




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



EUROPEAN  
UNIVERSITY OF  
TECHNOLOGY

"Think human first"



# Estudio de Impacto Ambiental de un Parque eólico de 30 MW de potencia en la Sierra de Cartagena

Trabajo de Fin de Estudios en Ingeniería de  
Recursos Minerales y Energía



ALUMNO: SERGIO SALMERÓN ALBALADEJO  
TUTOR: ANDRÉS PERALES AGÜERA

## **INDICE**

<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 La energía del recurso eólico.....	1
1.1.1 Definición de energía eólica.....	1
1.1.2 Evolución de la energía eólica.....	1
1.1.3 Origen y utilización del viento.....	4
1.2 Contexto energético.....	6
1.2.1 La energía eólica en España.....	7
1.2.2 La energía eólica en la Región de Murcia.....	9
<b>2. Objeto, descripción del proyecto y propuesta de acciones.....</b>	<b>11</b>
2.1 Localización .....	11
2.2 Características generales del proyecto.....	13
2.3 Acciones del proyecto .....	15
2.3.1 Fase de construcción.....	15
2.3.2 Fase de explotación .....	16
2.3.3 Fase de clausura .....	17
2.4 Gestión de los residuos.....	17
2.5 Caminos de acceso.....	19
<b>3. Propuesta alternativas .....</b>	<b>23</b>
<b>4. Inventario ambiental.....</b>	<b>25</b>
4.1 Medio abiótico.....	25
4.1.1 Climatología .....	25
4.1.1.1 Temperatura.....	26
4.1.1.2 Pluviometría .....	27
4.1.1.3 Viento .....	28
4.1.2 Calidad del viento.....	29
4.1.3 Ruido .....	30
4.1.4 Geología.....	31
4.1.4.1 Marco geológico.....	32
4.1.4.2 Yacimientos minerales.....	33
4.1.5 Hidrología .....	34
4.2 Medio biótico .....	36
4.2.1 Flora y vegetación.....	36
4.2.2 Fauna.....	37
4.2.3 Áreas de interés ambiental.....	41

4.3 Unidades básicas del paisaje .....	42
4.4 Medio socioeconómico.....	45
4.4.1 Actividad económica y cultural .....	45
4.4.2 Demografía .....	45
<b>5. Identificación y valoración de impactos .....</b>	<b>46</b>
5.1 Descripción de impactos.....	46
5.2 Metodología utilizada.....	51
5.3 Identificación de impactos.....	54
5.4 Descripción y valoración de impactos .....	56
5.4.1 Impactos sobre el Medio abiótico .....	56
5.4.1.1 Impactos sobre la Atmósfera.....	56
5.4.1.2 Impactos sobre el agua .....	63
5.4.1.3 Impactos sobre el medio terrestre.....	65
5.4.1.4 Impactos sobre los procesos .....	68
5.4.2 Medio biótico .....	71
5.4.2.1 Impactos sobre la flora .....	71
5.4.2.2 Impactos sobre la fauna.....	74
5.4.2.3 Impactos sobre los procesos .....	75
5.4.3 Medio perceptual: Paisaje .....	78
5.4.4 Medio Socioeconómico y cultural .....	80
5.4.4.1 Impacto sobre el uso recreativo y productivo.....	80
5.4.4.2 Impacto sobre el patrimonio histórico y cultural .....	82
5.4.4.3 Impacto sobre la población .....	83
5.4.4.4 Impacto sobre la acogida del territorio .....	85
5.4.4.5 Impacto sobre la economía.....	86
5.5 Valoración final.....	89
<b>6. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias .....</b>	<b>91</b>
6.1 Medidas preventivas .....	91
6.2 Medidas correctoras .....	94
6.3 Medidas compensatorias.....	95
<b>7. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental.....</b>	<b>96</b>
7.1 Seguimiento y control de las medidas preventivas .....	96
7.2 Seguimiento y control de las medidas correctivas .....	101
7.3 Seguimiento y control de las medidas compensatorias.....	102
<b>8. Documento de síntesis .....</b>	<b>102</b>
8.1 Descripción del proyecto .....	103

8.2 Propuestas de alternativas.....	104
8.3 Inventario ambiental.....	105
8.4 Identificación y valoración de impactos.....	108
8.5 Medidas preventivas, correctoras y compensatorias .....	108
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>111</b>



## **1. Introducción**

El presente documento es un Estudio de Impacto Ambiental que analiza las consecuencias que tendría la construcción de un parque eólico de 8 nuevos aerogeneradores situados en la Sierra de Cartagena. El trabajo será realizado por el alumno Sergio Salmerón Albaladejo y tutelado por Andrés Perales Agüera como Trabajo de Fin de Estudio para la obtención del graduado en Recursos Minerales y Energía.

Dicho estudio se hará siguiendo las exigencias que dicta la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, en la que se modifica esta última.

### **1.1 La energía del recurso eólico**

#### **1.1.1 Definición de energía eólica**

La energía eólica es una fuente de energía renovable que se obtiene de la transformación de energía cinética del viento en mecánica y después en energía eléctrica. La energía del viento se aprovecha mediante el uso de aerogeneradores y está relacionada con el movimiento de las masas de aire desde zonas de alta presión atmosférica a zonas de menor presión.

#### **1.1.2 Evolución de la energía eólica**

La primera y más sencilla aplicación de la energía del viento corresponde al uso de las velas en la navegación. La referencia más antigua se encuentra en un grabado egipcio que data del III milenio a.C. Las peculiares características de los vientos, su comportamiento irregular, tanto en intensidad como en dirección, exigen para su aprovechamiento una tecnología capaz de desarrollar los mecanismos de regulación y orientación, más complejos que los de los sistemas hidráulicos.

Los primeros ingenios eólicos apuntan hacia la antigua Persia, cuyos territorios eran muy ventosos. Primeramente, aparecieron los molinos de eje vertical: un número determinado de velas montadas verticalmente unidas a un eje y empujadas por el aire reemplazaron el accionamiento animal para proporcionar un movimiento giratorio. Desgraciadamente no se conservan detalles de molinos persas, pero sí es bien conocido el hecho de que a mediados del siglo VII a.C. los molinos de viento eran máquinas bien conocidas en esa parte del mundo, aunque se tratara de diseños bastos y mecánicamente ineficientes.

Los chinos utilizaban desde tiempos inmemoriales los molinos de viento llamados panémonas, usados para bombear agua en las salinas, e incluso algunos historiadores apuntan hacia la posibilidad de que pudieron ser los precursores de los molinos persas.

Las panémonas eran también de eje vertical y sus palas estaban construidas a base de telas sujetas a largueros de madera. La posición de las palas podía variarse para regular la acción del viento sobre el molino.

Hay una gran distancia entre los escasos datos acerca de los molinos persas y aquellos llamados molinos europeos con velas montadas en un eje horizontal, alguno de los cuales se utiliza hasta el día de hoy. Los primeros molinos de eje horizontal tenían una serie de lonas dispuestas a lo largo de una estructura de madera que se debía de orientar hacia el viento incidente. Esta orientación se conseguía haciendo girar el rotor sobre el poste donde se suspendía, guiado por una veleta.

Las primeras referencias de molinos de viento en España datan de la Edad Media. Del período comprendido entre el siglo XVI y el siglo XIX quedan bastantes restos de sistemas eólicos en España como los molinos manchegos y andaluces empleados para moler cereales, molinos cartageneros empleados en irrigación y molinos baleares empleados tanto para molienda como para irrigación.

El siglo XVII es un siglo de grandes avances científicos y tecnológicos. Sin embargo, a principios de este, los principios teóricos de los molinos son todavía apenas conocidos. Las innovaciones no alteraron el formato exterior de los molinos, que se mantuvo sin demasiadas modificaciones, pero en cambio mejoraron los detalles de diseño y construcción apareciendo los sistemas mecánicos de orientación y regulación.

Los molinos de viento evolucionaron en su desarrollo hasta mediados del siglo XIX, introduciéndose continuas mejoras tecnológicas a partir de elementos mecánicos. Las primeras bombas eólicas aparecen hacia 1854, desarrolladas por Daniel Halladay. Son rotores multipalas acoplados mediante un sistema biela-manivela a una bomba de pistón. Hacia 1890 se empieza a fabricar, con álabes metálicos, el conocido molino de bombeo americano, llegando a convertirse en el molino de viento más extendido de cuantos hayan existido.

En España es interesante destacar la masiva presencia de estas máquinas multipala en la isla de Fuerteventura, con importantes modificaciones respecto de las utilizadas anteriormente importadas de los Estados Unidos. Pero fue en 1892, cuando el profesor La Cour diseñó el primer prototipo de aerogenerador eléctrico. Los trabajos de La Cour constituyeron los primeros pasos en el campo de los aerogeneradores modernos.

Poul La Cour fue el pionero de las modernas turbinas eólicas generadoras de electricidad. Construyó la primera turbina eólica generadora de electricidad del mundo en 1891. Poul la Cour realizó sus experimentos de la aerodinámica de las palas en un túnel de viento construido por él mismo. Uno de los primeros lugares donde utilizó la producción de electricidad de sus máquinas eólicas fue en su propia escuela. Utilizaba dicha electricidad para producir electrólisis y obtener así hidrógeno para las lámparas de gas de su escuela.

Los primeros aerogeneradores de corriente alternan surgieron en los años 50 de la mano del ingeniero Johannes Juul. En 1956 se desarrolló el aerogenerador de Gedser (Dinamarca) de 200 kW que representa la antesala de los actuales aerogeneradores.

Otra máquina eólica de trascendencia fue la construida por el profesor Utrich Hutter en 1960 con una potencia de 100 kW y un diámetro de 34 m. Estas máquinas representan los comienzos de diferentes facetas en el desarrollo de la energía eólica: máquinas con potencias del orden de los megavatios las cuales están empezando a aparecer en la escena comercial y los diseños caracterizados por estructuras más livianas que todavía representan el futuro de las máquinas eólicas.

Después de la primera crisis del petróleo de 1973, muchos países despertaron su interés en la energía eólica. En un principio las compañías de energía dirigieron inmediatamente su atención a la construcción de grandes aerogeneradores, tomando como punto de partida el aerogenerador de Gedser. En 1979 construyeron dos aerogeneradores de 630 kW. Estos diseños resultaron extremadamente caros y, en consecuencia, el alto precio de la energía devino un argumento clave en contra de la energía eólica.

