

ELECCIÓN DE CRITERIOS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA

*José Molina Ruiz** y *M^a Luz Tudela Serrano***
Universidad de Murcia

RESUMEN

La energía eólica es una energía limpia y renovable y los beneficios que comporta un Parque Eólico son mayores que los inconvenientes. Emplazamientos idóneos, reducción de impactos ambientales, conservación de los valores naturales y paisajísticos del entorno y las necesidades socioeconómicas de la zona se suman a un uso racional de esta energía y un desarrollo tecnológico paralelo para alcanzar un desarrollo sostenible.

Palabras clave: Parque Eólico, energía, paisaje, ordenación territorial.

ABSTRACT

The aeolian energy is a clean energy and renewable and an Aeolian Park has many more benefits than inconvenient. Suitable places, to reduce environmental impacts, to conserve the natural and landscaping values of the surroundings and the social and economic necessities of the zone it is necessary to add them to a rational use of this energy and to a parallel technological development to reach a sustainable development.

Key words: Aeolian Park, energy, landscape, territorial arrangement.

Fecha de recepción: 9 de mayo de 2007. Fecha de aceptación: 6 de mayo de 2008.

* José Molina Asesores, S.L. (Auditorías Ambientales). Murcia. E-mail: jmolar@um.es

** Departamento de Geografía. Facultad de Letras. Campus de La Merced. 30001 Murcia (España).
E-mail: mltudela@um.es

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años los Parques Eólicos se han hecho familiares en muchas zonas de España. Actualmente, la Región de Murcia cuenta con 10 Parques Eólicos aprobados y con otros 17 que se encuentran en trámites administrativos, lo que permitirá incorporarla al desarrollo eólico que se está viviendo en España, segundo país del mundo en producción de este tipo de energía.

A pesar de que las plantas eólicas presentan un impacto ambiental relativamente pequeño, en comparación con otras fuentes de energía convencionales, existe cierto rechazo principalmente por parte de los naturalistas. Razones tales como, excesivo ruido, impacto visual negativo, muerte de aves por colisión con las palas, elevado precio de la instalación, etc., son problemas que se han solucionado o reducido mediante el desarrollo tecnológico, una adecuada ubicación de las plantas eólicas y un diseño apropiado de medidas correctoras en los proyectos que minimizan, en gran medida, los impactos sobre el entorno, facilitando su reversibilidad a corto plazo.

El objetivo principal de este trabajo es valorar la compatibilidad del territorio para la instalación de Parques Eólicos. Se considera necesario determinar en primer lugar la sensibilidad del mismo ante la citada actividad, analizando diversas variables que informan acerca de la incidencia real que sobre el medio puede causar la actividad. Esta sensibilidad dependerá de los valores intrínsecos del área y de su vulnerabilidad ante la perturbación, en definitiva de su Capacidad de Acogida. Las áreas más sensibles serán las menos compatibles y, viceversa, las menos sensibles serán las más apropiadas para la ubicación de estas instalaciones.

2. ELECCIÓN DE CRITERIOS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

A modo de ejemplo, se establece una metodología de valoración de los impactos potenciales que los Parques Eólicos pueden provocar sobre el paisaje desde el punto de vista ambiental en el Término Municipal de Yecla (Murcia).

2.1. Suelo

El suelo es un recurso no renovable fruto de consecuencias tanto naturales como humanas que se comporta como receptor de procesos múltiples que actúan modificando su naturaleza inicial (Tudela, 1993). Los principales impactos sobre el suelo que se pueden producir en las diferentes operaciones son los identificados en la Tabla 1, destacando:

- *Destrucción total o parcial del suelo*: las labores de preparación del terreno previas a la instalación de la actividad (movimiento de tierras, allanamiento y desbroce) modifican la estructura del suelo destruyéndolo de forma irreparable.
- *Compactación del suelo*: la utilización de maquinaria pesada, en el proceso descrito anteriormente, puede originar la compactación del suelo, lo que se traducirá en una

