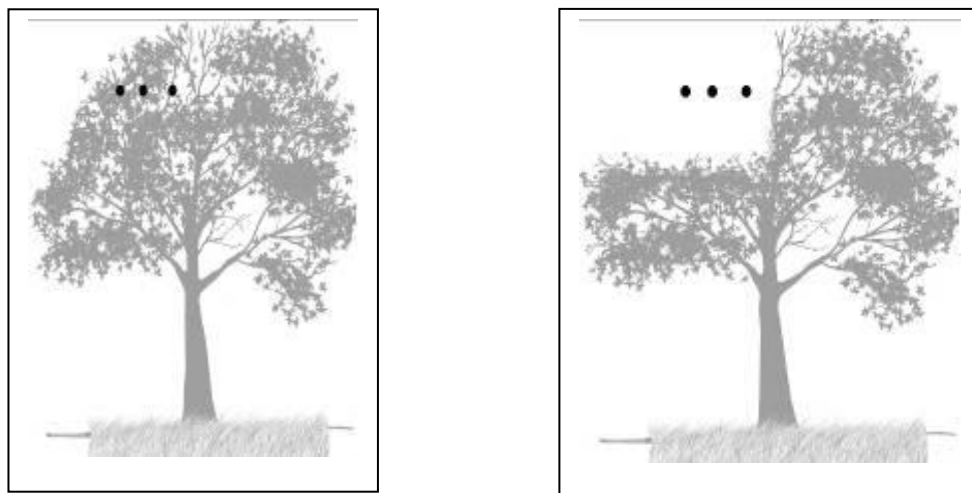


Figura 9. Ejemplo de poda “de lado” o en forma de “L” de un árbol.



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 10).

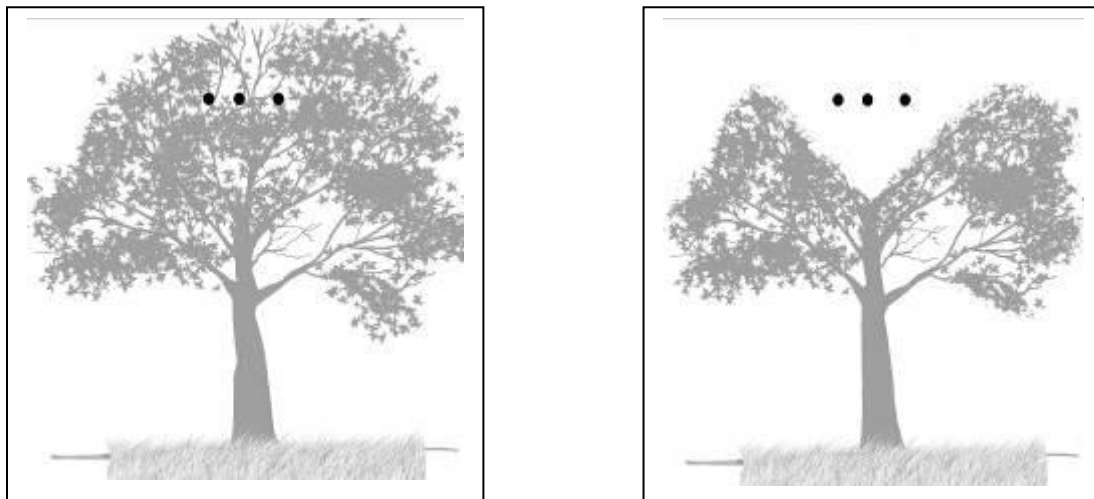


Figura 10. Ejemplo de poda en “V” de un árbol.

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 cuanto a la aplicación de pastas desinfectantes, no se tiene un estudio que demuestre su efectividad por consiguiente los controles de la calidad de los trabajos deben enfocarse en realizar los cortes finales adecuados con un porcentaje de poda moderado para garantizar la supervivencia y conservación de los árboles.

En caso de que la actividad implique la corta de un árbol, siempre 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 PARA PODA

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 1,5 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 (Figura 11). 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.

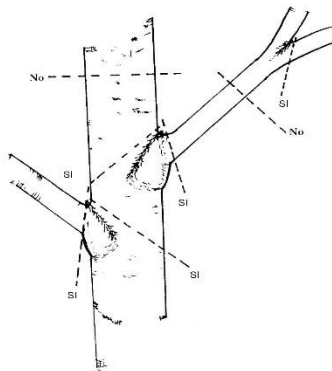


Figura 11. Ejemplos de ubicación recomendada de los cortes de las ramas de un árbol.



La historia de tratamientos de poda que el árbol haya recibido puede representar un riesgo a futuro si no se aplicó algún criterio técnico, por consiguiente todo árbol que esté en colindancia en la red y que haya recibido anteriormente una poda inadecuada, cuando se intervenga nuevamente el podador debe identificar ramas mal cortadas, enfermas o secas y podarlas. Las intervenciones de poda de parte de las redes de distribución eléctrica deben realizarse para garantizar una coexistencia armónica y por consiguiente las podas deben permitir que los árboles se mantengan sanos en el tiempo y sigan generando los beneficios ecosistémicos y sociales al país.

Uno de los aspectos importantes y en los que usualmente más se falla es en identificar el corte correcto. Para identificarlo lo primero que hay que hacer es identificar la arruga y el collar de la rama, la importancia de ambas estructuras es que ahí existen miles de enzimas responsables de realizar la cicatrización de heridas (Figura 12).

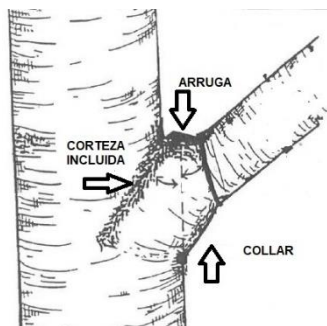


Figura 12. Ubicación de la arruga y el collar de una rama para identificación del corte correcto.

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. Por consiguiente, el ángulo fijo para realizar el corte final estará determinada por el cuello de la rama tal como se ilustra en los siguientes casos Figura 13.

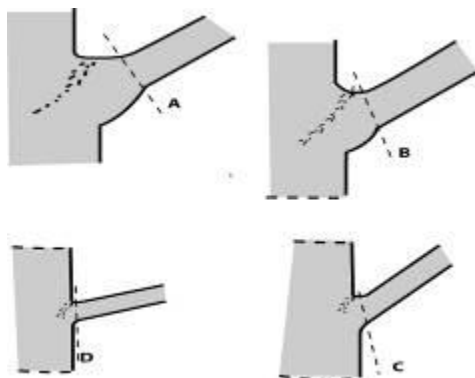


Figura 13. Corte según la ubicación del cuello y arruga de la rama.

En árboles grandes que presentan ramas muy largas, se deben realizar varios cortes (Figura 14) 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.

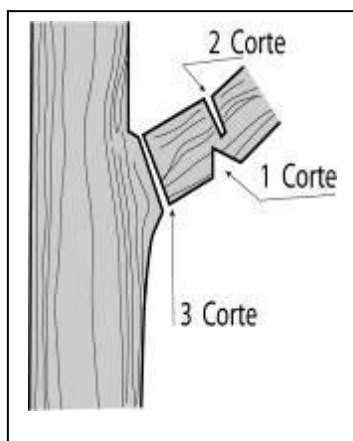


Figura 14. Ejemplos de corte de ramas grandes o muy largas de un árbol.



En el caso de ramas secas, es notorio un abultamiento para formar un callo, por lo que el corte debe hacerse afuera de la corteza viva tal como se observa en la figura 15.

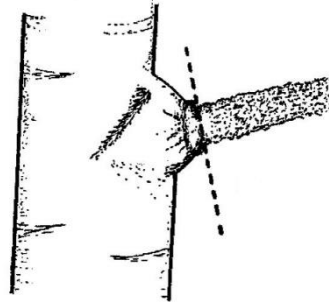


Figura 15. Identificación del corte de la rama de un árbol cuando se ha secado.

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 (Figura 16).

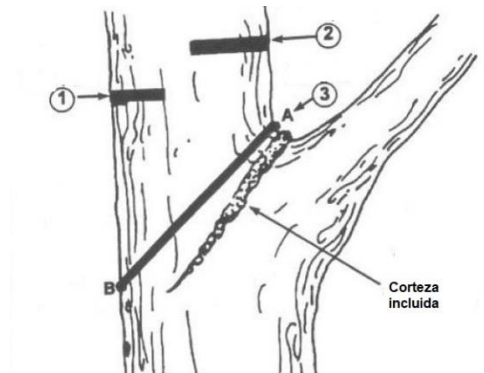


Figura 16. Ejemplo de un corte del eje principal de un árbol.



En ramas con corteza incluida se deben hacer dos cortes previos (1 y 2) para evitar astillamientos en la corteza del árbol, el corte final tiene que estar ligeramente fuera de la arruga de la rama en posición diagonal hacia el cuello de la rama como se muestra en la siguiente figura en el trayecto F y G (Figura 17).

