

Ensayo de nuevos elementos para la protección de la avifauna en líneas aéreas de alta tensión

Santiago Liviano García, Ángel Morrón Conejero

Testing of new elements for the protection of birds in overhead power lines

RESUMEN

Las empresas de distribución eléctrica están trabajando continuamente en la investigación y el desarrollo de nuevos elementos para mejorar el cuidado al medio ambiente. Existen numerosas redes en servicio que fueron diseñadas pensando únicamente en aspectos técnicos y económicos, dejando a un lado los ambientales, lo que hace que los problemas haya que solventarlos ahora con modificaciones posteriores a la obra. No es fácil aunar los aspectos ambientales con los condicionantes legales y de seguridad, por lo que en la mayoría de las instalaciones se tuvo que recurrir a instalar accesorios artesanales que consiguen reducir los riesgos. Las líneas eléctricas aéreas son instalaciones que se prestan mucho a la normalización al estar compuestas por una serie de elementos repetidos. Esto complica la introducción de nuevos diseños.

Entre las principales causas de mortandad no natural de la avifauna se encuentran la colisión, la electrocución y la nidificación en instalaciones eléctricas aéreas. Las dos primeras (colisión y electrocución) son las que más inciden sobre la mortandad de las aves. De esta manera, las empresas de distribución eléctrica llevan varias décadas concienciadas de la importancia de corregir situaciones de riesgo para estas especies. La tercera (nidificación) es la que más incide sobre la calidad del suministro eléctrico (normalmente sin afectar directamente al ave), y es el motivo principal de este proyecto la investigación sobre nuevos elementos que intenten evitar la construcción del nido sobre la instalación eléctrica.

Recibido: 7 de agosto de 2011
Aceptado: 15 de febrero de 2012

Palabras clave

Líneas eléctricas, cigüeñas, medio ambiente, avifauna, sostenibilidad

ABSTRACT

The electricity distribution companies are continuously engaged in research and development of new elements to improve the care for the environment. There are numerous service networks that were designed thinking only in technical and economic aspects, leaving aside environmental issues causing problems that now have to be solved, with later modifications.

It is not easy to combine environmental issues with the legal and security constraints, so in most facilities they had to resort to installing handicraft products that are able to reduce risk levels. Overhead power lines are facilities that lend themselves to standardization to be composed of a series of repeated elements. This complicates the introduction of new designs.

Among the leading causes of unnatural death of birds are collision, electrocution and breeding in overhead installations. The first two (collision and electrocution) are the most impact on the mortality of birds, so the electricity distribution companies have been socially aware of the importance of correcting risk situations for these species for several decades. The third (nesting) is the most impact on power quality (usually without directly affecting the bird), being the main reason for this research project on new elements that try to avoid building the nest on the power lines.

Received: August 7, 2011
Accepted: February 15, 2012

Keywords

Power lines, storks, environment, bird fauna, sustainability



El respeto al medio ambiente ha sido siempre una máxima de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, pero no se puede dejar de lado que su objetivo principal es garantizar una calidad de suministro eléctrico acorde a las exigencias administrativas y sociales de hoy en día. Podría decirse que se trata de un claro ejemplo de desarrollo sostenible.

Al respecto, en el año 2011 la Unidad Territorial de Mantenimiento de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. en Cáceres ha llevado a cabo diversas verificaciones en las instalaciones de su ámbito, relacionadas con el proyecto de prueba y ensayo de nuevos elementos para la protección de la avifauna, en concreto de la cigüeña blanca (*ciconia ciconia*) con el objeto de probar la respuesta ante el posado y nidificación de esta especie sobre los tendidos eléctricos, analizando diversos diseños de componentes y accesorios.

Descripción del proyecto

Se conocen como componentes todos los elementos que son totalmente necesarios para el servicio eléctrico, tales como conductores, aisladores, bridas, elementos de corte y medida y un largo etcétera.

