



PROYECTO LIFE-NATURALEZA (LIFE00NAT/E/0034) Adecuación de tendidos eléctricos en las ZEPAs de Aragón 2004-2008 / Gobierno de Aragón / España

PLANTEAMIENTO: El problema y sus soluciones.

Electrocución y colisión en tendidos eléctricos aéreos.

La electrocución y colisión en tendidos eléctricos aéreos de alta tensión (≥ 1 kV) constituye una de las principales causas de mortalidad inducida entre las aves más amenazadas; incluyendo algunas de las consideradas como prioritarias para LIFE y con importantes poblaciones en las ZEPAs de Aragón (*Quebrantahuesos*, *Águila de Bonelli*, *Avutarda*, *Cernícalo primilla*, *Grulla común*, *Avetoro*, etc.) (Fig. 1, 2 y 3).



Fig. 1: Águila de Bonelli (*A. fasciata*) electrocutada.



Fig. 2: Grupo de Grullas (*Grus grus*) colisionadas.



Fig. 3: Águila real (*A. chrysaetos*) electrocutada.

Así, en las ZEPAs declaradas por su interés rupícola son frecuentes los accidentes por electrocución y colisión de grandes rapaces (*Quebrantahuesos*, *Águila de Bonelli*, *Águila real*, *Búho real*, *Buitre leonado*, *Alimoche común*, etc.) que tienen lugar en tendidos de distribución (10-66 kV) instalados en sus áreas de campeo o en las proximidades de los cortados y colonias de nidificación (Fig. 4).

A su vez, las ZEPAs de carácter estepario acogen especies particularmente sensibles a la colisión (*Avutarda*, *Sisón*, *Alcaraván*, *Ganga común*, *Ganga ortega*, *Aguilucho cenizo*, *Cernícalo primilla*, y diversas *Alondras*) que suelen sufrir numerosos accidentes en las grandes líneas de transporte (≥ 110 kV) y en tendidos de distribución de cable desnudo (Fig. 5).

Por último, las zonas húmedas aragonesas declaradas como ZEPA concentran importantes poblaciones reproductoras e invernantes de especies acuáticas (*Ardéidas*, *Limícolas*, *Anátidas*, *Cicónidas*, etc., incluidas *Avetoro* y *Grulla común*) susceptibles de sufrir accidentes por colisión en sus desplazamientos diarios, en muchos casos crepusculares o nocturnos (Fig. 6).



Fig. 4: Línea de distribución en ZEPA de Matarraña-Aigüabarreix (riesgo de electrocución y colisión).



Fig. 5: Línea de transporte en ZEPA esteparia de las Saladas de Sástago (riesgo de colisión).

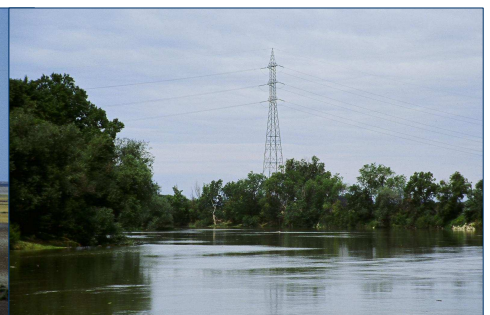


Fig. 6: Línea de transporte en ZEPA de los Galachos de la Alfranca (riesgo de colisión).

La estrategia: sensibilización, normativa electrotécnica y corrección de tendidos peligrosos

El problema es grave, tiene un efecto pertinaz y se encuentra más extendido de lo que originalmente se pensaba. Además los riesgos inducidos por las líneas eléctricas instaladas en las ZEPAs son sólo reflejo de lo que ocurre en el resto del territorio. Por otro lado, mientras el riesgo de electrocución se concentra en los tendidos de distribución (10-66 kV), el riesgo de colisión está presente en todos los tendidos aéreos de cable desnudo, sean de distribución o de transporte (≥ 110 Kv); y las medidas preventivas y correctoras a tomar difieren en función del riesgo de colisión y/o de electrocución que pretenden paliar. Por último, para acotar el problema conviene diferenciar entre nuevos tendidos proyectados, en los que mediante su tramitación se puede plantear medidas preventivas, y antiguos tendidos ya instalados, que deben ser progresivamente corregidos.

