

PINTADO DE PALAS DE AEROGENERADORES COMO MEDIDA DE PREVENCIÓN PARA LA AVIFAUNA

Marzo de 2022

1. INTRODUCCIÓN

El impacto de los aerogeneradores en la avifauna constituye una gran preocupación dentro del sector eólico. Es por ello que, durante las fases de diseño y tramitación de parques eólicos se realizan **exhaustivos estudios de impacto ambiental**, que incluyen estudios de avifauna de ciclo completo, para minimizar los efectos sobre las especies de aves y murciélagos locales.

Además, el sector se encuentra en constante **búsqueda de soluciones que permitan reducir aún más los efectos que pueden tener los aerogeneradores sobre las aves**. Entre las soluciones que están siendo analizadas se encuentra la integración de **señales visuales pasivas** que aumenten la visibilidad de los parques eólicos para las aves y las permitan tomar **acciones evasivas a tiempo** que reduzcan los accidentes.

En 2020 el Norwegian Institute for Nature Research (NINA) publicó un **estudio** en el cual se analizaba el **efecto que podía suponer pintar de un color de contraste una de las tres palas del aerogenerador**¹. El informe afirma que al pintar de negro una de las palas en 4 aerogeneradores del parque eólico noruego de Smøla, se consiguió una reducción del 70% en la mortalidad de determinadas especies de aves autóctonas, en comparación con los aerogeneradores adyacentes.

Aunque esto supone un resultado prometedor, se trata **únicamente de un proyecto piloto desarrollado en un hábitat muy concreto**. El propio artículo concluye que **es necesario realizar más estudios** para confirmar si los resultados obtenidos en esas condiciones y para unas especies de aves determinadas, son extrapolables a otros escenarios. Esto es debido a que el estudio se realizó sobre aerogeneradores de pequeño tamaño (2,1-2,3 MW de potencia y una altura de buje de 70 m), en una localización terrestre específica, y con un color de contraste muy particular (negro sobre un ambiente nevado).

¹ May et al. (2020) *Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities*. DOI: 10.1002/ece3.6592

Durante el año 2020 aparecieron en prensa algunas informaciones sobre **proyectos piloto desarrollados en parques eólicos españoles**, consistentes en el pintado de las palas y el vinilado de las torres con ojos para proteger a las aves (Figura 1)².



Figura 1: Vinilado de torre de aerogenerador con ojos (izquierda) y pintado de negro de una pala (derecha) (Fuente: Energías Renovables).

A raíz de estos proyectos experimentales, en las Evaluaciones de Impacto Ambiental de nuevos parques eólicos, algunas **Administraciones han empezado a exigir como medida compensatoria el pintado de 2/3 de una de las palas en negro** para todos los nuevos aerogeneradores.

Desde esta Asociación se considera que **la exigencia de estas medidas no es lo más adecuado**, debido a que el pintado de las palas en negro podría tener **implicaciones técnicas negativas** sobre el **comportamiento de los aerogeneradores**, y hasta la fecha sólo se han aplicado en proyectos piloto. Los propios informes alertan de las limitaciones de los estudios y de la necesidad de llevar a cabo **nuevas investigaciones para confirmar los resultados** en otras localizaciones. Además, antes de exigir medidas concretas, AEE considera que **deben analizarse otras alternativas** que podrían **igualar o mejorar dichos beneficios**, conjuntamente con el sector.

² Energías Renovables (2021) *Aerogeneradores espantapájaros que alejan a la avifauna de los parques eólicos*. Recuperado el 1 de marzo de 2022 de: <https://www.energias-renovables.com/eolica/aerogeneradores-espantapajaros-que-alejan-a-la-avifauna-20211013>

2. IMPLICACIONES DEL PINTADO DE LAS PALAS DE NEGRO

Técnicamente cualquier color puede ser aplicado a las palas de los aerogeneradores, pero existen **razones muy justificadas para que la industria haya elegido colores como el gris claro (RAL 7035) o colores blanquecinos**, como el RAL 9018 (blanco papiro) o el RAL 9010 (blanco puro). El pintado de 2/3 de una pala de negro supone varios problemas técnicos, legales, medioambientales y comerciales, los cuales se exponen a continuación.