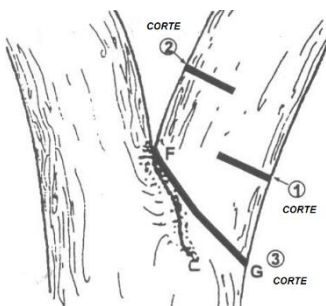


Figura 17. Ejemplo del corte de ramas en un eje con corteza incluida.

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 DE LOS ENCARGADOS DE LA PODA

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. Para tal efecto y considerando la naturaleza del material que es 100% orgánico se recomienda dos manejos: en áreas rurales se puede dejar bien picados en la finca previa autorización del dueño del inmueble o destinar una finca donde se disponga siempre y cuando se realice un plan de manejo de los mismos que incluya la contención en caso de incendio forestal del material. La otra opción en zonas urbanas es disponerlo en rellenos sanitarios





debidamente autorizados por el estado, para lo cual se debe guardar la documentación que respalde la disposición final de estos residuos (facturas).

En el caso de manejo de residuos peligrosos (estropajos contaminados con aceites o absorbente natural a base de “sphagnum peat moss”) deberán ser almacenados en bolsas plásticas transparentes en recipientes con tapa identificados indicando el tipo de residuo. La disposición final autorizada es por co-procesamiento para lo cual deberá presentar la documentación que valide dicha disposición final.

SELECCIÓN DE ESPECIES PARA SIEMBRA BAJO TENDIDOS ELÉCTRICOS

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. Las condiciones del entorno definirán cual es la especie apropiada para sembrar.

Las distancias mínimas de separación establecidas en la norma técnica AR-NT-SUINAC es de 3 metros de manera horizontal y vertical con respecto a la línea eléctrica y de un metro para línea de baja tensión, por lo cual se recomienda que los árboles que se siembren debajo de la postería no tengan una altura mayor a 4 metros en su etapa adulta. Conforme la distancia del árbol hacia la línea sea mayor, así se podrán sembrar árboles con alturas mayores, eso sí se deberá respetar el artículo 403 del código civil donde se prohíbe sembrar a una distancia de 5 metros árboles grandes sobre la heredad ajena (Figura 18).

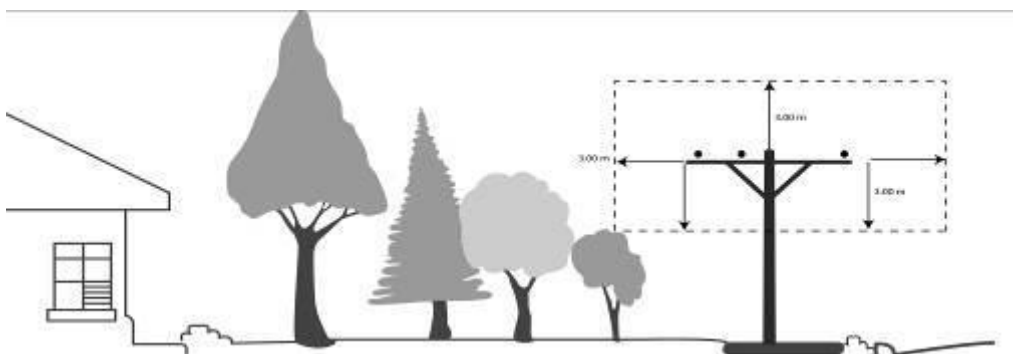


Figura 18. Distancia de separación a la que deben sembrarse árboles o arbustos en zonas urbanas.



En la 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:

- **Criterios Ecológicos y Funcionales:** 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 abejas y mariposas. Árboles para protección contra la erosión, secuestradores de CO₂, sombra, conservación de la biodiversidad y la promoción de la educación a través de la historia natural de nuestros árboles pueden representar un punto importante para el turismo.
- **Criterios paisajísticos:** Los árboles generan censores de forma, escala, frondosidad, vistosidad, proporción y color (floración), los cuales deben empatar con la arquitectura de la ciudad de manera que no afecte a futuro alguna infraestructura y genere la necesidad de poda. El establecer patrones considerando repetición, secuencia, balance y equilibrio generaran una sensación agradable a los habitantes.
- **Criterios de Sostenibilidad:** Este criterio se refiere al bajo mantenimiento y conservación de los arboles a largo plazo. 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. Así mismo, no se recomienda la siembra de árboles frutales por problemas de aseo y por la contaminación que éstos puedan tener por las emisiones de los vehículos y fábricas. Otro aspecto importante es mantener como mínimo 3 veces el diámetro a la altura del pecho como área del alcorque, se recomienda destinar de suelo 3.4 m³ para arboles con un diámetro de copa de 3 m y conforme va subiendo la dimensión de la copa hay que destinar más suelo para evitar problemas con levantamiento de aceras y daños al alcantarillado, por esta razón la escogencia de especies con bajo niveles de requerimiento hídrico es otro factor relevante.

Sustitución de especies

Cuando las podas son excesivas, alteran la arquitectura del árbol, genera decaimiento en el árbol y/o dejando en una situación aerodinámica de riesgo es





importante valorar la sustitución, como último recurso, del árbol para lo cual se recomienda las siguientes condiciones:

- 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.

Manejo de los residuos derivados de la poda y corta de árboles

Toda electrificadora que realice un proceso de poda y/o corta de árboles deberá realizar un manejo adecuado de los residuos producidos y debe atender las siguientes disposiciones:

1. Cortar en dimensiones comerciales los troncos de árboles maderables o según lo disponga el propietario.
2. Liberar de cualquier tipo de residuos vegetal producto de poda o corta de árboles, los cauces de ríos y quebradas, así como las cunetas en vía pública.
3. Dar un adecuado tratamiento de los residuos según se generen, ojalá pueda utilizarse dicho material vegetal para producción de abono o “mush” para jardinería.
4. Reparar cualquier daño a propiedad privada ocasionado por la corta o poda de ramas y árboles.





Descripción general de dispositivos para la prevención y mitigación de electrocución de la fauna silvestre

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 deben estar valoradas 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). Se debe considerar además las especies de fauna que habitan en la zona para incorporar los dispositivos más adecuados que serán incorporados desde la etapa del diseño; por ejemplo, para prevenir eventos causados por ardillas se recomiendan medidas diferentes a las aplicadas cuando tenemos alta presencia de aves (como las palomas).
- b) El encargado de diseñar la red eléctrica, establecerá el esquema constructivo que mejor se ajuste a las condiciones ambientales, previamente definidas por el especialista ambiental, 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, 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 se logrará prevenir que la fauna tenga contacto directo con las líneas energizadas.
- d) Bajo el criterio de los análisis del registro de averías eléctricas, en regiones o sectores con mayor frecuencia y que sean causadas por electrocución de fauna o por contacto con vegetación, se debe considerar la reconfiguración del diseño de la red eléctrica aérea por redes compactas o colocar dispositivos de protección. Se debe tomar en consideración las especies de fauna con mayor incidencia en la provocación de averías, y así escoger la (s) opción (es) correctiva (s) más adecuada (s) para la protección de la red eléctrica en sus partes más vulnerables y de la fauna silvestre. Se debe tomar en consideración que el mercado ofrece opciones de





equipos que incluyen los dispositivos aislantes o protectores, para la inclusión de estas medidas desde la etapa de diseño.

2) Condiciones específicas

Criterios a considerar en redes aéreas desnudas:

a) El diseñador, junto con los debidos criterios ambientales aportado por los especialistas en el ramo, deberán 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. El aporte de criterios por parte de un especialista ambiental da como resultado, un diseño más integral en favor de la calidad del servicio y protección del ambiente.

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 para la adquisición de dispositivos de goma, silicón o algún polímero para la protección de redes aéreas:

Para la adquisición de dispositivos de protección para la red eléctrica, se debe considerar que los equipos deben cumplir una serie de normas que permitan garantizar su función bajo un diseño de operación, y considerando el contexto operacional dónde será instalado. Por tanto, los dispositivos deben cumplir los siguientes procedimientos y normas:

- a) ASTM 2303 (Prueba de Tracking)
- b) ASTM G154 (Prueba a rayos UV exposiciones en ambientes intensos)
- c) IEC 60216 / IEEE 98 a 105 C (Prueba índice térmico)
- d) ASTM D2671 (Prueba de envejecimiento térmico)
- e) IEEE-4-1995 and IEEE 1656-2010 (Guía que permite probar si el dispositivo afecta el desempeño del aislamiento que está cubriendo)

Adicional a estas pruebas será conveniente realizar una prueba exponiendo el protector a un arco eléctrico al menos de 10kA durante 10 ciclos para explorar la capacidad que tiene el dispositivo de resistir una explosión extrema de energía,



también para valorar el comportamiento con altas temperaturas de una fuente de ignición externa y su capacidad de no encender o mantener la llama.

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 naturales son frecuentados por 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) Se debe tomar en consideración que el mercado ofrece opciones de equipos que incluyen los dispositivos aislantes o protectores.
- b) Cuando se requiera construir una subestación, se debe tomar en cuenta que el Área seleccionada tenga el espacio suficiente para que no hayan árboles a no menos de 30 metros de la barrera perimetral.
- c) A los centros de interruptores o transformadores se les debe diseñar una barrera perimetral de malla electro-soldada, o material semejante, con luz de malla no mayor a una pulgada (Figuras 19 y 20), con una pared o lámina metálica de unos 75 cm de altura en la parte inferior. En la parte superior una lámina metálica de acabado liso 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.