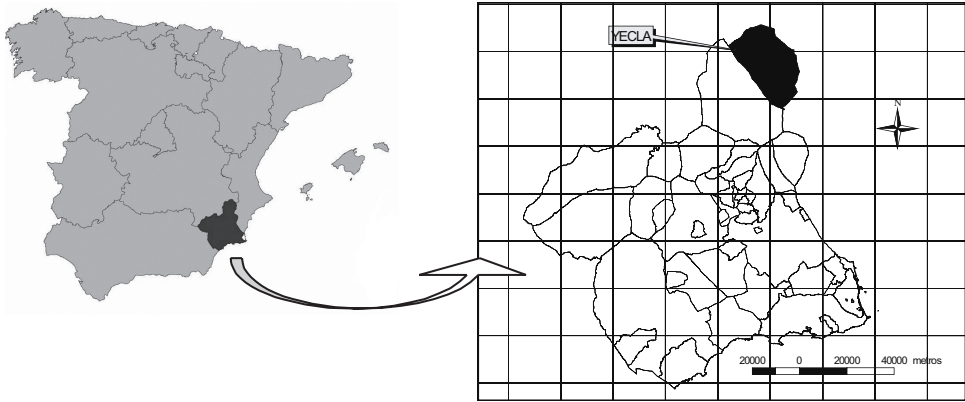


FIGURA 1
Zona de estudio. Municipio de Yecla (Murcia).

reducción de la aireación, la capacidad de infiltración y la permeabilidad, provocando la disminución del crecimiento de las plantas y el aumento de la escorrentía y erosión superficial.

- *Erosión del suelo*: la eliminación de la vegetación y la fragmentación de las partículas de suelo por la maquinaria de construcción expondrá a los suelos a una erosión, cuya intensidad dependerá entre otros factores de la pendiente, precipitaciones y tiempo.

La instalación de Parques Eólicos supone una afección muy limitada sobre el suelo, ya que la superficie afectada se limita a la plataforma de los aerogeneradores y a los caminos de acceso. En ambos casos la pequeña extensión del área afectada supone que los impactos sobre el suelo, ocasionados por esta actividad se consideren impactos directos, negativos y de limitada extensión. En todo caso, se pueden minimizar los efectos adversos con las adecuadas medidas de restauración.

En el municipio de Yecla se han marcado cuatro unidades taxonómicas: Cambisoles, Litosoles, Xerosoles y Regosoles (FAO, 1988), a las que se les asigna diferentes grados de capacidad de acogida en función de sus características edáficas (Tabla 2).

2.2. Pendiente

Este criterio es limitante dependiendo, en gran medida, de la superficie afectada por los aerogeneradores y su repercusión sobre el desencadenamiento de procesos erosivos.

Para valorar su incidencia se parte del Modelo Digital de Elevaciones, a partir del cual se elabora el Mapa de Pendientes. Se delimita como primer intervalo aquel que comprende todas las pendientes menores del 10%, al considerar que estas zonas son aptas para la mayoría de los usos. El límite superior estaría en pendientes mayores del 40%, donde no sería posible ningún uso, con la excepción del forestal y con muchas limitaciones.

TABLA 1
Matriz de Impactos Potenciales en la implantación de Parques Eólicos.

		FACTORES AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS										
		Recurso geológico	Morfología	Estructura del suelo	Escorrentía/ Erosión	Compactación del suelo	Capacidad agroológica	Impacto visual	Flora	Fauna	Ocupación laboral/ Nivel de renta	Bienes de Interés Cultural
PLANIFICACIÓN	Acceptación social										✓	
	Expropiaciones										✓	
	Construcción de accesos		✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
	Desbroce y retirada de la cubierta edáfica			✓	✓		✓	✓	✓	✓		
	Desmontes y nivelación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	
	Tránsito de maquinaria				✓	✓		✓	✓	✓		
	Construcción de edificios auxiliares					✓		✓		✓		
	Instalación Aerogeneradores			✓		✓	✓	✓	✓	✓		
	Líneas de evacuación de energía			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Movimiento Aerogeneradores							✓	✓	✓		
OPERACIONAL	Tránsito de vehículos					✓			✓	✓		
	Presencia humana	✓							✓	✓		✓

TABLA 2
Capacidad de acogida en distintas unidades taxonómicas.

Capacidad de Acogida	Unidades Taxonómicas	Superficie Ocupada (%)
Baja	Cambisoles	6.3
Moderada	Xerosoles	65.2
Alta	Regosoles	0.95
Alta	Litosoles	27.67

Teniendo en cuenta el límite inferior y superior de la serie se establecen tres intervalos de pendientes fruto de la distribución homogénea de los valores obtenidos. Las zonas con alto riesgo de erosión para la cubierta edáfica se sitúan en los tramos mayores del 40%. Estos tramos se corresponden principalmente con las zonas de altas pendientes de las sierras del municipio. Las pendientes comprendidas entre 21 y 40% suponen un riesgo potencial condicionado por las labores a realizar para la construcción de accesos y allanamiento, requiriendo estudios de detalle (Tabla 3).