En España, el desarrollo actual de la energía eólica comienza en los años 1978-1979, partiendo la iniciativa del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, dando lugar a la instalación de un prototipo de 100 kW de potencia, situado en Tarifa (Cádiz). Siguiendo la tendencia general de la energía eólica, en el periodo comprendido entre 1981 y 1986 se desarrollaron fundamentalmente máquinas de pequeña y mediana potencia que permitían dar un contenido tecnológico básico a la naciente industria del sector.

Durante este periodo, la mayor implantación de sistemas eólicos se produjo en Estados Unidos. Miles de máquinas fueron instaladas en el programa eólico de California a principios de los 80. La Micon de 55 kW (máquina eólica de origen danés) es un ejemplo de tales máquinas, instalada en un enorme parque eólico de más de 1.000 máquinas en Palm Springs (California).

En España, el Plan de Energías Renovables de 1986 puso en práctica una serie de medidas que facilitaron la introducción de energías a gran escala como la eólica. De esta manera, la iniciativa pública hizo posible la instalación de los primeros parques eólicos de pequeña dimensión (oscilando entre 300 y 600 kW de potencia instalada a partir de máquinas de 30 kW).

El lanzamiento de nuevos productos o de mayor fiabilidad y eficiencia se inicia con un proceso de innovación tecnológico, seguido por una fase de demostración y difusión, alcanzando la madurez comercial al lograr un volumen suficiente de producción. Las energías renovables, y en particular la energía eólica, se encuentran en diferentes estadios de esta cadena, que por el bien común deben consolidarse hasta llegar a constituir recursos plenamente desarrollados.



### 1.1.3 Origen y utilización del viento

Se considera viento a toda masa de aire en movimiento, que surge como consecuencia del desigual calentamiento de la superficie terrestre. La no uniformidad del flujo de radiación solar incidente hace que unas zonas se calienten más que otras, provocando movimientos convectivos de la masa atmosférica. El aire caliente asciende, arrastrando aire más frío proveniente de una región vecina. Al subir se enfría, por lo que aumenta su densidad, descendiendo para repetir el ciclo. No obstante, las condiciones generales de los vientos son modificadas localmente por temporales y gradientes de temperatura originados por los desiguales calentamientos de superficies de tierra y agua o por diversos accidentes orográficos, se puede considerar que los vientos vienen dirigidos por determinados centros de acción de la atmósfera, siendo lo más frecuente que su desplazamiento sea en sentido horizontal. La atmósfera no es homogénea, estando fraccionada en un número bastante grande de masas de aire más o menos calientes; la transición entre dos masas de aire puede ser lenta y continua o, por el contrario, brusca, constituyendo entonces una superficie frontal que forma una cierta pendiente en la que el aire caliente, más ligero, está por encima del aire frío.

Existe un axioma (Bjerknes) que indica el movimiento o sentido de giro del viento: Cuando el gradiente de presión y el gradiente de temperatura tienen distinta dirección, se produce una circulación de aire de sentido el camino más corto desde el gradiente de presión al de temperatura.

Los factores que más nos afectan en nuestro parque eólico de la Sierra de Cartagena serían el viento sinóptico, la dirección del viento a nivel del suelo y la frecuencia de las direcciones.

El viento sinóptico sopla prácticamente en la horizontal, lo que permite esquematizar su movimiento por un vector orientado en el sentido hacia el cual sopla y cuyo origen está situado en el lugar de observación. Sus características vienen determinadas en función de situaciones meteorológicas dadas y muy precisas, como son la configuración isobárica y posición de los frentes, teniendo en cuenta también para cualquier lugar, tanto las condiciones geográficas regionales, como las locales (relieves, costas, etc). En nuestro caso los vientos sinópticos que más nos pueden influir son los siguientes:

- El viento sopla de las altas a las bajas presiones, donde nos encontramos dos situaciones comunes:
  - Alta presión en el Mar de Alborán y baja presión en el Golfo de Cádiz. Viento de Levante con efecto de embudo en el Mar de Alborán y difluencia en el Golfo de Cádiz.
  - Alta en el Golfo de Cádiz y baja en el Mar de Alborán. Viento de Poniente. Entrada abierta en el Golfo de Cádiz, confluencia en el Estrecho y efecto embudo en el Mar de Alborán



Ilustración 1. Dirección del viento según la presión

- Vientos de Levante, encontrándonos tres situaciones:
  - Componente E-NE. Anticiclón sobre España y Portugal Bajas presiones en Marruecos-Canarias.
  - Componente E. Anticiclón con eje horizontal sobre el Golfo de Vizcaya y mitad Norte de España. Bajas presiones sobre Marruecos.
  - Componente E. Altas presiones sobre el Norte de España, Baleares y Mediterráneo occidental. Bajas entre Canarias y el Golfo de Cádiz.

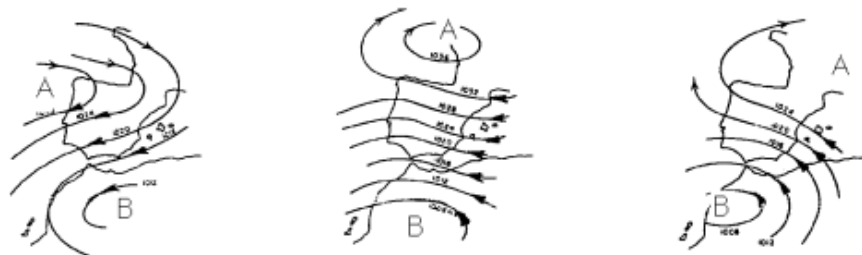


Ilustración 2. Dirección de los vientos de Levante

- Vientos de Poniente, donde las tres situaciones más propensas son:
  - Componente W-NW. Vaguada en forma de V en altura, cruzando sobre la Península.
  - Componente W. Profunda borrasca cerrada a todos los niveles sobre el Golfo de Vizcaya, con marcados gradientes de presión en superficie.
  - Componente W-SW. Baja presión pasando desde el Golfo de Cádiz hacia las Baleares. Apareciendo una vaguada en forma de U.

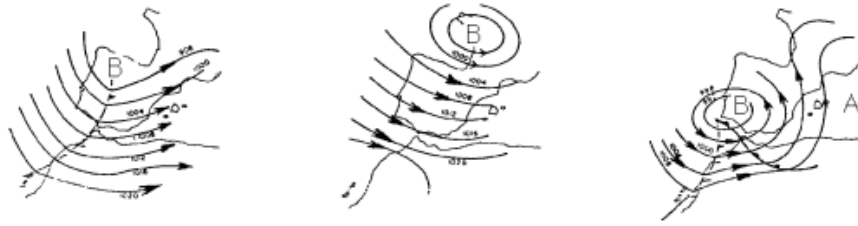


Ilustración 3. Dirección de los vientos de Poniente

La dirección del viento a nivel del suelo, medida generalmente a algunos metros sobre el mismo, está fuertemente influenciada por la situación topográfica del lugar considerado. A altitudes de hasta 100 metros sobre la superficie terrestre, los vientos están muy influenciados por las características de dicha superficie. El viento es frenado por la rugosidad de la superficie de la tierra y por los obstáculos. Cuando los vientos a gran escala son suaves, los vientos locales pueden dominar los regímenes de viento. Los principales efectos locales son:

- Brisas. Durante el día la tierra se calienta más rápidamente que el mar por efecto del sol. El aire sube, circula hacia el mar, y crea una depresión a nivel del suelo que atrae el aire frío del mar, a esto se le conoce como brisa marina.
- Vientos catabáticos. Es el producido por el descenso de aire fresco desde regiones elevadas o regiones más bajas, en forma de brisas, a través de laderas y valles.
- Viento anabáticos. El viento anabático es el que presenta una componente vertical ascendente, siendo el término opuesto a catabático.
- Variaciones diurnas del viento. En la mayoría de las localizaciones del planeta el viento sopla más fuerte durante el día que durante la noche. Esta variación se debe mayoritariamente a las diferencias de temperatura. El viento presenta también más turbulencias y tiende a cambiar de dirección más rápidamente durante el día que durante la noche.
- Efecto túnel: Entre dos promontorios, el aire al pasar se comprime en la parte que está expuesta al viento, y su velocidad crece considerablemente.
- Efecto colina: Una forma corriente de emplazar aerogeneradores es situándolos en colinas o estribaciones dominando el paisaje circundante. En las colinas, siempre se aprecian velocidades de viento superiores a las de las áreas circundantes.

## 1.2 Contexto energético

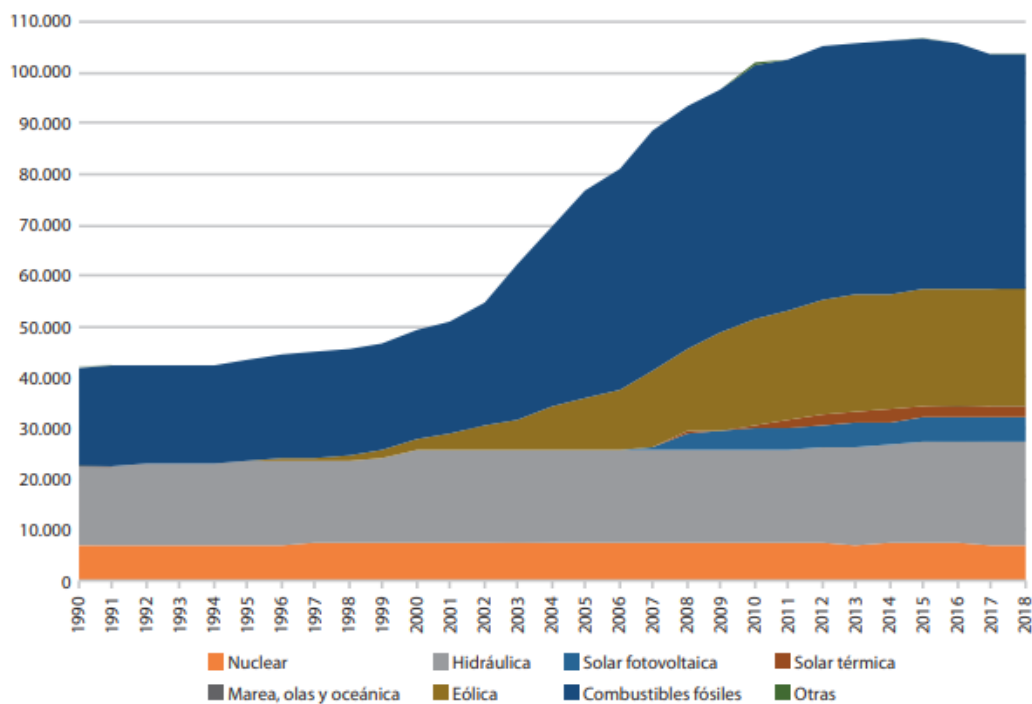
Las tecnologías de energía renovable están dominando el mercado global de capacidad de nueva generación. La electrificación del transporte muestra signos tempranos de aceleración y tecnologías como las baterías están experimentando reducciones rápidas de costes. Además, la descarbonización y el cubrir la demanda de refrigeración y transporte hacen que las energías renovables irrumpen con gran fuerza.

