



Arabako Foru Aldundia  
Diputación Foral de Álava



# **SEGUIMIENTO Y REFORZAMIENTO DE LA POBLACIÓN DEL ÁGUILA DE BONELLI (*Aquila fasciata*) EN ÁLAVA-ARABA (2018)**



Foto©: Ramón Arambarri

**PROYECTO AQUILA A-LIFE (LIFE16NAT/ES/000235)**  
**Separata Acción A.5.- Preparación de la experiencia piloto de rechazo aversivo a tendidos eléctricos**

**Servicio de Patrimonio Natural**  
**Diputación Foral de Álava - Arabako Foru Aldundia**

**Fernández, C. y P. Azkona**  
Vitoria-Gasteiz / Abendua 2018-ko

## Acción A.5.- Experiencia piloto de aversión a tendidos eléctricos:

### Planteamiento:

El proyecto LIFE-Bonelli (*LIFE12NAT/ES/0701*) puso de manifiesto que la electrocución en tendidos eléctricos es la principal causa de mortalidad del Águila de Bonelli, que afecta además a todos los sectores de población y que, seguramente, su mitigación es la clave para invertir el proceso regresivo que sufre la especie en toda Europa.

En lo que respecta a los programas de reintroducción y de reforzamiento poblacional, como el que nos ocupa, la electrocución en tendidos eléctricos de distribución es además el principal factor limitante para mejorar el balance demográfico de las poblaciones ubicadas en los límites de distribución específica; provocando el 41 % de las muertes de los pollos liberados y el 54 % de las muertes entre los pollos que, tras superar el proceso de crianza campestre, llegan a dispersarse (*Layman Proyecto LIFE-Bonelli*).

Aunque la solución global del problema pasa por la aplicación estricta de las normativas electrotécnicas regionales y nacionales (Real Decreto 1.432/2008), tanto en lo que respecta al diseño de los tendidos proyectados como a la adecuación de los ya instalados, y en la responsabilización legal de las empresas eléctricas que mantienen instalaciones anticuadas y con grave riesgo para las aves (Directiva Europea 2004/35/CE y Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental), existen algunas acciones puntuales que podrían favorecer la supervivencia de los pollos de Águila de Bonelli introducidos mediante crianza campestre; como es el aprendizaje aversivo hacia las infraestructuras eléctricas de distribución.

**Fig. 60:** Adulto de Águila de Bonelli electrocutado en un apoyo de amarre provisto de un peligroso puente flojo dominante (Foto©: APNs del G° de Aragón, LIFE04NAT/E/0034).



La experiencia de “aprendizaje aversivo” en los pollos de Águila de Bonelli (*Acción C.9 y D.1*) pretende “enseñar” a las águilas que sean introducidas en el marco de la acción de refuerzo poblacional (*Acción C.2*), conductas de rechazo activo hacia los postes o apoyos de los tendidos eléctricos. Se trata de una acción de conservación directa y demostrativa; una acción piloto que no ha sido desarrollada en esta especie ni con este objetivo y que incide activamente en las probabilidades de supervivencia de los pollos introducidos provocando en las águilas conductas aversivas hacia los tendidos eléctricos que pueden provocar su muerte.

La experiencia quiere aprovechar el manejo directo que sobre los pollos introducidos se realiza durante la fase de crianza campestre o *hacking* y la aptitud de las aves jóvenes para adquirir conductas inducidas que a largo plazo pueden significar un aumento sustancial en sus probabilidades de supervivencia.

**Fig. 61:** Oteo (145), pollo de Águila de Bonelli liberado en 2015 en Kanpezu (Álava) posado en uno de los apoyos que será utilizado dentro de la experiencia piloto. Al igual que el 54 % de los pollos en dispersión juvenil, Oteo murió electrocutado en Málaga (Fotos©: P.Azkona y Fdo. De la Cruz).



### Desarrollo de la experiencia:

Básicamente, el sistema consistiría en la instalación en un número determinado de apoyos provistos de pastores eléctricos autónomos, abastecidos por energía solar, y que suministrarían energía a un circuito que recorrería todas las zonas del armado utilizadas habitualmente por las aves como posaderas: cogolla del armado, crucetas, semi-crucetas, jabalcones y base de las bóvedas, etc.

El circuito, similar al utilizado en los pastores eléctricos, sería soportado mediante espigas con terminal aislante, que a su vez irían sujetas a las celosías y los travesaños del armado mediante sargentos y abrazaderas especiales (*Fig. 62*). El circuito estaría conectado a una batería recargable de intemperie de 12 V. y 10 A; que, para no tener que ser recargada, se abastecería mediante una placa solar (*Fig. 64*).