TABLA 3
Capacidad de acogida en función de la pendiente.

Capacidad de Acogida	Pendiente (%)
Baja	> 40
Moderada	21-40
Alta	< 20

2.3. Vegetación

La cubierta vegetal tiene un papel primordial en la metodología para la identificación de impactos ambientales, sobre todo la presencia de determinados tipos de plantas que actúan como indicadores del estado de conservación del medio natural. La vegetación se ve afectada en la etapa preoperacional por las labores de desbroce y retirada de la cubierta vegetal y por la ocupación física del terreno con la construcción de plataformas, caminos de acceso y edificios auxiliares (Tabla 1).

Se diferencian como formaciones vegetales mayoritarias en el municipio de Yecla las integradas por pinares, matorrales, espartales, cultivos de secano, cultivos de regadío y áreas periurbanas. A estas formaciones se les asignan tres niveles de capacidad de acogida teniendo en cuenta el recubrimiento que ofrecen al suelo ante la erosión (Tabla 4).

TABLA 4
Capacidad de acogida en distintas formaciones vegetales.

Capacidad de Acogida	Formaciones Vegetales	Superficie Ocupada (%)
Baja	Pinar	15.41
Baja	Áreas periurbanas	0.34
Moderada	Matorral	9.24
Moderada	Espartal	1.81
Alta	regadío	3.09
Alta	Cultivos de secano	70.34

Los hábitats más sensibles del territorio requerirán un estudio de detalle para valorar la incidencia de la actividad sobre ellos. En este caso se han seguido las recomendaciones que marca la *Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre*, y las que emanan de nuestro ordenamiento jurídico. Se establece una clasificación de los hábitats en 5 categorías y se establecen 3 niveles de capacidad de acogida (Tabla 5):

- Grupo 1.** Áreas que contienen hábitats muy raros.
- Grupo 2.** Áreas que contienen hábitats raros y prioritarios.
- Grupo 3.** Áreas que contienen hábitats raros y no prioritarios.
- Grupo 4.** Áreas que contienen hábitats no raros y sí prioritarios.
- Grupo 5.** Áreas que contienen hábitats no raros ni prioritarios.

TABLA 5
Capacidad de acogida de los diferentes tipos de hábitats.

Capacidad de Acogida	Grupos
Baja	1
Moderada	2 y 3
Alta	4 y 5

El grupo 1 se considera de uso incompatible por su alto valor natural. Los grupos 2 y 3 son las áreas de uso compatible condicionado, zonas que se encuentran bajo diferentes figuras de protección ambiental (Lugares de Interés Comunitario, ZEPA, etc.) que deben quedar exentas de la instalación de Parques Eólicos.

Aquellos lugares que no estén bajo figura de protección (y si dentro de estos grupos 2 y 3) deberán tener un nivel de protección condicionado a las medidas correctoras diseñadas y a la importancia de otros valores naturales, culturales y socioeconómicos.

Los grupos 4 y 5 serían áreas de uso compatible siempre que los Estudios de Impacto Ambiental tengan un buen diseño de medidas correctoras y un plan de vigilancia adecuado.

2.4. Fauna

Los principales impactos que tienen lugar sobre la fauna son los siguientes:

- *Destrucción y cambios de tipo de hábitats*: supone la desaparición de especies características de los ecosistemas por cambios en lugares de reposo, alimentación o refugio.
- *Efecto barrera*: ocasiona una disminución del tamaño poblacional de las especies, con el consiguiente riesgo de extinción, y una división del dominio vital de las especies.
- *Eliminación o alteración de los biotopos terrestres*.
- *Modificación de pautas de comportamiento*.

Partiendo de la información suministrada por la Dirección General del Medio Natural y teniendo en cuenta la normativa europea (*Directiva 79/409/CEE* y *Directiva 92/43/CEE*), nacional (*Real Decreto 439/1990*) y autonómica (*Ley 4/1989*, *Ley 4/1992* y *Ley 7/1995*), se ha establecido la distribución espacial de las diferentes especies protegidas que pueblan el área de estudio.