- d) 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.
- e) 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.
- f) Adicionar dispositivos tipo barrera (preferiblemente con rotación) en los conductores que ingresan a la subestación de manera aérea.
- g) Se debe contemplar como parte del mantenimiento el control de la vegetación de los alrededores de la subestación. No permitiendo el crecimiento de arbustos o árboles que faciliten eventualmente el acceso de fauna.

En la Figura 19 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 20 ejemplos de barreras que no contemplan estas medidas.





Figura 19. Imágenes ilustrativas de barreras perimetrales ideales para centro de interruptores y subestaciones (Fuente: CNFL).



Figura 20. Barreras perimetrales que no contemplan medidas de prevención de electrocución (Fuente: CNFL).

Se describen a continuación los principales tipos de dispositivos para la prevención de la electrocución de la fauna silvestre (Cuadro 6). 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 6. 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). Para prevenir el acceso de ardillas y primates a la red eléctrica los dispositivos antiescalamiento deben de tener una longitud de 1,5 metros.	Se coloca en los cables de anclaje a una altura superior de tres metros y todos a una misma altura.
Dispositivo tipo barrera para prevenir el ingreso de animales a redes	Dispositivo giratorio que se fijan sobre la línea de la red eléctrica, cable de anclaje o	Se colocan en líneas eléctricas, cables de anclaje, acometidas eléctricas, cables



<p>eléctricas y subestaciones</p>	<p>acometida eléctrica; y que no permiten el acceso de la fauna a las líneas eléctricas, ya que su diseño giratorio y de púas (en algunos diseños), no permite estabilidad para sujetarse por parte de los animales.</p> <p>También son utilizados para prevenir el ingreso de la fauna a las subestaciones, ya que se pueden colocar en cables de salida o ingreso de energía que alimenta la subestación o los cables del sistema de alumbrado.</p> <p>Deben ser de un polímero que permita su instalación con las líneas energizadas si fuera necesario y deben tener una longitud mayor a 1,5 metros para evitar que algunos animales se salten el dispositivo.</p>	<p>de alimentación eléctrica de luminarias, cables de comunicación, entre otros. Es importante considerar que este tipo de dispositivo debe colocarse y fijarse sobre la línea, y a una distancia máxima de 1 metro del poste para evitar que el animal esté en contacto con la línea eléctrica.</p>
<p>Protectores electrostáticos</p>	<p>Se recomiendan dos diseños: el dispositivo tipo disco de polímero rígido. Y el dispositivo electrostático en material siliconado liso y en forma cónica, para utilizar en aisladores de porcelana de la red eléctrica, este diseño evita que las aves perchen y/o construyan sus nidos sobre el dispositivo; además protege al aislador de los excrementos de las aves, por lo que favorece la funcionalidad a largo plazo del aislador de porcelana.</p>	<p>El dispositivo electrostático de polímero rígido se coloca principalmente sobre los aisladores de porcelana de los soportes de las cuchillas en subestaciones; o sobre aisladores de porcelana que se encuentren en posición horizontal, para que el dispositivo quede colocado verticalmente, así impedir que las aves tengan una superficie donde construir sus nidos.</p> <p>Se pueden colocar en aisladores tipo poste, aisladores pasatapas de transformadores e incluso en</p>



	<p>Se recomienda que el protector electrostático tenga un diámetro externo entre 45 y 65 cm, aunque el diámetro del dispositivo depende del diseño de la red o subestación en donde será colocado y bajo criterio ambiental. 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.</p>	<p>conectores de transformadores de subestaciones o en las mismas barras donde se quiera aislar a los animales. Puede ser instalado con las líneas energizadas, lo cual hace que no se requiera una interrupción eléctrica.</p>
Dispositivo anti-percha	<p>Dispositivo plástico rígido 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 rígido.</p>	<p>Se pueden colocar sobre aisladores, inclusive en los cruceros, con el fin de evitar que las aves perchen cerca del cableado.</p>
<p>Previsores de colisión en el tendido eléctrico o dispositivos para aumentar la visibilidad de cables del tendido eléctrico</p>		
Espiral de PVC	<p>Espiral de PVC de un metro de longitud y un diámetro máximo de 30 cm.</p>	<p>Se colocan en el hilo guarda, en líneas de transmisión y distribución.</p>
<p>Dispositivos anti-electrocución o tipo aislante</p>		
Cobertores de goma y cobertores poliméricos rígidos	<p>Cobertores de goma siliconada y cobertores poliméricos para aislar los puntos de contacto y secciones o tramos de red energizadas.</p>	<p>Se utilizan para cubrir puntos de unión, cuchillas cortacircuitos, pararrayos, “jumpers”, contactos del transformador, aisladores de porcelana, entre otras partes de la red eléctrica y subestaciones, bajo criterio de diseño y ambiental. El material a utilizar (goma o polimérico rígido) debe ser</p>



		seleccionado bajo criterio técnico.
Protector de silicón tipo manguera	Protectores de silicón tipo manguera, para aislar el cable.	Se coloca en salidas de transformadores y “jumpers”. También se puede colocar envolviendo el cable eléctrico desnudo en una distancia de 1,5 m desde el aislador de porcelana en ambos extremos. Este protector está diseñado para tramos no mayores a 1,5 m porque su peso puede afectar el diseño del tendido eléctrico. De requerirse cubrir tramos o distancias mayores a 1,5 m, se debe analizar la opción de utilizar cable semi-aislado o cobertores polimérico rígidos y livianos.
Cinta aislante adhesiva	Cinta aislante adhesiva, para aislar los puntos de unión de cables.	Es importante considerar que la cinta debe cumplir con las recomendaciones técnicas de cada elemento aislante y adaptarse a la tensión en donde será colocada.
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. De manera general se colocan entre parches de bosque, que han sido fragmentados por la construcción de una red eléctrica y/o camino.



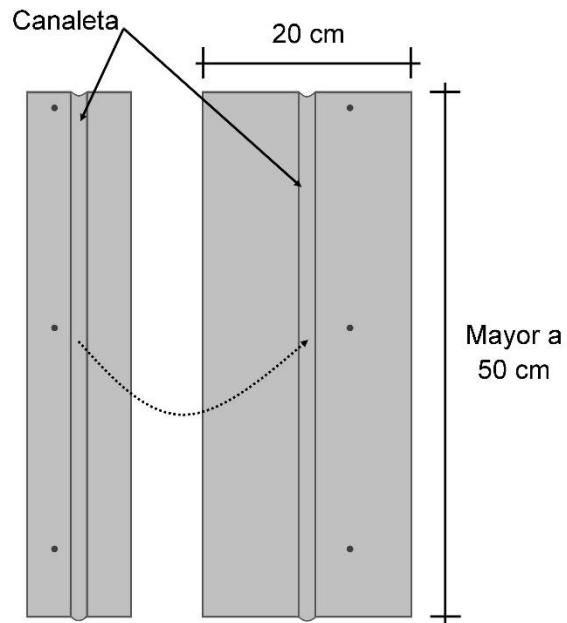
a) Dispositivos de protección tipo barrera

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 21). 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. El largo del dispositivo a utilizar debe valorarse bajo el análisis de las especies de fauna que queremos evitar tengan acceso a la red; por ejemplo, para prevenir el ingreso de ardillas y primates al tendido eléctrico, los dispositivos antiescalamiento deben detener como mínimo 1,5 metros de longitud. 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 (el diámetro de la canaleta depende del grosor del cable en donde serán colocados). Lleva una cara completa (de 20 X 50 cm) y una pequeña lámina del mismo material (igualmente con canaleta) (Figura 21) que sujeta de un solo lado con tres remaches, y permanece 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 en paso del animal realizando zig-zag (Figura 22). Estos dispositivos pueden colocarse en el cable de las acometidas de electricidad.



Dimensiones para prevenir ingreso de fauna tipo ardillas y primates

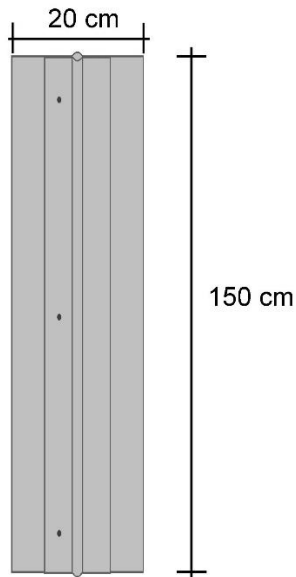




Figura 21. Dispositivo antiescalamiento tipo paleta de 20 X 50 cm, y su diseño.
(Fuente: CNFL).