I. IMPLICACIONES TÉCNICAS

Existen diversas implicaciones técnicas como consecuencia de pintar una pala de negro, dado que la **pintura negra tiene diferentes propiedades materiales** que las pinturas grises o blancas. Se trata en general de una pintura **más débil y menos resistente** a impactos, lo que provoca fenómenos de desgaste y agrietamiento.

Además, al pintar una pala de negro **también deben pintarse sus complementos**, como los generadores de vórtices, aletas Gurney, receptores de rayos, winglets o bordes serrados, etc. Los pigmentos y otros aditivos **pueden afectar a la resistencia y funcionalidad** de estos componentes.

Por otro lado, la pintura negra presenta **propiedades conductivas diferentes** que las pinturas grisáceas o blancas, lo que puede influir negativamente en el sistema de protección de rayos de las palas del aerogenerador.

La pintura negra supondrá un **calentamiento excesivo** de las palas en los días soleados. La radiación solar en verano causará un aumento considerable de la temperatura de la pala negra, previéndose un incremento significativo. Los **esfuerzos térmicos adicionales** soportados por la pala influirán en su **vida útil** y estos calentamientos excesivos pueden causar la **delaminación de la estructura**, conllevando en última estancia el **fallo de la pala**.

Además, cambiar el diseño de la pala pintándola de negro puede tener un impacto en la **depreciación y el rendimiento técnico de la pala**, reduciendo potencialmente la **producción energética** del aerogenerador debido a un desgaste y fisuración prematuros o por el exceso de materiales de protección a añadirse. Es decir, el **peso adicional** que supone la pintura de la pala puede conllevar mayores sollicitaciones a fatiga que reduzcan su vida útil y afecten al rendimiento económico de los activos.

II. IMPLICACIONES LEGALES

Los colores de las palas deben cumplir una serie de **normativas nacionales e internacionales en materia de servidumbres aeronáuticas**. En España la *Guía de Señalamiento e Iluminación de*

*Turbinas y Parques Eólicos*³, aprobada por la **Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)**, define las especificaciones que deben cumplir los aerogeneradores que, por su altura, pueden ser considerados como **obstáculos para el tráfico aéreo**.

En esta guía AESA señala que, con el fin de garantizar la **seguridad y la regularidad de las operaciones de las aeronaves**, las palas de los aerogeneradores deben pintarse de colores blancos o grisáceos. Un cambio de color debería estar coordinado con las normativas de servidumbres aplicables.

5.2.1 Señalamiento

Como norma general, para la señalización de parques eólicos se pintarán íntegramente de color blanco o grisáceo los álabes del rotor, la barquilla y los 2/3 superiores del mástil de soporte de todas las turbinas eólicas, cuya cromaticidad estará comprendida dentro de los límites establecidos en el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público, Apéndice 1; Figura A1-2 Colores de luces aeronáuticas de superficie.

El promotor de la nueva instalación puede determinar, justificándolo adecuadamente, la idoneidad de otro tipo de señalamiento debido al entorno del emplazamiento, como el caso de parques eólicos ubicados en zonas donde haya nieve gran parte del año (Ilustración 5.2.). En caso de elegir otro tipo de señalamiento, éste deberá garantizar un nivel de seguridad equivalente y ser aceptado por AESA (Imagen 5.1.).