Consciente de la gravedad y extensión del problema, el Gobierno de Aragón ha puesto en marcha un Programa de adecuación de las líneas eléctricas con riesgo para la avifauna en la Red Natura 2000; del que forma parte este Proyecto LIFE-Naturaleza (LIFE04NAT/E/0034) y que propone acometer el problema desde tres frentes:

Divulgación, sensibilización y concienciación:

- Poniendo en marcha una campaña de divulgación y sensibilización de la opinión pública del riesgo de electrocución y colisión para las aves existente en los tendidos eléctricos aéreos y planteando a los promotores y técnicos proyectistas las medidas preventivas más recomendables desde el punto de la protección de la avifauna.

Tramitación de tendidos de nueva construcción:

- Promulgando y poniendo en práctica una normativa electrotécnica regional que afecte a todos los nuevos tendidos eléctricos aéreos de alta tensión y permita la aplicación de medidas preventivas complementarias en las líneas que afecten a ZEPAs.

Corrección de tendidos instalados:

- Remodelando y/o señalizando aquéllos tendidos eléctricos con riesgo de electrocución y/o colisión que afecten a las ZEPAs de Aragón, mediante el establecimiento de convenios de colaboración con las empresas eléctricas propietarias.

EL PROYECTO LIFE: Ámbito de aplicación, colaboración, duración y alcance del proyecto.

Durante las temporadas 2004-2008 se ha venido desarrollando un **Proyecto LIFE-Naturaleza (LIFE04NAT/E/0034) para la Adecuación de tendidos eléctricos en las ZEPAs de Aragón (España)** que ha contado con una financiación del 60 % por parte de los Fondos LIFE de la Unión Europea.

Las acciones previstas dentro del Proyecto LIFE se han desarrollado:

Ámbito de aplicación:

- ✓ En 18 ZEPAs de Aragón (Fig. 7); aunque la revisión de proyectos y aplicación de medidas complementarias se ha extendido a toda la Red Natura 2000 y las acciones legislativas, divulgativas y de formación de personal a todo el territorio de Aragón.

Responsables y socios colaboradores:

- ✓ Por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, en colaboración con el INAGA y contando como socios con las dos principales empresas eléctricas de distribución (ERZ-Endesa) y de transporte de energía (R.E.E.); que han contribuido financiando el 60 % de las inversiones realizadas en tendidos de su propiedad.

Duración:

- ✓ A lo largo del quinquenio 2004-2008; incluyendo el período inicialmente previsto (2004-07), más un año de prórroga concedida por la C.E.

Alcance:

- ✓ Con una inversión prevista de **2.295.070 €**, de los que 1.909.323 € se han dedicado a la remodelación de las instalaciones más peligrosas existentes en las ZEPAs; incluyendo una inversión de 783.720 € por parte de ERZ-Endesa y de 371.334 € por parte de REE y una financiación del 60 % de los Fondos LIFE de la Unión Europea (1.377.042 €).

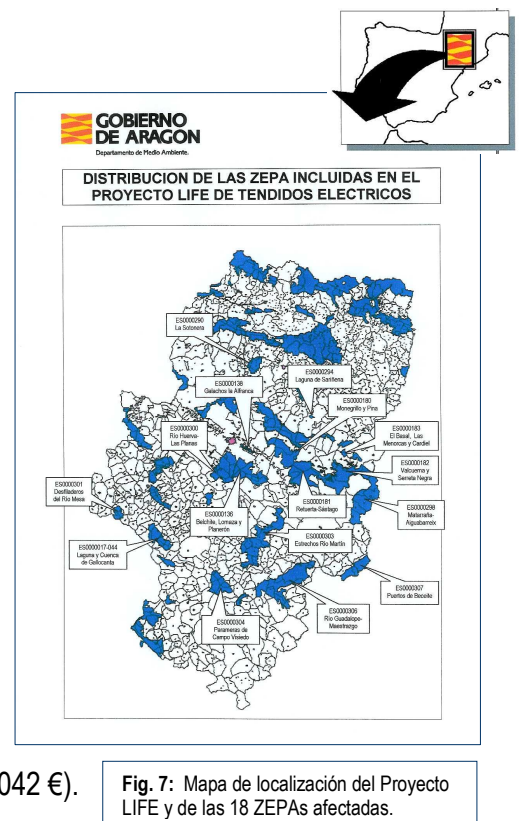


Fig. 7: Mapa de localización del Proyecto LIFE y de las 18 ZEPAs afectadas.