Los accesorios son aquellos elementos diseñados con el fin de proteger la instalación y los elementos del medio en el que se encuentra ésta. Se conocen como accesorios a las alargaderas, las balizas, los señalizadores, etcétera.

Con el análisis de estos elementos en campo se persigue verificar su eficacia frente a la aceptación o no del posado y la disuasión de la nidificación. Para ello se han ensayado en distintas zonas de nidificación masiva de cigüeña blanca de Extremadura los elementos que de manera artesanal se están probando en otras comunidades autónomas. Tras la realización de los ensayos se ha podido contrastar los efectos esperados con los resultados reales obtenidos.

Como elemento principal del estudio se utiliza el elemento disuasorio denominado paraguas o florero invertido, en uso antes de realizar el estudio y del que se puede destacar su alto grado de eficacia. Se ha utilizado en varios de los ensayos como complemento a los dispositivos que estudiar.

Se trata de un accesorio que está formado por un mástil en el que están soldadas varillas de menor sección que este. La estructura final se asemeja al chasis de un paraguas (de ahí su nombre). Está diseñado para fijarlo sobre la cabeza

de los apoyos perpendicularmente a las mismas, con el fin de evitar la posada y la nidificación. La punta del paraguas se diseñó en un principio recta, pero existía el peligro de que las aves pudiesen resultar heridas si intentasen la posada sobre él, por lo que se decidió curvar esta punta (figura 1).

Primer ensayo

Localización

Se ejecutó en un apoyo metálico de celosía final de línea con centro de transformación, cadena de aisladores de vidrio y autoválvulas montadas sobre el transformador.

Componentes ensayados

Se realiza una descripción de los distintos componentes que se analizaron en este ensayo.

- Bastón aislante de 36 kV de composite. Está constituido por un núcleo y protegiendo a este núcleo se monta un revestimiento polimérico. A los extremos del aislador unidos al núcleo se montan los herrajes metálicos, que soportarán las cargas mecánicas (figura 2).

Este elemento se diseñó con un diámetro específico con la finalidad de evitar el posado sobre el mismo. La longitud del bastón aislante de 36 kV es sus-



Figura 1. Paraguas (con varillas laterales cerradas).



Figura 2. Bastón aislante de 36 kV.



Figura 3. Bastón aislante de 36 kV de composite con espiral salvapájaros.

tancialmente superior a la de un aislador de 30 kV, por lo que consigue un aumento de la distancia entre el conductor y el apoyo, alejando así los elementos de distinto potencial y evitando que puedan producirse electrocuciones.

- Bastón aislante de 36 kV de composite con espiral salva-pájaros. El bastón aislante de 36 kV se ensayó también montado con una espiral salvapájaros de 12 mm de diámetro montada concéntrica con el bastón.

Como se puede observar en la figura 3, el bastón aislante de composite es exactamente el mismo que el anterior, sólo que alrededor de este se montó la espiral salvapájaros para dificultar aún más el posado sobre el elemento aislante.

- Aislador de 66 kV. Está constituido por un núcleo de resistente dieléctrico y por un revestimiento polimérico protegiéndolo. Alrededor del núcleo se establecen unas aletas o platos que aseguran la línea de fuga específica. En los extre-

mos del aislador se montan los herrajes metálicos unidos al núcleo, encargados de soportar las cargas mecánicas (figura 4).

El objetivo que se persigue al instalar este aislador es aumentar la distancia entre el conductor y el apoyo, alejando así los elementos de distinto potencial. Al disponer de aletas y no ser rígidas, como las de un aislador de vidrio, se dificulta el posado sobre estas.

Componentes ensayados

- Alargadera de avifauna. Este accesorio está constituido por una alargadera del tipo ALV 16-470, o similar, y una pletina de acero unidas entre sí por puntos de soldadura y galvanizadas en caliente (figura 5).