**Fig. 62:** Detalle de la colocación del pastor eléctrico en los semi-travesaños mediante espigas aislantes provistas de abrazaderas tipo sargento (Foto©: C.Fdez.).



**Fig. 63:** Vista general del circuito del pastor eléctrico instalado a lo largo de los perfiles metálicos de uno de los semi-travesaños a proteger. (Foto©: C.Fdez.).



**Fig. 64:** Detalle de batería provista de placa solar utilizada para evitar la construcción de nidos de Cigüeñas blancas en apoyos de alta tensión. (Foto©: C.Fdez.).



La unidad generadora compuesta por batería y placa solar se instalaría en el fuste (poste o torreta de celosía) de forma que no sea accesible al público e iría convenientemente señalizada. El circuito se cerraría (realizando el "disparo") por contacto de las aves entre el cable (fase) y el armado o la cima del fuste (tierra).

Al tratarse de una línea en tensión que está soportando esfuerzos dinámicos, todos los elementos (pastor eléctrico, placas solares, espigas, video-cámaras, etc.) deberán estar sujetos mediante sargentos y abrazaderas, sin perforar nunca la estructura de los apoyos o los armados. En los apoyos equipados con pastor eléctrico, que pueden llamar la atención de curiosos, se instalarían sistemas anti-escala para evitar accidentes.

El circuito del pastor eléctrico se instalará cubriendo todas las partes de la cruceta accesibles a la posada de las águilas, a una altura suficiente (<10 cm) para que el contacto de las águilas y el conductor se produzca en los tarsos, que no se encuentran emplumados. De esta forma se conseguirá que cada vez que las águilas intenten posarse en los armados reciban una pequeña descarga eléctrica de 12 V que les hará renunciar a utilizar los apoyos como oteaderos.

La protección conllevaría un proceso de "aprendizaje aversivo" y la repetición de las posadas un reforzamiento de esta conducta en las primeras fases del desarrollo etológico de los pollos; de forma que en poco tiempo percibirían los postes eléctricos como un peligro y evitarían utilizar las estructuras eléctricas como posaderos, oteaderos de caza o dormitorios.

### **Posibles alternativas:**

La principal dificultad reside en provocar experiencias desagradables (descargas) durante la posada de los pollos en los apoyos cercanos al lugar de introducción, sin ocasionar un rechazo hacia la zona de liberación. Para la realización de esta experiencia piloto en los lugares elegidos para la crianza campestre es necesario disponer el sistema aversivo en apoyos situados en zonas dominantes utilizadas por los pollos en el entorno al voladero y/o los cebaderos; garantizando la utilización de los apoyos como posadero pero sin interferir en el resto de aprendizajes que realizan los pollos introducidos.

Las tres alternativas principales serían: a) colocar una estructura que simulara un armado en el interior del voladero, b) instalar nuevos apoyos en zonas próximas al lugar de liberación, y c) aprovechar los tendidos en tensión ya existentes en las inmediaciones del lugar de introducción. En nuestro caso se ha elegido la tercera opción por dos razones: 1º) no se requiere instalar nuevas estructuras metálicas ubicadas en posiciones dominantes del terreno, que deteriorarían una zona de gran valor paisajístico; y 2º) existe un tendido de Iberdrola S.A. (Lín. 13.2 Kv de Antofñana al Valle de Arana) que discurre a 800 m del lugar de introducción y que presenta algunas de las tipologías de apoyos más utilizadas por Iberdrola (*Fig. 66*).

Por el momento y para la crianza campestre se ha optado por desechar la instalación de un armado dentro del voladero, por lo que ello conllevaría de estrés para los pollos dentro del recinto y porque las estructuras metálicas que componen el voladero podrían desorientar e "inducir a error" a los pollos, que no serían capaces de discernir entre posaderos, estructura del voladero y armado.

También se ha desechado para Kanpezu, la instalación de uno o varios apoyos con distintos armados en las proximidades del voladero, básicamente, por la disponibilidad de un tendido de Iberdrola ya instalado a la distancia óptima para realizar la experiencia piloto. No obstante, la utilización de apoyos sin tensión, especialmente contruidos para la experiencia, conllevaría numerosas ventajas de accesibilidad y reduciría los costes de mantenimiento, testado y supervisión; por lo que no se descarta que en futuras temporadas se aplique en otras zonas de reforzamiento poblacional desprovistas de infraestructuras eléctricas adecuadas.

