

ARTÍCULOS / ARTICLES

LA ENERGÍA EÓLICA EN ANDALUCÍA. INCIDENCIA EN ESPACIOS NATURALES, PAISAJE Y TERRITORIO. ¿HACIA UNA GENERACIÓN DISTRIBUIDA?

Belén Pérez-Pérez

Universidad de Granada
belenperez@ugr.es

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9780-2338>

Pilar Díaz-Cuevas

Universidad de Sevilla
pilard@us.es

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0846-9930>

Patricia Márquez-Sobrino

Universidad de Sevilla
patmarsob@alum.us.es

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0802-3913>

Juan Mariano Camarillo-Naranjo

Universidad de Sevilla
jmcamarillo@us.es

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0152-6357>

Recibido: 12/10/2023; **Aceptado:** 12/08/2024; **Publicado:** 03/03/2025

Cómo citar este artículo/citation: Pérez-Pérez, Belén; Díaz-Cuevas, Pilar; Márquez-Sobrino, Patricia y Camarillo-Naranjo, Juan Mariano (2024). La energía eólica en Andalucía. Incidencia en espacios naturales, paisaje y territorio. ¿Hacia una generación distribuida?, *Estudios Geográficos*, 85 (297), 1147. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2024.1147>

Resumen. En este trabajo se digitalizan, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), los aerogeneradores instalados en Andalucía en 2019, poniéndolos a disposición de la comunidad científica y del público en general. A continuación, se realiza una revisión documental y cartográfica de los planes de ordenación de los recursos naturales de los espacios protegidos de la región (RENPA y Red Natura 2000), analizando de forma espacial las limitaciones establecidas para la implantación de parques eólicos, para valorar si las infraestructuras eólicas cumplen con las restricciones ambientales determinadas en estos instrumentos. También se analiza el grado de afección de las infraestructuras eólicas a las distintas categorías paisajísticas y a los municipios de Andalucía. Los resultados muestran que los parques eólicos cumplen con los requisitos de la planificación de los espacios RENPA y Red Natura 2000 en Andalucía, si bien hay 314 aerogeneradores que se localizan en zonas de máxima sensibilidad ambiental según la zonificación establecida por el MITECO. Estas infraestructuras no están equidistribuidas en la región, concentrándose especialmente en las categorías paisajísticas serranías y campiñas y en los municipios de menos de 5000 habitantes, que son los menos consuntivos de energía. Se constata la dualidad del modelo energético actual, que por un lado apuesta por una generación distribuida y por otro reproduce la concentración infraestructural del anterior modelo, poniendo unos territorios al servicio de otros, lo que genera la marginación de lo local a través de una injusticia distributiva, procedimental y retributiva.

Palabras clave: Espacios Naturales Protegidos, Planificación Territorial, Sistemas de Información Geográfica, Energía Eólica, Paisaje, Acaparamiento Territorial, Medio Rural.

WIND ENERGY IN ANDALUSIA: IMPACT ON NATURAL SPACES, LANDSCAPE AND TERRITORY. TOWARDS DISTRIBUTED GENERATION?

Abstract. In this work, the wind turbines installed in Andalusia in 2019 are digitised using Geographic Information Systems (GIS), making them available to the scientific community and the general public. Next, a documentary and cartographic review of the natural resource management plans of the region's protected areas (RENPA and Red Natura 2000) is carried out, analysing spatially the limitations established for the implementation of wind farms in order to assess whether wind infrastructures comply with the environmental restrictions determined in these instruments. The degree to which wind infrastructures affect the different landscape categories in Andalusia and the municipalities is also analysed. The results show that wind farms comply with the planning requirements of the RENPA and Red Natura 2000 areas in Andalusia, although there are 314 wind turbines located in areas of maximum environmental sensitivity according to the zoning established

by the MITECO. These infrastructures are not evenly distributed throughout the region, being especially concentrated in the landscape categories of mountains and countryside and in municipalities with less than 5,000 inhabitants, which are the least energy consuming. This shows the duality of the current energy model, which on the one hand is committed to distributed generation, and on the other reproduces the infrastructural concentration of the previous model, placing some territories at the service of others, which generates a marginalisation of the local level through distributive, procedural and retributive injustice.

Keywords: Protected Natural Spaces, Territorial Planning, Geographic Information Systems, Wind Energy, Landscape, land grabbing, rural areas.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la Unión Europea, la apuesta por un cambio de modelo energético ha sido un tema prioritario desde hace décadas, en pos de una disminución de la dependencia energética y de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para ello, las diversas estrategias propuestas han tenido principalmente en su marco de acción la promoción de fuentes de energía renovable, la disminución del consumo energético y el incremento del ahorro y eficiencia, siendo varias las Directivas, acuerdos y documentos desarrollados para impulsarlos (Barral et al., 2023; Janota et al., 2022; Frolova et al., 2014; Díaz, 2013; Frolova y Pérez, 2008; Espejo-Marín et al., 2020).

En 2020 se alcanzó el primer *deadline* para cumplir con los objetivos energéticos planteados a escala de la Unión. Los 27 países de la UE (a excepción de Francia), alcanzaron el objetivo de porcentaje del consumo final de energía procedente de fuentes de energía renovable, sin embargo esta gesta, que ha traído consigo, entre otros aspectos, la proliferación de grandes plantas de energía eólica y solar a lo largo de todo el territorio europeo, parece haber tenido menor influencia de la esperada en la disminución de la dependencia energética (Márquez-Sobrinó et al., 2023).

En el caso de la energía eólica, objeto de estudio del presente trabajo, la capacidad eólica instalada en el marco de la UE-27 en el año 2010 era de 78.989,2 MW, mientras que en 2020 esta cifra se había duplicado hasta llegar a los 177.058 MW (Eurostat, 2023). España, que en 2020 había alcanzado el objetivo propuesto de porcentaje del consumo final procedente de fuentes de energía renovable (Comisión Europea, 2022), contribuye al cómputo total con 26.819,2 MW, con un ritmo de implantación de 1.230,7 MW anuales en el periodo 2000-2020. Además, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), prevé para el año 2030 una potencia total instalada en el sector eléctrico de 50 GW de energía eólica (MITECO, 2020), lo que supone la instalación de 23.181 MW desde 2021, aproximadamente 2.318 MW anuales hasta 2030, lo que casi

duplicaría el ritmo de implantación anual de los últimos 20 años.

La proliferación de parques eólicos en los últimos años ha traído consigo varios impactos negativos por la extensión territorial de los proyectos (Trainor et al., 2016; Rodríguez-Segura et al., 2023), que han provocado la ocupación, industrialización y/o artificialización del territorio y de los paisajes rurales (Frolova y Pérez, 2008; Nadaï and Van Der Horst, 2010; Poggi et al., 2018; Barral et al., 2019), además de impactos visuales por la altura de los aerogeneradores (Ioannidis & Koutsoyiannis, 2020). A estos efectos se suman las afecciones a especies de aves y quirópteros en la fase de funcionamiento (Moustakas et al., 2023) y otras especies faunísticas por fragmentación de hábitats, sobre todo durante las fases de construcción y desmantelamiento (Lovich & Ennen, 2013). El ruido, las sombras que provocan por el movimiento de las aspas y la iluminación nocturna, son algunos de los efectos señalados como molestos por las poblaciones locales (Bolin et al., 2011; Molnarova et al., 2012; Balotari-Chiebao et al., 2023; Cervantes et al., 2023; Conkling et al., 2022). Es importante destacar, asimismo, los posibles impactos sobre las actividades socioeconómicas (Baxter et al., 2013; Rand & Hoen, 2017; Pérez-Pérez & Díaz-Cuevas, 2022), como el turismo (Broekel & Alfken, 2015; Lilley et al., 2010; Landry et al., 2012) o la inequidad distributiva que generan los sistemas de propiedad y el reparto de beneficios (Warren & McFayden, 2010; Sperling et al., 2011; Agterbosch et al., 2009), habiendo demostrado algunos autores que la aceptación aumenta cuando los proyectos son promovidos por las corporaciones locales (Lilley et al., 2010).

Autores como Krewitt & Nitsch (2003), a principios del s.XXI, ya pusieron de manifiesto los problemas derivados de la ausencia de planificación

territorial de la energía eólica. España es también uno de los países donde han proliferado más este tipo de proyectos y, aunque en 2020 el MITECO puso a disposición pública un mapa de zonificación de la sensibilidad ambiental del territorio para la instalación de plantas fotovoltaicas y parques eólicos, este ha sido considerado tardío e insuficiente por la comunidad científica y técnica, dando lugar a una preocupación generalizada que manifiesta que la falta de herramientas de ordenación específica multiescales puede dar lugar a un desarrollo eólico desordenado (Díaz-Cuevas et al., 2017; Díaz-Cuevas et al., 2023a; Díaz-Cuevas, 2023b). La ausencia de planificación territorial de las energías renovables ha provocado que se produzca una implantación desigual de los proyectos eólicos en el territorio, con la consecuente concentración de estos en aquellos lugares en los que el recurso era más fácilmente explotable y que, además, contaban con capacidad de vertido a la red eléctrica, independientemente de que fueran más o menos idóneos, teniendo en cuenta factores ambientales, económicos o sociales. Pero sobre todo, ha replicado el modelo de producción energética de las fuentes no renovables ya que, frente a la generación distribuida promovida por el nuevo modelo energético, que busca acercar los puntos de producción a los de consumo (Frolova & Pérez, 2008), la realidad es que las regiones con menor consumo energético están sufriendo los impactos y externalidades negativas (Díaz-Cuevas et al., 2023a; Rodríguez-Sojo, 2022; Prados et al., 2012) de las instalaciones de energías renovables en general y de la eólica en particular. Estas se erigen como las regiones “productoras” en las que se está concentrando la instalación de estas infraestructuras (por ejemplo Castilla-León; Castilla-La Mancha, entre otras, en el caso eólico) que son implantadas por grandes empresas, lo que ha generado la aplicación por parte de algunos autores de los términos acaparamiento de tierras, colonialismo verde (Normann, 2021; Dorn, 2022) e incluso colonialismo energético (Dunlap, 2023; Alkhalili et al., 2023; Batel et al., 2017; Contreras & Matarán, 2023).