Se han marcado áreas de exclusión en torno a los lugares de anidamiento y campeo de las diferentes especies protegidas, al ser consideradas zonas con una mayor sensibilidad, optándose por excluirlas como emplazamientos potenciales de Parques Eólicos (Águila real: 750 m, Búho real: 500 m y Halcón peregrino: 500 m).

2.5. Patrimonio arqueológico y geológico

Teniendo en cuenta la *Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español* y los *Bienes de Interés Cultural* (BIC), recogidos en la Carta Arqueológica Regional, se han delimitado zonas de exclusión en torno a los lugares merecedores de protección, siendo calificados de incompatibles con la instalación de Parques Eólicos.

A pesar de que actualmente no existe normativa específica que proteja los Lugares de Interés Geológico (LIG), se considera necesaria su inclusión por su indudable interés cultural, científico y educativo con trascendencia regional, nacional e incluso internacional. Por tanto, no se considera compatible la instalación de Parques Eólicos en estos puntos.

2.6. Paisaje

Establecer la protección de un paisaje frente a determinadas actividades supone tener un conocimiento profundo del mismo y llegar a establecer el grado de afección que la actividad en cuestión supondría sobre ese sistema. Ello requiere el análisis y la valoración del paisaje de forma rigurosa, tarea difícil ya que las metodologías al uso conducen con demasiada frecuencia al establecimiento de juicios subjetivos.

El impacto paisajístico pasa por ser uno de los principales impactos ambientales que la implantación de parques eólicos ocasiona en su entorno. La valoración objetiva de este componente no resulta fácil debido, sin duda, a la marcada componente subjetiva que conlleva todo estudio de paisaje al contar con el elemento humano para su análisis. Por este motivo se considera más oportuno realizar el análisis del paisaje desde un enfoque menos condicionado por el «hecho cultural», auxiliándonos de criterios capaces de cuantificar objetivamente el paisaje.

A los factores físicos y bióticos perceptibles en que puede dividirse el territorio se les denomina componentes del paisaje, que se corresponden con los impactos potenciales visuales causados por esta actividad:

- Aspecto de la superficie terrestre (relieve y morfología).
- El agua (redes de drenaje).
- La vegetación (tipo, distribución, densidad).
- Elementos artificiales (cultivos, carreteras, aerogeneradores, etc.).

Para lograr una aproximación objetiva al conocimiento del paisaje es necesario partir de dos conceptos: cuenca visual y fragilidad visual.

- *Cuenca Visual* se define como la superficie desde la que un punto es visible. Un concepto asociado es la intervisibilidad, que analiza el territorio en función del grado de visibilidad recíproca entre los diferentes puntos de la zona. Para establecer la cuenca visual es preciso construir un Modelo Digital de Elevaciones a partir del cual poder obtener información sobre la morfología del territorio circundante al punto elegido de búsqueda. La definición de las cuencas visuales de diferentes puntos nos proporcionará información precisa para valorar los impactos visuales potenciales.
- *Fragilidad Visual* se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él; es decir, el potencial que un paisaje tiene para absorber una determinada acción humana, en nuestro caso la implantación de Parques Eólicos (Tudela y Molina, 2002).

En este trabajo se han analizado y cuantificado las cuencas visuales desde tres puntos en base al mayor número de observadores potenciales (Tabla 6 y Fig. 2 y 3); dos puntos en las principales vías de comunicación que atraviesan el término municipi-

TABLA 6
Localización de los puntos de observación.

Puntos de Referencia	Coordenadas UTM		
	X	Y	Z
1.- CN-344 (PKM-83.5)	656777.9	4272681	800
2.- Núcleo urbano de Yecla	663991.6	4275442	680
3.- C-3223 Yecla-Almansa	658639.7	4288804	800

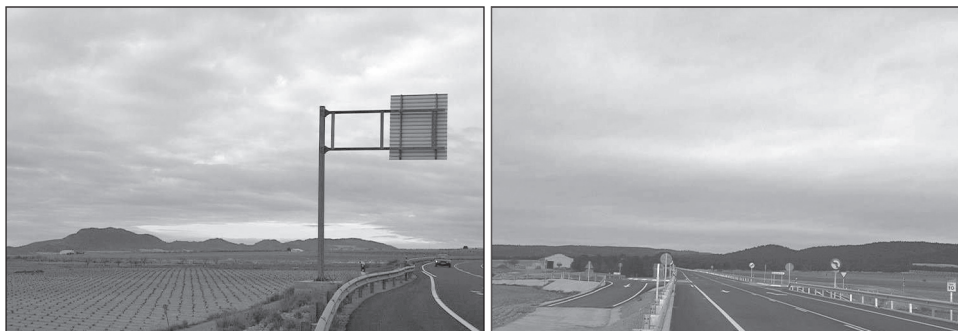


FIGURA 2
Puntos de referencia: CN-344 (izquierda) y C-3223 (derecha).