En cualquiera de estos supuestos, la implementación de la experiencia debe realizarse con la implicación activa de las empresas eléctricas distribuidoras; y para ello el Servicio de Patrimonio Natural de la DFA ya ha mantenido diversas reuniones previas con el Departamento de Sostenibilidad y Biodiversidad de Iberdrola Distribución Eléctrica (*Fig. 65*). A nuestro juicio, su participación es imprescindible en el caso de optar por la realización de la experiencia en un tendido eléctrico ya en funcionamiento (al que solo pueden acceder el personal de la empresa eléctrica) y muy recomendable en el supuesto de instalar en el campo uno o varios apoyos provistos con todos los elementos propios de los armados para que puedan ser fácilmente identificados y relacionados por las águilas en cualquier situación.

**Fig. 65:** Reunión del equipo Aquila a-LIFE de Álava-Araba con los responsables de Iberdrola Distribución en Álava, para la implementación de la experiencia piloto (Foto©: P.Azkona).



Para el éxito de la experiencia piloto será necesario que los pollos introducidos no se hayan posado antes en otras torretas eléctricas que hayan podido condicionar o distorsionar el "aprendizaje aversivo". Seguramente el efecto disuasorio de las pequeñas descargas eléctricas será más efectivo en pollos, que nunca se han posado en armados, que en subadultos o adultos, que con toda probabilidad ya han comprobado las ventajas de los apoyos como oteaderos sin sufrir ninguna experiencia desagradable. Uno de los problemas inherentes a la electrocución es que las rapaces "no aprenden", puesto que casi todas las aves que se electrocutan con diferencias de potencial superiores a 10.000 voltios no sobreviven a la descarga. Por ello, resulta conveniente que el sistema aversivo esté instalado en los apoyos y testado en las fases iniciales de la vida de los pollos; de tal forma que lo descubran y experimenten en los primeros vuelos que realicen en el primer mes de estancia fuera del nido-voladero.

Otra de las dificultades que conviene prever es la gran diversidad de apoyos, montajes y armados existentes en los tendidos eléctricos de distribución. A este respecto es necesario que los apoyos utilizados en la experiencia sean diversos, contando entre ellos con las tipologías más habituales en las instalaciones eléctricas más peligrosas (tendidos de tercera categoría); ya que el rechazo a los apoyos se impondrá en las águilas al relacionar la descarga con un tipo concreto de apoyo en lugar de con la imagen general de los postes, crucetas, aisladores y aparataje de los tendidos, lo que conllevaría una reducción de la eficacia de la misma.

### **Apoyos seleccionados:**

Teniendo en cuenta todos estos condicionantes, para la realización de la experiencia piloto de aprendizaje aversivo de los pollos de Águila de Bonelli en Álava-Araba se ha propuesto la adaptación de 5 apoyos de la línea 13.2 Kv de Antoñana al Valle de Arana, propiedad de Iberdrola DESAU; incluyendo los más próximos al punto de introducción de los pollos de Águila de Bonelli en el tramo comprendido entre la pista de Antoñana a Oteo y el collado al SE de San Cristóbal (*Fig. 66*).

Se trataría de utilizar los apoyos: 1º) más cercanos al punto de liberación (unos 800-900 m), para que sean los apoyos previsiblemente más frecuentados por las águilas; 2º) los situados en zonas dominantes del terreno, que son los más utilizados por las aves en general; y 3º) los apoyos con tipologías variadas y más empleados por Iberdrola DESAU en el diseño de nuevos tendidos de distribución (amarres y alineaciones, torretas y fustes de hormigón, crucetas planas y bóvedas, etc.). Para ello se han seleccionado los siguientes apoyos (*Fig. 66*):

**Apoyo 13/22:** Torreta de alineación con armado en bóveda y aisladores suspendidos, situada entre campos de cultivo.

**Apoyo 13/23:** Torreta de alineación con armado en bóveda y aisladores suspendidos, situada entre campos de cultivo en el borde del camino de Oteo al molino de Oteo.

**Apoyo 13/24:** Apoyo de alineación de hormigón con armado en bóveda y aisladores suspendidos, situado en la linde entre campo de cultivo y matorral.

**Apoyo 13/25:** Apoyo de amarre de hormigón con montaje en horizontal, cruceta plana y los tres puentes flojos suspendidos, situado en matorral.