En ausencia de planificación es de esperar que esta situación sobrevenida se intensifique, como consecuencia del impulso al que España se ha comprometido para acelerar la instalación de proyectos de energía eólica, ya que el país se encuentra ante un escenario en el que las localizaciones más idóneas ya han sido ocupadas (Frolova et al., 2008; Urrutia & Madrid, 2009), así como algunas otras de dudosa idoneidad en las que se están produciendo impactos ambientales asociados (Díaz-Cuevas et al., 2023b). Por esta razón es fundamental dimensionar los impactos y afecciones provocados por estas instalaciones, mediante el levantamiento de información precisa sobre el despliegue de la energía eólica, que permita poner en marcha herramientas de planificación territorial a diversas escalas (Díaz-Cuevas et al., 2017), con el fin de evitar futuros conflictos o efectos indeseados y caminar hacia una transición energética más justa y eficiente.

Sin embargo, al igual que ocurre con las centrales de energía solar, a excepción de la información presente en el SIOSE, que permite tener una aproximación sobre la localización y cálculo de la superficie del suelo ocupada por estas centrales (Barral et al., 2023; Díaz-Pacheco et al., 2018), con ciertos problemas señalados por estos autores y Díaz-Cuevas et al. (2023a), no se dispone de información geoespacial oficial a nivel estatal que determine la localización exacta de cada aerogenerador y pueda garantizar un análisis más completo de los impactos previamente mencionados. En el caso de Andalucía, como área de estudio del presente trabajo, la única información espacial pública es una capa puntual referida a las centrales instaladas, publicada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (en adelante IECA), que solo indica las coordenadas *x* e *y* de puntos centrales o “ceranos” a las instalaciones, además de la información recogida por SIOSE 2020 (Junta de Andalucía, 2023), donde se señalan una serie de polígonos que presentan una delimitación aproximada de la superficie ocupada por los parques eólicos.

A raíz de lo expuesto, el objetivo de este trabajo consiste en explorar la distribución de los parques eólicos en el territorio andaluz, identificando los territorios productores y prestando especial atención al número de aerogeneradores implantados y sus principales impactos asociados sobre el paisaje y los espacios naturales protegidos. En base a este objetivo general se establecerán una serie de objetivos específicos:

- Analizar la distribución territorial del número de aerogeneradores instalados sobre el territorio andaluz. De este modo se superarán los

análisis realizados hasta el momento sobre la Comunidad Autónoma (a excepción de los análisis realizados por Díaz-Cuevas et al., 2016, y que serán comentados a continuación), que derivan de la existencia de una capa vectorial de información espacial en formato *shapefile* publicada por el IECA, que recoge las coordenadas *x* e *y* del punto central de los parques eólicos andaluces, única información espacial existente hasta este momento.

- Identificar los paisajes protagonistas de la implantación eólica, señalando aquellos más presionados, en línea con la metodología desarrollada por Díaz-Cuevas et al. (2016), donde se analizó, entre otras cuestiones, la distribución de los aerogeneradores instalados en aquel momento (hasta 2011), en las diferentes categorías y ámbitos paisajísticos establecidos en el Mapa de los Paisajes de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente y Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía-CMAyCOPT, 2005).
- Analizar la presencia de estas infraestructuras en los espacios naturales protegidos existentes en la región andaluza que, por sus valores paisajísticos y ecológicos, han sido considerados para su protección y donde, por tanto, una instalación de estas características podría contravenir la preservación de los valores que en su día se promovieron como objeto de protección, prestando especial atención a lo establecido en los instrumentos de planeamiento de estos espacios.
- Poner a disposición de científicos y usuarios en general la localización exacta de cada uno de los aerogeneradores instalados en Andalucía, para que estos puedan llevar a cabo otros análisis (impactos sobre aves, murciélagos, aceptación social...entre otros). Para ello en la url (<https://github.com/EscalaDigital/aerogeneradores-2019/>), se presenta un archivo *gjson*, donde aparecen los aerogeneradores, levantados en el EPSG 25830, 'Sistema de Referencia ETRS 89 UTMZ 30N

2. ÁMBITO DE ESTUDIO, METODOLOGÍA Y FUENTES

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Con aproximadamente 87.600 km² de superficie y una población de 8,5 millones de habitantes, Andalucía apuesta desde hace décadas por la instalación

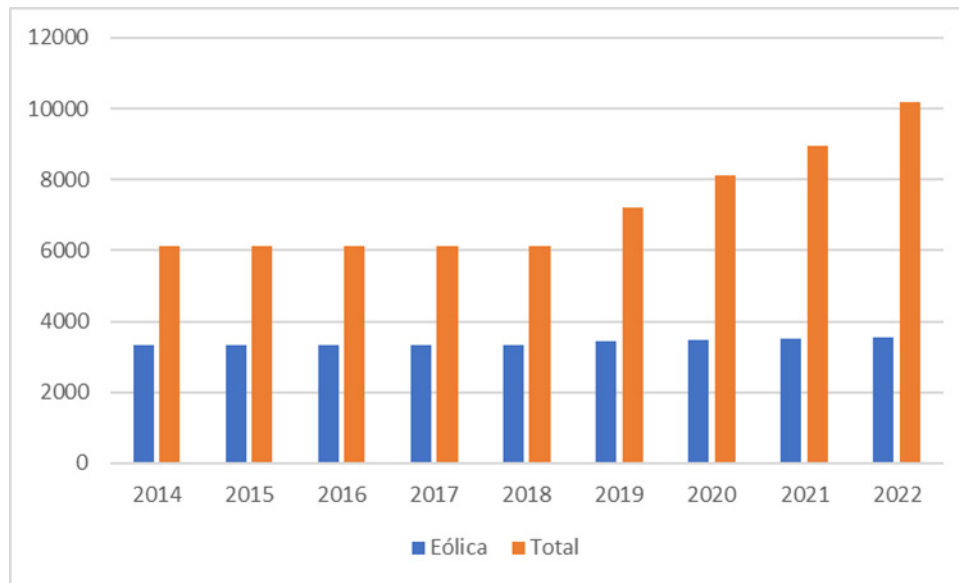
de centrales de energía renovable, lo que ha provocado que entre 2011 y 2021 el grado de autoabastecimiento energético se haya incrementado en un 8,7%, constituyendo las renovables el 98,9% de la producción para el consumo interior en 2021, alcanzando una cuota del 23,3% del consumo de energía final de ese año (Agencia Andaluza de la Energía, 2022).

Respecto al consumo de energía eléctrica en la región, este representa el 22,2% del consumo de energía final. El objetivo planteado en Andalucía en la Estrategia Energética de Andalucía 2030 es alcanzar al menos el 45% del consumo total procedente de fuentes de energía renovable (Junta de Andalucía, 2022), objetivo que va en línea con el establecido en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. En base a este, y al estudio sobre el Potencial de Centrales Renovables en Andalucía elaborado por el gobierno regional (Agencia Andaluza de la Energía, 2020), la Junta de Andalucía ha solicitado al Gobierno de España, en su propuesta para la próxima Planificación de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2021-2026, contribuir con 25.650 nuevos MW de potencia instalada (Agencia Andaluza de la Energía, 2020).

En materia de energía eólica, según datos de la Agencia Andaluza de la Energía (2023), el desarrollo eólico andaluz experimentó un importante incremento entre los años 2003 y 2013, en los que se multiplicó por más de 14 la potencia instalada. Tras este periodo hubo otro en el que se ralentizó la instalación eólica, debido a la coyuntura regulatoria y a la crisis económica, lo que no evitó que en 2019 el sector tomase de nuevo impulso. No obstante, entre 2014 y 2022 la región ha experimentado un modesto crecimiento en términos de potencia instalada de energía eólica (Figura 1), pasando de 3.323,8 MW instalados en 2014 a los 3.535,5 MW en 2022 (contando instalaciones aisladas y conectadas a la red), de manera que el porcentaje de potencia instalada disminuyó de 54,3% a 34,7%. Es la energía solar fotovoltaica la protagonista, constituyendo el 46,1% del total renovable instalado en la región en 2022, si bien en 2014 representaba solamente el 14,5% de la potencia instalada.