La energía eólica se trata de una energía limpia y renovable, además de ser una opción bastante económica entre las nuevas fuentes de energía en el tema de la reducción de CO2 para la generación de energía eléctrica. Estas facetas positivas han hecho que se convierta en uno de los pilares del futuro y que muchos países a nivel internacional apuesten por la energía eólica para la producción de electricidad.

### 1.2.1 La energía eólica en España

La generación eléctrica bruta a partir de fuentes de energía renovables durante el año 2018 alcanzó los 106.619 GWh, representando el 38,8% del total de la generación eléctrica, lo que supone un incremento del 18% respecto al año anterior. Al igual que en los últimos años, la tecnología con mayor producción fue la eólica, alcanzando el 48% del total de la generación renovable, con un ligero incremento respecto al año anterior.

La energía eólica, respecto al año 2017, aumentó su contribución al mix eléctrico en un 3,6%, hasta un valor de 50.896 GWh, debido al incremento de potencia instalada. Haciendo que el sector eólico español sea uno de los líderes mundiales.



*Gráfico 1. Evaluación de la potencia eléctrica instalada acumulada en España, según el tipo de energía*

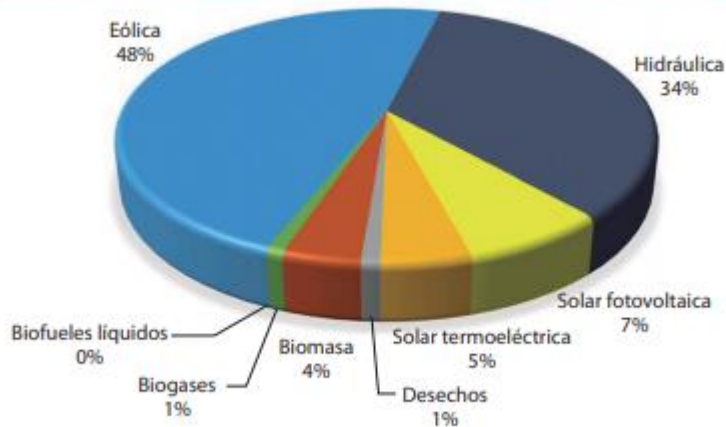
En este gráfico se muestra los principales datos referentes a la evaluación de la potencia eléctrica instalada acumulado y su evolución en los últimos años, donde podemos observar el considerable aumento de la energía eólica en el país respecto a los años anteriores al 2018.

<b>Desglose de la Producción bruta total (GWh)</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Total</b>	<b>275.726</b>	<b>274.452</b>	<b>100,00%</b>	<b>-0,46%</b>
Nuclear	58.039	55.766	20,32%	-3,92%
<b>Hidráulica</b>	<b>21.070</b>	<b>36.803</b>	<b>13,41%</b>	<b>74,67%</b>
Por bombeo	2.748	2.469	0,90%	-10,15%
Solar fotovoltaica	8.514	7.877	2,87%	-7,48%
Solar térmica	5.883	4.867	1,77%	-17,27%
Eólica	49.127	50.896	18,54%	3,60%
<b>Combustibles fósiles</b>	<b>133.002</b>	<b>118.149</b>	<b>43,05%</b>	<b>-11,17%</b>
Carbón	46.349	38.716	14,11%	-16,47%
Fuel	15.766	14.498	5,28%	-8,04%
Gas Natural	64.037	58.004	21,13%	-9,42%
Biocombustible y residuos	6.850	6.931	2,53%	1,18%
Otras fuentes (recuperación de calor)	91	94	0,03%	3,30%

*Tabla 1. Desglose de la producción bruta total en España*

De esta tabla podemos observar como las energías no renovables redujeron su participación, al contrario de las renovables. La energía eólica, con un 18,54% fue la tercera fuente de generación, tras los ciclos combinados, con un 21,13% y la nuclear, con un 20,32%.

**FIGURA 9.5. REPARTO PORCENTUAL DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE POR FUENTE AÑO 2018**



*Gráfico 2. Reparto porcentual de la generación eléctrica renovable en España (2018)*

Dentro del apartado de las renovables podemos ver como en el año 2018 el sector eólico fue primero, en cuanto a generación de electricidad se refiere. Demostrando, una vez más, la importancia de este tipo de energía dentro de la generación de energía eléctrica en nuestro país. El sector eólico español es uno de los líderes mundiales, siendo el cuarto exportador de aerogeneradores a nivel mundial. De hecho, España exporta tecnología por valor de 2925 millones de euros al año.

Finalmente hay que resaltar que el 17,8% del total de las emisiones se produce por la generación eléctrica, aunque se produjo un descenso del 13,3%, de las emisiones en la generación eléctrica respecto al año anterior, debido a la disminución del consumo de combustibles fósiles, por la disminución del -0,5% en la generación eléctrica total y el aumento de la generación hidráulica (+84,9% respecto a 2017), y el aumento del 3,5% en la producción de origen eólico. Como consecuencia del incremento en el uso de fuentes renovables, la generación eléctrica en ciclos combinados descendió un -18,9%, en térmicas de carbón un -17,2% y la que utiliza combustibles líquidos descendió un -4,3%.

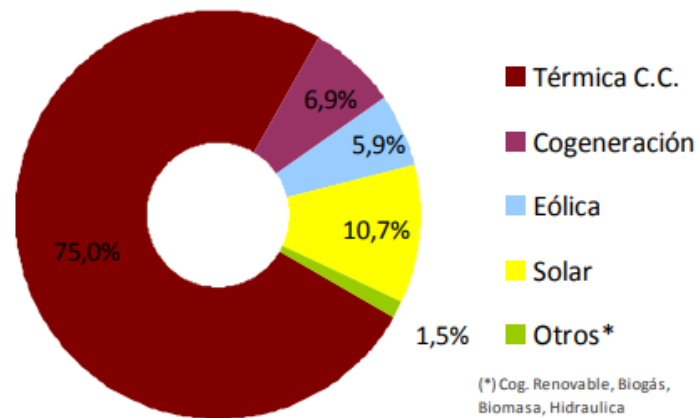
### 1.2.2 La energía eólica en la Región de Murcia

En el ejercicio 2014 el consumo final de energía eléctrica en la Región de Murcia crece un 2,6% para situarse en 7,6 TWh. Teniendo en consideración los consumos eléctricos, térmicos y de biocarburantes, la energía final consumida en la Región de Murcia procedente de fuentes de energía renovables ha sido por tanto en 2014 de 390 ktep, lo que supone un aumento del 1% con respecto a 2013. Además, La Región de Murcia, al no disponer de recursos energéticos autóctonos para la obtención de materias primas energéticas convencionales como el petróleo, el gas o el carbón, cuenta únicamente con el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables como el sol, el viento, la biomasa o los saltos hidráulicos para la producción de energía primaria.

En 2014 la producción regional de energía de origen renovable ha supuesto un total de 300 ktep, suponiendo una variación negativa con respecto a 2013 del 10,3%, cambiando la tendencia de años precedentes. Las plantas de producción regionales no están participando en la medida de otros ejercicios probablemente debido a factores meteorológicos, como la escasez hídrica o la falta de viento, y de regulación del mercado eléctrico, afectando principalmente a las tecnologías renovables y de cogeneración.

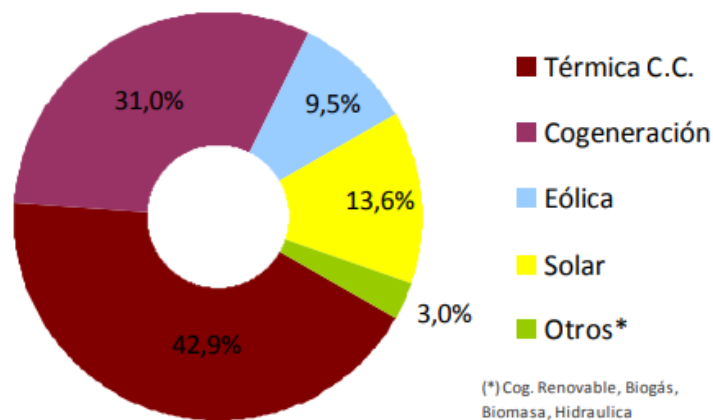
La Región de Murcia tiene catorce parques eólicos instalados con un total de potencia de 261,95 megavatios (MW), representando un aproximado del 1,13% de la potencia instalada dentro del territorio español. No obstante, dentro de la Región de Murcia tiene una aportación bastante útil, como podemos ver en los siguientes gráficos:

**Estructura de potencia instalada.**



*Gráfico 3. Estructura de potencia instalada en la Región de Murcia (2014)*

**Distribución de la participación en generación.**

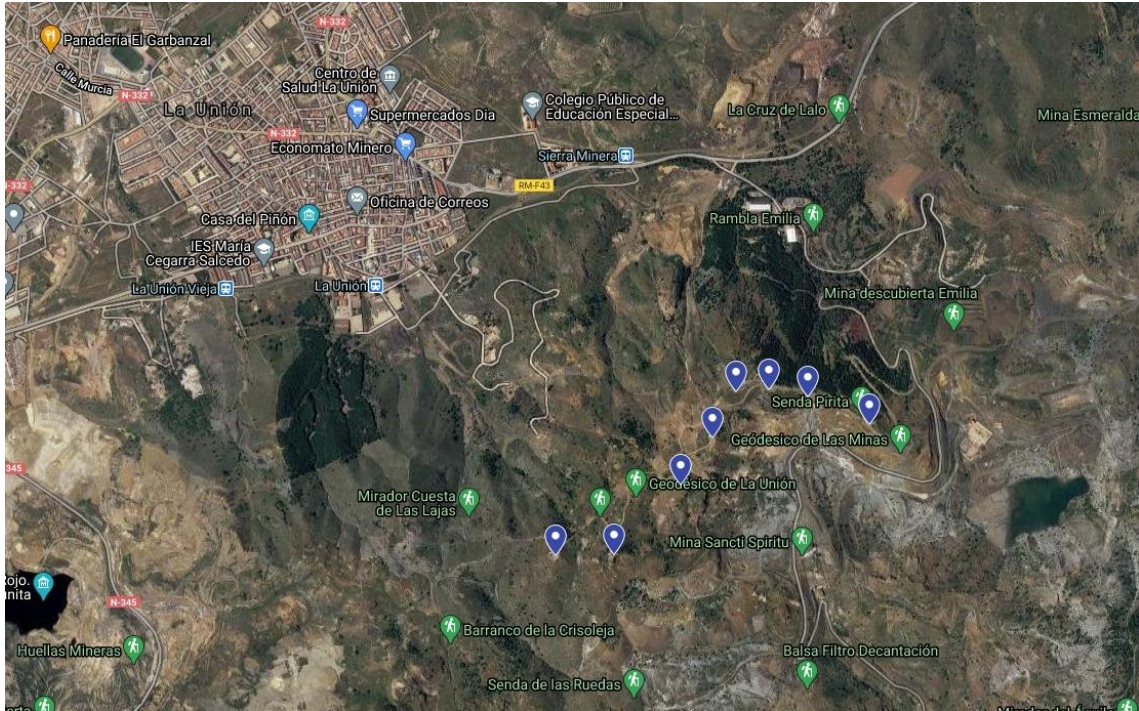


*Gráfico 4. Distribución de la participación en generación de la Región de Murcia (2014)*









*Ilustraciones 4 y 5. Localización del parque eólico de La Unión y de sus aerogeneradores*

En la próxima tabla podemos ver las coordenadas UTM de los 8 aerogeneradores:

	X	Y
Aerogenerador 1	688.197	4.164.313
Aerogenerador 2	688.410	4.164.315
Aerogenerador 3	688.657	4.164.593
Aerogenerador 4	688.769	4.164.757
Aerogenerador 5	688.861	4.164.933
Aerogenerador 6	688.978	4.164.945
Aerogenerador 7	689.122	4.164.920
Aerogenerador 8	689.357	4.164.822

*Tabla 2. Coordenadas UTM de los aerogeneradores*

## 2.2 Características generales del proyecto

El parque constará de 8 aerogeneradores SG 4.7-155 diseñados por Siemens Gamesa Renewable Energy, lo que nos permitirá tener una potencia instalada de 37,6 MW. Este diseño es perfecto para clientes que buscan potencias nominales superiores a 4 MW emplazamiento con vientos bajos, como ocurre en nuestra zona. Su diseño optimizado para velocidades de viento medias, su modularidad y flexibilidad le permiten adaptarse a una amplia gama de sitios. En las siguientes tablas podemos ver las especificaciones técnicas más relevantes:

<i>Detalles generales</i>	
<i>Potencia Nominal</i>	<i>4,7 MW</i>
<i>Clase de viento</i>	<i>IEC IIIB</i>
<i>Rango de potencia</i>	<i>4 – 5 MW</i>
<i>Control</i>	<i>Pitch y velocidad variable</i>
<i>Temperatura de operación estándar</i>	<i>Rango desde -20°C hasta 45°C</i>
<i>Número de palas</i>	<i>3</i>
<i>Características del rotor</i>	
<i>Diámetro</i>	<i>155 m</i>
<i>Área de barrida</i>	<i>18,868 m<sup>3</sup></i>
<i>Velocidad rotacional</i>	<i>10,77 rpm</i>
<i>Densidad de potencia</i>	<i>249 W/m<sup>2</sup></i>
<i>Características de las palas</i>	
<i>Longitud</i>	<i>76 m</i>
<i>Perfiles aerodinámicos</i>	<i>Siemens Gamesa</i>
<i>Material</i>	<i>Infusión de fibra de vidrio y componentes de carbono pultruidos</i>
<i>Características de la torre</i>	
<i>Altura</i>	<i>102,5 m</i>
<i>Multiplicadora</i>	
<i>Caja de cambios</i>	<i>3 etapas</i>
<i>Generador</i>	
<i>Tipo</i>	<i>Doblemente alimentado (DFIG), asíncrono y trifásico</i>
<i>Tensión</i>	<i>690 V AC</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>50 Hz</i>
<i>Clase de protección</i>	<i>IP 54</i>
<i>Factor de potencia</i>	<i>0,9 CAP- 0,9 IND en todo el rango de potencias</i>

Tabla 3. Datos técnicos del aerogenerador Siemens Gamesa SG 4.7-145

Gracias a la incorporación de la tecnología DinoTails® Next Generation en sus palas, este aerogenerador nos garantiza una máxima producción de energía y unos niveles de emisión de ruido reducidos. Además, integra nuevas tecnologías y estrategias de control que optimizan la eficiencia de la turbina en función de la potencia, temperatura, requerimientos de ruido, y prestaciones eléctricas del proyecto.

El parque eólico constará de una red de media tensión encargada de conectar y transportar la energía producida por los diferentes aerogeneradores hasta la subestación elevadora donde la energía se volcará a la red de transporte. Esta red se encontrará soterrada, y como hemos dicho conectará el módulo de salida de un aerogenerador con el módulo de entrada del generador siguiente de la misma línea. Así, sucesivamente, hasta llegar a las celdas de la subestación. Cada aerogenerador dispondrá en la base de su torre celdas de media tensión donde se realizarán las conexiones de los conductores que hay de una torre a otra, también tendrán la función de maniobrar y de proteger al transformador de servicios auxiliares.

La instalación necesitará de elementos auxiliares encargados de mantener el aerogenerador en un estado de funcionamiento óptimo con el fin de evitar averías, o simplemente para conseguir el máximo provecho de este. Los elementos auxiliares son:

- Transformador trifásico: El aerogenerador dispondrá de un transformador trifásico de 400 V en la góndola, y será el encargado de alimentar a los motores, bombas y calentadores situados en el interior de la instalación.
- Transformador monofásico. Se instalará un transformador monofásico 400/230 V en la base de la torre con el propósito de alimentar consumos tales como luces, tomas de corriente, o el equipo de gestión y medida.
- Baterías. Se dispondrá de un equipo de baterías para mantener el control del aerogenerador en caso de fallo y desconexión de este. Estas irán conectadas mediante un convertidor AC-DC.
- Sistemas electrónicos. Todos los aerogeneradores contarán con un sistema electrónico dedicado al control y a la adquisición de datos (SCADA), cuyas funciones principales son la de controlar los procesos de inicio de operación y de conexión a la línea eléctrica, regulación de velocidad y potencia de salida, orientación del rotor con respecto a la dirección del viento, controlar los procesos de paro forzado, mantener las mejores condiciones de operación normal, y la de ser la interfaz local entre el operador y la máquina con el fin de adquirir y procesar los datos del comportamiento operacional de cada aerogenerador.

## 2.3 Acciones del proyecto

El proyecto se dividirá en tres fases: de ejecución, de explotación y de clausura. Cada fase producirá diversas acciones afectando positiva o negativamente al medio ambiente. A continuación, se mostrarán las diferentes acciones que pueden acarrear algún impacto.

### 2.3.1 Fase de construcción

En esta fase se diferenciarán cinco procesos que darán a lugar a las siguientes acciones susceptibles de producir algún impacto:

#### Acondicionamiento y trazado de accesos

- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Movimiento de tierras y explanación: Desmonte y terraplenado.
- Creación de nuevos caminos, tales como rampas de acceso.
- Circulación de vehículos y de maquinaria de construcción.
- Despeje y desbroce de vegetación.
- Acumulación de residuos y materiales empleados en la construcción.
- Drenajes.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Plataformas de montaje

- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Circulación de vehículos y de maquinaria de construcción.
- Acumulación de residuos y materiales empleados en la construcción.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Edificaciones anejas

- Circulación de vehículos y de maquinaria de específica.
- Explanación y excavación
- Despeje y desbroce.
- Construcción de estructuras civiles.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Infraestructura eléctrica

- Circulación de vehículos y maquinaria específica.
- Desbroce de vegetación.
- Movimiento de tierras: Desmonte, terraplenado y excavación.

- Acumulación de residuos y materiales de construcción.
- Red subterránea de media tensión.
- Montaje de los apoyos de la línea eléctrica de evacuación de alta tensión.
- Toma de tierra.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Montaje de los aerogeneradores

- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Movimiento de tierras y explanación: Desmonte y terraplenado.
- Circulación de vehículos y de maquinaria pesada
- Despeje y desbroce de vegetación.
- Acumulación de residuos y materiales empleados en la construcción.
- Generación de puestos de trabajo.

#### 2.3.2 Fase de explotación

Es la fase de operación y mantenimiento del parque eólico, los procesos que pueden ser susceptibles de producir impacto son:

#### Funcionamiento de aerogeneradores

- Ocupación del terreno.
- Ocupación del espacio aéreo.
- Operaciones de mantenimiento.
- Almacenamiento de recambios de elementos no usables, y materiales de mantenimiento.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Accesos

- Circulación de vehículos.
- Ocupación del terreno.
- Mantenimiento de caminos.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Instalación eléctrica

- Ocupación del terreno.
- Operaciones de mantenimiento.
- Generación de puestos de trabajo.

### 2.3.3 Fase de clausura

Como su nombre indica se trata del desmantelamiento del parque eólico tras la explotación de la vida útil de este. Las acciones que podrían producir impacto son las siguientes:

#### Retirada de instalaciones

- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Circulación de vehículos.
- Acumulación de residuos y materiales empleados en la construcción.
- Transporte de residuos y materiales empleados en la construcción.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Restauración del medio

- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Circulación de vehículos.
- Movimiento de tierras y explanación: Desmonte, terraplenado y reperfilado.
- Revegetación.
- Acumulación de residuos y materiales empleados en la retirada.
- Transporte de residuos y materiales empleados en la retirada.
- Generación de puestos de trabajo.

## 2.4 Gestión de los residuos

La energía eólica no produce demasiados residuos, al contrario de lo que podría ocurrir con otras fuentes de energía convencionales. No obstante, aunque se produzca un número menor hay que tenerlos en cuenta. La mayor parte de estos residuos se produce durante la fase de construcción del parque eólico debido a la gran cantidad de materiales de construcción, vegetación removida durante el desbroce, la tierra acumulada en los movimientos de tierra, etc.