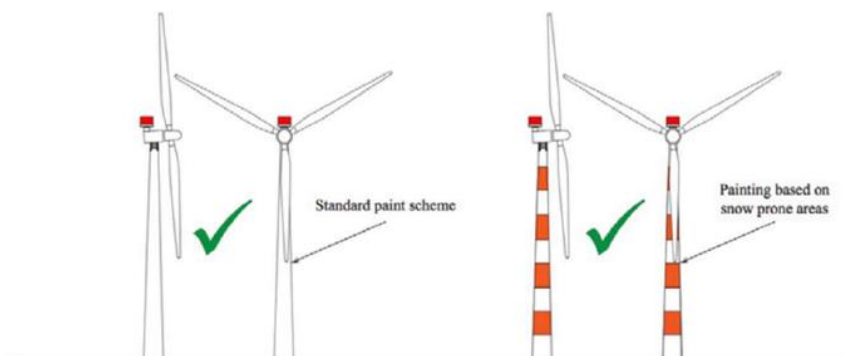


Ilustración 5.2. Señalización de fuste en el caso general y en zonas nevadas (FAA Advisory Circular 70/7460-1L)



Imagen 5.1. Señalamiento de fuste alternativo 1

³ AESA (2017), *Guía de Señalamiento e Iluminación de Turbinas y Parques Eólicos*. <https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/ssaa-17-gui-126-a01.pdf>

5.2.2 Colores

Los colores de señalamiento serán, con regla general, blanco tráfico (RAL 9016) y naranja tráfico (RAL 2009). Alternativamente, estará permitido el color rojo tráfico (RAL 3020), en el caso de aerogeneradores junto con el blanco grisáceo (RAL 9002), gris ágata (RAL 7038) o gris claro (RAL 7035). Alternativamente, estará permitido el color rojo tráfico (RAL 3020) junto con el blanco grisáceo (RAL 9002), gris ágata (RAL 7038) o gris claro (RAL 7035). Estará permitido utilizar los colores luminosos diurnos pertinentes.

La **legislación de seguridad aérea europea** establece que los componentes de los aerogeneradores instalados en el mar **deben ser pintados en color blanco**.

En otros países europeos vecinos, se exige **aplicar franjas rojas o puntos en las palas como medida para garantizar la seguridad aérea**, requisito que no es fácilmente combinable con el pintado de las palas de negro. Esto supone un **problema para los fabricantes** de palas, quienes necesitan **estandarizar lo máximo posible las especificaciones de producto**, con el objetivo de producir palas de características similares, reducir la complejidad en su cadena productiva y mantener la competitividad.

Por último, es necesario tener en cuenta que para su comercialización todos los modelos de aerogenerador deben pasar por un exhaustivo **proceso de ensayos y certificación**. Los sistemas de pintura de los aerogeneradores se encuentran intrínsecamente embebidos en la certificación tipo de la turbina. Los fabricantes invierten grandes esfuerzos en desarrollar los mejores sistemas de pintura, **no siendo una tarea sencilla la recertificación de un sistema de pintura diferente**.

III. IMPLICACIONES LOGÍSTICAS

Desde la perspectiva del fabricante, la pintura de una pala de negro requiere **inversión adicional en equipos de pintado de palas**, dado que **no es posible mezclar las líneas de pintura** para evitar que se mezclen los colores.

Asimismo, dado que las **palas son fabricadas en lotes de tres**, introducir una pala negra incrementa la **complejidad logística** del proceso, en su manipulación, transporte hasta el parque eólico e instalación.

Desde la perspectiva del **mantenimiento**, las inspecciones de palas son típicamente realizadas con cámaras y drones. Es de esperar que la **inspección de las palas negras sea más difícil que las de colores más claros**, complicándose la detección de fisuras y de otros posibles defectos críticos. De la misma manera, dado que los complementos de la pala negra deberán ser del mismo color, se **incrementan las necesidades de inventario de las empresas mantenedoras**, a la vez que se añade complejidad a logística y a la cadena de suministro.