Este dispositivo se diseñó con la finalidad de evitar el posado de las aves sobre la alargadera clásica. Al disponer de esta pletina superpuesta se intenta conseguir el menor grado de ergonomía posible y así dificultar al máximo el posado.

Realización y montaje

En un principio, la pareja de cigüeñas intentó nidificar sobre la cruceta, pero se solucionó el problema instalando paraguas (disuasorios de nidificación).

Una vez eliminado el problema de las tentativas de nidificación en la cruceta, la pareja de cigüeñas pretendió hacer el nido sobre el transformador del mismo apoyo (figura 6). Se ayudaban posándose sobre los aisladores y sobre las fundas aislantes de las grapas. Antes de realizar este proyecto se intentó eliminar este problema colocando unas espirales salvapájaros sobre los aisladores y añadiendo más paraguas. Aun así, las cigüeñas siguieron insistiendo en hacer su nido en este apoyo. Por este motivo se eligió este proyecto para hacer varios ensayos del mismo.

En este apoyo se ensayaron cuatro dispositivos distintos, para ello el estudio se realizó en dos fases.

- 1ª fase. Se pusieron a prueba conjuntamente el bastón aislante de 36 kV

Figura 4. Aislador de composite de 66 kV.



Figura 5. Alargadera de avifauna.





Figura 6. Las cigüeñas echando palos sobre el transformador.



Figura 7. Aislador de composite más alargadera (en la parte inferior de la imagen).



Figura 8. Cigüeña posada sobre los paraguas.



Figura 9. Defecaciones sobre la alargadera.

de composite y la alargadera de avifauna. Se creó un vano sin servicio solo con la intención de poder ensayar dos dispositivos distintos al mismo tiempo.

Antes de comenzar el trabajo se pudo detectar que el conjunto de aislador de composite más la alargadera supera en longitud al aislador de vidrio, como se puede observar en la figura 7.

El aislador de composite con la alargadera se montó en el vano de la línea con servicio. En el vano sin servicio se instalaron los bastones aislantes de 36 kV de composite sin espiral.

Se puede reseñar que al variar las longitudes entre la cadena de aisladores y el elemento instalado, se tuvo que retensar la línea.

– 2ª fase. Esta vez se montaron para ensayar el bastón aislante con espiral y el aislador de 66 kV.

En el lado del apoyo donde está amarrado el vano con servicio se montan los bastones aislantes de 36 kV de compo-

site con espiral. Como la vez anterior, se tuvo que retensar la línea de nuevo, al variar la longitud de los elementos. También se modificó el ángulo de apertura de las varillas de los paraguas para evitar la posada sobre estos.

Análisis de elementos, comportamiento y reacciones

Tras el montaje de la primera fase, se llegó a observar que la cigüeña era reincidente e incluso se la observó posada sobre las varillas de los paraguas (figura 8). Esto indica que no se provocó ningún estrés sobre el animal y se puede asegurar la efectividad de los elementos probados.

En el comienzo de la segunda fase del ensayo, al retirar las alargaderas de avifauna se encontraron defecaciones de la cigüeña sobre la alargadera del centro (como se puede observar en la figura 9). Se logra apreciar (según la dirección de las defecaciones) que la cigüeña no se

posó sobre la alargadera, sino sobre las varillas de los paraguas.

Las conclusiones son que los elementos ensayados en esta primera fase son efectivos, ya que la cigüeña no se posó sobre las alargaderas de avifauna para intentar realizar el nido sobre el transformador, ni sobre el aislador de bastón aislante. Sin embargo, se posó sobre los paraguas. Esto ha confirmado que el ángulo de las varillas de los paraguas debe estar entre 35° y 45° (figura 10).

En la segunda fase realizada se evitó la posada sobre los paraguas, al reducir el ángulo de apertura de las varillas.