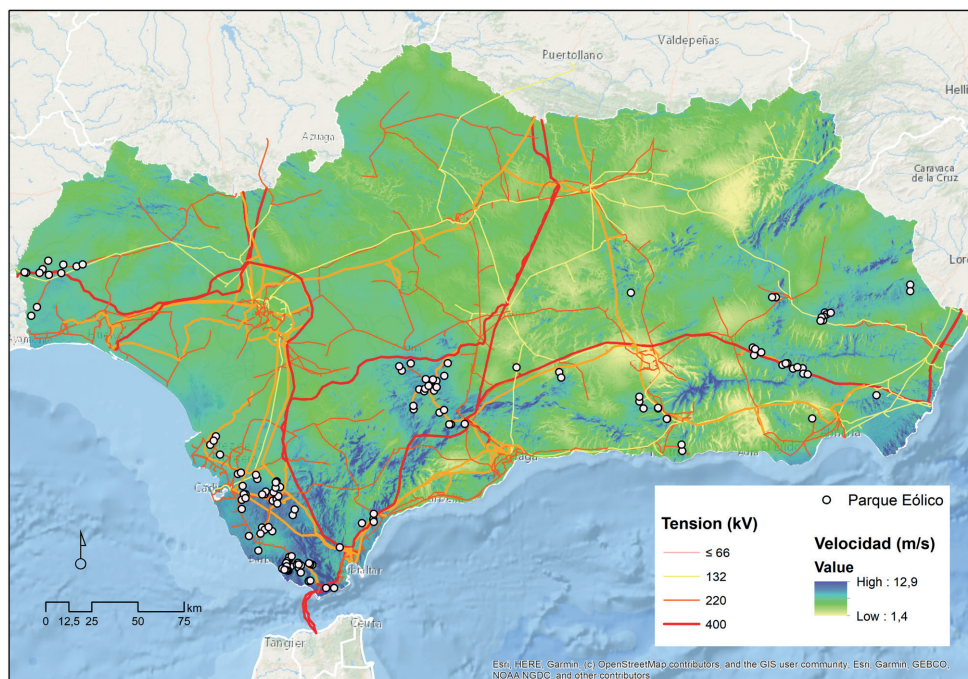
Con un total de 157 parques eólicos instalados, Andalucía actualmente es la cuarta Comunidad Autónoma con mayor número de parques eólicos (ver Figura 2), siendo Cádiz la provincia que mayor potencia instalada tiene con 1396 MW (Agencia Andaluza de la Energía, 2023). Este número se incrementará en un futuro próximo, según queda recogido en la previamente mencionada Estrategia Energética de Andalucía 2030 (Junta de Andalucía, 2020).

FIGURA 1.- POTENCIA EÓLICA Y TOTAL (MW) DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ANDALUCÍA (2022)



Fuente: Elaboración propia a partir de Agencia Andaluza de la Energía (2023)

FIGURA 2.- PARQUES EÓLICOS, VELOCIDAD DEL VIENTO (100 M ALTURA) Y RED ELÉCTRICA (2021)



Fuente: Elaboración propia a partir de DERA (IECA, 2023) y TheGlobalWindAtlas¹

1 <https://globalwindatlas.info/es>

2.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y FUENTES DE DATOS

La metodología llevada a cabo se basa en la consecución de cuatro fases claramente diferenciadas:

- Primera fase: Digitalización de los aerogeneradores de Andalucía. Para ello, se ha llevado a cabo un proceso de fotointerpretación de la información espacial vinculada a la localización de aerogeneradores instalados a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en este caso ArcMap de ESRI, en su versión 10.7.1, y la última ortofotografía aérea disponible para la región (2019), que se encuentra publicada como Web Mapping Services (WMS) en el geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (IDEA). Posteriormente, toda esta información espacial ha sido completada con información temática procedente de los datos de centrales eólicas publicados en la base de Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), mediante los que se han podido incluir los nombres de las instalaciones y la potencia instalada (medida en MW). Este conjunto de datos espaciales procede de la información aportada por la Agencia Andaluza de la Energía, que los utiliza anualmente para la elaboración del Mapa de Infraestructuras Energéticas de Andalucía - MIEA. Por último, se ha completado la información temática de cada aerogenerador con los datos procedentes de la base de datos recopilada por la empresa *thewindpower*², que distribuye, en su versión gratuita, información de interés sobre el modelo de aerogenerador instalado por parque, desarrollador, operador y propietario, entre otros.
- Segunda fase: Se identifica y analiza la superficie de espacios naturales protegidos de Andalucía donde la implantación eólica resulta incompatible, según las determinaciones establecidas en sus instrumentos de planificación. Para ello se procede a una revisión profunda de estos planes³, disponibles en la Red de Información Ambiental de Andalucía - REDIAM (2023), así como la información cartográfica de cada una de las delimitaciones planteadas en los mismos (zonas de reserva, uso restringido, etc.). Se analizan las áreas consideradas como incompatibles para la instalación de proyectos eólicos e

infraestructuras energéticas según las determinaciones existentes.

- Tercera fase: Identificación de los paisajes protagonistas de la implantación eólica, señalando aquellos más presionados, continuando con la metodología desarrollada por Díaz-Cuevas et al. (2016), donde se analizaba, entre otras cuestiones, la distribución de los aerogeneradores instalados en 2011 en las diferentes categorías y ámbitos paisajísticos establecidos en el Mapa de los Paisajes de Andalucía - CMAyCOPT (2005). Para ello se recopila la capa correspondiente al mismo (DERA, 2005).
- Cuarta fase: Análisis, mediante el uso de SIG, de la localización de aerogeneradores por municipios, tipos de paisaje y espacios naturales protegidos. Cálculo e incorporación de diferentes indicadores relacionados con la presencia de aerogeneradores.

3. RESULTADOS

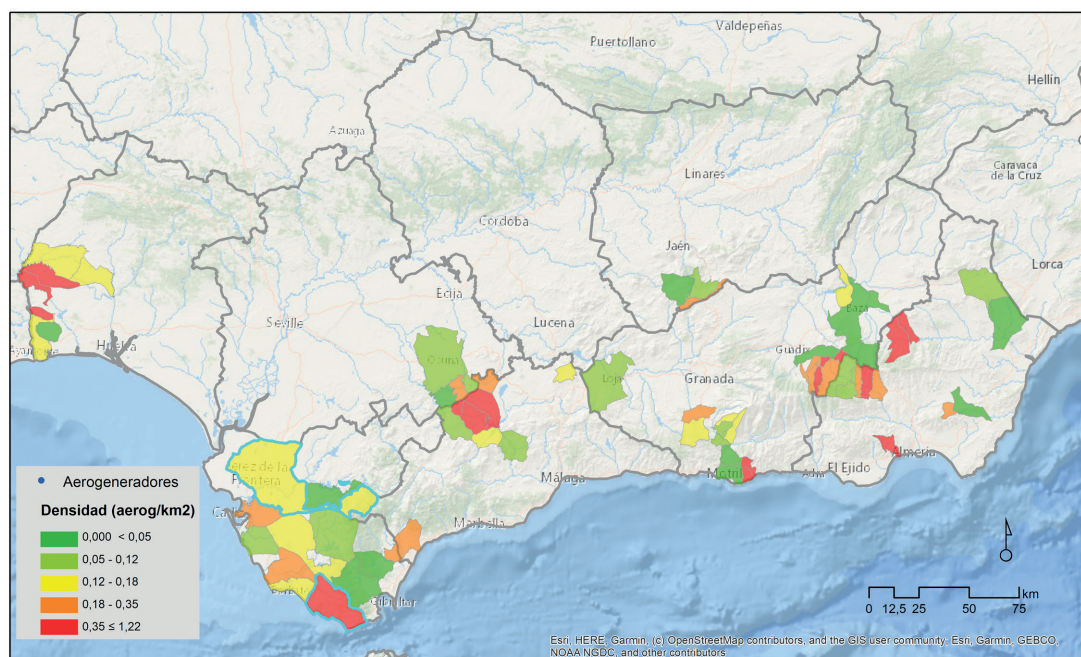
3.1. SOBRE LOS AEROGENERADORES IMPLANTADOS EN LA REGIÓN

A fecha de 2019, última ortofotografía aérea disponible en el momento de realización del presente trabajo, existían un total de 2.038 aerogeneradores implantados en 65 de los 785 municipios de Andalucía (Figura 3). Estos municipios concentraban un total de 736.799 habitantes (Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía - SIMA, 2023), el 8,6% de la población andaluza. De ellos, un total de 50 tenían menos de 10.000 habitantes (44 menos de 5.000 habitantes) y agrupaban más de la mitad de los aerogeneradores instalados en la región, prevaleciendo, sin embargo, el consumo energético en los mismos en los sectores residencial y primario, lo que en 2021 representaba el 14,4% del consumo total en Andalucía (Agencia Andaluza de la Energía, 2022). Ello significa que, si bien por cada habitante andaluz habría en 2019 instalados en Andalucía 0,0002 aerogeneradores, en los 64 municipios que cuentan con instalaciones eólicas en su territorio, la cifra se incrementa a 0,014 y, en estos 50 municipios menores de 10.000 habitantes, esta cifra sube a 0,017 (0,019 en los municipios menores de 5.000 habitantes). Sobresalen las amplias ratios de El Granado y El Almendro en Huelva, con 0,09 y 0,07 aerogeneradores per cápita respectivamente, así como Enix en Almería, con 0,08 aerogeneradores per cápita.

2 <https://www.thewindpower.net/>

3 <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/espacios-protegidos/gestion-espacios-protegidos/porn-prug-plan-de-gestion>

FIGURA 3.- DENSIDAD DE AEROGENERADORES, 2019



Fuente: Elaboración propia a partir de DERA (2023)

Destaca, en cuanto a cantidad de aerogeneradores, el alto número instalado en Tarifa, con 444 aerogeneradores y un total de 517,8 MW de potencia instalada, seguido de Jerez de la Frontera, con 161 aerogeneradores y 276,5 MW, ambos resaltados en azul en la Figura 3. La disponibilidad tras este trabajo del número de aerogeneradores permite calcular la densidad de aerogeneradores por término municipal, destacando los amplios valores de Almería (1,22 aero./km²) seguido de Tarifa, con 1,05 aero./km². Tras estos dos municipios, el resto alcanza valores de densidad de aerogeneradores que oscilan entre los 0,05 aero./km² de Valle del Zalabí (Granada) a los 0,59 aero./km² de Enix (Almería).

3.2. AEROGENERADORES EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

3.2.1. Sobre la regulación de los espacios naturales protegidos y sus implicaciones en la instalación de parques eólicos.

En la región andaluza, una extensión total de 2,9 millones de hectáreas de su territorio se encuentra catalogada bajo diversas categorías de protección natural. Este hecho posiciona a Andalucía como la comunidad autónoma con la mayor extensión de áreas protegidas en España según datos de la REDIAM

en 2023. Cada uno de estos espacios naturales protegidos puede abarcar más de una categoría, figura o designación de protección.