**Apoyo 13/26:** Apoyo de alineación de hormigón con armado en bóveda y aisladores suspendidos, situado en matorral.

Opcionalmente se podría ampliar la experiencia a otros apoyos en dirección SW:

Apoyo 13/21: Torreta de alineación con armado en bóveda y aisladores suspendidos, situada entre campos de cultivo en el borde del camino de Antoñana a Oteo.

Apoyo 13/20: Torreta de amarre con armado con cruceta plana y los tres puentes flojos suspendidos, situado en matorral.

O bien en dirección NE:

Apoyo 13/27: Torreta de amarre con armado con cruceta plana y los tres puentes flojos suspendidos, situado en matorral.

Apoyo 13/28: Torreta de amarre con armado con cruceta plana y los tres puentes flojos suspendidos, situado en matorral.

Apoyo 13/29: Torreta de amarre con armado con cruceta plana y los tres puentes flojos suspendidos, situado en matorral.

Dadas las dificultades de testado de la experiencia piloto, el número de apoyos podría reducirse, en función del número de armados en los que se pueda instalar video-cámaras y sea posible realizar un seguimiento intensivo del número de posadas y de descargas recibidas por los pollos liberados.

**Fig. 66: Apoyos preseleccionados para realizar la experiencia piloto en la línea de 13.2 Kv de Antoñana al polígono de Arana, propiedad de Iberdrola DESAU, en el tramo comprendido entre la pista de Antoñana a Oteo y el collado al SE de San Cristóbal.**



### **Material necesario para cada tipo de apoyo:**

En todos los apoyos se necesita instalar una unidad de pastor eléctrico provista de placa solar y un primer tramo de conductor aislado que alcance hasta la cima del apoyo. La distancia entre la posición del pastor eléctrico y los conductores será la requerida por la normativa electrotécnica nacional y normas internas de Iberdrola.

Se detallan a continuación, de menor a mayor dificultad, la forma de proteger los distintos armados. En todos los casos y como norma general es necesario cubrir con el pastor eléctrico las zonas de posada más frecuentadas por las aves, es decir: 1º) la cogolla de los armados, incluso la cima del fuste, y 2º) la base de bóveda, incluyendo los jabalcones y la cima de la torreta o del fuste de hormigón.

#### ▪ Apoyos de amarre de hormigón:

En los apoyos de amarre de hormigón con cruceta plana y puentes flojos suspendidos (**Apoyo 13/25**), el circuito debe cubrir únicamente la cima de cruceta plana. Dada la anchura de la cruceta (doble "L"), el sistema precisará de un doble circuito, de ida y vuelta, que además debe proteger las cartelas donde se sujetan las cadenas de amarre.

Se calcula una longitud total de  $3.5 \times 2 = 7.0$  m de circuito, por lo que se requerirían unas **10 sujeciones** (un esparrago cada 1.0 m, más los necesarios en los ángulos).

Se requiere además un **pastor eléctrico con placa solar sujeto mediante abrazaderas** al poste de hormigón.

#### ▪ Apoyos de alineación de hormigón:

En los apoyos de alineación de hormigón con armado en bóveda y aisladores suspendidos (**Apoyo 13/24**), el circuito debe cubrir toda la cogolla del armado y subir y bajar por los jabalcones. Se debe proteger con especial atención la base de la bóveda y la cima del fuste, donde se ha comprobado que se suelen producir frecuentes electrocuciones entre las Águilas de Bonelli.

Se calcula una longitud total de  $3.5 \times 2 + 3.5 \times 2$  m = **14.0 m de circuito**, por lo que se necesitarían unas **18 sujeciones** por apoyo.

Además se precisa de un **pastor eléctrico con placa solar sujeto mediante abrazaderas** al poste de hormigón.

#### ▪ Apoyos de alineación de torreta metálica:

En las torretas de alineación con armado en bóveda plana y aisladores suspendidos (**Apoyo 13/23**), el circuito debe cubrir los dos laterales de la celosía en la cogolla del armado y subir y bajar por los dos laterales de los jabalcones. Se debe proteger con especial atención los laterales externos de la base de la bóveda y la cima de la torreta.

Se calcula una longitud total de  $3.5 \times 2 + 4.0 \times 2$  m = **15.0 m de circuito** y se precisarían unas 20 sujeciones/apoyo.

Precisaría de un **pastor eléctrico con placa solar sujeto mediante sargentos** a la celosía de la torreta.