A continuación, se mostrará una tabla de algunos de los posibles residuos que se pueden generar durante las fases del parque eólico y sus posibles tratamientos:

TIPO DE RESIDUO	POSIBLE TRATAMIENTO
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	

Residuos de grava y rocas trituradas	Reciclado
Hormigón	Reciclado
Residuos de arena y arcilla	Reciclado
Cartón	Reciclado
Madera	Reciclado
Plástico	Reciclado
Vidrio	Reciclado
Cableado	Reciclado
Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero
Mezcla de residuos municipales (basura)	Reciclado / Vertedero
<b>RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS</b>	
Cableado que contiene hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Tratamiento Físicoquímico
Residuos de aceites hidráulicos	Depósito/Tratamiento
Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	Depósito/Tratamiento
Absorbentes, materiales de filtración y trapos de limpieza contaminados por sustancias peligrosas	Depósito/Tratamiento
Residuos de combustibles líquidos	Depósito/Tratamiento
Baterías	Depósito/Tratamiento

Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio	Depósito/Tratamiento
Ceras y grasas usadas	Depósito/Tratamiento
Aerosoles vacíos	Depósito/Tratamiento
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Depósito/Tratamiento

*Tabla 4. Tipo de residuos y tratamientos.*

Los residuos que se generan en el desarrollo del parque eólico están obligados a entregarlos a un gestor autorizado de residuos para su valorización o eliminación y a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad. Para ayudar con dicha tarea también existirá un Punto de Almacenamiento de Residuos Peligrosos (RP), que deberá de cumplir los siguientes requerimientos:

- Estará alejado del trasiego de la obra.
- El lugar será una solera de hormigón techada con un reborde perimetral para evitar derrames.
- Todos los contenedores de los residuos dispondrán de tapa y estarán correctamente identificados y etiquetados.
- No será admisible la mezcla de RP de distinto tipo.
- La zona estará correctamente señalizada.

En la fase de clausura se llevará a cabo la demolición de la infraestructura del parque o, en su defecto, reemplazarla cuando acabe la vida útil de este por si se quiere aprovechar algunas de las partes del parque para futuros proyectos. Además, todas las instalaciones temporales como área de casetas, zonas de lavado de canaletas o de almacenamiento de residuos peligrosos deberán de ser retiradas.

## 2.5 Caminos de acceso

Las carreteras más cercanas a la ruta serían la RM-F44 y la RM-F43, siendo esta última la ruta óptima para llegar al parque eólico, ya que tomando esta carretera se podrá coger



un camino de propiedad privada para acceder a todas las localizaciones de cada uno de los aerogeneradores. También hay caminos alternativos, pero con accesos más dificultosos para acceder con vehículos. El Sancti Spiritu está situado a una cota aproximada de 300 metros sobre el nivel del mar.

Otra manera que nos ayudaría a llegar al parque eólico sería por avión, donde los aeropuertos más cercanos de La Unión son: Aeropuerto de Murcia-San Javier a 17.91km, el aeropuerto de Alicante a 79.23km, y el aeropuerto de Almería a 157.60km.

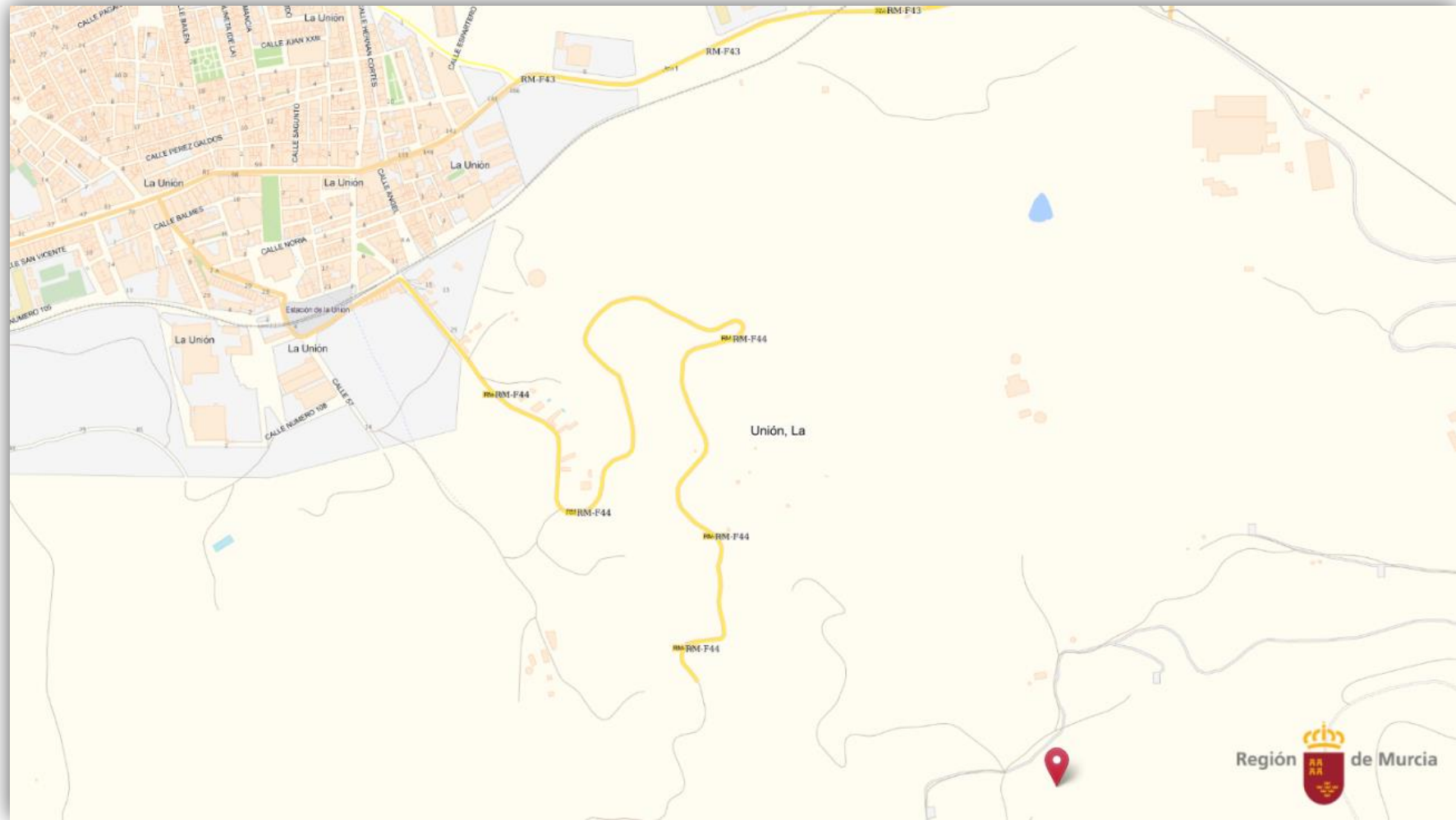


Ilustración 6. Carreteras de acceso más próximas al parque

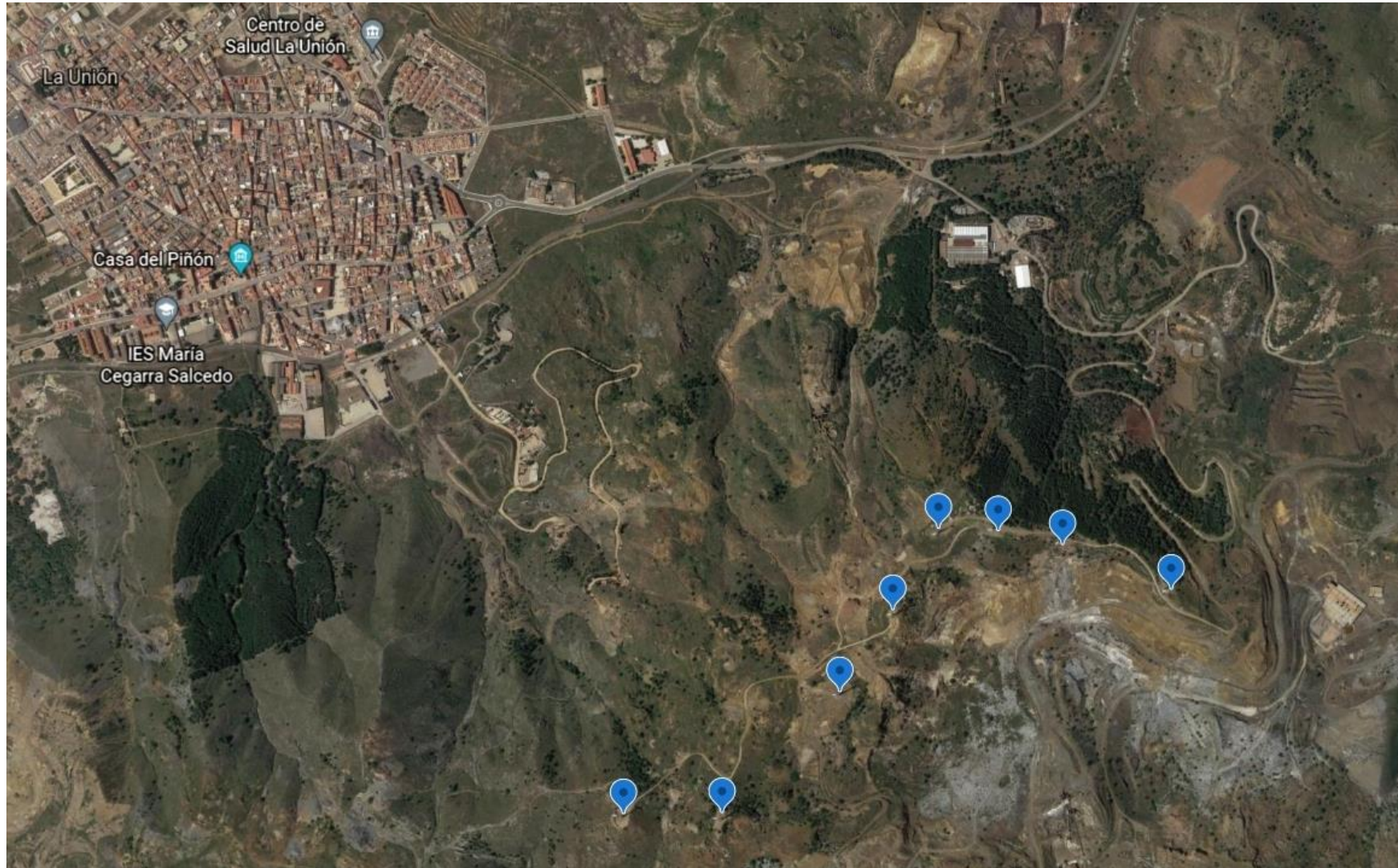


Ilustración 7. Camino de acceso a la ubicación de los aerogeneradores

### 3. Propuesta alternativas

Se propondrán tres alternativas distintas con respecto al proyecto.