La diversidad de figuras de protección, tanto a nivel nacional como regional, incluye Parques Nacionales, Parques Naturales, Monumentos Naturales, Parajes Naturales, Reservas Naturales, Parques Periurbanos, Reservas Naturales Concertadas y Paisajes Protegidos, entre otras. Asimismo, se incorporan figuras de protección a nivel europeo integradas en la Red Natura 2000, como las Zonas de Especial Conservación (ZEC), Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM). Además, se reconocen figuras de protección internacional, como Reservas de la Biosfera, Geoparques, Sitios RAMSAR y/o Sitios Patrimonio de la Humanidad, entre otras.

Este trabajo se centrará particularmente en analizar los espacios que se encuentren bajo alguna figura de protección europea, nacional y autonómica, en línea con el trabajo realizado por Díaz-Cuevas et al. (2023b), dejando para futuras investigaciones aquellos espacios catalogados por organismos internacionales. Los espacios naturales protegidos nacionales y autonómicos se ordenan a través de los PORN (Planes de Ordenación de Recursos Naturales) y los PRUG

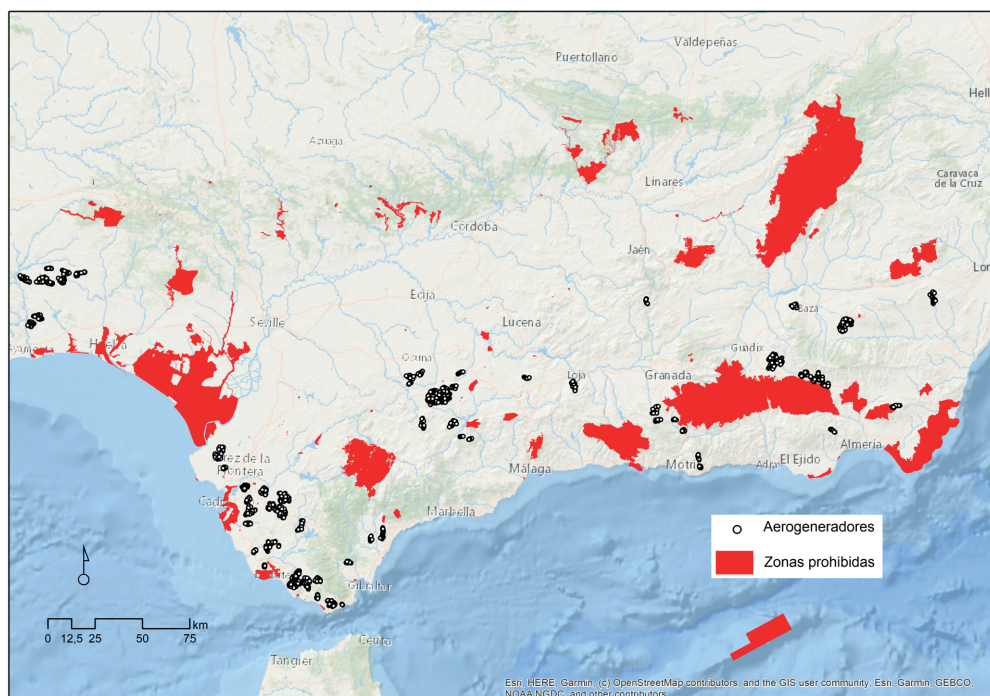
(Planes Rectores de Uso y gestión), siendo el PORN el principal instrumento que establece una zonificación de estos espacios y regula los límites y las restricciones de uso en los mismos (Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad). En el caso de los espacios naturales protegidos a escala europea existe una ordenación mediante planes de gestión que afecta a las ZEC. A continuación se presenta una síntesis de los resultados obtenidos tras la revisión de los planes de cada espacio protegido:

- Parques nacionales (3) y parques naturales (24): Todos cuentan con PORN. En dos de los parques nacionales no se permite la instalación de este tipo de infraestructuras. En el caso del ámbito Sierra de las Nieves, su PORN no lo prohíbe. Respecto a los parques naturales, siete de ellos prohíben expresamente la instalación en todo su territorio, 13 la prohíben en algunas de las zonas del parque, sensibles o de alto valor ecológico y, cuatro no especifican ningún tipo de prohibición (Los Alcornocales, Bahía de Cádiz, Sierra de Baza y Sierra de las Nieves).
- Reservas naturales (28) y Reservas Naturales Concertadas (5): Sólo 10 de estos espacios cuenta con PORN. De ellos, todos excepto tres, que prohíben la instalación (aunque no se refiere de manera específica a los parques eólicos⁴) sólo en las zonas de reserva, prohíben la instalación de parques eólicos en su interior. En el resto de las reservas, para las que no se dispone de planificación, se ha optado por considerar incompatible la implantación eólica en su interior por varios motivos:
 - En la Ley 2/89, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, se definen las reservas naturales como “aquellos espacios naturales cuya creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su belleza y fragilidad, importancia o singularidad, merecen una mención especial”.
 - Según Mulero (2001), el objetivo de esta figura de protección consiste en mantener y restaurar en lo posible las condiciones naturales de estas zonas.

4 Prohíbe las infraestructuras energéticas de manera general o todas las actuaciones que transformen el medio y degraden los ecosistemas.

- De entre todas las figuras de planificación, las reservas disfrutan del mayor rango de protección, existiendo incluso un anillo periférico de protección cuya extensión es a veces mayor que el conjunto de la reserva y que tiene como fin evitar o amortiguar los impactos de la actividad humana sobre la misma, siendo una figura de protección muy restrictiva con los usos y aprovechamientos.
- Parajes naturales (32): Un total de 17 cuentan con documentos de planificación. En 14 de ellos se prohíbe la instalación de esas infraestructuras, mientras que en los casos del Paraje Natural Brazo del Este y el Paraje Natural Cascada de Cimbarra, no existe prohibición alguna. Por su parte, en el caso del Paraje Natural Marismas del Odiel, el PRUG recoge que en la zona de reserva quedan prohibidas todas las actuaciones que transformen el medio y degraden los ecosistemas. Para el resto de los parques la Ley 2/89, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, los define como figuras destinadas a la protección del ecosistema, permitiendo sólo aprovechamientos tradicionales, siempre que no impliquen repercusiones negativas sobre el espacio; por tanto, la actividad eólica se considera no permitida en el interior de estas zonas.
- Monumentos naturales (40): Ocupan una superficie muy pequeña (1.046,05 ha). De ellos 14 se incluyen en espacios que contienen otra figura de protección (12 en parques naturales, uno en paraje natural y uno incluido en paisaje protegido). Dada la no existencia de documentos de planificación, se ha seguido lo establecido en la Ley 2/89, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, donde se definen como espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial y, por lo tanto, la implantación eólica queda desaconsejada, a pesar de que puedan estar incluidos en una zona del parque natural no excluida de la implantación eólica.

FIGURA 4.- INCOMPATIBILIDAD EÓLICA EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS



Fuente: Elaboración propia a partir de DERA y REDIAM (2023)

- Paisaje Protegido (2): Existen dos espacios en la Comunidad Autónoma Andaluza, en los que deben preservarse sus valores estéticos y culturales y, por tanto, dada la no existencia de documentos de planificación asociados, estos espacios quedan excluidos de la implantación eólica.
- Parques Periurbanos: Esta figura de protección surge con la Ley 2/89, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, con la finalidad de “dotar de protección a aquellos espacios situados en las proximidades de los núcleos urbanos...con el fin de adecuar su utilización a las necesidades recreativas de las poblaciones en función de las cuales se declaran”. Por tanto, dada la no existencia de documentos de planificación asociados, los 21 parques periurbanos existentes en Andalucía surgen bajo una categoría dedicada a acoger las necesidades de uso social de las poblaciones, localizándose cercanos a éstas, por lo que, para evitar impactos sobre la población usuaria, se plantean como zonas incompatibles para la implantación eólica.
- ZEC (176): Existen documentos de gestión para 105 de estos espacios. En el resto de los espacios, designados con alguna categoría de protección anterior, se aplicará lo dispuesto en su documento de planificación o en la Ley 2/89, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. Por lo general, no se prohíbe la instalación de estas infraestructuras, salvo en las ZEC Marismas y Riberas del Tinto, Isla de San Bruno y Doñana Norte y Oeste.

En la Figura 4 se muestran los aerogeneradores digitalizados en Andalucía y la delimitación de espacios naturales que, según los análisis realizados, resultan incompatibles con la implantación de aerogeneradores, ascendiendo a un total de 8.917,2 km², lo que representa aproximadamente el 10% de la superficie andaluza. A priori, ningún aerogenerador se encuentra en las zonas catalogadas como incompatibles según sus documentos de planificación.

3.2.2. Aerogeneradores y paisaje

Un total de 145 parques eólicos (instalados a finales de 2019), con 3.364,6 MW de potencia instalada, tienen presencia en todas las categorías paisajísticas definidas en el Mapa de los Paisajes de Andalucía (CMAyCOPT, 2005).

Atendiendo a la distribución de estos (Tabla 1/Figura 5), la categoría *campiñas* seguida de las *serranías* son las que aglutinan mayor potencia instalada (el 60,7% del total) y el mayor número de aerogeneradores (1.192 aerog., el 58,5% del total instalado). Estas categorías eran también las que mayor potencia instalada y mayor número de parques registraban ya en 2011, a tenor de los datos levantados y recopilados por Díaz et al. (2016), aunque el porcentaje de potencia instalada y de aerogeneradores en estas categorías (56,8%; 53,2% respectivamente) era inferior al actual. Ello se debe, principalmente, a la reciente disminución del número de aerogeneradores en la categoría *litoral* (de 538 en 2011 a 463 en 2020), producida por la repotenciación de varios parques eólicos, sustituyendo aerogeneradores anticuados por otros de mayor potencia. De hecho, la potencia instalada en esta categoría se ha incrementado en 29 MW desde 2011. A pesar de la repotenciación de algunos parques en el litoral, es aquí donde siguen encontrándose los aerogeneradores de menor tamaño (1,19 MW), seguidos de los instalados en las *serranías* (1,45 MW), las dos únicas categorías que se encuentran por debajo de la media andaluza en cuanto a potencia instalada por aerogenerador, siendo el lugar donde se instalaron los primeros aerogeneradores, principalmente en los ámbitos cercanos al Estrecho de Gibraltar.