En cuanto a los componentes ensayados, el bastón aislante de 36 kV de composite con espiral resultó efectivo. La pareja de cigüeñas volvió a intentar la nidificación en el apoyo posándose sobre el aislador de 66 kV. Se puede afirmar esto porque se encontraron restos de palos en el suelo y no sobre el transfor-

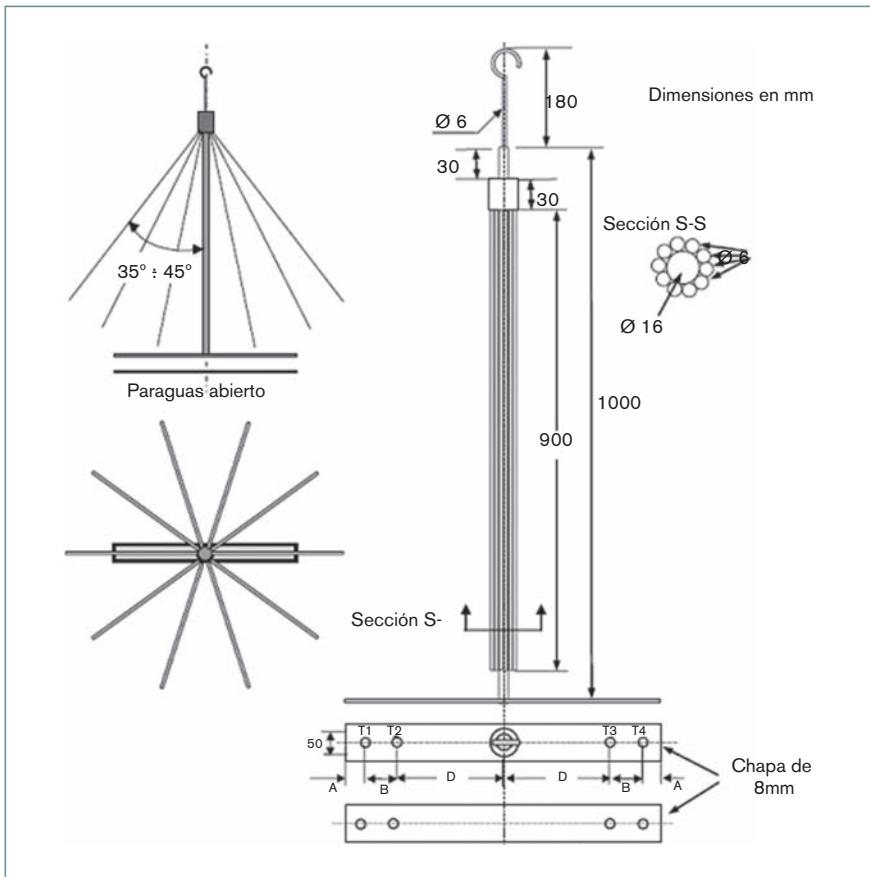


Figura 10. Apertura óptima de las varillas.

mador, por lo que indica que cayeron desde el vano de la línea sin servicio donde está instalado el aislador de 66 kV.

La conclusión final es que el aislador de 66 kV no resulta efectivo ante el posado.

Segundo ensayo

Localización

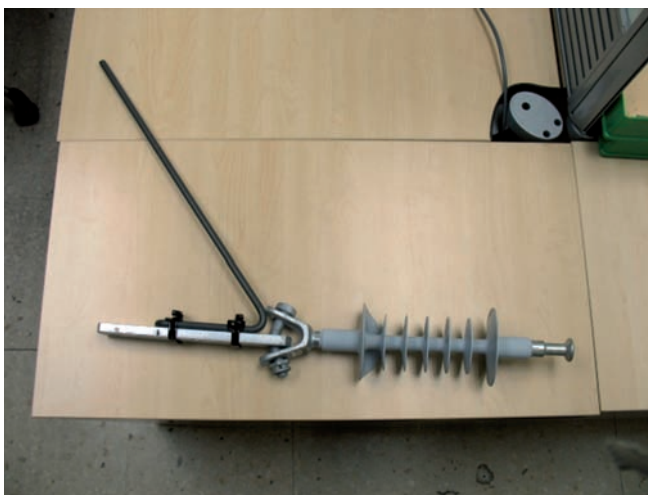
Se realizó en un apoyo tipo "A" con cruceta recta y amarre de cadena de aisladores de vidrio.