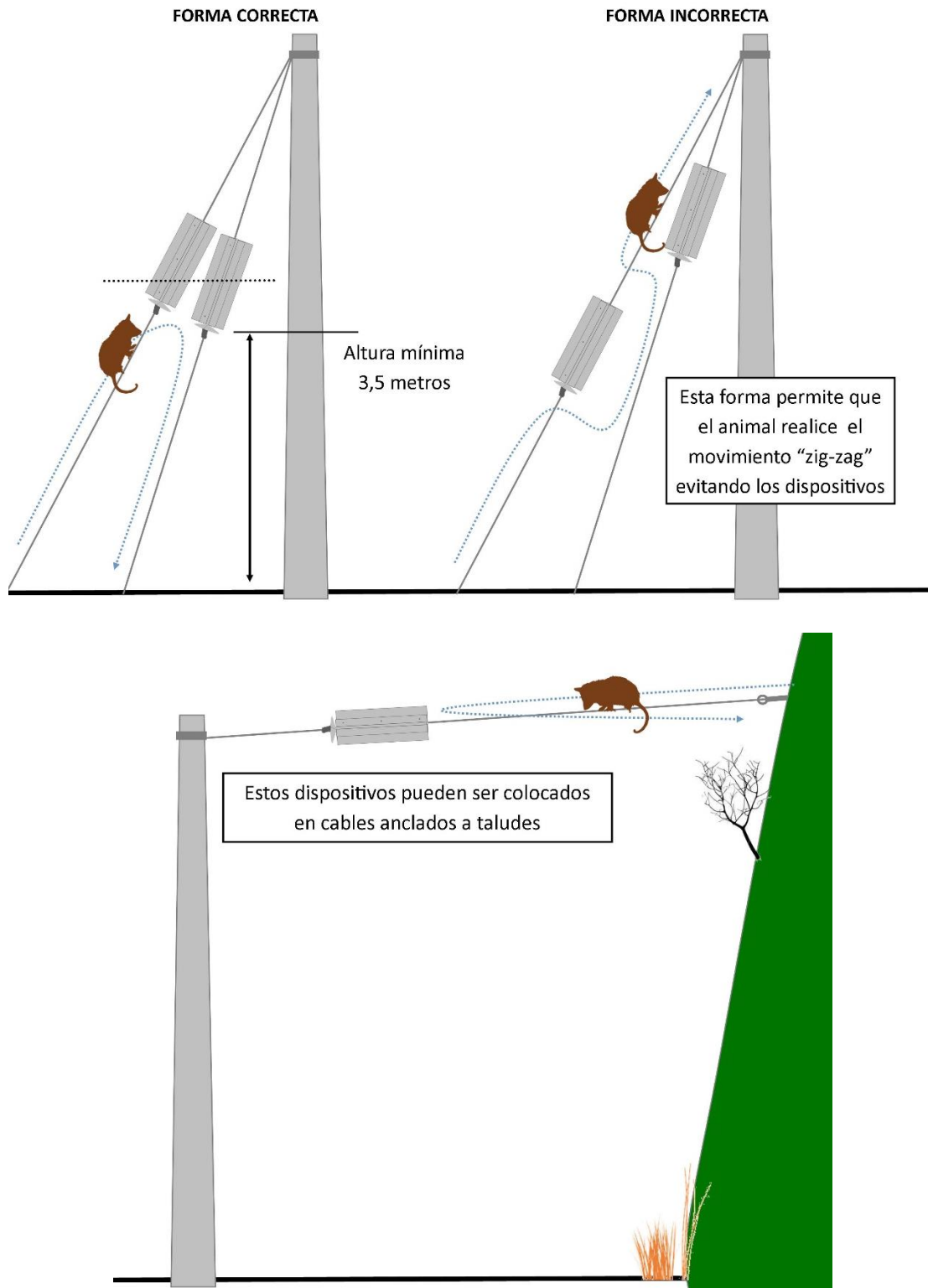


Figura 22. Formas correctas e incorrectas de colocar los dispositivos antiescalamiento en los cables de anclaje.



Dispositivo tipo barrera para prevenir el ingreso de animales a redes eléctricas y subestaciones:

Dispositivo giratorio que se fijan sobre la línea de la red eléctrica, cable de anclaje o acometida eléctrica; y que no permiten el acceso de la fauna a las líneas eléctricas, ya que su diseño giratorio y de púas (en algunos diseños), no permite estabilidad para sujetarse por parte de los animales (Figura 23).

También son utilizados para prevenir el ingreso de la fauna a las subestaciones, ya que se pueden colocar en cables de salida o ingreso de energía que alimenta la subestación o los cables del sistema de alumbrado.

Deben ser de un polímero que permita su instalación con las líneas energizadas si fuera necesario y deben tener una longitud mayor a 1,5 metros para evitar que algunos animales se salten el dispositivo.

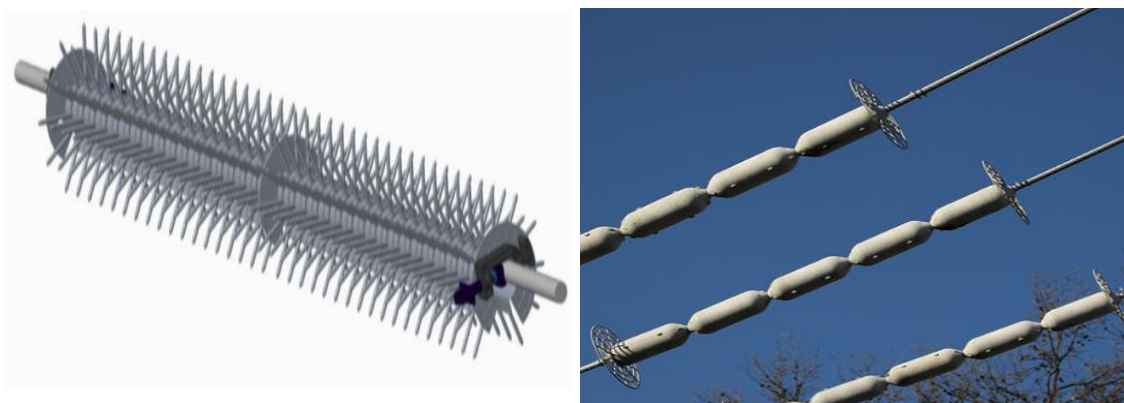


Figura 23. Dispositivos tipo barrera que evita ingreso de ardillas, primates, entre otros grupos de mayor movilidad a las red eléctrica.

Protectores electrostáticos:

Consiste en un dispositivo tipo disco de base plástica de polietileno de alta densidad resistente a la radiación ultravioleta. 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 24 y 25).

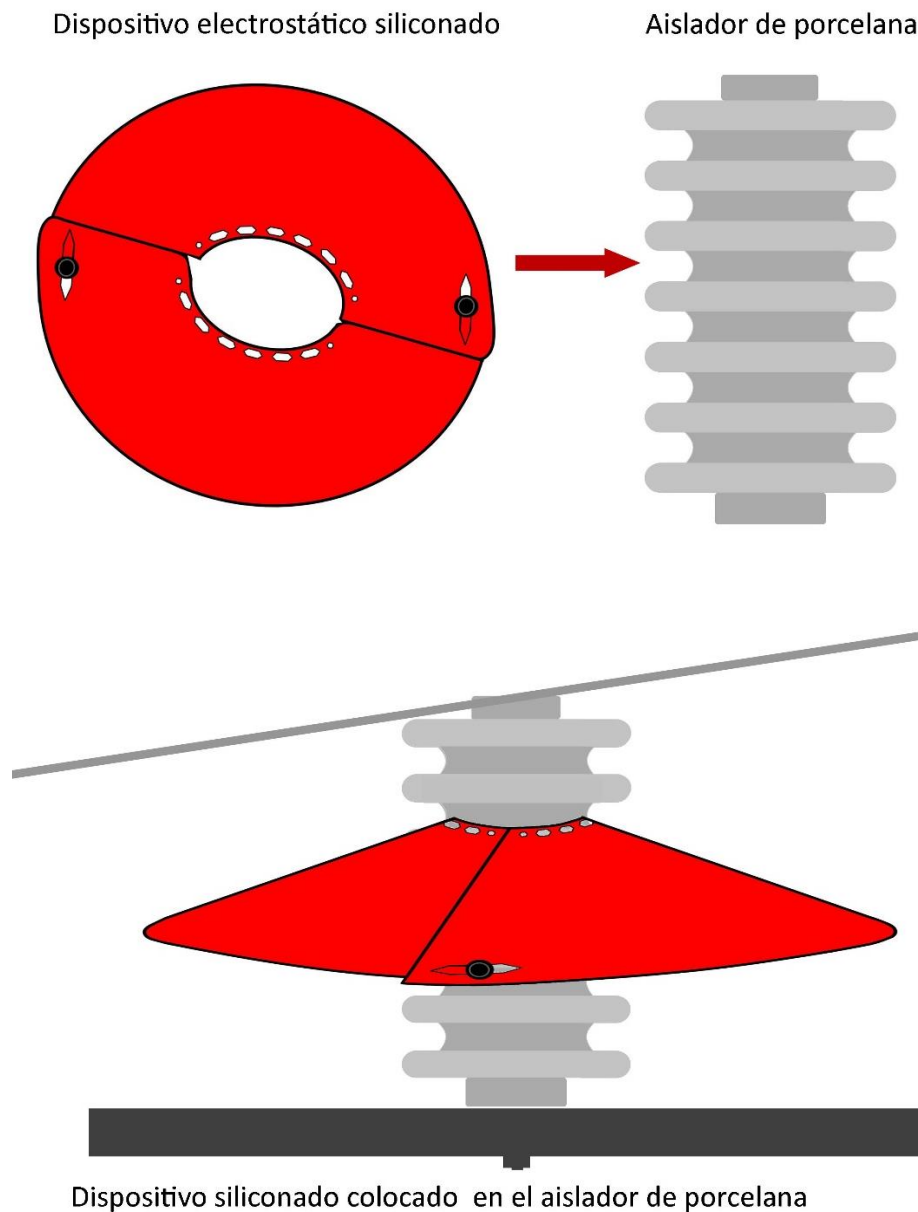
Pueden ser colocados en aisladores tipo poste, aisladores pasatapas de transformadores e incluso en conectores de transformadores de subestaciones o en