Respecto al tamaño, medido en términos de potencia instalada (MW) por parque eólico (PE) (MW/PE), la categoría *valles, vegas y marismas*, seguido de la categoría *litoral*, presentan los menores valores, mientras que los parques instalados en la categoría *altiplanos y subdesiertos esteparios* son los que presentan mayor potencia de media (31,1 MW). Es aquí donde se encuentran los aerogeneradores más altos y potentes de la región, que superan los 2MW/aerogenerador.

Con idea de profundizar más en los análisis, la Figura 6 a) representa los ámbitos paisajísticos de la región, y la 6 b) el número de aerogeneradores y la densidad de aerogeneradores en cada uno de ellos. La presencia de aerogeneradores a finales de 2019 se localizaba en 24 de los 83 ámbitos paisajísticos en Andalucía, 23 en 2011 (Díaz-Cuevas et al., 2016), implicando por tanto una fuerte concentración en estos ámbitos. Se incorporan en esta ocasión las *Sierras de Tejeda y Almijara*

(n. 20 en la Figura 6a), con 32 aerogeneradores instalados.

Se observa cómo las *Sierras del Estrecho* (n.21) constituyen el ámbito que posee el número más elevado de aerogeneradores instalados (con 373), y la mayor densidad (1,28 aerog./km²), seguida de las *Campiñas de Sidonia* (n.5), con un total de 321 aerogeneradores instalados y una densidad de 0,27 aerog./km². Le siguen, en cuanto a densidad de aerogeneradores, la *Depresión de Jimena* y el *Valle de Lecrín*, mientras que, en cuanto a número de aerogeneradores son los ámbitos *Andévalo Occidental* de Huelva (n.10) y *Piedemonte Subbético* (n.6) los que presentan mayor número de estos, con 227 y 226 aerogeneradores instalados.

4. DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo han demostrado la utilidad de conocer y poner a disposición de la comunidad científica en general, el número total y ubicación precisa de los aerogeneradores en Andalucía. Ello permite analizar de manera detallada los impactos asociados a estas localizaciones sobre municipios y poblaciones, espacios naturales protegidos, distintas categorías de paisaje, usos del suelo, etc.

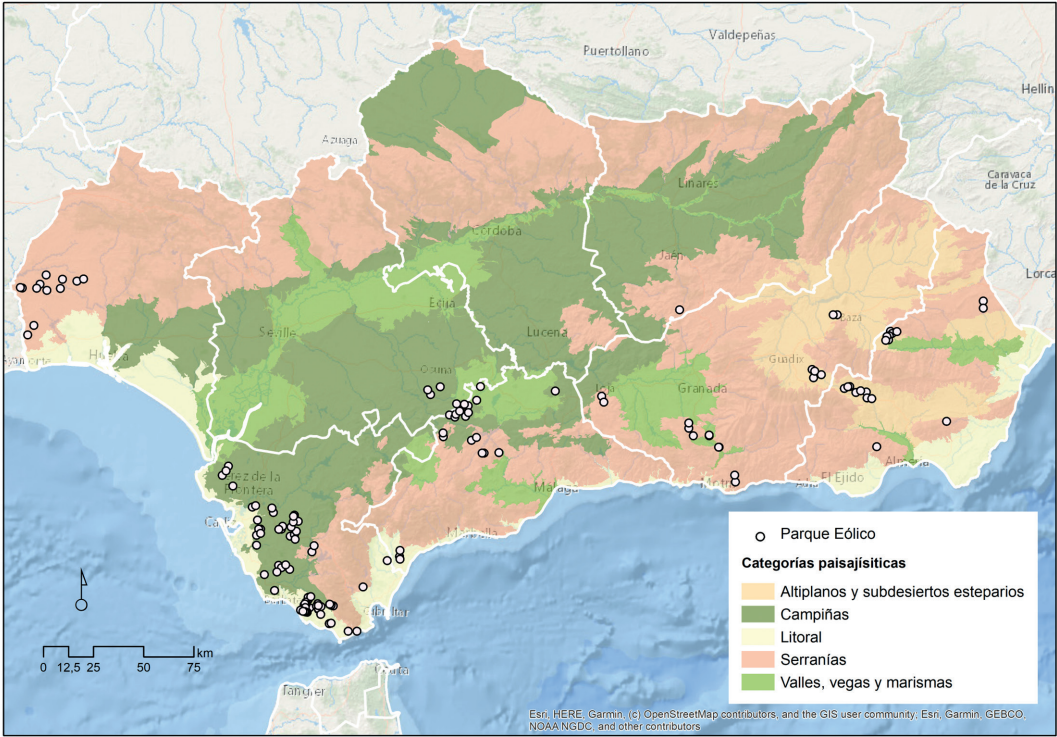
Los análisis de ubicación de este tipo de infraestructuras ponen de manifiesto que la mayor concentración de aerogeneradores per cápita se localiza en poblaciones de menos de 5.000 habitantes, donde el consumo de energía eléctrica es bajo y centrado en los sectores residencial y primario. Asimismo, la densidad superficial de aerogeneradores muestra a su vez un gran desequilibrio en el territorio andaluz, encontrando que municipios como Tarifa o Jerez de la Frontera son los que presentan mayor número de aerogeneradores (casi un 30% del total instalado). Esta situación manifiesta una especialización energética de algunas zonas rurales, que pone en valor el papel y carácter rural de la transición energética (Naumann & Rudolph, 2020), en las que pueden producirse conflictos debido a la introducción de una nueva forma de competencia por el suelo, tal y como indican Poggi et al. (2018). De hecho, en ausencia de planificación territorial eólica, debería ser el planeamiento municipal el que regulase la implantación de parques eólicos. Sin embargo, normalmente se trata de planes antiguos y obsoletos que no previeron en su momento la posible implantación de este tipo de instalaciones, no habiendo desarrollado normativa para proteger sus paisajes. Por este motivo, resulta necesario que las Comunidades Autó-

TABLA 1.- POTENCIA, PARQUES EÓLICOS Y AEROGENERADORES INSTALADOS POR CATEGORÍA PAISAJÍSTICA EN ANDALUCÍA.

CATEGORÍAS PAISAJÍSTICAS	POT. INST. (MW)	% POT. INST.	PE (n)	PE (%)	AEROG. (n)	AEROG. (%)	MW/PE	MW/AEROG.
LITORAL	551,7	16,4	31,0	21,4	463,0	22,7	17,8	1,19
ALTIPLANOS Y SUBDESIERTOS ESTEPARIOS	652,7	19,4	21,0	14,5	313,0	15,4	31,1	2,08
CAMPIÑAS	1.206,6	35,9	50,0	34,5	620,0	30,4	24,1	1,94
SERRANÍAS	834,1	24,8	35,0	24,1	572,0	28,1	23,8	1,45
VALLES, VEGAS Y MARISMAS	119,5	3,6	8,0	5,5	70,0	3,4	14,9	1,70
TOTAL ANDALUCÍA	3.364,6	100,0	145,0	100,0	2.038,0	100,0	23,2	1,65

Fuente: Elaboración propia a partir de DERA y levantamiento de aerogeneradores.

FIGURA 5.- PARQUES EÓLICOS INSTALADOS Y CATEGORÍAS PAISAJÍSTICAS DE ANDALUCÍA.