**Alternativa 0:** La alternativa 0 o, de no actuación, básicamente es la no realización de ningún proyecto.

**Alternativa 1:** Esta alternativa es la de mantener los 8 aerogeneradores con el modelo que se ha hablado anteriormente, es decir, el SG 4.7 – 155.

**Alternativa 2:** Consiste en construir 8 aerogeneradores de menor envergadura, sustituyendo el modelo actual por otro de menor tamaño. Para esta alternativa emplearemos como ejemplos el modelo V120 de Vestas y el diseño estadounidense wt1650df de Amsc.

A continuación, se mostrará un resumen de las especificaciones técnicas más relevantes para su estudio:

	<b>V120</b>	<b>wt1650df</b>
Potencia nominal	2.200 kW	1.650 kW
Clasificación viento	Vientos moderados (IEC S)	Vientos moderados (Velocidad nominal de 12 m/s)
Diámetro del rotor	120m	82m
Altura de la torre	80	70
Rango de temperatura de funcionamiento	-20 °C a 45 °C	-10°C a 55°C

*Tabla 5. Especificaciones más relevantes de los modelos V120 y WT1650df*

Para la valoración de estas alternativas realizaremos un análisis básico teniendo en cuenta criterios como el ambiental, funcional, económico y uno multicriterio, donde se tendrán en cuenta todos en conjunto.

La alternativa 0 no se tendrá en cuenta en esta valoración, y será descartada como la opción más favorable, ya que no tendría sentido hacer un análisis de esta si no se realiza ningún proyecto porque el impacto ambiental y el desarrollo económico que generaría sería nulo.

### **Criterio ambiental**

Desde este punto de vista se podría considerar que la alternativa 2 sería la más recomendada, ya que se produce un pequeño ahorro en los materiales de construcción y de mantenimiento, una menor ocupación del terreno y del espacio aéreo, debido a que el tamaño de estos aerogeneradores es menor. Además, al ser más pequeños también se reduce el nivel de ruido y de residuos que puedan generar. Supone también un menor impacto visual, aunque sea de unos pocos metros.

### **Criterio funcional**

Desde el criterio funcional no se puede decir lo mismo que desde el criterio ambiental, ya que no se ve de una forma tan clara.

Se reduce la potencia instalada de 37,6 MW a 17,6 MW para el modelo V120 y a 13,2 MW para el modelo wt1650df, lo que supone una gran disminución de la energía que puede generar el conjunto eólico. También hay que tener en cuenta que la instalación que se tiene que hacer es similar, por ejemplo, la instalación eléctrica y de seguimiento se tiene que crear igualmente para el funcionamiento de los aerogeneradores del parque, además se puede aprovechar materiales sobrantes de otros aerogeneradores para la construcción de otros por lo que no se realizará un gasto de materiales tan exagerado comparándolo que si utilizáramos un modelo de menor tamaño.

El único punto negativo sería el ahorro de tiempo del mantenimiento al tratarse de un modelo más grande, pero la diferencia no es demasiado notoria.

### **Criterio económico**

Reduciendo la cantidad de material a emplear y maquinaria, está claro que se reducen los costes de inversiones iniciales usando un aerogenerador de menor tamaño. No obstante, hay que plantearse si esto a largo plazo es rentable ya que se va a generar menos energía y si esta será capaz de suplir la inversión inicial.

### **Análisis multicriterio**

En general se puede ver como desde el punto de vista económico y ambiental los efectos de construir un aerogenerador de menor tamaño es mejor opción, al menos de primeras. Sin embargo, el criterio funcional dice prácticamente lo contrario. En resumen, si tenemos en cuenta todos los criterios hay que priorizar según lo que se pretenda alcanzar, de esto



dependerá también otros factores como el capital inicial que estaremos dispuestos a invertir o la gestión eficiente de nuestros recursos.

Si se quiere reducir brevemente el impacto ambiental, se busca ahorrar en costes y no nos importe tanto la cantidad de energía generada, una buena opción, sin duda, sería la alternativa 2. En cambio, si se opta por la opción de la rentabilidad a largo plazo, gestionando bien los recursos para que el impacto producido sea el menor posible y, partiendo de que se esté dispuesto a invertir un capital inicial mayor en la construcción de un modelo más robusto, la mejor opción sería la alternativa 1.

## **Conclusión**

Si nos ceñimos a que la finalidad de un parque eólico es generar electricidad de la manera más limpia posible, la alternativa 1 es la más correcta. Ya que, apoyándonos en los criterios mostrados anteriormente, es la que mejor cumple este objetivo teniendo en cuenta que medioambientalmente la utilización de un diseño más robusto y grande a uno más pequeño supone un impacto no tan notorio, cumpliendo mejor el objetivo de un parque eólico porque con esta alternativa la energía generada es algo más del doble.

En conclusión, continuaremos desarrollando el impacto ambiental con el modelo SG 4.7 – 155, desechando también la alternativa 2.

## **4. Inventario ambiental**

### **4.1 Medio abiótico**

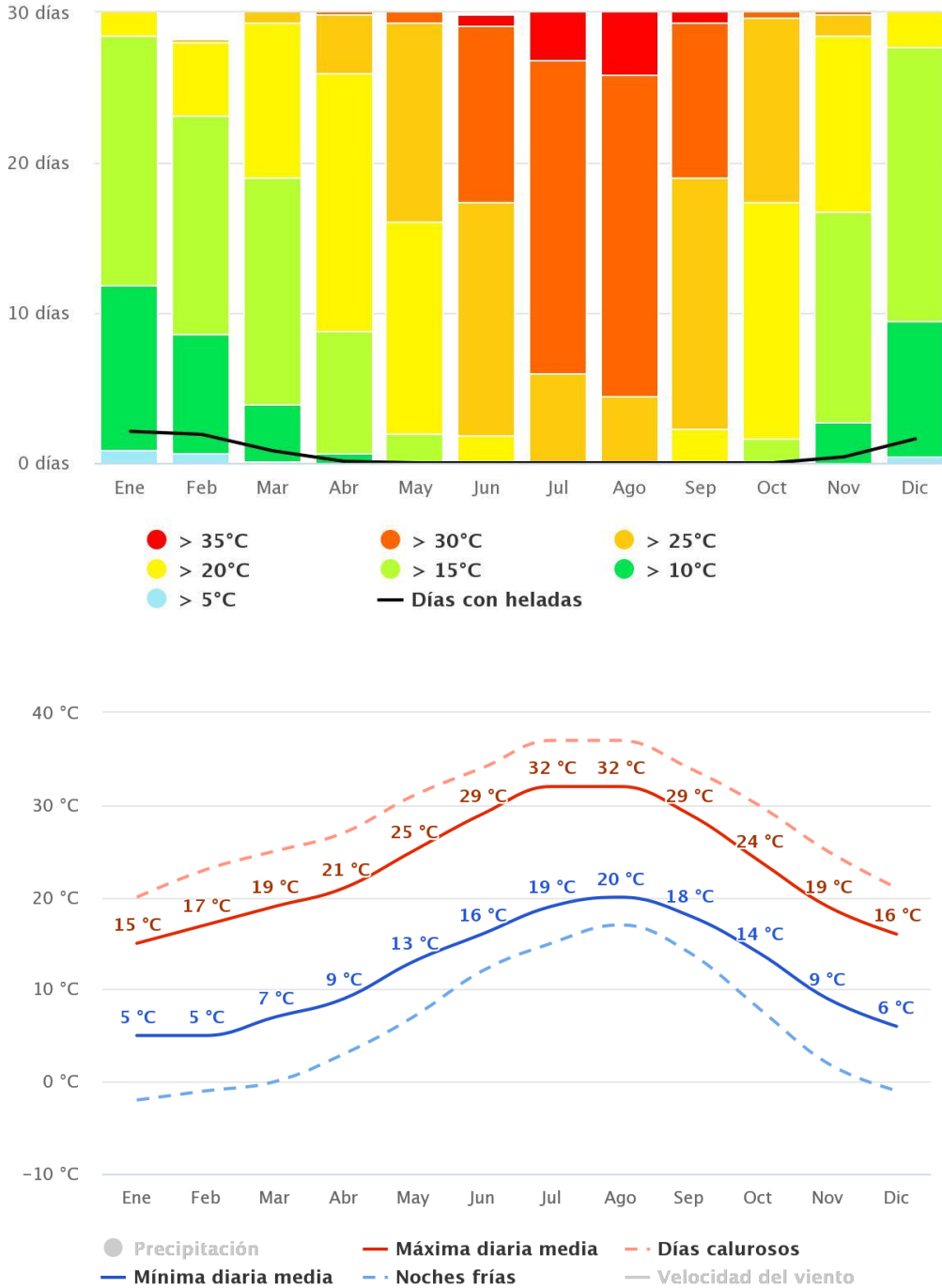
El parque eólico está ubicado en el sureste de la Región de Murcia, concretamente en la sierra minera de Cartagena que es una formación montañosa que se extiende en dirección este-oeste a lo largo de 26 km de costa desde la ciudad de Cartagena hasta Cabo de Palos. Su máxima elevación se produce en el cerro del Sancti Spíritus.

#### **4.1.1 Climatología**

El clima es de tipo mediterráneo semiárido, con un acusado periodo seco en los meses de verano y unas precipitaciones anuales escasas, repartidas de forma desigual a lo largo del año. Gracias a los diagramas climáticos que se mostrarán en los siguientes puntos podremos precisar más en la climatología. Dichos diagramas son obtenidos de la página

meteoblue, basándose en datos obtenidos de 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos.

#### 4.1.1.1 Temperatura



Gráficos 5 y 6. Temperaturas medias en el municipio de La Unión

La temperatura media anual se sitúa en torno a los 19 grados, llegando máximos diarios medios de 32°C y a temperaturas mínimas diaria media de 6°C. Las temperaturas más altas suceden en los meses julio y agosto, por el contrario, las temperaturas más bajas suceden en los meses de diciembre y enero. Por lo que se puede decir que los veranos son donde se producen los días más calurosos y en invierno las temperaturas son bastante más moderadas, sin llegar a producirse prácticamente ningún día helado.