IV. IMPLICACIONES AMBIENTALES

Como se ha comentado en la introducción, el **estudio realizado en el parque eólico de Smøla (Noruega) tiene diversas limitaciones.**

1. Se probaron 4 palas pintadas de negro obteniendo un descenso en la mortalidad de las aves en los 4 aerogeneradores marcados respecto a los 4 aerogeneradores adyacentes a los mismos. Esto conlleva a que los resultados deban ser tratados con cuidado debido al **limitado número de máquinas estudiadas**, tal como concluye el propio estudio.
2. El estudio comprobó la reducción de la mortalidad de la perdiz blanca de sauce o *Lagopus Lagopus or "Moerassneeuwhoen"*, **sin poder evaluar el efecto que ha tenido en otras especies** de avifauna local.
3. Las **condiciones del emplazamiento son muy específicas**, dado que el estudio se ha realizado **pintando de negro una pala de aerogeneradores blanco o grisáceos en un ambiente terrestre nevado**. Esto supone que los aerogeneradores puedan ganar visibilidad por una pala negra y/o, especialmente, por franjas negras en la torre. De hecho, se hipotetiza que las franjas negras en la torre del aerogenerador tendrían un mayor efecto.
4. El estudio se basa en el informe de NREL, donde, en primer lugar, se **concluye que el negro no era el color más efectivo**, prefiriéndose otros como el **azul, verde y, sobre todo, el rojo y el amarillo**⁴. Se recomienda el negro al entenderse como el color más económico. Sin embargo, esta conclusión aplicaba únicamente al caso de palas con un fondo blanco neutro. Al realizar el **estudio con un fondo colorido**, usando imágenes de California donde predominan los colores amarillos, marrones sobre un cielo azul similares a los que se pueden tener en el paisaje español, **se obtuvieron resultados distintos**. Se concluyó que los **resultados variaban según el color del paisaje**, aumentando considerablemente la visibilidad de las palas sin pintar en este tipo de fondo. Los resultados muestran que no hay diferencias significativas entre usar una pala sin pintar y una pintada, y que los **colores más visibles eran el azul y el verde. El negro y rojo obtenían resultados similares**.

Por ello, **se requieren estudios más amplios para corroborar la eficacia de estas medidas**. Uno de los proyectos que se está llevando a cabo está en Países Bajos, donde a 7 turbinas del parque eólico Eemshaven se les pintará una pala de negro para investigar su efecto en la avifauna⁵. No obstante, en este parque se han instalado aerogeneradores de pequeño tamaño en tierra, por lo que se requerirán estudios complementarios en el futuro.

⁴ Hodos, W. (2003) *Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collisions with Wind Turbines*. NREL/SR-500-33249

⁵ REVE (2022), *Las palas de turbina eólica negras reducen las colisiones con aves*. Recuperado el 25 de febrero de 2022 de: <https://www.ewind.com/2022/02/02/las-palas-de-turbina-eolica-negras-reducen-las-colisiones-con-aves/>

Es decir, **antes de generalizar la práctica del pintado de palas, es necesario asegurar que es eficaz, probando además otras configuraciones que puedan mitigar las implicaciones técnicas, legales y comerciales.**

Por último, uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la eólica es el **impacto visual** de los aerogeneradores. Para mitigar este impacto, se han realizado **numerosos estudios cuyo objetivo era encontrar los colores más neutros**, uno de los motivos por los cuales las palas de los aerogeneradores y sus torres son pintadas de colores grisáceos o blancos. El pintado de una pala de negro supondría un **aumento del impacto visual de los parques**, aumentando el rechazo local a los mismos.

3. POSIBLES SOLUCIONES ALTERNATIVAS

Desde la **Asociación Empresarial Eólica se proponen tipologías y colores alternativos**, que lograrían el objetivo de lograr un contraste entre los aerogeneradores y el paisaje, aumentando su visibilidad, sin que el impacto visual se incremente excesivamente.

Los **ejemplos de tipologías propuestas** se muestran en la. Incluye la pala con la punta de otro color; y el pintado de dos o tres franjas de tamaños diversos (Figura 2).