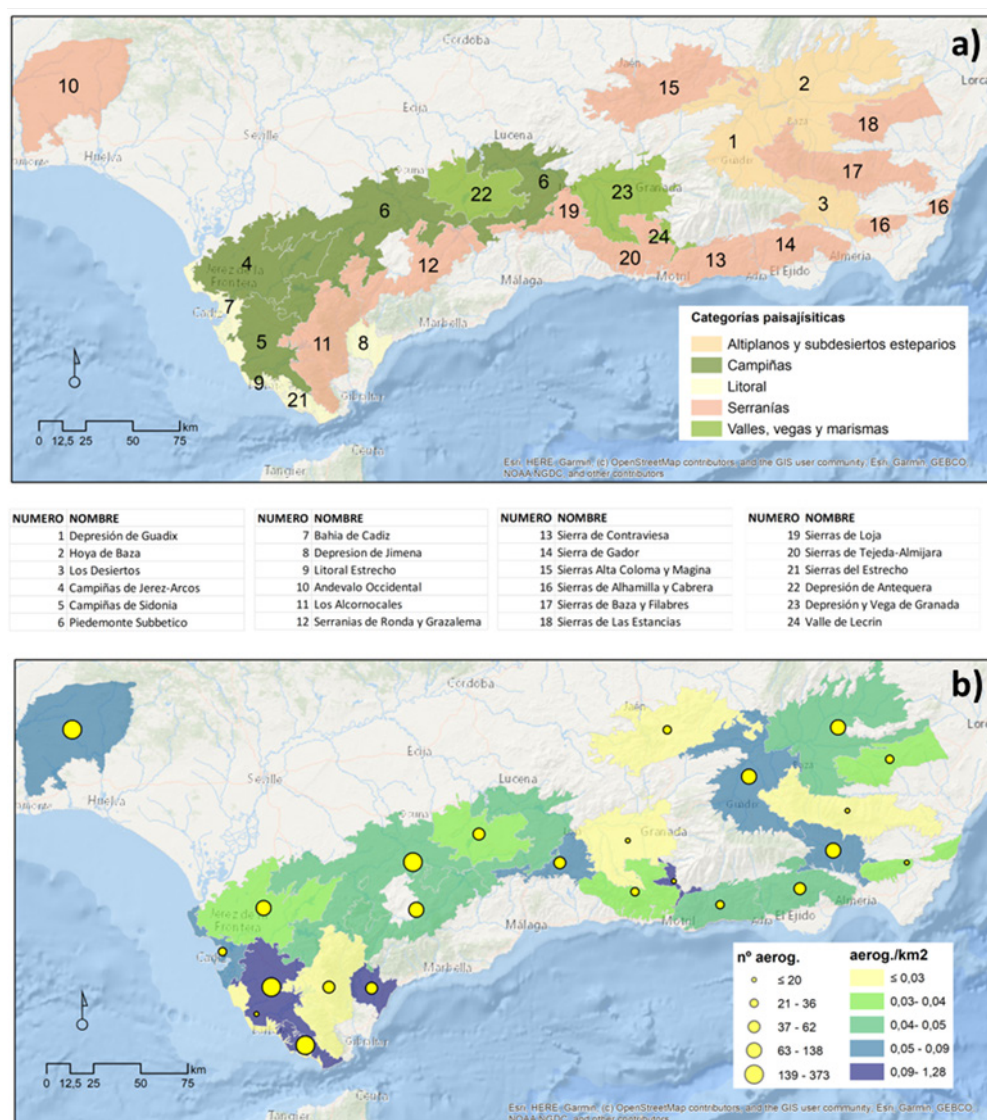


Fuente: Elaboración propia a partir de DERA (2023) y CMAyCOPT (2005).

nomas elaboren planes territoriales eólicos en los que se señalen zonas para realizar estudios de detalle, con el fin de dotar de un marco general a los planes generales, que permita evitar actuaciones guiadas por un marcado carácter oportunista. Si bien esta planificación a escala regional tampoco sería suficiente, siendo necesario una aproximación multiescalar tal y como queda recogido en Díaz-Cuevas et al. (2017) y Díaz-Cuevas et al. (2023a,b).

Por otra parte, del análisis de las prohibiciones y limitaciones a la instalación de infraestructuras eólicas e infraestructuras eléctricas asociadas en los espacios naturales protegidos europeos, nacionales y autonómicos, se extrae que la implantación de aerogeneradores es incompatible aproximadamente en el 10% de la superficie andaluza y que, por el momento, ninguno de los aerogeneradores implantados se encuentra en una zona donde la instalación resulte incompatible, conforme a lo establecido en la legislación y planificación andaluza. No obstante, las investigaciones de

FIGURA 6.- 6.A) ÁMBITOS PAISAJÍSTICOS DE ANDALUCÍA Y 6.B) NÚMERO Y DENSIDAD DE AEROGENERADORES INSTALADOS EN LOS ÁMBITOS PAISAJÍSTICOS DE ANDALUCÍA.



Fuente: Elaboración propia a partir de DERA (2023) y CMAYCOPT (2005)

Deshaies & Herrero-Luque (2015) demuestran que en muchas ocasiones los espacios protegidos no están siendo preservados de la proliferación de proyectos de energía eólica, si bien es importante matizar que en el caso andaluz las instalaciones en los Alcornocales se llevaron a cabo antes de la declaración del Parque Natural y este parque no prohíbe expresamente la instalación eólica. De hecho, en Andalucía, a pesar de que se respeta lo determinado en los documentos de planificación de los espacios naturales protegidos, se ha demostrado que ciertos ecosistemas y hábitats están afectados por este tipo de infraestruc-

turas, entre los que se encuentran algunas zonas de máxima sensibilidad ambiental definidas por el mapa de zonificación de la sensibilidad ambiental del territorio para la instalación de plantas fotovoltaicas y parques eólicos (Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, 2020), encontrando 307 aerogeneradores (un 15% de los instalados en la región) en el interior de algunos de los espacios protegidos analizados, considerados por el ministerio como de sensibilidad máxima.

El análisis de la afección de los parques eólicos a las distintas categorías paisajísticas señala que, a final de

2019, las campiñas y serranías eran las que soportaban la mayor cantidad de aerogeneradores y potencia instalada, detectándose igualmente la escasa equidistribución territorial que ya se había puesto de manifiesto al analizar los aerogeneradores per cápita y la densidad superficial de aerogeneradores. Esto se traduce en una industrialización de ciertas tipologías de paisajes rurales, a raíz de que ni el Mapa de Paisajes de Andalucía ni los Catálogos de Paisaje establecen limitaciones o normas de protección para su preservación y a que, en ocasiones, se eluden las directrices y normativas de protección o estas no son eficaces (Jefferson, 2018; Cialdea & Quercio, 2014).

Los resultados muestran también que las categorías paisajísticas que más infraestructuras eólicas soportaban en 2011 eran las mismas que a final de 2019, por lo que los impactos sobre estas no se han reducido, sino que se constata que otras categorías paisajísticas han incrementado su presencia en cuanto a potencia instalada. En concreto, la categoría litoral ha experimentado un incremento de potencia aparejado a una repotenciación de parques eólicos, con la consiguiente reducción del número de aerogeneradores. Se presupone que estas actuaciones de repotenciación deberían reducir los impactos asociados a las infraestructuras eólicas (Szumilas-Kowalczyk et al., 2020; De Simon-Martín et al., 2019; Smallwood & Karas, 2009), sin embargo, también podrían aumentar debido al incremento en la altura de los aerogeneradores, a la fragmentación de hábitat que provoca la creación de nuevas plataformas y caminos para ubicar estas infraestructuras y a la posible afección a especies de aves y quirópteros distintas por el cambio en algunos parámetros como la altura del rotor, la circunferencia de barrido o la velocidad de las aspas (Huso et al., 2021; Jefferson, 2018; Shawn, 2017).

Estas investigaciones muestran que, frente a la supuesta idea de una transición energética amparada en un modelo de generación distribuida, el modelo actual está perpetuando el desacoplamiento entre los sistemas de producción y consumo energético, en línea con los modelos de producción de energía con fuentes no renovables. Los resultados contradicen la hipótesis de que las energías renovables promueven la generación distribuida en la que se produce un acercamiento de las zonas de producción a los focos de consumo (Pérez et al., 2007) y demuestra cómo la transición energética imperante, basada en las fuentes de energía renovable, está promoviendo grandes proyectos que

utilizan las economías de escala para explotar estas fuentes energéticas (Nowakoski & Loomis, 2023), manteniendo un modelo de concentración energética que pone a unos territorios al servicio de otros. Todo ello podría estar relacionado con el empoderamiento de lo local por la pérdida de poder en la toma de decisiones sobre qué tipo de actuaciones se pueden llevar a cabo en sus municipios (Sovacool & Dworkin, 2015). Incluso algunos autores califican estos procesos como una colonización infraestructural (Contreras y Matarán, 2023; Dunlap, 2023; Alkhalili et al., 2023; Dorn, 2022; Normann, 2021; Batel et al., 2017), que sigue la lógica del extractivismo colonial, perjudicando a las comunidades, la naturaleza y la soberanía política y cultural de las poblaciones en el ámbito rural (Dunlap, 2023).

Por último, la disposición del número, modelo y año de implantación de aerogeneradores implantados en Andalucía resultará también fundamental en el futuro para el cálculo de toneladas de residuos, siendo posible estimar las necesidades de infraestructuras de transporte y gestión de estos residuos mediante la proyección de escenarios futuros basados en la fecha del final de la vida útil de estas instalaciones (Beaumont et al., 2022; Majewski et al., 2022; Liu & Barlow, 2017). Estos cálculos y proyecciones servirán para dar más sentido al concepto de economía circular y ayudarán a completar los ciclos de vida de estas instalaciones, en línea con los objetivos internacionales adoptados en esta materia en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015) y europeos, que se determinan en la Directiva UE 2018/851 (Parlamento Europeo, 2018), por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre residuos (Parlamento Europeo, 2008). Sin duda, este será un campo de investigación y trabajo que deberá ser abordado en un futuro próximo, no sólo por la comunidad científica, sino también por los organismos responsables de la gestión y ordenación del territorio.

4.1. CONCLUSIONES

El presente trabajo supone una aportación fundamental, debido a la actualización de las localizaciones de los aerogeneradores en Andalucía, con las últimas ortofotografías disponibles de 2019. Esta información se pone a disposición de la comunidad científica y del público en general, a través de la url (<https://github.com/EscalaDigital/aerogeneradores-2019/>), donde se presentan las localizaciones de cada aerogenerador instalado en Andalucía a finales de 2019.

Se ha podido concluir que no existe una equidistribución territorial de la energía eólica, como cabría esperar de un modelo de generación distribuida, encontrándose los mayores esfuerzos y por tanto, las mayores afecciones, en municipios de menos de 5.000 habitantes. Ello también se registra en las distintas categorías paisajísticas, donde se muestra que existen categorías que soportan un peso mucho mayor que otras, siendo en concreto, las serranías, campiñas y litoral las más afectadas por las instalaciones eólicas, lo que resulta preocupante por la transformación paisajística que suponen estas instalaciones.

Del estudio sobre las afecciones a espacios naturales protegidos se ha determinado que se han respetado aquellos espacios que cuentan con instrumentos de ordenación, si bien existen afecciones en otros espacios de gran sensibilidad ambiental señalados por el mapa de zonificación de la sensibilidad ambiental del territorio para la instalación de plantas fotovoltaicas y parques eólicos elaborado por el MITECO.