NORMATIVA ELECTROTÉCNICA: Promulgación, tramitación y cursos de formación

Normativa electrotécnica (Decreto 34/2005):

En febrero de 2005 se promulgó el *Decreto 34/2005*, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna (**Producto I**)¹. La **normativa electrotécnica regional** afecta a todas las nuevas líneas eléctricas aéreas de alta tensión (>1Kv) que se construyan en Aragón, así como a las variantes y remodelaciones de las existentes. Para ellas establece una serie de prescripciones técnicas genéricas de obligado cumplimiento (elementos prohibidos, ubicación de los elementos en tensión, aislamiento de conductores, etc.), así como medidas específicas para evitar electrocuciones (distancias mínimas accesibles de seguridad para las aves) y para mitigar el riesgo de colisión inherente a cualquier tendido aéreo de cable desnudo (selección de trazados, señalización de los hilos, eliminación de las líneas en desuso, etc.).

Tramitación de nuevos proyectos, reuniones de coordinación y cursos de formación:

La normativa electrotécnica promulgada (*Decreto 34/2005*) establece medidas complementarias para las líneas que atraviesen espacios naturales protegidos y obliga a la **tramitación y autorización medioambiental** de todos los nuevos proyectos, especificando el contenido mínimo de los mismos.

El INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental) ha sido el encargado de tramitar los proyectos de nuevas instalaciones, promoviendo la adopción de medidas complementarias en aquellos tendidos aéreos que afectan a las ZEPAs. Entre 2005 y 2008, el INAGA ha tramitado y ha propuesto medidas complementarias en más de 80 proyectos de líneas aéreas que afectaban a ZEPAs.

Para facilitar la aplicación de la normativa y poder promover medidas preventivas en las instalaciones que discurren por las ZEPAs se elaboró un documento técnico (**Producto II**) sobre contenido mínimo de los proyectos para poder evaluar su adecuación al Decreto 34/2005 del Gobierno de Aragón.

Además se han desarrollado diversas **reuniones de coordinación** (Fig. 8) y se han impartido, a través del IAAP (Instituto Aragonés de Administración Pública) **cursos de formación** entre el personal técnico y personal de campo de la DGA (Fig. 9) (**Producto VII**).



Fig. 7: Reunión de trabajo para la aplicación de la normativa electrotécnica regional.

Fig. 8: Cursos de formación (IAAP) sobre tendidos para los APNs, SEPRONA y técnicos de la DGA.

Fig. 9: Reunión técnica de seguimiento del convenio de colaboración suscrito con ERZ-Endesa.

CONVENIOS DE COLABORACIÓN CON LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS: Adendas y comisiones de seguimiento.

Para poder proceder a la corrección de tendidos eléctricos instalados, se han establecido y se han renovado sendos **Convenios de colaboración** con las principales empresas eléctricas de distribución (ERZ-Endesa) y de transporte de energía (REE) de Aragón (**Producto III**). Los convenios de colaboración plurianuales (4 años) se han desarrollado mediante **adendas anuales**; en las que, mediante reuniones periódicas de las **comisiones técnicas mixtas** (Fig. 9) se han establecido las prioridades y se han propuesto las correcciones a realizar en cada línea. Las empresas eléctricas propietarias (ERZ-Endesa y REE), como socios del Proyecto LIFE, se han encargado de ejecutar las correcciones y han cofinanciado el 60 % de las inversiones. Los convenios de colaboración, actualmente en vigor, han facilitado la ejecución de medidas correctoras, han supuesto una importante implicación de las empresas eléctricas en la solución del problema y van a dar continuidad a la remodelación de tendidos con riesgo para la avifauna en las ZEPAs de Aragón.

¹ Todos los documentos y productos elaborados pueden encontrarse como PDF en la página WEB del Proyecto LIFE ([Aragob.es/Medionatural/Biodiversidad/Proyectos/Europeos/Tendidos eléctricos](http://Aragob.es/Medionatural/Biodiversidad/Proyectos/Europeos/Tendidos_eléctricos)) o poniéndose en contacto con el Servicio de Biodiversidad, Dpto. de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón (Ed. Pignatelli, Pº María Agustín nº 36, E-50071, España) (Tfno: 976.714.000)

CORRECCIÓN EN TENDIDOS ELÉCTRICOS CON RIESGO PARA LA AVIFAUNA.