También existe un gradiente térmico que se modifica como consecuencia de los desniveles topográficos existentes en la cadena montañosa. Las variaciones son del orden de 0,45 °C en la temperatura media por cada 100 metros de altitud.

#### 4.1.1.2 Pluviometría

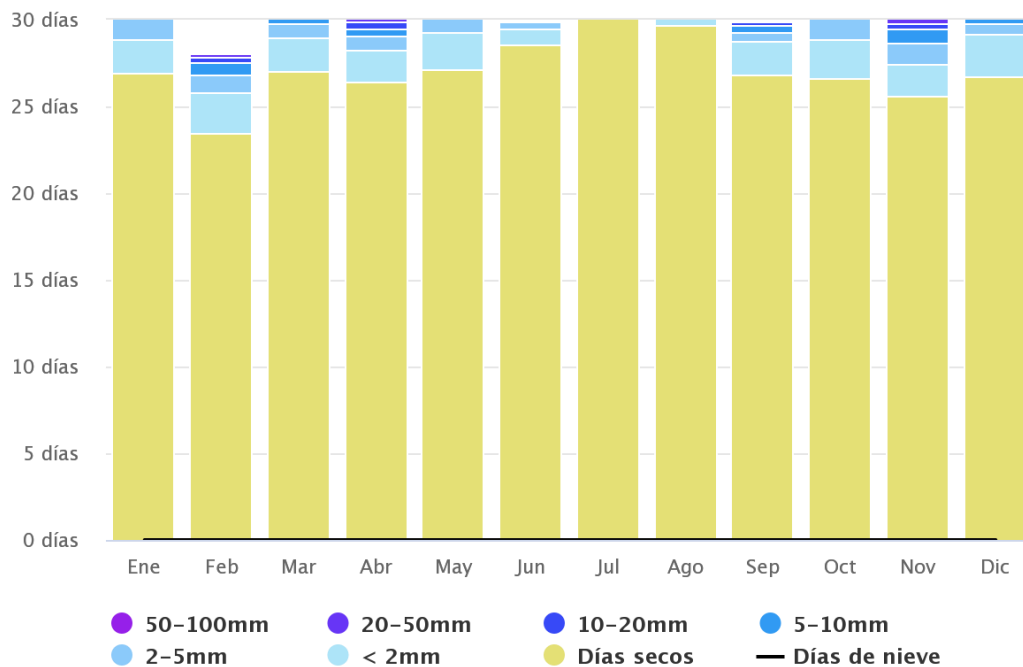


Gráfico 7. Precipitaciones medias en el municipio de La Unión

El diagrama de precipitación nos muestra cuántos días al mes se alcanzan ciertas cantidades de precipitación. Observando como el periodo más seco se produce en los meses de verano, además de observarse unas precipitaciones anuales escasas, repartidas de forma desigual a lo largo del año. Las lluvias son bastante escasas, con valores que oscilan entre 300 y 500 milímetros.



#### 4.1.1.3 Viento

##### Velocidad del viento

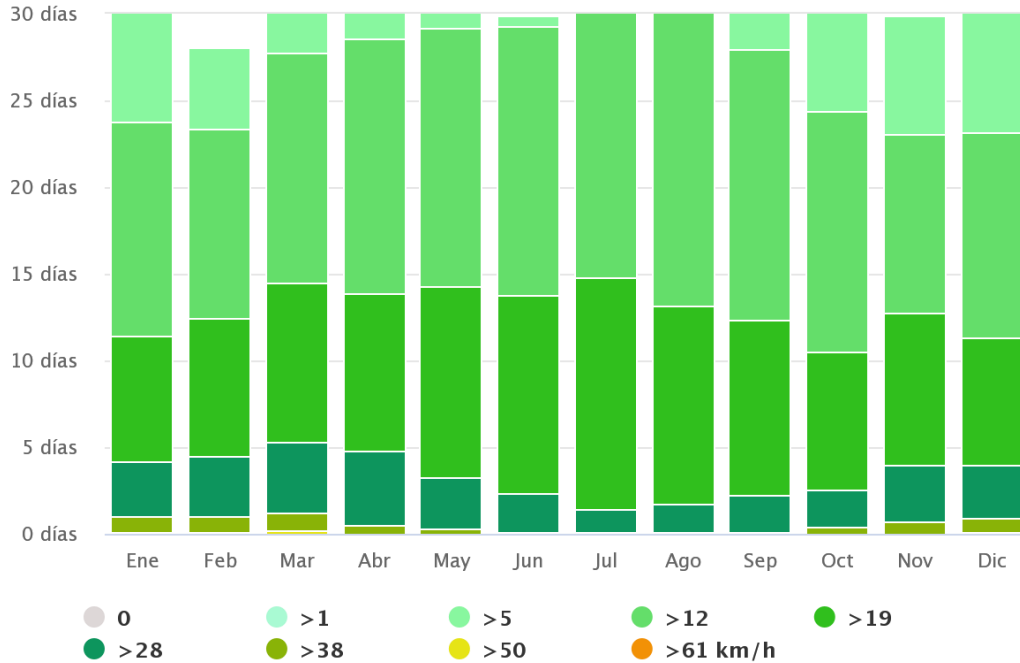


Gráfico 8. Velocidades medias en el municipio de La Unión

El diagrama de La Unión muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza una cierta velocidad. Se observa unas velocidades uniformes y moderadas durante todo el año, siendo lo habitual es encontrarse unos vientos de 12 a 27 km/h. Sin embargo, algunas veces se puede encontrar vientos superiores a 28 km/h.

##### Dirección del viento

Para conocer la dirección del viento se empleará la Rosa de los vientos para el término municipal de la Unión como instrumento. En ella podemos observar cómo los vientos dominantes provienen del ENE, NE y NNE, seguidos de los vientos provenientes del SW, SSW, WSW y W. En menor grado aparecen vientos del WNW y S. También se puede observar que la velocidad del viento se mantiene uniforme en todas las direcciones.

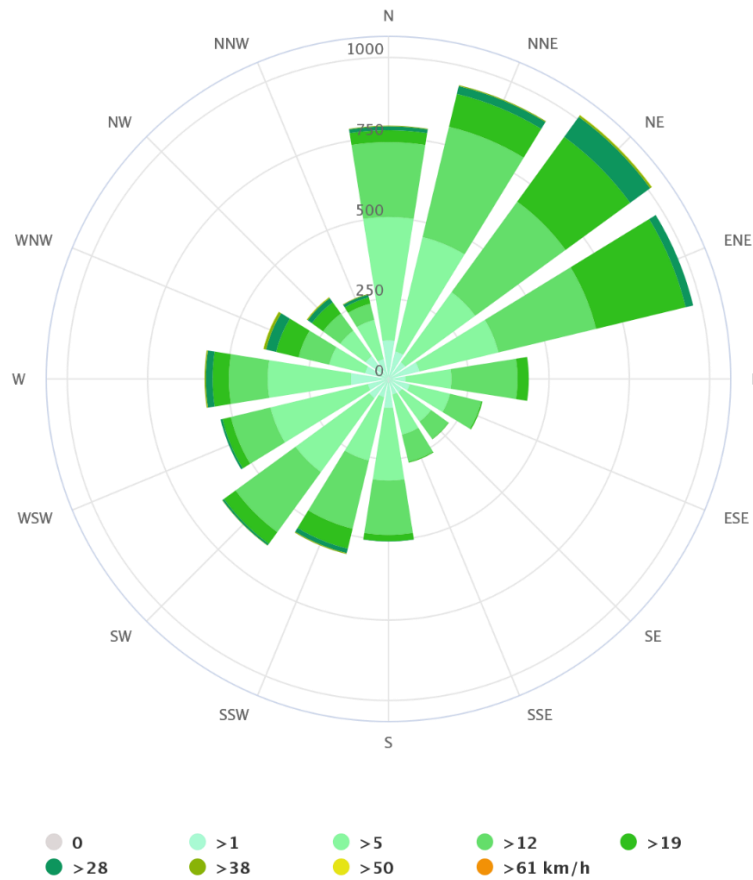


Gráfico 9. Rosa de los vientos para el municipio de La Unión

#### 4.1.2 Calidad del viento

Para medir los índices contaminantes de nuestro parque eólico se emplearán datos obtenidos por la estación más próxima a este, es decir, la Estación de Vigilancia de la Contaminación atmosférica del Valle de Escombreras. Nos permitirá medir los valores de concentración de NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub> en el aire.

Todos los datos deben estar dentro de los intervalos marcados por los Datos suministrados por la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del aire de la Región de Murcia en base al artículo 26 (Información a los ciudadanos) de la Directiva 2008/50/CE y al artículo 28 (información al público) del R.D 102/2011.

Índice Parcial de Calidad del Aire	Intervalos de calidad diaria de concentración de contaminantes		
	$SO_2$ $\mu g/m^3$	$NO_2$ $\mu g/m^3$	$PM_{10}$ $\mu g/m^3$
Buena	0-100	0-40	0-20
Razonablemente buena	101-200	41-90	21-40
Regular	201-350	91-120	41-50
Desfavorable	351-500	121-230	51-100

Tabla 6. Índices de calidad admisibles del aire según RD 102/2011, 28 de enero

En la siguiente tabla podemos observar los valores medios de concentración de los últimos cinco años, indicándonos una buena calidad del aire en esta zona.

Fecha	$NO$ $\mu g/m^3$	$NO_2$ $\mu g/m^3$	$NO_x$ $\mu g/m^3$	$PM_{10}$ $\mu g/m^3$	$SO_2$ $\mu g/m^3$
2016	10,22	28,76	44,20	19,43	11,34
2017	7,16	20,41	31,25	19,94	13,23
2018	6,69	25,62	35,85	18,89	14,06
2019	5,81	21,49	30,17	22,14	13,82
2020	3,37	12,53	17,23	20,17	14,88

Tabla 7. Índices de calidad del aire de los últimos años

#### 4.1.3 Ruido

El sonido de los aerogeneradores se produce debido a las interacciones entre las aspas del rotor y el aire, las emisiones sonoras pueden tener dos orígenes diferentes: el ruido mecánico y el ruido aerodinámico.