Accesorio ensayado

– Alargadera con antena. Está formada por una alargadera del tipo ALV 16-470, o similar, y una varilla aislante colocada sobre esta, en forma de antena (figura 11).

Con el montaje de la antena sobre la alargadera se persigue evitar el posado sobre esta. La varilla aislante tiene un diámetro reducido para evitar que ningún ave de gran tamaño pueda sujetarse sobre ella.

Figura 11. Armado de antena sobre alargadera.



Realización y montaje

Este apoyo se encuentra con un intento de nidificación aun habiendo instalado varios paraguas para evitarlo. La retirada del nido se realizó bajo la supervisión del agente del medio natural. En este caso se van a ensayar las alargaderas con las antenas de avifauna. Antes de montar la alargadera con antena se retira el nido y se instala un paraguas más. Se persigue evitar por todos los medios que la cigüeña vuelva a realizar el nido sobre este apoyo. El montaje quedó tal como se puede observar en la figura 12.

Análisis de elementos, comportamiento y reacciones

El resultado obtenido en este ensayo es completamente satisfactorio. Se consiguió que la pareja de cigüeñas no volviera al apoyo. Tras el seguimiento realizado en los días posteriores, no se observaron intentos de nidificación, ni tan siquiera de posada.

Tercer ensayo

Localización

Se efectuó en un apoyo tipo pórtico de hormigón con amarre, con cadena de aisladores cerámicos.

Accesorio ensayado

– Rodillo. Está formado por una estructura metálica que sirve de eje para un tubo de mayor diámetro. Con esto, se busca crear cierta inestabilidad. En un principio, se pensó en instalar un tubo corrugado de doble capa, pero se desestimó la idea ya que al tener una curvatura preformada (por servirse enrollado) no giraba con suficiente libertad. Se decidió utilizar un tubo de PVC de saneamiento. Independientemente del tubo utilizado, existen dos tipos de rodillo; uno

Figura 12. Montaje de alargadera y antena.





Figuras 13 y 14. Rodillo con estructura flexible (vista general y detalle, respectivamente).

con estructura rígida, y otro, con estructura flexible.

- El rodillo con estructura rígida está constituido por tres varillas roscadas para la sujeción del dispositivo a la cruceta y uniendo a estas tres varillas hay un tubo rígido taladrado (que sirve de eje al tubo de PVC).

- Rodillo con estructura flexible, (figuras 13 y 14) también está formado por tres varillas roscadas para fijar el sistema a la cruceta y uniendo a estas tres varillas un cable de acero doble (que vale de eje al tubo de PVC).

Ambos se diseñaron con el fin de evitar el posado sobre el tubo por ser inestable. El diámetro interior del tubo de PVC deberá ser lo suficientemente reducido para evitar la nidificación en el inte-

rior del mismo. Hay que destacar que el rodillo de estructura flexible es más versátil al poder variar su longitud durante el montaje.

Realización y montaje

Se ensayó el rodillo de tipo flexible, con un tubo de PVC de 90 mm de diámetro. La intervención se realiza mediante técnicas de trabajo en tensión. El montaje se finaliza con éxito y queda asegurado el movimiento del tubo, certificando el correcto funcionamiento del rodillo.

Análisis de elementos, comportamiento y reacciones

Las conclusiones de este ensayo no son las esperadas. Tan solo 48 horas después

de la intervención, la cigüeña volvió a realizar el nido, como se puede observar en la figura 15, demostrando así la baja efectividad del dispositivo de rodillo. Se procedió a desmontarlo y se instalaron paraguas con técnicas de trabajo en tensión (figura 16) y se consiguió que la pareja de cigüeñas no realizase el nido de nuevo en este apoyo.