Gracias al Proyecto LIFE-Naturaleza, entre 2004 y 2008 se han corregido un total de 60 tendidos eléctricos y 325.0 Km de líneas con riesgo para la avifauna que afectaban a 18 ZEPAs de Aragón. Las actuaciones cofinanciadas por el Programa LIFE han supuesto la remodelación de 919 apoyos en 187.4 Km de tendido y la señalización de 1.191 vanos y 227.9 Km de línea, así como el desmantelamiento de 18.3 Km de tendido aéreo en desuso y la construcción de 5.9 Km de línea soterrada en alta tensión; todo lo cual ha supuesto una reducción sustancial del riesgo de electrocución y/o colisión que soportan las poblaciones de aves amenazadas que motivaron la declaración de las ZEPAs.

El proceso de corrección, la ejecución material y el sistema de financiación de las intervenciones ha dependido de la propiedad de las instalaciones identificadas como de alto riesgo para las aves. Los tendidos de ERZ-Endesa y REE han sido corregidos directamente por las empresas propietarias, a través de los Convenios de colaboración, mientras que las instalaciones de “otras propiedades” han sido remodeladas contratando las obras a empresas instaladoras autorizadas.

▪ Instalaciones de ERZ-Endesa:

Dentro del Proyecto LIFE-Naturaleza y en desarrollo de los sucesivos Convenios de colaboración establecidos entre el Gobierno de Aragón y ERZ-Endesa (2002y 2006), se han corregido un total de 37 instalaciones que afectaban a 17 ZEPAs de Aragón. Las intervenciones efectuadas por ERZ-Endesa han supuesto la remodelación de 781 apoyos en 145.7 Km de tendido y la señalización, mediante balizas salvapájaros, de 734 vanos y 96.9 Km de línea eléctrica; así como la construcción de 5.1 Km de línea soterrada en media tensión, la instalación de un nuevo suministro de 4.7 Km de línea aérea señalizada y el desmantelamiento de 14.2 Km de líneas en desuso (Fig. 10).

▪ Tendidos de Red Eléctrica de España S.A.:

Por su parte REE ha señalado entre 2004 y 2008 un total de 12 tramos de líneas de transporte que afectaban a 7 ZEPAs de Aragón. Las intervenciones llevadas a cabo por R.E.E. han supuesto la colocación de 22.220 balizas salvapájaros en los hilos de tierra de 311 vanos y 111.1 Km de tendidos de transporte (Fig. 11).

▪ Líneas de otras propiedades:

Así mismo, durante las temporadas 2006-2007 se ha procedido a la corrección de 12 tendidos de otras propiedades (pequeños propietarios, Ayuntamientos, EMSA, Telefónica, Mº de Defensa, MIMAM, CHE, etc.). Las correcciones han sido efectuadas mediante encomiendas a la empresa pública SODEMASA que ha sido la encargada de contratar a las empresas instaladoras EHISA-Elecnor y MAESSA y gestionar la ejecución de las obras. En conjunto, entre las temporadas 2006 y 2007 se han remodelado 138 apoyos en 41.7 Km de tendidos particulares, se han señalado 146 vanos y 19.9 Km de línea y se han desmantelado 4.1 Km de líneas en desuso (Fig. 12).



Fig. 10: Lín. (15 Kv) de Campillo de Aragón a Calmarza; remodelada en 2004 por ERZ-Endesa en la ZEPa de las Hoces del Río Mesa.

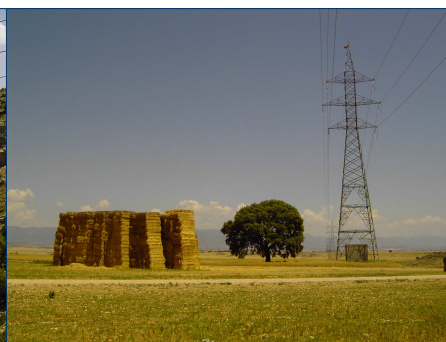


Fig. 11: Lín. (220 Kv) de Sabiñánigo-Gurrea; señalizada en 2004 por REE en la ZEPa del Embalse de La Sotenera.



Fig. 12: Der. (15 Kv) a Mot. de Los Arenales en Berrueco; corregida en 2007 por SODEMASA en la ZEPa de la Laguna de Gallocanta

Informes previos, revisión de actuaciones y retroalimentación del Proyecto:

Para los 60 tendidos remodelados se han elaborado informes previos de corrección; incluyendo datos de la mortalidad detectada, medidas a aplicar en cada apoyo/vano y costes estimados. Una vez efectuadas las correcciones, se han revisado todas las actuaciones, se han cotejado con los informes preliminares y se han elaborado informes sobre posibles mejoras en la ejecución de las obras (**Producto V**). Estos informes han sido remitidos a las empresas eléctricas y discutidos en las comisiones mixtas de seguimiento de los convenios de colaboración (Fig. 9).