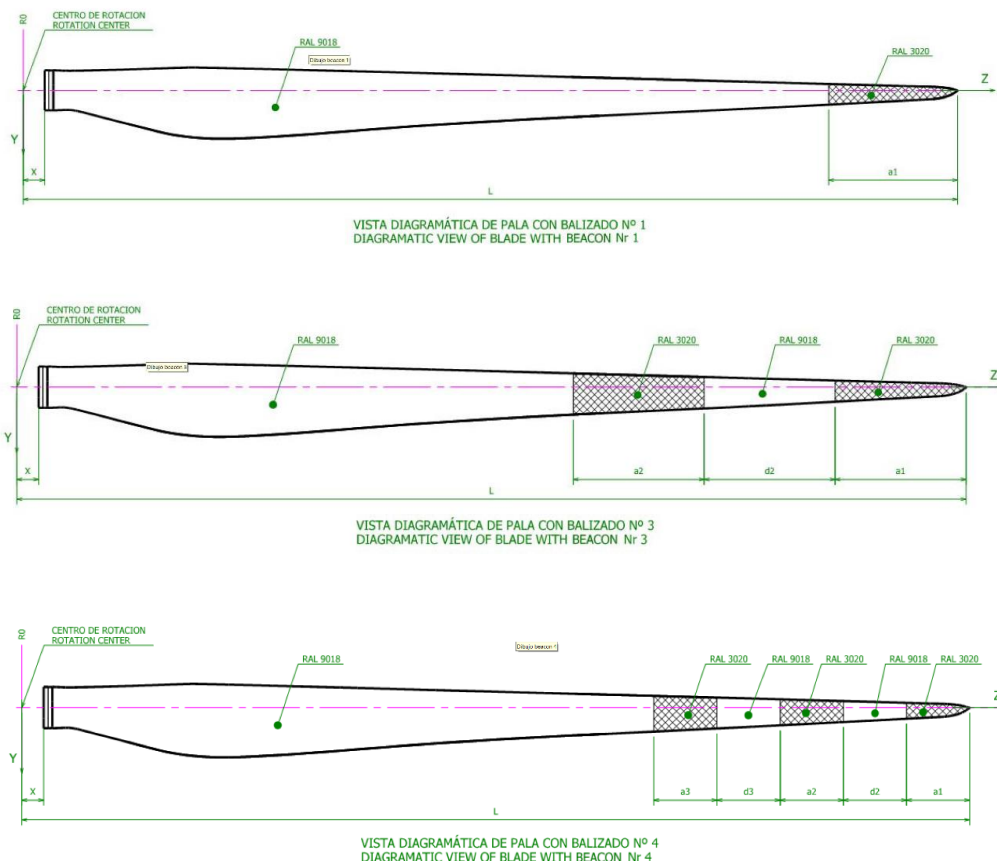


Figura 2: Propuestas alternativas para aumentar la visibilidad de las palas para la avifauna.

Los colores propuestos como alternativa al negro son el rojo tráfico (RAL 3020) y el naranja tráfico (RAL 2009), tal como se muestran en la Figura 3.



Figura 3: Propuesta de colores alternativos.

Otros beneficios de estas opciones es que se encuentran incluidas en los catálogos de los fabricantes, y podrían comenzar a fabricarse sin necesidad de certificaciones previas, y que están conforme a los diseños exigidos por organismos aeronáuticos para la señalización de obstáculos de aeronaves.

4. CONCLUSIONES

El **pintado de palas en color negro conlleva diversos efectos desconocidos sobre los aerogeneradores e interfieren con la regulación vigente** en materia de servidumbres aeronáuticas.

Además, los beneficios de estas medidas **no están contrastados ni validados científicamente**.

Por todo ello, desde esta Asociación se solicita lo siguiente

1. **Eliminar la exigencia del pintado de 2/3 de una de las palas del aerogenerador en negro como medida compensatoria de los procesos de evaluación de impacto ambiental de nuevos parques eólicos.**
2. **Avanzar en el análisis de soluciones alternativas, que contribuyan a reducir el impacto de los parques eólicos sobre la avifauna, sin afectar al rendimiento y a las características técnicas de los aerogeneradores.**
3. **Aprovechar para ello los diferentes mecanismos de financiación disponibles en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), como pueden ser las medidas recogidas en el PERTE de Energías Renovables, Hidrógeno y Almacenamiento.**
4. **Alinear cualquier requisito adicional con la legislación de seguridad aérea y AESA.**