Cuarto ensayo

En esta prueba se consiguió fusionar el *Proyecto de Prueba y Ensayo de Nuevos Elementos para la Protección de la Avifauna* con el *Proyecto Piloto para el Cambio de Hábito en la Nidificación de las Cigüeñas* (proyecto publicado en artículo de *Técnica Industrial* n° 287, junio de 2010).



Figura 15. Nido tras haber instalado el sistema de rodillo.



Figura 16. Instalación sistema antiposada tipo paraguas.

Figura 17. Tejadillo (vista frontal).





Figura 18. Tejadillo (en fase de montaje).



Figura 19. Cigoñinos trasladados (antes de subirlos al nido).

Localización

Se realizó en un apoyo metálico en celosía con cruceta recta y amarre con aisladores de vidrio.

Accesorio ensayado

El tejadillo está formado por una chapa galvanizada plegada en un ángulo aproximado de 90° y por una estructura de varillas roscadas que sirve para la sujeción al apoyo. Este accesorio se monta sobre crucetas rectas asemejando a una techumbre, de ahí su nombre (figuras 17 y 18).

Realización y montaje

En este caso, hay una pareja de cigüeñas que tienen finalizado por completo el nido y en el mismo se encuentran cuatro cigoñinos.

En primer lugar, se instaló el apoyo de madera (a 30 metros de distancia del apoyo metálico) con el nuevo nido que acogerá a los cigoñinos. Una vez hecho esto se procede a bajar a los cuatro cigoñinos (figura 19). A continuación, se retira el nido antiguo (figura 20) y se lleva al nuevo nido.

Con los cigoñinos en el suelo, el equipo de biólogos les realiza un reconocimiento y se disponen al colocarlos en su nuevo nido. Mientras, los técnicos comienzan a instalar el tejadillo sobre el apoyo metálico. Hay que destacar que para el montaje se contó con la ayuda de un camión pluma, ya que la instalación del tejadillo se hacía inviable sin su ayuda (figura 21).

Análisis de elementos, comportamiento y reacciones

Debido a su peso (55 kg), pero sobre todo por su tamaño, se complica bastante la instalación del tejadillo. En días en los que la velocidad del viento sea muy



Figura 20. Retirada de nido.

Figura 21. Instalación del tejadillo.





Figura 22. La cigüeña reconoce el nuevo nido.

fuerte, será imposible su montaje. Habrá que tener en cuenta el esfuerzo añadido en punta al apoyo, por ser una superficie que ofrece resistencia al viento.

Se recomienda el montaje en instalaciones en construcción debido a que puede ser colocado sobre el apoyo antes de ser elevado este. La instalación en líneas en servicio se complica mucho por la necesidad de la ayuda para el izado y sustentación durante el montaje del dispositivo.

Tras el montaje del tejadillo en el apoyo no se volvió a observar ningún intento de nidificación. En menos de una hora la pareja de cigüeñas ya había reconocido el nuevo nido (como se puede observar en la figura 22). El éxito de esta intervención fue rotundo.

Efectividad de los elementos empleados

En la tabla 1 se muestra el resumen de los resultados obtenidos. En la última

Tabla 1. Resumen de los resultados.