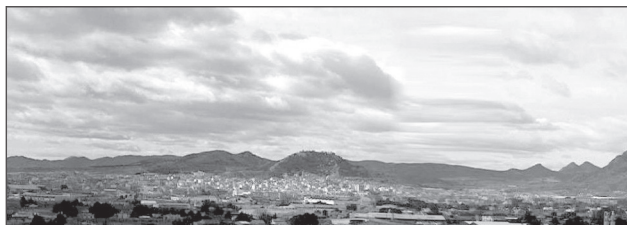


FIGURA 3
Punto de referencia: núcleo urbano de Yecla.

pal, la Nacional 334 Murcia-Valencia que soporta el mayor tráfico y en consecuencia el mayor número de observadores potenciales, y la comarcal C-3223 Yecla-Almansa. Como tercer punto el núcleo urbano de la población de Yecla. En todos ellos se toma como referencia el punto de mayor altitud y una distancia de observación de 10 km, debido a que hasta este rango el impacto visual puede considerarse alto (Molina et al., 2001) (Figura 4 A, B y C).

Después de los procesos de cuantificación se han cruzado los resultados para obtener las zonas compartidas de visión, es decir, aquellas zonas visibles desde dos o más de los puntos de referencia. El resultado de esta integración de datos es el mapa de Fragilidad Visual del Término Municipal de Yecla, donde se han obtenido zonas de baja y moderada fragilidad visual en función del grado de visibilidad recíproca (intervisibilidad) (Figura 4 D).

Las zonas visibles desde uno de los tres puntos de referencia considerados tienen fragilidad visual baja. La implantación de parques eólicos se considera compatible, pues el área afectada por el impacto visual ocupa un bajo porcentaje del territorio.

Las áreas con fragilidad visual moderada (visibles desde dos de los tres puntos de referencia) han sido consideradas de compatibilidad moderada, y en ellas la instalación de Parques Eólicos vendrá condicionada por el diseño de implantación del proyecto industrial y por las medidas correctoras del estudio de Impacto Ambiental.

3. ZONIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU COMPATIBILIDAD CON LA INSTALACIÓN DE PARQUES EÓLICOS

Como resultado de la metodología propuesta con la integración de los criterios expuestos se diferencian tres niveles de Capacidad de Acogida del Territorio para la implantación de Parques Eólicos.

3.1. Áreas no compatibles

Son aquellos espacios con Capacidad de Acogida Baja para la instalación de la actividad por cumplir todos los criterios limitantes:

- Todas las áreas urbanas y periurbanas, y cauces fluviales.
- «El Arabí», excluida por ser lugar de anidamiento de Águila real y Búho real, y por BIC.
- Paraje de Los Derramadores: ZEPA «Estepas de Yecla». Lugar de anidamiento de *Chova Piquiroja*.
- Parte de El Morrón del Puerto, excluida por ser lugar de anidamiento de Águila real. Clasificado como hábitat no raro ni prioritario.
- Parte de la Sierra de la Magdalena, excluida por ser lugar de anidamiento de Halcón peregrino y Búho real. Clasificado como hábitat raro y prioritario.
- Parte de la Sierra del Cuchillo, excluida por ser lugar de anidamiento de Halcón peregrino y LIG.
- Sierra de las Pansas, excluida por LIC, y por BIC. Áreas con hábitats no raros ni prioritarios.
- Parte de la Sierra del Buey, excluida por ser lugar de anidamiento de Halcón peregrino y LIC. Clasificado como hábitat no raro y prioritario y hábitat raro y prioritario.
- Sierra de Salinas, excluida por ser Espacio Natural Protegido, LIC y Área Protegida de Fauna. Además por ser lugar de anidamiento de Búho real. Áreas con hábitats raros y prioritarios.
- Sierra del Serral, excluida por LIC, lugar de anidamiento de Halcón peregrino y Águila real, y por BIC. Clasificado como hábitat raro y prioritario.