Todo ello pone de manifiesto cómo el despliegue de energías renovables continúa perpetuando el modelo de grandes proyectos de producción energética, que supedita unos territorios al servicio de otros, siendo una transición energética eminentemente rural donde estos nuevos usos entran en competencia con los usos tradicionales. Se trata de un modelo de injusticia social que genera tensiones por la inequidad distributiva, procedimental y retributiva y por la pérdida de empoderamiento en el ámbito rural, con cierta similitud con los modelos expoliadores de la época colonial, pero en este caso, de los recursos energéticos.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i TED2021-129484A-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la “Unión Europea NextGenerationEU”/PRTR”.

Los autores declaran la no existencia de conflicto de intereses.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

Belén Pérez Pérez: Conceptualización, Análisis Formal, Supervisión, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Pilar Díaz Cuevas: Conceptualización, Análisis formal, Metodología, Supervisión, Obtención de fondos. Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Patricia Márquez Sobrino: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Metodología, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Juan Mariano Camarillo Naranjo: Conceptualización, Análisis formal, Supervisión, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS

- Agencia Andaluza de la Energía (2020). Potencial de Centrales Renovables en Andalucía. Recuperado de https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Renovables/3_2_0164_20_publicacion_resumen_potencial_renovable_andalucia.pdf
- Agencia Andaluza de la Energía (2022). Recuperado de https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Infraestructuras/20231231%20Informe_ANDALUZ_MIEA.pdf
- Agencia Andaluza de la Energía (2023). Centrales Eólicas Instaladas en Andalucía publicada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Recuperado de <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es>
- Agencia Andaluza de la Energía. Mapa de Infraestructuras Energéticas de Andalucía -MIEA (2023). Recuperado de <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/miea/>
- Agterbosch, S., Meertens, R. M. & Vermeulen, W. J. (2009). The relative importance of social and institutional conditions in the planning of wind power projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(2), 393-405. doi:10.1016/j.rser.2007.10.010
- Alkhalili, N., Dajani, M. & Mahmoud, Y. (2023). The enduring coloniality of ecological modernization: Wind energy development in occupied Western Sahara and the occupied Syrian Golan Heights. *Political Geography*, 103, 102871. doi:10.1016/j.polgeo.2023.102871
- Balotari-Chiebao, F., Santangeli, A., Piirainen, S. & Byholm, P. (2023). Wind energy expansion and birds: Identifying priority areas for impact avoidance at a national level. *Biological Conservation*, 277, 109851. doi:10.1016/j.biocon.2022.109851
- Barral, M.A., Iglesias-Pascual, R., García, R. y Prados, M.J. (2019). Planificación, participación e innovación social en los paisajes de las energías renovables. *Estudios Geográficos*, 80(289), 5pp. Recu-

- perado de <https://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/748/834>
- Barral, Á., Ruiz Diez, A., Prados, M. J., García-Marín, R. y Delicado, A. (2023). Energías renovables y cambios de usos del suelo en el sur de la Península Ibérica: una lectura territorial de la política energética. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 97. doi:10.21138/bage.3356
- Batel, S. & Devine-Wright, P. (2017). Energy colonialism and the role of the global in local responses to new energy infrastructures in the UK: A critical and exploratory empirical analysis. *Antipode*, 49(1), 3-22. doi:10.1111/anti.12261
- Baxter, J., Morzaria, R. & Hirsch, R. (2013). A case-control study of support/opposition to wind turbines: Perceptions of health risk, economic benefits, and community conflict. *Energy policy*, 61, 931-943. doi:10.1016/j.enpol.2013.06.050
- Beauson, J., Laurent, A., Rudolph, D. P. & Jensen, J. P. (2022). The complex end-of-life of wind turbine blades: A review of the European context. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111847. doi:10.1016/j.rser.2021.111847
- Bolin, K., Bluhm, G., Eriksson, G. & Nilsson, M. E. (2011). Infrasound and low frequency noise from wind turbines: exposure and health effects. *Environmental research letters*, 6(3), 035103. doi:10.1088/1748-9326/6/3/035103
- Broekel, T. & Alfken, C. (2015). Gone with the wind? The impact of wind turbines on tourism demand. *Energy Policy*, 86, 506-519. doi:10.1016/j.enpol.2015.08.005
- Cervantes, F., Murgatroyd, M., Allan, D. G., Farwig, N., Kemp, R., Krüger, S., ... & Amar, A. (2023). A utilization distribution for the global population of Cape Vultures (*Gyps coprotheres*) to guide wind energy development. *Ecological Applications*, 33(3), e2809. doi:10.1002/eap.2809
- Cialdea, D. & Quercio, N. (2014). An overview on the Molise (Italy) renewable energy law: the conflict between the landscape protection and the territory management. In International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'14), Cordoba (Spain), *Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)*, ISSN (pp. 2172-038). Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Donatella-Cialdea-2/publication/316654989_An_overview_on_the_Molise_Italy_renewable_energy_law_the_conflict_between_the_landscape_protection_and_the_territory_management/links/5fb97d7e299bf104cf6890c9/An-overview-on-the-Molise-Italy-renewable-energy-law-the-conflict-between-the-landscape-protection-and-the-territory-management.pdf
- Comisión Europea (2022). Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. Informe de 2022 sobre la consecución de los objetivos nacionales en materia de energías renovables para 2020 (COM(2022c) 639 final). Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0639>
- Consejería de Obras Públicas y Transportes – CMAy-COPT (2005). Mapa de los Paisajes de Andalucía. Recuperado de https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-mapa/-/asset_publisher/wO880PprC6q7/content/mapa-de-paisajes-de-andaluc-c3-ada-1/20151
- Conkling, T. J., Vander Zanden, H. B., Allison, T. D., Diffendorfer, J. E., Dietsch, T. V., Duerr, A. E., ... & Katzner, T. E. (2022). Vulnerability of avian populations to renewable energy production. *Royal Society Open Science*, 9(3), 211558. doi:10.1098/rsos.211558
- Contreras, J. S. y Matarán Ruíz, A. (2023). Colonialismo energético. Territorios de sacrificio para la transición energética corporativa en España, México, Noruega y el Sáhara Occidental. *Icaria*.
- Datos Espaciales de Referencia de Andalucía - DERA (2023). Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/index.htm>
- Datos Espaciales de Referencia de Andalucía - DERA (2005). Mapa de Paisajes de Andalucía. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/datos-espaciales-de-referencia-de-andalucia-dera/descarga-de-informacion>
- Deshaies, M. & Herrero-Luque, D. (2015). Wind energy and natural parks in european countries (Spain, France and Germany). *Renewable Energies and European Landscapes: Lessons from Southern European Cases*, 217-233. doi: 10.1007/978-94-017-9843-3_12
- De Simón-Martín, M., de la Puente-Gil, Á., Borge-Diez, D., Ciria-Garcés, T. & González-Martínez, A. (2019). Wind energy planning for a sustaina-

- ble transition to a decarbonized generation scenario based on the opportunity cost of the wind energy: Spanish Iberian Peninsula as case study. *Energy Procedia*, 157, 1144-1163. doi:10.1016/j.egypro.2018.11.282
- Díaz Pacheco, J., Hewitt, R., López Díez, A. y Dorta Antequera, P. (2018). Valoración de Bases de Datos de Usos de Suelo para la localización y distribución espacial de la energía solar y eólica en España. *Investigaciones Geográficas*, 56, 114-137. doi: 10.5354/0719-5370.2018.51333
- Díaz, P. (2013). Energía eólica y territorio. Potencialidades para la Implantación eólica en Andalucía. Tesis doctoral. Inédita. Universidad de Sevilla.
- Díaz-Cuevas, P., Fernández, A. y Pita, M. F. (2016). Energía Eólica y Paisaje. Identificación y cuantificación de paisajes afectados por instalaciones eólicas en Andalucía. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, 71. doi:10.21138/bage.2288
- Díaz-Cuevas, P., Pita, M. F., Fernández, A. y Limones-Rodríguez, N. (2017). Energía eólica y territorio en Andalucía: diseño y aplicación de un modelo de potencialidad para la implantación de parques eólicos. *Investigaciones Geográficas*, 67, 9-29. doi:10.14198/INGEO2017.67.01
- Díaz-Cuevas, P., Frutos, G. O., Campos, A. P. y Pérez-Pérez, B. (2023a). Geografía de la energía solar en Andalucía (Sur de España): Nuevos datos y posibilidades de análisis. *Cuadernos Geográficos*, 62(2), 163-183. doi:10.30827/cuadgeo.v62i2.27775
- Díaz-Cuevas, P. Márquez-Sobrinó, P. y Pérez-Pérez, B. (2023b). Transición Energética en Espacios Naturales Protegidos Andaluces. Limitaciones y Criterios de Planificación. En *XXVIII Congreso de la Asociación Española de Geografía. La Rioja*. doi:10.21138/cg/2023.lc
- Dorn, F. M. (2022). Green colonialism in Latin America? Towards a new research agenda for the global energy transition. *European Review of Latin American and Caribbean Studies/Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y Del Caribe*, 114, 137-146. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/48712112?seq=1>
- Dunlap, A. (2023). The state is colonialism: Debating infrastructural colonization and the roots of socioecological catastrophe. *Political Geography*, 102980. doi:10.1016/j.polgeo.2023.102980
- Eurostat (2023). Energy datasheets: EU countries of 27 April 2023. Recuperado de https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/eu-energy-statistical-pocketbook-and-country-datasheets_en#country-datasheets
- Espejo-Marín, C. y Aparicio-Guerrero, A. E. (2020). La producción de electricidad con energía solar fotovoltaica en España en el siglo XXI. *Revista de Estudios Andaluces*, 39, 66-93. doi:10.12795/rea.2020.i39.04
- Frolova, M. y Pérez, B. (2008). El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la Política Energética Española. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 43(2), 289-310. Recuperado de <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1119>
- Frolova, M., Marín, C. E., Rodríguez, E. B. y Velasco, M. J. P. (2014). Paisajes emergentes de las energías renovables en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 66, 223-252. Recuperado de <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1788/2335...>
- Huso, M., Conkling, T., Dalthorp, D., Davis, M., Smith, H., Fesnock, A. & Katzner, T. (2021). Relative energy production determines effect of repowering on wildlife mortality at wind energy facilities. *Journal of Applied Ecology*, 58(6), 1284-1290. doi:10.1111/1365-2664.13853
- Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía – IDEA (2019). Última ortofotografía aérea disponible. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/ortofotografias>
- Ioannidis, R. & Koutsoyiannis, D. (2020). A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact. *Applied Energy*, 276, 115367. doi:10.1016/j.apenergy.2020.115367
- Janota, L., Surovezhko, A. & Igissenov, A. (2022). Comprehensive evaluation of the planned development of intermittent renewable sources within the EU. *Energy Reports*, 8, 214-220. doi:10.1016/j.egy.2022.01.093
- Jefferson, M. (2018). Safeguarding rural landscapes in the new era of energy transition to a low carbon future. *Energy Research & Social Science*, 37, 191-197. doi:10.1016/j.erss.2017.10.005