Denominación del elemento ensayado	Características principales	Ventajas	Inconvenientes	Efectividad
Paraguas o florero invertido	<ul style="list-style-type: none"> - Su estructura asemeja al chasis de un paraguas - Las varillas deben tener una abertura entre 35° y 45° (con respecto a la vertical) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo precio del elemento y sobre todo del montaje - Válido para líneas de media y alta tensión 	En algún caso (varillas muy abiertas) la cigüeña logró hacer nido	Alta
Bastón aislante de 36 kV de composite	Núcleo en forma de bastón con revestimiento polimérico	Montaje relativamente fácil en campo	- Sistema ensayado en líneas de media tensión, no en líneas de alta tensión	Media-alta
Bastón aislante de 36 kV de composite + espiral salva-pájaros	Similar al elemento anteriormente descrito + espiral salva-pájaros		- Solamente válido para evitar la posada en la cadena de amarre, no sobre la cruceta	Alta
Aislador de 66 kV (utilizado en línea de media tensión)	Núcleo de resistente dieléctrico con revestimiento de material polimérico en forma de campanas		- Para casos de líneas ya existentes, si sustituimos la cadena de amarre actual por este sistema se aumenta la distancia de aislamiento y se densifica el vano (hay que tensarlo posteriormente)	Baja
Aislador de composite + alargadera	Alargadera tipo ALV 16-470 (o similar) + pletina de acero		- Aumentar el nivel de aislamiento de una línea de media tensión requiere la modificación y el ajuste de las protecciones en la cabecera	Media-alta
Alargadera con antena	Alargadera tipo ALV 16-470 (o similar) + varilla aislante colocada encima			Alta
Rodillo	Estructura metálica que sirve de eje para albergar un tubo de mayor diámetro	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo precio del elemento y sobre todo del montaje - Válido para líneas de media y alta tensión - El sistema de estructura flexible es muy versátil y fácilmente ajustable en campo 	Ofrece poca resistencia a la cigüeña para que instale su nido. En zonas de escasa masificación de cigüeñas dio resultados positivos, pero en cuanto aumenta la población de esta especie se torna totalmente nula la efectividad de este sistema	Baja
Tejadillo	Chapa galvanizada plegada en un ángulo de 90°	- Válido para líneas de media y alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de instalación en líneas ya existentes (por su elevado peso (55 kg) y tamaño) - Puede albergar nidos de otras especies en su interior 	Media-alta

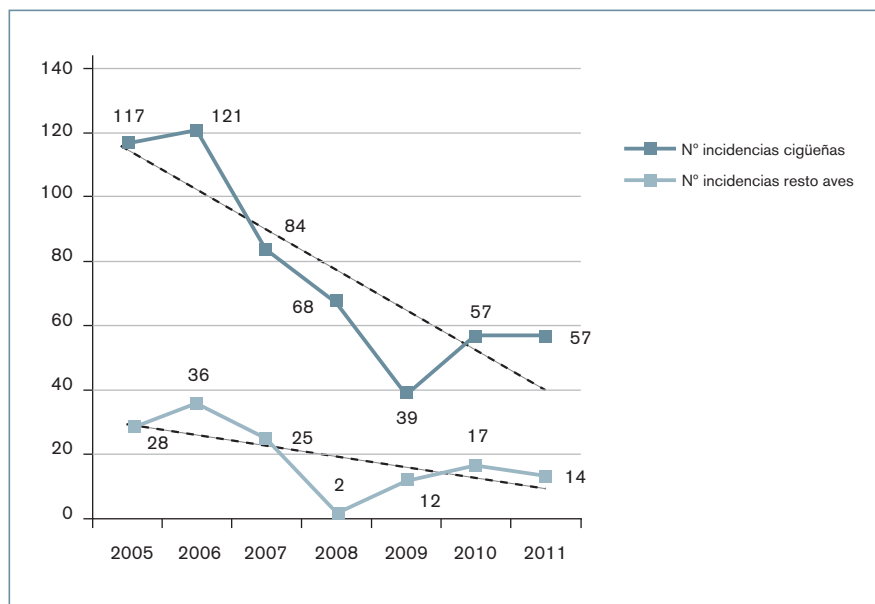


Figura 23. Evolución del número de incidencias en el suministro de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. en Extremadura por avifauna.