3.2. Áreas compatibles condicionadas

Aquellos espacios cuya limitación está en función de la convergencia de los distintos factores limitantes. Tienen una Capacidad de Acogida y una Fragilidad Visual Media.

- Parte de El Morrón del Puerto. Clasificado como hábitat no raro ni prioritario.
- Parte de la Sierra del Buey, se considera compatible condicionado por la presencia de hábitats raros y no prioritarios. Siempre protegiendo las áreas definidas como de exclusión por anidamiento de rapaces.

3.3. Áreas compatibles

Presentan una Fragilidad Visual Baja y una Capacidad de Acogida Alta por cumplir todos los criterios de viabilidad ambiental para la implantación de la actividad.

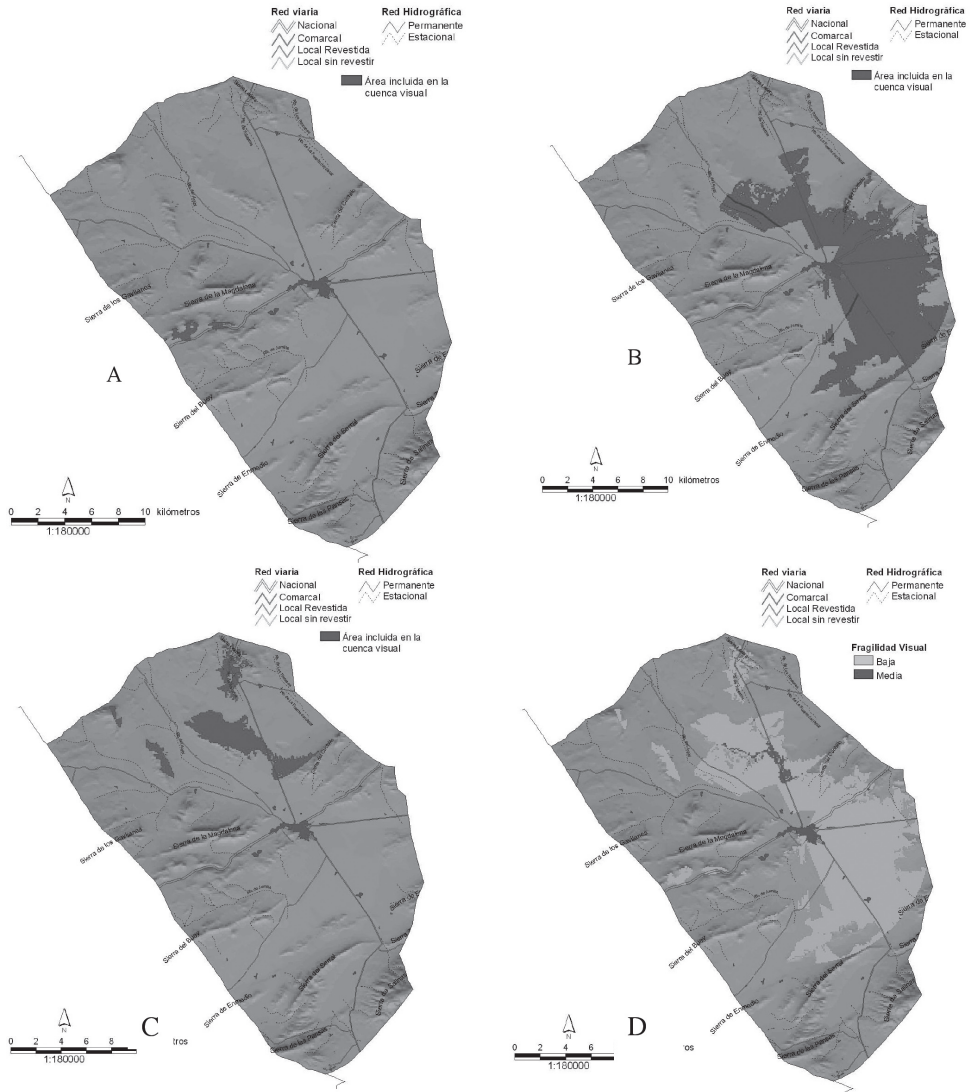


FIGURA 3
Cuenas Visuales A, B y C y Fragilidad Visual D

- Sierra Lácerca, hasta el límite con el Término Municipal de Almansa (Provincia de Albacete). Se excluirán las zonas de anidamiento.
- Paraje de Tobarrillas, excluida la rambla del mismo nombre por BIC. Esta zona es un hábitat no raro ni prioritario.
- Montes de Felipe y Las Moratillas, por ser hábitat no raro ni prioritario.
- Sierra de los Gavilanes en su extensión en el Término de Yecla, hábitat no raro ni prioritario.
- Parte de la Sierra de la Magdalena, posibilidad de compatibilizar la conservación con la instalación de Parques Eólicos, primando a éstos en lugar de las explotaciones mineras.
- Sierra del Príncipe, compatible por ser hábitat no raro ni prioritario y no aparece en ningún inventario como BIC o LIG.
- Cerro Picario, por ser hábitat no raro ni prioritario.
- La Sierra de Enmedio es compatible en la práctica totalidad de su extensión. Esta zona es un hábitat no raro ni prioritario.
- Monte del Portillo, Monte del Cojo, Montes de Rovira, compatible. Hábitat no raro ni prioritario.
- La Sierra de la Teja.
- Los Cerricos del Campo y Cerricos de Cano, compatibles. Hábitat no raro ni prioritario.

4. CONCLUSIONES

A través de la metodología de identificación de impactos desarrollada y validada satisfactoriamente en varios municipios de la Región de Murcia (Molina y Tudela, 2003; Tudela y Molina, 2005), se puede conocer la aptitud del medio para acoger la instalación de Parques Eólicos.

En el Término Municipal de Yecla se han diferenciado zonas de baja y moderada fragilidad, en función del grado de visibilidad recíproca (intervisibilidad), con el umbral de tolerancia admisible de 10 km.