- Junta de Andalucía (2020). Estrategia Energética de Andalucía. Recuperado de https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documentos/Planificaci%C3%B3n/estrategia_energetica_andalucia_2030-8_junio_2022_def.pdf
- Krewitt, W. & Nitsch, J. (2003). The potential for electricity generation from on-shore wind energy under the constraints of nature conservation: a case study for two regions in Germany. *Renewable energy*, 28(10), 1645-1655. doi:10.1016/S0960-1481(03)00008-9
- Landry, C. E., Allen, T., Cherry, T. & Whitehead, J. C. (2012). Wind turbines and coastal recreation demand. *Resource and Energy Economics*, 34(1), 93-111. doi:10.1016/j.reseneeco.2011.10.001
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. BOE, 299, de 14/12/2007. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-21490-consolidado.pdf>
- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección. BOE, 201 de 23/08/1989. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1989/60/d1.pdf>
- Lilley, M. B., Firestone, J. & Kempton, W. (2010). The effect of wind power installations on coastal tourism. *Energies*, 3(1), 1-22. doi:10.3390/en3010001
- Liu, P., & Barlow, C. Y. (2017). Wind turbine blade waste in 2050. *Waste Management*, 62, 229-240. doi:10.1016/j.wasman.2017.02.007
- Lovich, J. E. & Ennen, J. R. (2013). Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife. *Applied Energy*, 103, 52-60. doi:10.1016/j.apenergy.2012.10.001
- Majewski, P., Florin, N., Jit, J. & Stewart, R. A. (2022). End-of-life policy considerations for wind turbine blades. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 164, 112538. doi:10.1016/j.rser.2022.112538
- Márquez-Sobrino, P., Díaz-Cuevas, P., Pérez-Pérez, B. & Gálvez-Ruiz, D. (2023). Twenty years of energy policy in Europe: achievement of targets and lessons for the future. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1-17. doi:10.1007/s10098-023-02543-x
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Zonificación ambiental para la planificación de energías renovables: Eólica y Fotovoltaica. Sensibilidad ambiental y clasificación del territorio. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/documento1memoria_tcm30-518028.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Recuperado de https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-integrado-energia-clima/plannacionalintegradoenergiayclima2021-2030_tcm30-546623.pdf
- Molnarova, K., Sklenicka, P., Stiborek, J., Svobodova, K., Salek, M. & Brabec, E. (2012). Visual preferences for wind turbines: Location, numbers and respondent characteristics. *Applied Energy*, 92, 269-278. doi:10.1016/j.apenergy.2011.11.001
- Moustakas, A., Georgiakakis, P., Kret, E. & Kapsalis, E. (2023). Wind turbine power and land cover effects on cumulative bat deaths. *Science of The Total Environment*, 164536. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.164536
- Mulero, A. (2001). Los espacios naturales protegidos en Andalucía. Evolución, caracterización geográfica y singularidades. *Éria: Revista cuatrimestral de geografía*, 54-55, 141-158. Recuperado de <https://reunido.uniovi.es/index.php/RCG/article/view/1376/1292>
- Naciones Unidas (2015). La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/plan-accion-implementacion-a2030.pdf>
- Nadaï, A., Van Der Horst, D. (2010). Wind power planning, landscapes and publics. *Land use policy*, 27(2), 181-184. doi:10.1016/j.landusepol.2009.09.009
- Naumann, M. & Rudolph, D. (2020). Conceptualizing rural energy transitions: Energizing rural studies, ruralizing energy research. *Journal of Rural Studies*, 73, 97-104. doi:10.1016/j.jrurstud.2019.12.011
- Normann, S. (2021). Green colonialism in the Nordic context: Exploring Southern Saami representations of wind energy development. *Journal of community psychology*, 49(1), 77-94. doi:10.1002/jcop.22422

- Nowakoski, G. A. & Loomis, D. G. (2023). The Power of Economies of Scale: A Wind Industry Case Study. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, 491-528. doi:10.13052/spee1048-5236.4234
- Parlamento Europeo (2018). Directiva (UE) 2018/851 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2018/150/L00109-00140.pdf>
- Parlamento Europeo (2008). Directiva 2008/98/CE sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Recuperado de <https://boe.es/doue/2008/312/L00003-00030.pdf>
- Pérez Pérez, B., Requejo Liberal, J. y Ballesteros Llorente, C. (2007). Incidencia en el Paisaje de Parques Eólicos y Plantas Fotovoltaicas. Escalas de Análisis. En *V Congreso Internacional de Ordenación del Territorio. Agua, Territorio y Paisaje. De los instrumentos programados a la planificación aplicada*. Málaga. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/372657466_Incidencia_en_el_Paisaje_de_Parques_Eolicos_y_Plantas_Fotovoltaicas_Escalas_de_Analisis#full-TextFileContent
- Pérez-Pérez, B. & Díaz-Cuevas, P. (2022). Connections between Water, Energy and Landscape: The Social Acceptance in the Monachil River Valley (South of Spain). *Land*, 11(8), 1203. doi:10.3390/land11081203
- Prados Velasco, M. J., Baraja Rodríguez, E., Frolova Ignateva, M., & Espejo Marín, C. (2012). Integración paisajística y territorial de las energías renovables. *Ciudad y territorio: estudios territoriales*, 171, 127-143. Recuperado de <https://idus.us.es/bitstreams/f56084d0-54aa-4f36-89ad-eb37411e157b/download1>
- Poggi, F., Firmino, A., & Amado, M. (2018). Planning renewable energy in rural areas: Impacts on occupation and land use. *Energy*, 155, 630-640. doi:10.1016/j.energy.2018.05.009
- Rand, J., & Hoen, B. (2017). Thirty years of North American wind energy acceptance research: What have we learned?. *Energy Research & Social Science*, 29, 135-148. doi:10.1016/j.erss.2017.05.019
- Red de Información ambiental de Andalucía - REDIAM (2023). Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/acceso-rediam>
- Rodríguez-Sojo, J. (5 de agosto de 2022). El mapa de la electricidad en España: ¿qué comunidades producen más energía y cuáles son las mayores consumidoras? Cadena SER. Recuperado de <https://cadenaser.com/nacional/2022/08/05/el-mapa-de-la-electricidad-en-espana-que-comunidades-producen-mas-energia-y-cuales-son-las-mayores-consumidoras-cadena-ser>
- Rodríguez-Segura, F.J., Osorio-Aravena, J.C., Frolova, M., Terrados-Cepera, J. & Muñoz-Cerón, E. (2023). Social acceptance of renewable energy development in southern Spain: Exploring tendencies, locations, criteria and situations. *Energy Policy*, 173(113356). doi:10.1016/j.enpol.2022.113356
- Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía - SIMA (2023). Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/dega/sistema-de-informacion-multiterritorial-de-andalucia-sima>
- Shawn Smallwood, K. (2017). The challenges of addressing wildlife impacts when repowering wind energy projects. In *Wind Energy and Wildlife Interactions: Presentations from the CWW2015 Conference* (pp. 175-187). Springer International Publishing.
- Smallwood, K. S., Karas, B. (2009). Avian and bat fatality rates at old-generation and repowered wind turbines in California. *The Journal of Wildlife Management*, 73(7), 1062-1071. doi:10.2193/2008-464
- Sovacool, B. K. & Dworkin, M. H. (2015). Energy justice: Conceptual insights and practical applications. *Applied energy*, 142, 435-444. doi:10.1016/j.apenergy.2015.01.002
- Sperling, K., Hvelplund, F. & Mathiesen, B. V. (2011). Centralisation and decentralisation in strategic municipal energy planning in Denmark. *Energy Policy*, 39(3), 1338-1351. doi:10.1016/j.enpol.2010.12.006
- Szumilas-Kowalczyk, H. & Pevzner, N., Giedych, R. (2020). Long-term visual impacts of aging infrastructure: Challenges of decommissioning wind power infrastructure and a survey of alternative strategies. *Renewable Energy*, 150, 550-560. doi:10.1016/j.renene.2019.12.143
- Trainor, A. M., McDonald, R. I. & Fargione, J. (2016). Energy sprawl is the largest driver of land use change in United States. *PloS one*, 11(9), e0162269. doi:10.1371/journal.pone.0162269

Urrutia, R.G. y Madrid, F.J. (2009). La energía eólica en España y su contribución al desarrollo rural. *Investigaciones Geográficas*, 50, 93-108. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/176/17618748005.pdf>

Warren, C. R. & McFadyen, M. (2010). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*, 27(2), 204-213. doi:10.1016/j.landusepol.2008.12.010