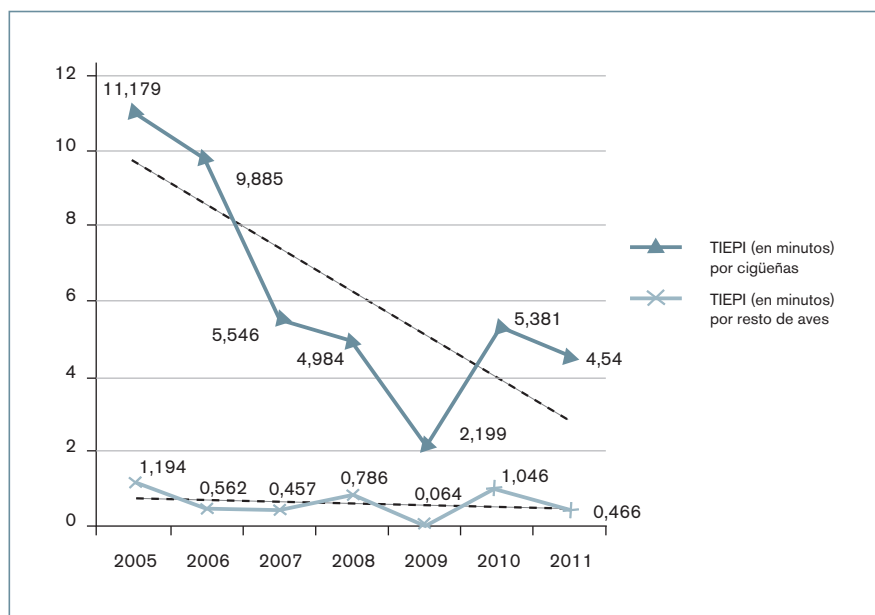


Figura 24. Evolución del TIEPI (en minutos) en el suministro de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. en Extremadura por avifauna.

columna se concreta de forma semi-cuantitativa la efectividad de cada uno de los elementos ensayados.

Legislación relacionada con el proyecto descrito

La legislación vigente que está relacionada con las actividades involucradas en el proyecto descrito es la siguiente:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan normas de carácter técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura.

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas aéreas de alta tensión.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones

técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Norma interna de Iberdrola (N.I. 48.10.01) sobre aisladores de vidrio de caperuza y vástago para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

- Norma interna de Iberdrola (N.I. 48.08.01) sobre aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de alta tensión.

Evolución de las incidencias en el suministro eléctrico relacionado con la avifauna en los últimos años

La tendencia de los índices “número de incidencias” y “TIEPI” se revela claramente a la baja (figura 23), síntoma evidente de que el trabajo efectuado hasta ahora está dando resultados positivos. Igualmente se ha observado que los índices relacionados con las interrupciones originadas por las cigüeñas oscilan siempre entre 5 y 10 veces las originadas por resto de aves (figura 24). De ahí que estos estudios estén centrados en estas aves.

Bibliografía

- Palacios González, MJ. (2003). *Tendidos eléctricos en Extremadura: actuaciones de conservación y protección de la avifauna*. Junta de Extremadura. Jornadas Nacionales de Líneas Eléctricas y Conservación de las Aves en Espacios Naturales Protegidos. Murcia.
- UNESA (2001). *La industria eléctrica y el medio ambiente*. Disponible en: http://www.unesa.es/documentos_biblioteca/medio_ambiente.pdf (Consultado el 1 de agosto de 2011).
- Liviano García, S (2010). Inhibición de la nidificación de la cigüeña blanca en las líneas aéreas de alta tensión. *Técnica Industrial* 287: 58-63.

Santiago Liviano García

s.liviano@iberdrola.es

Ingeniero técnico industrial por la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura, en Badajoz, e Ingeniero Industrial por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Responsable del departamento de Mantenimiento y Operación Local de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U., en Cáceres.

Ángel Morrón Conejero

angelmorrón@gmail.com

Ingeniero técnico industrial por la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura, en Badajoz. Actualmente, es gerente de la empresa Instalaciones Eléctricas Ángel Morrón en Medellín (Badajoz).