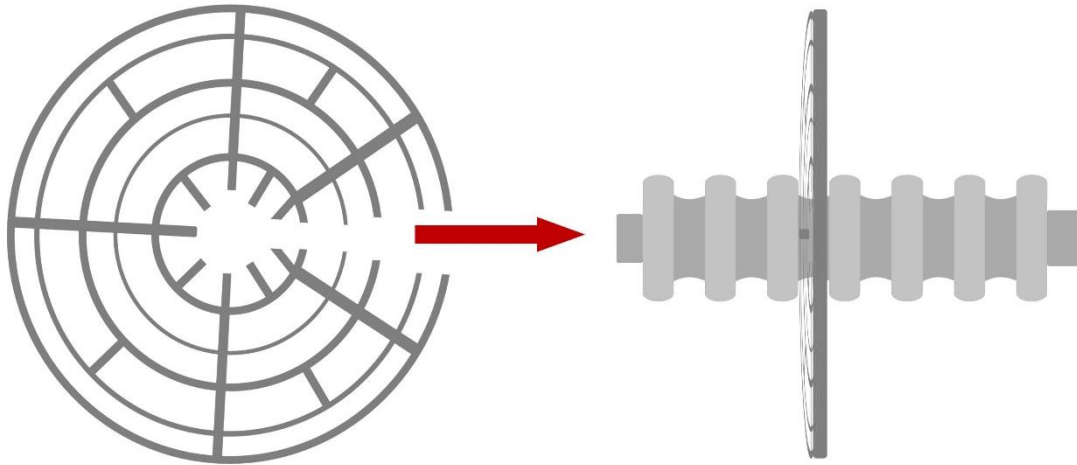
las mismas barras donde se quiera aislar a los animales. Puede ser instalado con las líneas energizadas, lo cual hace que no se requiera una interrupción eléctrica.

Hay diseños en material siliconado en forma cónica, para utilizar en aisladores de porcelana de la red eléctrica, este diseño evita que las aves perchen y/o construyan sus nidos sobre el dispositivo; además protege al aislador de los excrementos de las aves, por lo que favorece la funcionalidad a largo plazo del aislador de porcelana.





Dispositivo electrostático de polímero rígido



Dispositivo colocado en el aislador de porcelana de soporte de cuchilla

Figura 24. Dispositivo electroestático de polietileno, diseño y forma correcta de colocar.



Figura 25. Dispositivos electroestáticos colocados sobre los aisladores de porcelana de los soportes de las cuchillas en una subestación, 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 26). 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 27).



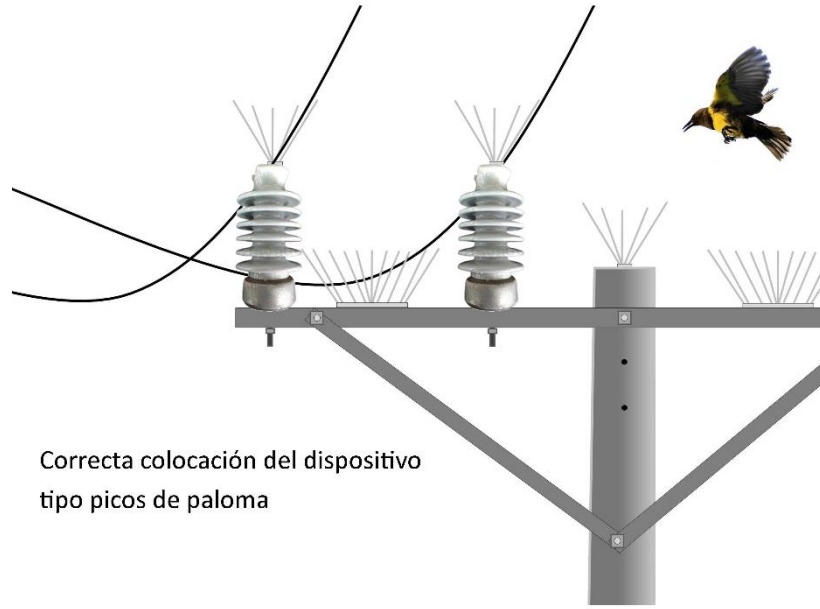
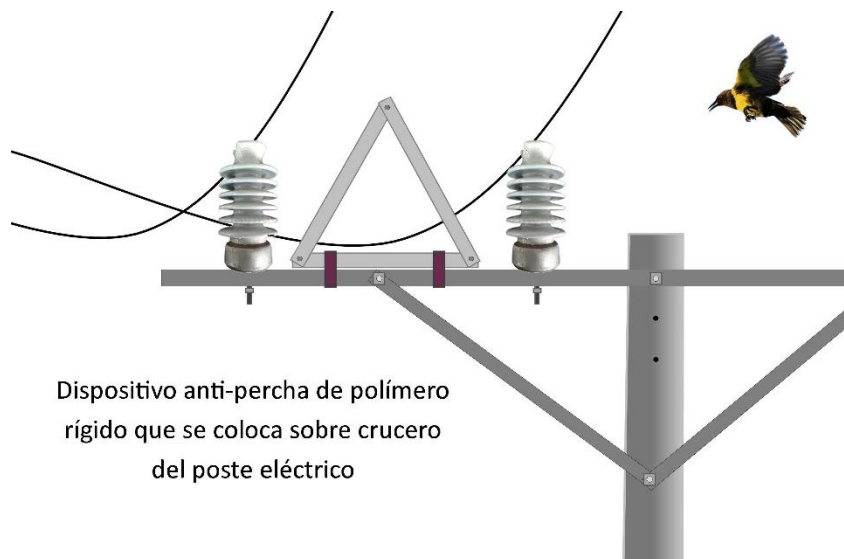


Figura 26. Dispositivo anti-percha tipo pico de paloma, diseño y forma correcta de colocar. (Imágenes fuente CNFL)



Dispositivo anti-percha de polímero rígido que se coloca sobre crucero del poste eléctrico

Figura 27. Dispositivo anti-percha tipo triángulo, diseño y forma correcta de colocar.

b) Previsores de colisión en el tendido eléctrico o dispositivos para aumentar la visibilidad de cables del tendido eléctrico:

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 28 a).

Dispositivo cobertor para hilo guarda con acabado reflectivo

Dispositivo de polietileno o silicón que puede tener acabado reflectivo para aumentar la visibilidad del cableado en tendidos eléctricos, así desviar el vuelo de las aves evitando colisiones. Se colocan en el hilo guía o cable de guarda, en líneas de transmisión y distribución (Figura 28 b)

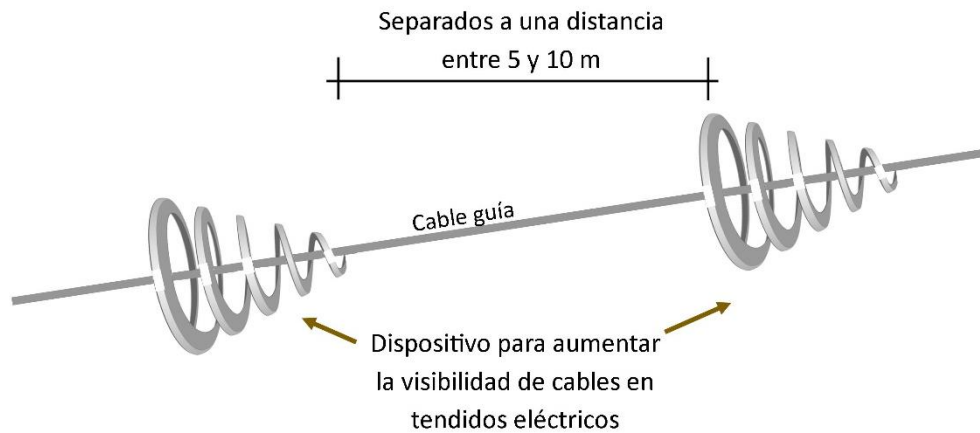
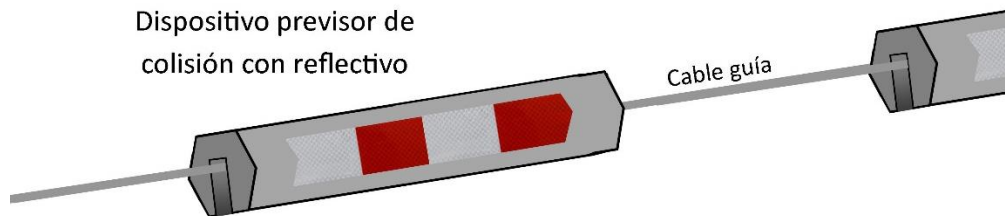


Figura 28. A. Dispositivos previsores de colisión, utilizados para aumentar la visibilidad del cableado.