MEDIDAS CORRECTORAS APLICADAS EN LOS TENDIDOS CON RIESGO PARA LA AVIFAUNA:

☑ **En tendidos de transporte:** (riesgo de colisión):

En los tendidos de transporte con riesgo de colisión, REE ha señalado los hilos de tierra utilizando balizas salvapájaros espirales cerradas de 30x100 cm y color naranja (Fig.13); utilizando cadencias resultantes de 1 baliza cada 5 m. La colocación de las balizas se ha realizado de forma manual; bien mediante helicóptero, con la línea en tensión (Fig., 14) o mediante carrocín colgado, con la línea en descarga (Fig. 15).



Fig. 13: Balizas salvapájaros utilizadas en los hilos de tierra de los tendidos de transporte (REE).

Fig. 14: Colocación manual de las señales mediante helicóptero con las líneas en tensión.

Fig. 15: Colocación manual de las balizas mediante carrocín colgado con la línea en descarga.

☑ **En tendidos de distribución:** (riesgo de electrocución y/o colisión):

✓ Medidas anti-electrocución:

- En los **apoyos de alineación** con aisladores rígidos se ha sustituido el armado por otro en bóveda, instalando cadenas de aisladores suspendidos.
- En **apoyos de amarre en horizontal** se ha reinstalado el puente flojo central suspendido por debajo del travesañ y se ha aislado 1.5 m de conductor a cada lado de las cadenas de amarre de las 3 fases.
- En **apoyos de amarre en triángulo** se ha colocado una ménsula-farolillo con el puente flojo central suspendido lateralmente, siempre por debajo de la cima del fuste; aislando además el puente flojo suspendido y 1.5 m de conductor a cada lado de las cadenas de amarre de las tres fases.
- En **apoyos especiales** se han reinstalado los elementos en tensión en una cruceta inferior y se ha procedido al aislamiento de los puentes y bajantes; cubriendo en todos los casos las grapas de amarre (Fig. 16).

✓ Medidas anti-colisión:

Para reducir el riesgo de colisión en tendidos de distribución se han aplicado tres tipos de medidas:

- **Señalización** de los conductores mediante balizas salvapájaros "X" de neopreno de 5x35 cm, colocadas alternativamente en los tres conductores con una cadencia resultante de 1 baliza cada 5 m. En estos casos, las balizas se han colocado mediante robot guiado con la línea en descarga (Fig. 17).
- **Desmantelamiento** de las líneas en desuso; incluyendo la retirada de los hilos, el apeo de los apoyos y el reciclado y acarreo del material de desecho.
- **Soterramiento y/o cambio de suministro aéreo**, en aquellos casos excepcionales en los que, dadas las especies afectadas, la siniestralidad remanente tras la señalización no era admisible (Fig. 18).

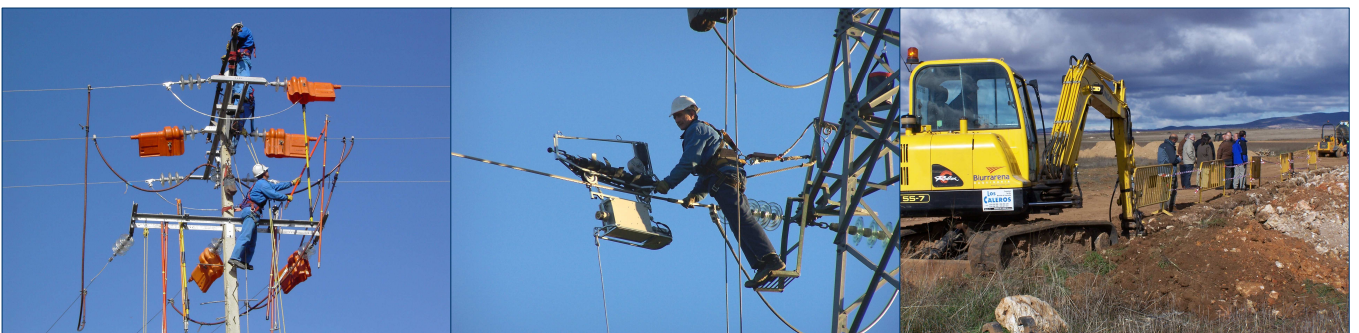


Fig. 16: Remodelación de un apoyo de entronque para eliminar el riesgo de electrocución.