**Fig. 67: Disposición del circuito de pastor eléctrico en cada apoyo y material necesario para equipar las distintas tipologías elegidas. Arriba:** Apoyo de amarre de hormigón con cruceta plana y puentes flojos suspendidos (es el apoyo de amarre más utilizado en las líneas de Iberdrola de media tensión). **En medio:** Apoyo de alineación con armado en bóveda y aisladores suspendidos (es el apoyo de alineación más utilizado en las líneas de distribución). **Abajo:** Torre de alineación con armado en bóveda plana con aisladores suspendidos.



El circuito debe cubrir únicamente la cima de cruceta plana. Dependiendo de la anchura, precisará de doble circuito de ida y vuelta.

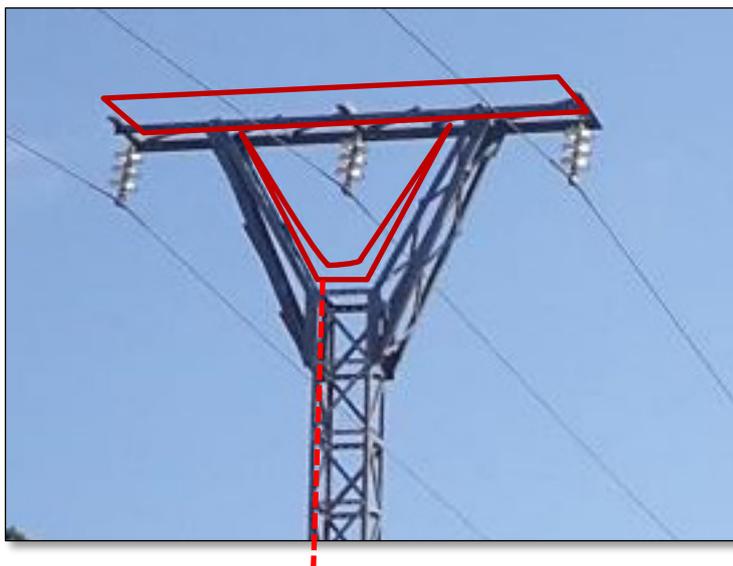
- Se calcula una longitud total de  $3.5 \times 2 = 7.0$  m de circuito.
- Se requieren  $\pm 10$  sujeciones.
- Precisa un **pastor eléctrico** con placa solar **sujeto mediante abrazaderas al poste de hormigón**.



El circuito debe cubrir la cogolla del armado y subir y bajar por los jabalcones

- Se calcula una longitud total de  $3.5 \times 2 + 3.5 \times 2$  m = **14.0 m de circuito**.
- Se requieren  $\pm 18$  sujeciones.
- Precisa un **pastor eléctrico** con placa solar **mediante abrazaderas al poste de hormigón**.

— Circuito pastor eléctrico.  
- - - Cable aislado.



El circuito debe cubrir los dos laterales de la celosía en la cogolla del armado y subir y bajar por los dos laterales de los jabalcones, protegiendo especialmente la cima de la torreta.

- Se calcula una longitud de  $3.5 \times 2 + 4.0 \times 2$  m = **15.0 m de circuito**.
- Se requieren  $\pm 20$  sujeciones.
- Precisa un **pastor eléctrico** con placa solar **sujeto mediante sargentos**.

### **Adecuación del tendido:**

Como paso previo para la realización de la experiencia sería necesario un reforzamiento de las medias anti-electrocución en los apoyos a adaptar, con el fin de evitar cualquier riesgo de electrocución inducido por las medidas disuasorias. Estas medidas, que ya han sido acordadas con Iberdrola DESAU, incluirían:

- a) un incremento de la distancia de seguridad en las cadenas horizontales en los **apoyos de amarre**, bien mediante la colocación de cubregrapas preformados y 1.0-1.5 m de cubiertas de silicona en los tres conductores (opción recomendada) o mediante la instalación de cadenas de composite de >1.0 m de aislamiento efectivo, provistas de suficientes aletas para evitar la posada de las aves;
- b) el aislamiento mediante cubiertas de silicona de los puentes flojos en los **apoyos de amarre** (especialmente en el de la fase central), incluyendo la colocación de cubregrapas preformados en todas las grapas de amarre; y
- c) el aislamiento de 1.5 m de conductor a cada lado de las tres fases y la instalación de cubregrapas en las grapas de suspensión de los **apoyos de alineación**.