B. Dispositivos previsores de colisión con reflectivo

Cobertores de goma y cobertores poliméricos rígidos

Cobertores de goma siliconada y cobertores poliméricos rígidos para aislar los puntos de contacto y partes energizadas (Figura 29 A y B). Se utilizan para cubrir puntos de unión, cuchillas cortacircuitos, pararrayos, jumpers, contactos del transformador, aisladores de porcelana, entre otras partes de la red eléctrica y subestaciones, bajo criterio del diseño civil y ambiental. El material a utilizar (goma o polimérico rígido) debe ser seleccionado bajo criterio técnico.



Protector o cubierta de silicón tipo manguera (Figura 30 a-d), el cual es colocado en salidas de transformadores y jumpers. También se puede colocar envolviendo el cable eléctrico desnudo en una distancia de 1,5 m desde el aislador de porcelana en ambos extremos. Este protector está diseñado para tramos no mayores a 1,5 m porque su peso puede afectar el diseño del tendido eléctrico. De requerirse cubrir tramos o distancias mayores a 1,5 m, se debe analizar la opción de utilizar cable semi-aislado o cobertores polimérico rígidos y livianos.

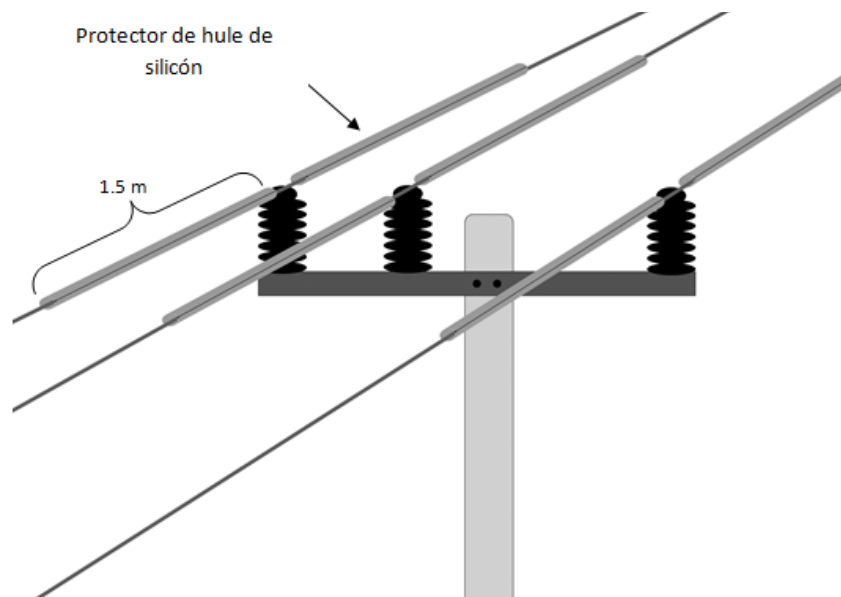
Cinta aislante adhesiva, para aislar los puntos de unión de cables; en las líneas de tipo aislada o semi-aislada.



Figura 29 A. Cobertores de goma siliconada y cobertores poliméricos rígidos para aislar los puntos de contacto y partes energizadas.



Figura 29 B. Izquierda: protectores de polímero rígido para protección de terminal en transformador (Fuente: ESPH); y a la derecha protector rígido colocados en aisladores de porcelana de interruptores de subestación (Fuente: CNFL).



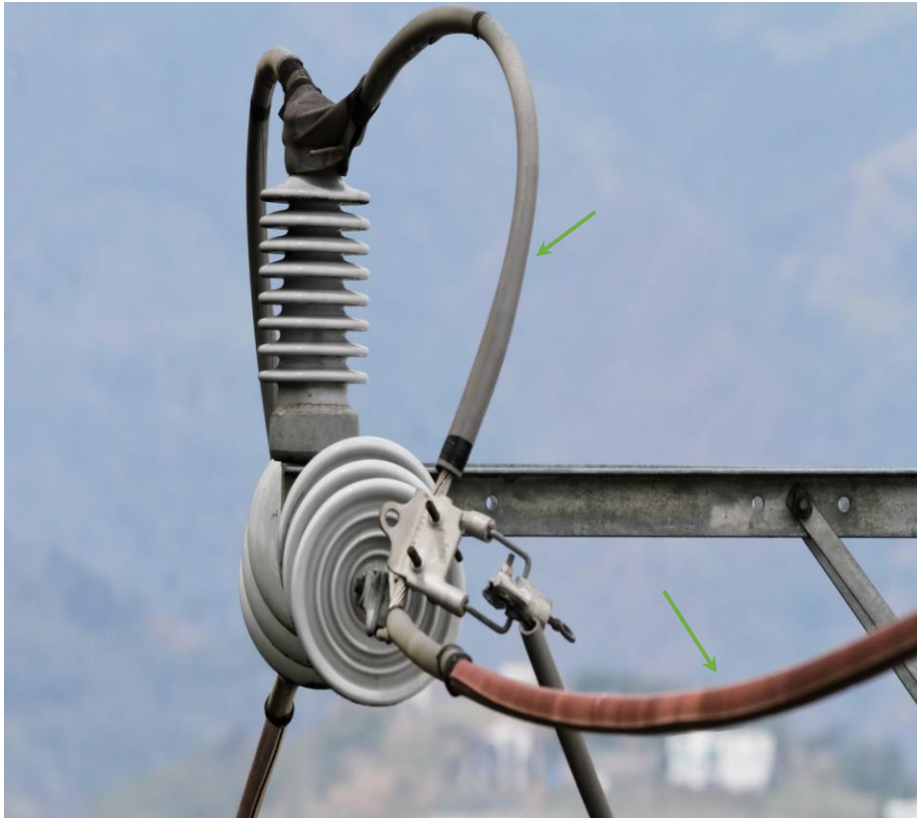


Figura 30. A. Protectores de hule de silicón tipo manguera, para aislar el Jumper y polímero rígido para el cable (Fuente: ESPH).

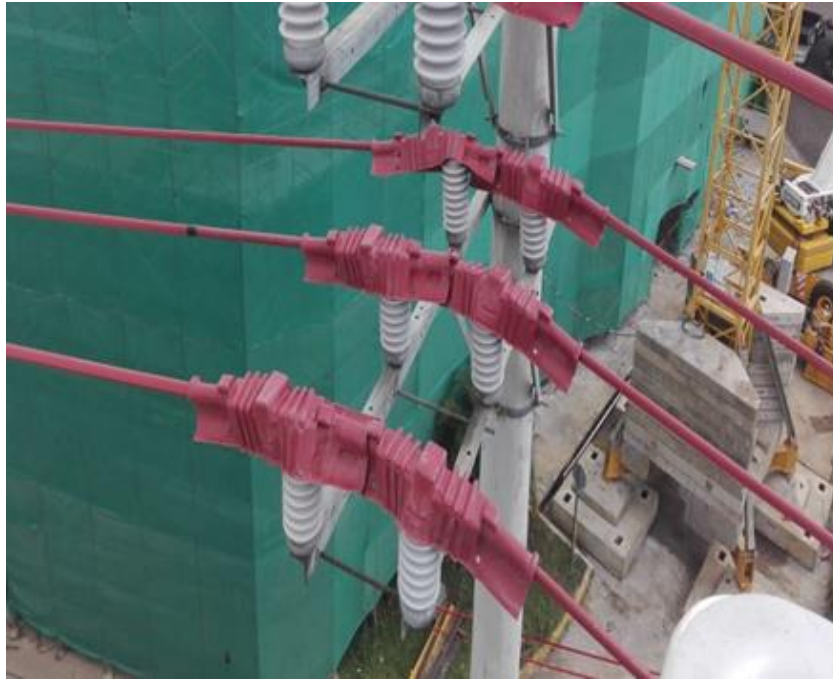


Figura 30. B. Protectores de polímero rígido para el cable y montaje de doble aislador (Fuente: ESPH).



Figura 30. C. Protectores de polímero rígido para el cable (Fuente: ESPH).



Figura 30 D. Subestación protegida con protectores electrostáticos colocados verticalmente y aisladores. Fuente: ESPH.

c) 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 31).





Figura 31. Cable conductor con recubierta semiaislada (Fuente: CNFL y ESPH).

d) 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 32), 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.), entre otras, ni especies de árboles muy quebradizos como por ejemplo el jocote. 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.



Bushnell 084°F 03-24-2015 14:29:41



Bushnell 066°F 04-05-2010 23:49:53



Figura 32. Pasos de fauna arborícola; diferentes diseños colocados y utilizados para el uso de la fauna arborícola (Fuente: 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.