Fig. 17: Señalización de una línea de distribución mediante robot guiado.

Fig. 18: Soterramiento de una línea de alta tensión en la Laguna de Gallocanta.

Reducción de la mortalidad y validación de las medidas aplicadas:

Se estima que gracias al Proyecto LIFE se ha intervenido en el 60 % de los tendidos peligrosos instalados en las 18 ZEPAs y que, mediante la adopción de estas medidas correctoras, se ha obtenido una reducción del 87.7 % de la mortalidad inicial inducida por las instalaciones. Las medidas anti-electrocución resultan en general muy eficaces, eliminando el 93.7 % de la mortalidad previa, mientras que la señalización solo reduce en un 50 % el riesgo de colisión inicialmente comprobado. **(Producto VI)**.

SENSIBILIZACIÓN, DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA EXPERIENCIA.

☑ **Sensibilización y divulgación entre la opinión pública:**

Durante el Proyecto LIFE se ha desarrollado una campaña de divulgación del problema de la electrocución y la colisión de especies amenazadas en tendidos eléctricos aéreos; incluyendo notas de prensa y reportajes en TV, página WEB con documentos en PDF, publicación y distribución de folletos divulgativos y dípticos, instalación de paneles informativos en los tendidos corregidos en las ZEPAs, etc.

- Se ha creado en el dominio del Gobierno de Aragón (*"Portal de Aragón"*), una **página WEB** sobre el Proyecto LIFE; en el que se presentan, como documentos PDF, los principales productos publicados **(Producto VIII)**.
- Se han editado 2.000 ejemplares de **dos folletos divulgativos** (Fig.19) titulados *"El Proyecto LIFE de Adecuación de tendidos eléctricos en las ZEPAs de Aragón"* y *"Hacia una red de tendidos eléctricos inocua para las aves"*. **(Productos IX y X)**.
- Se han publicado en prensa y se han emitido en la TV regional más de 20 **reportajes y noticias relacionadas con el programa** de adecuación de tendidos eléctricos en Aragón; usando como motivo periodístico la aprobación del Proyecto LIFE, la firma de los convenios colaboración con ERZ-Endesa y REE, la inversiones realizadas y las intervenciones más espectaculares en los tendidos corregidos **(Producto XI)**.
- Se han instalado en el campo **30 paneles informativos** individualizados (Fig. 20) con información sobre las actuaciones realizadas en las instalaciones más peligrosas, ubicados en las proximidades de las líneas corregidas y en zonas de reunión y de tránsito de 14 ZEPAs. **(Producto XII)**.



Fig. 19: Folletos divulgativos y Documento técnico sobre la Experiencia realizada dentro del Proyecto LIFE.



Fig. 20: Panel informativo sobre las actuaciones realizadas en la ZEPA de La Sotenera.



Fig. 21: Documento técnico sobre las soluciones constructivas y materiales.

☑ **Información sobre Soluciones técnicas y materiales para los promotores y técnicos proyectistas:**

- Se ha elaborado en colaboración con ERZ-Endesa y se ha publicado y distribuido entre los promotores, ingenieros proyectistas e instaladores una **guía práctica** sobre *"Soluciones constructivas para la protección de la avifauna en instalaciones eléctricas de distribución (≤ 20 Kv)"* (Fig. 21); en la que se proponen posibles diseños de tendidos, configuraciones de armados y materiales específicos para dar cumplimiento a la normativa electrotécnica regional y evitar electrocuciones y colisiones en tendidos de distribución **(Producto XIII)**.

☑ **Difusión de la experiencia entre los gestores medioambientales:**

- Se ha editado un **documento técnico** sobre la *"Experiencia LIFE de adecuación de tendidos eléctricos con riesgo para la avifauna en Aragón"* (Fig. 19); en el que se plantea el problema de la electrocución y colisión de aves en líneas eléctricas aéreas y se describen en detalle los instrumentos utilizados, las dificultades encontradas, las medidas aplicadas (normativa electrotécnica, modelo de tramitación, medidas correctoras) y la eficacia de las mismas **(Producto XIV)**¹.

¹ Todos los documentos y productos del Proyecto LIFE pueden encontrarse en la página WEB (Aragob.es/Medio Natural/Biodiversidad/Proyectos Europeos) o poniéndose en contacto con el Servicio de Biodiversidad, Dpto. de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón (Ed. Pignatelli, Pº María Agustín nº 36, E-50071, España) (Tfno. 976.714.000).