Complementariamente, dado que la línea se encuentra dentro de la zona de protección declarada al amparo del Real Decreto 1432/08, a iniciativa de los técnicos de Iberdrola Distribución de Álava se ha previsto la adecuación de toda la línea a la normativa electrotécnica estatal para la protección de la avifauna dentro del Programa "Aleteo"; siguiendo además los criterios electrotécnicos especialmente restrictivos acordados entre el Servicio de Patrimonio Natural de la DFA e Iberdrola. Dicho acuerdo incluye, como principales novedades: 1º) la instalación en los apoyos de amarre de cadenas horizontales de composite provistas siempre de elemento PECA; y 2º) la protección generalizada de las grapas de amarre con cubregrapas preformados, aunque no se vayan a aislar los puentes flojos, obteniendo de esta forma una distancia accesible de seguridad superior a 1.40 m.

### **Testado y autoevaluación de la eficacia de la experiencia:**

Para comprobar la utilización que los pollos realicen de los apoyos con sistemas aversivos se hará un seguimiento visual del funcionamiento del sistema y de la reacción de las águilas. Además, para garantizar la total cobertura de las interacciones que se produzcan entre los pollos y el sistema aversivo instalado se instalarán cámaras de vídeo-vigilancia que recogerán y enviarán las imágenes a un monitor al que se tendrá acceso público restringido mediante contraseña.

El sistema de vídeo-vigilancia servirá para determinar el número de posadas en el apoyo, de las especies implicadas y de las descargas recibidas por el sistema aversivo. Se comprobará si la frecuencia de posada en los apoyos, tanto de los pollos introducidos mediante *hacking* como de otras aves que lo utilicen como posadero, disminuye con el tiempo y si antes de la dispersión los pollos siguen frecuentando los apoyos.

Posteriormente se valorará si la mortalidad por electrocución de los pollos improntados es significativamente inferior o resulta similar a la del resto de los juveniles introducidos.

Así mismo, durante la dispersión juvenil, se evaluará el tiempo que los pollos improntados tardan en utilizar los tendidos eléctricos como posaderos; diferenciando entre apoyos de líneas de distribución (similares a los utilizados en la experiencia) y los tendidos de transporte (sin riesgo de electrocución) (Fig. 68).

**Fig. 68:** Durante el otoño de 2018, *Ega* (5J2) ha utilizado como posadero el tendido de transporte (220 Kv) de Mequinzenza-Monzón, que no presenta riesgo alguno de electrocución para las aves. Nótese el tamaño relativo de *Ega* (hembra de Águila de Bonelli), respecto a las cadenas de suspensión. (Foto©: E.Alfaro, APN del Gº de Aragón).



Para ello, gracias al seguimiento diario de las localizaciones GPS, se determinará el tiempo transcurrido desde el inicio de la dispersión hasta que se posan por primera vez en un apoyo de media tensión y se cotejará con los resultados obtenidos entre pollos improntados vs. no improntados (en 2018 y sin experiencias aversivas en 2019-2020).

### **Diseminación de la experiencia:**

Para el desarrollo de la experiencia piloto se contará con el aprendizaje y la experiencia adquirida en el LIFE-Bonelli y se enriquecerá con la experiencia de otros equipos de seguimiento de la especie. De igual forma los resultados servirán para que puedan ser aplicados o adaptados a otros proyectos de introducción o reforzamiento de especies de aves amenazadas que utilicen los tendidos eléctricos como posaderos, oteaderos, dormideros o lugares de nidificación y sean susceptibles de sufrir accidentes por electrocución.

En el desarrollo de la experiencia piloto se valorará la posibilidad e idoneidad de aplicarla en los Centros de Recuperación de Fauna Salvaje para implementar conductas de rechazo hacia los tendidos eléctricos en las aves que se recuperen en estos centros y hospitales. Al objeto de que la experiencia piloto pueda ser analizada y valorada por los técnicos de los Centros de Recuperación y Hospitales de fauna se contará con la participación de los técnicos especialistas del Centro de Recuperación de Martioda que se encargarán de proponer las modificaciones al sistema para que pueda ser utilizado en los voladeros y jaulas de aclimatación donde se encuentran las aves en periodo de recuperación.

Al final del proyecto se elaborará un informe y presentación que desarrollará la experiencia y los resultados de la acción piloto que será publicado en revistas divulgativas, expuesto en congresos y facilitado a los Departamentos de Medio Ambiente de las Comunidades Autónomas así como a Francia, Portugal e Italia. Los informes y presentaciones incluirán todos los detalles constructivos y de material utilizada, así como de las dificultades encontradas, con el fin de que la experiencia pueda ser replicada y/o mejorada en otros proyectos.