Askins RA, Folsom-O'Keefe CM, Hardy MC. 2012. Effects of Vegetation, Corridor Width and Regional Land Use on Early Successional Birds on Powerline Corridors. *PLoS ONE* 7(2): e31520. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031520>

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.

Garrigues, R., R. Dean. 2014. *The Birds of Costa Rica: A Field Guide, Second Edition*, Richard and Robert Dean. Cornell University Press, Ithaca, NY. 425 pages.

Hallinan T (1922) Bird interference on high tension electric transmission lines. *Auk* 39:573.

Hernández, E. 2020. *Manual de Podas en Líneas Eléctricas*. Compañía Nacional de Fuerza y Luz. San José, Costa Rica. Sin páginas.

IEA, 2020 Global Energy Review 2020, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>



Jenkins A., Smallie J., Diamond M. 2010. Avian collisions with power lines: a global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conserv. Int.* 20:263–278.

Katsis, L. & P. Cunneyworth, K. Turner¹ and A. Presotto. 2018. Spatial Patterns of Primate Electrocutions in Diani, Kenya. *Int J Primatol* 39:493–510.

Lavado-Contador, J.F. 2005. Adaptive management, monitoring, and the ecological sustainability of athermal-polluted water ecosystem: A case in SW Spain. *Environmental Monitoring and Assessment*, 104: 19–35.

Loss, S., Will T., Marra P. 2014. Refining estimates of bird collision and electrocution mortality at power lines in the United States. *PLoS ONE* 9:e101565.

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.

Savage, J. M. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica*. Chicago: University of Chicago Press.

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. Electrocutation 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.



Schulze, C., M. Peters, W. Baumgartner & P. Wohlsein. 2016. Electrical Injuries in Animals: Causes, Pathogenesis, and Morphological Findings. *Veterinary Pathology* Vol. 53(5) 1018-1029.

Wainwright, Mark. 2002. The natural history of Costa Rican mammals. Distribuidores Zona Tropical S. A. Miami.



“No puedes pasar un solo día en la tierra sin tener un impacto en el mundo. Lo que haces marca una diferencia, y tienes que decidir qué tipo de diferencia quieres hacer”

Dame Jane Morris Goodall

Fotografía: Dinnia Ramírez (ESPH)





ANEXO 1. Directriz 013-2018 MINAE

La Uruca, San José, Costa Rica, miércoles 23 de mayo del 2018

AÑO CXL

Nº 90

DIRECTRIZ Nº 13-2018

EL MINISTRO DE AMBIENTE Y ENERGÍA

En uso de las facultades conferidas por el inciso 18) del artículo 140 de la Constitución Política, en concordancia con los artículos 25.2 y 28 de la Ley General de la Administración Pública, 3 y 5 de la Ley Orgánica del Ambiente y,

Considerando:

- I.—Que el artículo 50 Constitucional garantiza el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, correspondiéndole al Estado defender y preservar ese derecho.
- II.—Que de conformidad con el artículo 46 de la Ley Orgánica del Ambiente, el Estado ejercerá la soberanía sobre la diversidad biológica, como parte de su patrimonio natural.
- III.—Que Costa Rica es reconocida por su riqueza biológica y parte de su territorio está bajo alguna categoría de protección; en este sentido el país cuenta con un amplio marco regulatorio, como la Ley de Conservación de Vida Silvestre No. 7317, la Ley de Biodiversidad No. 7788 y la Ley Orgánica del Ambiente No. 7554, sus modificaciones y reglamentos.
- IV.—Que la Ley de Biodiversidad No. 7788 supra citada, en el Artículo 11, establece que “Se reconoce que es de vital importancia anticipar, prevenir y atacar las causas de la pérdida de la biodiversidad o sus amenazas”. El mismo artículo, referente al Principio Precautorio o “*In dubio Pro Natura*”, establece 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.
- V.—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. 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).
- VI.—Que un hecho que aumenta la extinción de las especies, es la electrocución, transformándose no solo en un tema ambiental, donde se valoran las pérdidas de individuos de fauna silvestre; si no que también es un tema de calidad del servicio público de electricidad y de pérdidas por averías y equipos dañados. Lo anterior hace necesario para el Estado costarricense adoptar las medidas necesarias a fin de enfrentar dicha problemática.
- VII.—Que desde el punto de vista de calidad de los servicios públicos y su prestación, la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, ARESEP, amparada en la Ley No. 7593 y el Decreto Ejecutivo Nº 29732, establece en la Norma Técnica de Prestación del servicio de distribución y comercialización (AR-NTSDC) que las empresas distribuidoras 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 debe 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).

VIII.—Que la generación de electricidad en Costa Rica la realizan ocho entidades de servicio públicos y varios generadores privados. Las empresas públicas encargadas de la distribución son: el ICE, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL); la Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), la Cooperativa de Electrificación de San Carlos (COOPELESCA), la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste (COOPEGUANACASTE), Cooperativa Alfaro Ruiz (COOPEALFARO) y la Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS S.R.L.). La distribución y comercialización de energía eléctrica en Costa Rica es responsabilidad de estas ocho empresas de servicio público.

XI.—Que las alianzas público privadas son una herramienta fundamental en los procesos de conservación y uso sostenible de los recursos naturales de nuestro país.

X.—Que la fijación de tarifas y precios de los servicios públicos, dentro de ellos el servicio público de electricidad, dentro del cual se encuentra el suministro de energía eléctrica en las etapas de generación, transmisión, distribución y comercialización; es competencia exclusiva de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP); institución que a pesar de su autonomía, estará sujeta al Plan Nacional de Desarrollo, en lo relativo a los planes sectoriales correspondientes y a las políticas sectoriales que dicte el Poder Ejecutivo, de conformidad con el artículo 41 de la Ley 8660 "Ley de Fortalecimiento y Modernización de las Entidades Públicas".

XI.—Que de conformidad con el artículo 6 de la Ley 7553, la ARESEP tiene la obligación de: "...Regular y fiscalizar contable, financiera y técnicamente, a los prestatarios de servicios públicos, para comprobar el correcto manejo de los factores que afectan el costo del servicio, ya sean las inversiones realizadas, el endeudamiento en que han incurrido, los niveles de ingresos percibidos, los costos y gastos efectuados o los ingresos percibidos y la rentabilidad o utilidad obtenida...".

XII.—Que es obligación del MINAE, emitir la normativa, Guías y demás instrumentos jurídicos que permitan y favorezcan la protección, el fomento de la biodiversidad y la calidad en la prestación de los servicios públicos de electricidad en armonía con el ambiente y la movilidad de los especímenes. Resulta urgente, con la organización de SEPLASA y la participación y asesoría técnicas del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEB10) y la Comisión Nacional de Conservación de Energía (CONACE), actuar en consecuencia, y brindar herramientas prácticas y efectivas para prevenir así como mitigar la electrocución de la fauna silvestre en Costa Rica.

XIII.—Que el Reglamento Orgánico del Poder Ejecutivo, Decreto Ejecutivo N° 38536-MP-PLAN establece la organización sectorial del Poder Ejecutivo entendido como una agrupación de instituciones públicas centralizadas y descentralizadas con acciones afines y complementarias entre sí en áreas del quehacer público, regido por el Ministro Rector establecido con el fin de brindar un mayor grado de coordinación, eficacia y eficiencia en la Administración Pública.

XIV.—Que según dicho Reglamento Orgánico uno de los sectores antes indicados es el Sector de Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial el cual se encuentra bajo la rectoría del Ministro de Ambiente y Energía. Entendiéndose la rectoría como la potestad que tiene el Presidente de la República en conjunto con el Ministro del ramo para coordinar, articular y conducir las actividades de cada sector y asegurarse que éstas sean cumplidas conforme a las orientaciones del PND.

XV.—Que dentro de las responsabilidades otorgadas al Ministro Rector, según el decreto supracitado, le corresponde dirigir y coordinar al respectivo sector con el fin de construir el Plan Nacional Sectorial, las políticas, planes, programas, proyectos y estudios relacionados





con su sector vinculado al Plan Nacional de Desarrollo. Además de establecer e impulsar la coordinación interinstitucional y sectorial.

XVI.—Que para ejercer la Rectoría del Sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial el Ministro de Ambiente y Energía, en su calidad de Ministro Rector cuenta con la herramienta de la Directriz. **Por tanto,**

Se emite la Guía para la Prevención y Mitigación de la Electroculión de la Fauna Silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica”, dirigida al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), la Cooperativa de Electrificación de San Carlos (COOPELESCA), la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste (COOPEGUANACASTE), la Cooperativa Alfarero Ruiz (COOPEALFARO), la Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS S.R.L.), la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA); así como los gestores ambientales, regentes ambientales y responsables ambientales.

Artículo 1º—La versión vigente y más actualizada de la Guía para la prevención y mitigación de la electroculión de la Fauna Silvestre por tendidos eléctricos en Costa Rica se encuentra disponible en la página web del Ministerio de Ambiente y Energía (www.minae.go.cr) en formato PDF.

Artículo 2º—Se insta a las empresas que brindan el servicio público de electricidad, o que brinden servicios para la instalación y distribución de líneas, a aplicar los protocolos y medidas de prevención y mitigación contenidos en la guía supra citada, de igual manera se insta a SETENA, los gestores ambientales, los regentes ambientales y los responsables ambientales en general, a prevenir y mitigar la electroculión de la Fauna Silvestre.