En las áreas con Capacidad de Acogida Baja y Moderada la instalación de Parques Eólicos vendrá condicionada por los Estudios de Impacto Ambiental y las medidas correctoras desarrolladas al efecto. Un adecuado diseño industrial del Proyecto minimizará en gran medida los impactos sobre el entorno, estableciendo un plan de trabajo adecuado, que contemple las medidas capaces de corregir el impacto visual en el futuro, impacto que se deriva del contraste de color, diseño de formas geométricas, etc. facilitando su reversibilidad a medio plazo.

Por último, reseñar que los emplazamientos idóneos, la conservación de los valores naturales y paisajísticos del entorno y las necesidades socioeconómicas de la zona se suman a un uso racional de esta energía y a un desarrollo tecnológico paralelo, teniendo como objetivo último alcanzar un desarrollo sostenible.

5. BIBLIOGRAFÍA

- DIRECTIVA 79/409/CEE relativa a la conservación de las aves silvestres.*
- FAO (1988): *Soil Map of the world, revised legend*. World Soil Resources Report 60. FAO. París.
- LEY 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español.*
- LEY 4/89, de 27 de marzo, de conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y la Fauna Silvestres.*
- REAL DECRETO 439/90 por el que se regula el Catálogo General de Especies Amenazadas.*
- LEY 4/92, de 30 de julio, de ordenación y protección del territorio de la Región de Murcia.*
- DIRECTIVA 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*
- LEY 1/95, de 8 de marzo, de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia.*
- LEY 7/95, de 21 de abril, de la Fauna Silvestre, Caza y Pesca Fluvial.*
- MOLINA, J. TUDELA, M.L.; CANO, M^a.P. Y BUENO, J.M^a. (2001): «Minimización del impacto paisajístico en la actividad minera a cielo abierto. Demostración teórica y práctica de los costes de restauración». *Papeles de Geografía*, 33, 123-131. Universidad de Murcia.
- MOLINA J. y TUDELA, M.L. (2003): Capacidad de acogida de la actividad minera de roca ornamental en el municipio de Cehegín (Murcia) *Papeles de Geografía*, 38, pp. 103-114. Universidad de Murcia.
- TUDELA, M.L. (1993): *Estado actual de la degradación de suelos calizos en varias zonas de la Región de Murcia*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 328 pp.
- TUDELA, M.L. y MOLINA J. (2002): «Fragilidad visual de la actividad minera de roca ornamental en el municipio de Cehegín» (Murcia). *Papeles de Geografía*, 36, pp. 239-249. Universidad de Murcia.
- (2005): Estudio de viabilidad ambiental para la localización de parques eólicos en un municipio de la Región de Murcia. *Papeles de Geografía*, 41-42, pp. 225-238. Universidad de Murcia.