Artículo 3º—Se insta a las empresas a las que se dirige la presente directriz y que brindan el Servicio Público de electricidad, a suministrar anualmente a la Coordinación de Vida Silvestre del Sistema Nacional de Áreas de Conservación la información correspondiente sobre el número de víctimas según su especie, causa, fecha y lugar de los hechos incluyendo coordenadas geográficas, daños generados a la red eléctrica y afectación al servicio público según las bases de datos e información pertinente generada por las empresas.

Artículo 4º—La información suministrada por las empresas al MINAE, será utilizada para alimentar la base de datos de la Plataforma Nacional de Información sobre Biodiversidad y construir en conjunto propuestas para reducir, mitigar y compensar los impactos a la biodiversidad de las actividades eléctricas. En todo caso el uso de la información de los prestadores de servicio requerirá autorización previa de los mismos.

Artículo 5º—Para la mejora continua de las medidas para la reducción, prevención y mitigación de la electroculión de fauna silvestre se crea el grupo de trabajo “Electrificación Sostenible” compuesto por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación, la Comisión Nacional de Gestión de la Biodiversidad, la Comisión Nacional de Conservación de la Energía, la Comisión Nacional de Vida Silvestre (CONAVIS) y otros actores claves fundamentales que brindarán los criterios técnicos al MINAE.

Artículo 6º—La pérdida de fauna silvestre en virtud del no acogimiento de la guía supra citada, podrá conllevar a la aplicación de las sanciones establecidas en la Ley de Conservación de la Fauna Silvestre Nº 7317, la Ley de Biodiversidad Nº 7788, la Ley Orgánica del Ambiente Nº 7554, sus Reglamentos y los Decretos Ejecutivos Nº 31849 MINAE-MOPT-MAG-MEIC y Nº 32079 MINAE-MOPT-MAG-MEIC.

Artículo 7º—Rige a partir de su publicación.

Artículo 8º—Publíquese

Dr. Édgar E. Gutiérrez Espeleta, Ministro de Ambiente y Energía.—1 vez.—O.C. Nº 015-

2018.—Solicitud Nº 003-2018.—(D13 - IN2018242804).



Anexo 2. 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. Entre los impactos que produce la electrocución es la afectación a la fauna silvestre la cual en la mayoría de los casos requiere atención, cuidados y hace que no pueda ser liberado inmediatamente al medio natural, por lo que debe ser entregado a un centro de rescate autorizado. Según la normativa vigente, 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 varios centros de rescate distribuidos que se encuentran en proceso de ajuste a la normativa vigente, 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





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

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
--	--	--





Anexo 3. Recomendaciones de conducta y equipo de protección personal para la atención de electrocuciones de fauna silvestre

Recomendaciones generales de actuación para personal capacitado que entra en contacto con organismos vivos en situaciones de electrocución o retiros de animales sanos en líneas eléctricas

(modificado a partir de HSI, 2010)

NOTA: Todo procedimiento con animales de vida silvestre debe ser previamente coordinado con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)

- a. Organice su trabajo con anticipación para saber cuáles instrumentos, herramientas y procedimientos son los más adecuados, bajo los escenarios posibles frente a una electrocución de fauna silvestre.
- b. Compruebe que el equipo esté limpio y en buenas condiciones de previo a su uso.
- c. Quien maneje a los animales debe estar en buena condición física y mental, atento a realizar movimientos con firmeza y calmado. Además, debe tomar en cuenta lo siguiente:
 - No grite, no hable en voz alta.
 - No realice movimientos bruscos cerca de los animales ya que se ponen nerviosos.
 - Si el animal se ve manso e incluso se acerca, no se confíe. Trátelo con la misma precaución que a cualquier animal. Los accidentes más graves ocurren con los animales que parecen amistosos y mansos, pero en realidad sólo le han perdido el miedo natural a las personas.
 - Trabaje completamente concentrado en los pasos a seguir para garantizar el éxito de la actividad.
 - Tenga previstas acciones para situaciones de peligro.
 - Realice los trabajos siempre acompañado por otra persona, que en caso del sistema eléctrico, se recomienda que sea el personal de la empresa distribuidora eléctrica, y que sea capacitado para atender averías eléctricas.





- Cuando sujete a un animal con sus manos hágalo con firmeza pero con cuidado.
- Nunca coloque una cuerda alrededor de su cuerpo para sujetar a un animal, esto le puede provocar quemaduras, pérdida de un dedo o fracturas.
- Cuando sufra una cortadura, punzada o rasguño superficial, inmediatamente limpie la herida y desinfectela. Evite cualquier contacto con la sangre de los animales.
- Si tiene contacto con desechos de los animales, use el equipo apropiado y no coma, beba o fume. Cuando termine, lávese o báñese con agua y jabón.
- Disponga los residuos de los animales de forma apropiada, según la normativa vigente.
- Es fundamental tener los números de teléfono o los contactos del hospital o centro de salud más cercano, en caso de lesión a las personas que participan en la solución de la electrocución.

d. Es conveniente que las personas que manipulan o estén cerca de personal que maneja animales tengan como mínimo las siguientes vacunas:

- Difteria, Pertussis (tos ferina), Tétanos (DPT o vacuna triple bacteriana)
- Sarampión y la vacuna triple vírica (MMR) para Sarampión, Paperas y Rubéola
- Rabia
- Hepatitis A y B
- Fiebre amarilla

Equipo de protección personal (EPP) sugerido para el manejo de animales vivos por parte de personal capacitado, siempre en coordinación con el sistema nacional de áreas de conservación (SINAC)

Características del equipo	Tipo de protección
Camisa de manga larga Mezclilla 100% algodón	Protege de rasguños, quemaduras solares y quemaduras por fricción. Disminuye el contacto de la piel con el animal.
Pantalón de mezclilla	Protege de rasguños, abrasión y quemaduras solares. Disminuye el contacto de la piel con el animal.
Guantes cortos de cuero	Protege de mordeduras, picaduras, abrasiones, quemaduras por fricción, golpes y cortaduras en las manos.





Guantes largos de cuero	Protege de mordeduras, picaduras, abrasiones, quemaduras por fricción, golpes y cortaduras en las manos y los antebrazos.
Monogafas (lentes de protección)	Protege de secreciones, rasguños, proyección de partículas, golpes directos en los ojos, salpicaduras de fluidos corporales (sangre, excretas, etc.).
Pantalla de protección facial	Protege de rasguños, proyección de partículas, golpes directos a la cara y los ojos, salpicaduras de fluidos corporales (sangre, excretas, etc.), entre otros.
Zapatos de cuero caña alta, puntera de acero, suela antideslizante. Resistentes a la entrada de humedad.	Protege contra la humedad, pisadas de animales pesados, mordeduras, rasguños, abrasión, protección de la articulación del tobillo, antideslizante y antipinchazos.
Botas de caucho caña alta, puntera de acero y suela antideslizante. Resistentes a la entrada de humedad.	Protege de la entrada de humedad, pisadas de animales pesados, mordeduras, rasguños, abrasión, protección de la articulación del tobillo, antideslizante y antipinchazos.
Rodillera Delantal de cuero	Protege contra traumas directos en la articulación de la rodilla. Además, facilita el trabajo de rodillas en el suelo por tiempos prolongados. Protege contra salpicaduras, rasguños y quemaduras por fricción y abrasión.
Respirador	Protege contra polvos, vapores orgánicos, salpicaduras de fluidos corporales y otras materias.
Escudos acrílicos	Protege contra el ataque directo de un animal, permite acercarse y protegerse durante la realización de algún procedimiento.

Equipo de Protección Personal (EPP) sugerido para el personal de las empresas distribuidoras eléctricas que participa en la atención de eventos de electrocución de fauna silvestre, según el escenario de actuación (Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Heredia)

NOTA: siempre deben realizarse las actividades en coordinación con SINAC

Acción	Equipo de Protección Personal a utilizar
*Cuando se encuentre un animal vivo en la línea y deba bajarse para evitar que se electrocute	a) Guantes dieléctricos para el voltaje del circuito donde se realiza la intervención. O guantes de cuero según aplicación. b) Casco clase E. c) Anteojos de Seguridad. d) Zapatos de seguridad.





	e) Equipos de trabajo en alturas (arnés, línea de vida, extensión de anclaje).
-Cuando un animal electrocutado esté vivo y deba trasladarse a un centro de rescate	a) Guantes de cuero con protección hasta el antebrazo. b) Casco de seguridad. c) Anteojos de Seguridad. d) Zapatos de seguridad. e) chaleco refractivo.
-Cuando el animal esté muerto y deba trasladarse a algún sitio para enterrarlo	a) Guantes de nitrilo. b) Casco de seguridad. c) Anteojos de Seguridad. d) Zapatos de seguridad. e) Respirador desechable. f) Chaleco refractivo. g) Delantal dupont tychem

** El técnico que participa o apoya el rescate del animal, debe tener las competencias que lo califican para ingresar al sistema eléctrico donde se dé el evento.*