En funcionamiento normal, el ruido mecánico es generado principalmente por la caja de cambios, o en menor medida por otros dispositivos como podría ser el generador. El ruido mecánico por lo general es de baja frecuencia, dominante en el intervalo de frecuencias comprendido entre 100-1000 Hz y puede contener componentes tonales discretos, siendo el ruido tonal el más molesto.

Por otro lado, el ruido aerodinámico se produce cuando el viento interactúa con diferentes objetos, las aspas del rotor producen un ligero sonido con carácter silbante que puede escucharse a cierta distancia con incluso velocidades bajas. La mayor parte del ruido se debe a la turbulencia de entrada. Se trata de un ruido de banda ancha, producido en el intervalo de frecuencias comprendido entre 10 y 2000Hz.

El ruido aerodinámico de las aspas se considera generalmente que es la fuente de ruido dominante. Los avances tecnológicos han permitido incrementar la potencia de los aerogeneradores, aumentar el tamaño de las torres y de las aspas y reducir el ruido mecánico y aerodinámico que se produce durante el funcionamiento de los aerogeneradores, aunque este último se haya reducido menos con estos avances tecnológicos.

El nivel de potencia sonora emitido por los aerogeneradores aumenta con la potencia nominal, por lo tanto, el tamaño de estos. Este aumento es menor para los aerogeneradores superior a 1 MW que para los aerogeneradores con una potencia nominal por debajo de 1MW. En nuestro caso como nuestros aerogeneradores tienen una potencia nominal superior a 1MW, específicamente 4,7 MW se producirá un aumento en el ruido, pero no tanto en comparación a los de menor potencia instalada, además que el diseño SG 4.7-155 tiene incorporado en sus palas una tecnología que nos permite una reducción del ruido bastante considerable, proporcionándonos una mejora mediante la incorporación de finos peines entre los dientes que generan pequeños flujos.

La emisión de ruido puede llegar a ser un inconveniente cuando los aerogeneradores se instalan cerca de lugares habitados, por lo que hay que considerar la instalación del parque a una distancia coherente de la población. Sin embargo, si observamos el gráfico vemos como a partir de los 500 metros el nivel disminuye por debajo de los 35 dB y teniendo en cuenta que la población más cercana se encuentra a más de 1000 metros podemos concluir que este ruido es prácticamente nulo.

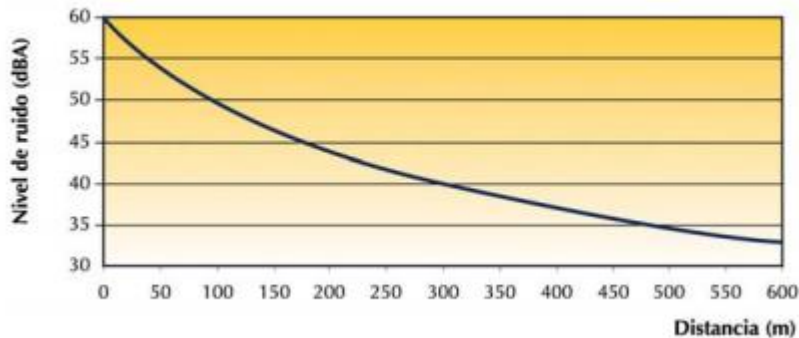


Gráfico 10. Nivel sonoro en función de la distancia

#### 4.1.4 Geología

La Sierra de Cartagena-La Unión constituye la derivación más oriental de la Cordillera Bética peninsular. Se caracteriza por su gran complicidad litológica y estructural, está constituida por la superposición de tres mantos, además de ser una de las principales acumulaciones de plomo y zinc de toda la Península Ibérica.

#### 4.1.4.1 Marco geológico

La Sierra de Cartagena está formada por materiales pertenecientes a la unidad Nevado-Filábride, Alpujárride, Maláguide, Neógeno y Cuaternario.

Una de las principales unidades geológicas en las que se ha dividido la Sierra de Cartagena-La Unión sería la denominada unidad Nevado-Filábride. Su parte inferior o Nevábride constituye a la base de la serie con un espesor mínimo de 500m metros. Litológicamente está formada micaesquistos, calcoesquistos y cuarcitas paleozoicas. Por otro lado, su parte superior o Filábride está formado por calcoesquistos, micaesquistos, cuarcitas, gneis y mármoles triásicos. Su espesor no llega a superar los 100 metros.

Otra principal unidad geológica sería la unidad Alpujárride. Constituida por tres subunidades de espesor variable: Unidad de San Ginés con un espesor 250 metros, unidad de Portman de unos 150 metros y la unidad del Gorguel de unos 30 metros. Están formadas por una parte detrítica de edad Pérmico y una carbonatada posiblemente del Triásico. Concretamente en el material carbonatado de la Unidad de San Ginés aparecen cuerpos intrusivos de doleritas y diabasas, que se encuentran como sills y diques.



Ilustración 7. Columna litológica de la zona central de la Sierra

El complejo Maláguide es conocido como unidad los Simones, donde su afloramiento ocupa un área menor al 1% del total de la Sierra de Cartagena-La Unión. Está constituido principalmente por areniscas, cuarcitas, limos y conglomerados, y una parte carbonatada constituida por rocas calizas.

Durante el Neógeno se desarrollaron una serie de cuencas, en las que se produjo la sedimentación debido a la erosión de los relieves generados y a la transgresión miocena, dando lugar a una serie detrítica, compuesta por rocas pelíticas con intercalaciones de areniscas y conglomerados. Esta unidad puede alcanzar un espesor máximo de unos 200 metros gracias al levantamiento producido tras la fase distensiva.

Finalmente, el Cuaternario lo constituyen tipos de rocas como conglomerados, gravas, arcillas y caliches, formados en aluviales y glaciares.

#### *4.1.4.2 Yacimientos minerales*

Los yacimientos minerales se pueden clasificar en cinco grupos, según su morfología.

#### **Mineralizaciones en calizas y dolomías del triás**

Es la de mayor importancia económica de la Sierra de Cartagena por su volumen y extensión. Se crea en las rocas carbonatadas situadas en el primer manto de corrimiento alpujárride.

La mineralización está formada principalmente por blenda, galena, pirita, calcopirita y magnetita, teniendo como ganga siderita, caliza y cuarzo, y ocasionalmente amatista.

#### **Mineralizaciones en el Paleozoico**

El primer grupo son las mineralizaciones procedentes del Paleozoico. Son los yacimientos situados en la Serie inferior Nevádice, suelen ser filones y diaclasas rellenos de sulfuros y diaclasas rellenos de sulfuros.

Los filones encajan en micaesquistos cuarcíticos y graníticos, llegando a tener casi 1 Kilómetro de longitud, una profundidad de 200 metros y una potencia desde pocos centímetros hasta los 5 metros.

En los niveles carbonatados interstratificados en los micaesquistos del Paleozoico, está compuesta por pirita, a la que acompañan blenda y galena.

#### **Mineralizaciones en los mármoles de la Serie Filábride**

Según sus características estructurales, pueden ser filones o mantos de greenalita.

Los filones se componen principalmente de galena, blenda y pirita, presentando como ganga cuarzo y calcita. Son de relleno y sustitución, apareciendo también diaclasas. Estos filones suelen ser de poca potencia, 1 metros de máximo.

Los mantos de greenalita están constituidos principalmente por galena, blenda y pirita con gangas de freenalita, cuarzo, calcita y yeso. Se formaron por el reemplamiento metasomáticos, de los mármoles de la Serie Filábride.

### **Mineralizaciones del Mioceno**

Se pueden encontrar tres tipos de mineralizaciones en el Mioceno:

Se pueden formar mediante impregnaciones de las margas negras, en forma de filones o a lo largo de planos estratigráficos.

Mediante diseminación de sulfuros, especialmente de pirita, en zonas decoloradas y lixviadas mediante el contacto con los esquistos paleozoicos.

La última manera de formación es mediante sustitución de los cantos, principalmente de los calizos y dolomíticos, y de la matriz calcarea de las margas interestratificadas en el Neógeno. Los minerales son principalmente pirita, blenda y galena, y en menor proporción calcopirita, pirrotina y marcasita.

### **Mineralizaciones en las rocas volcánicas**

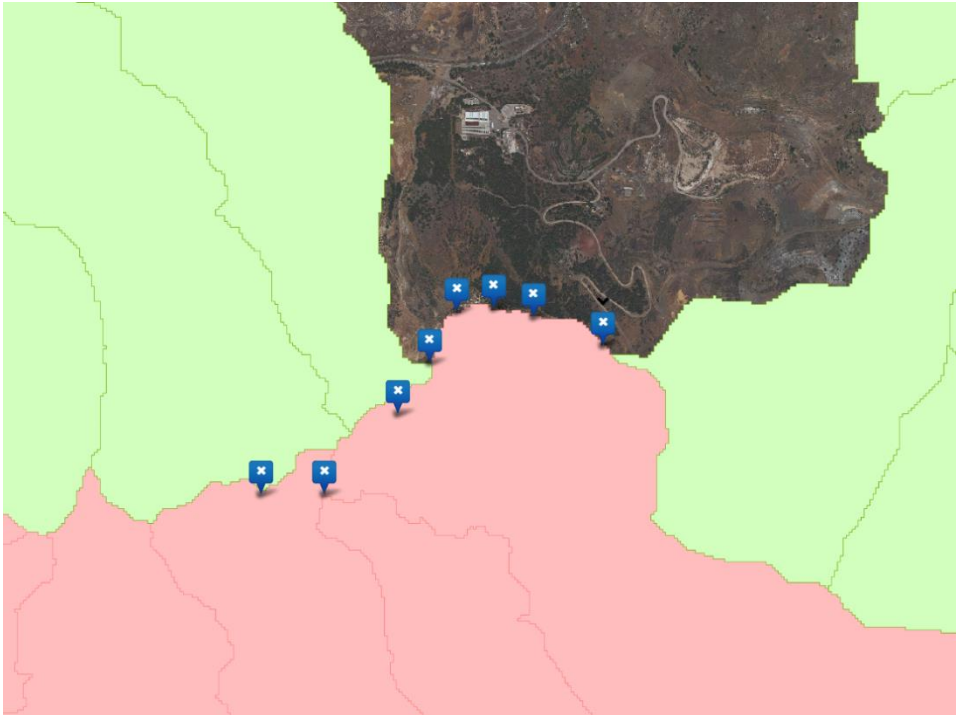
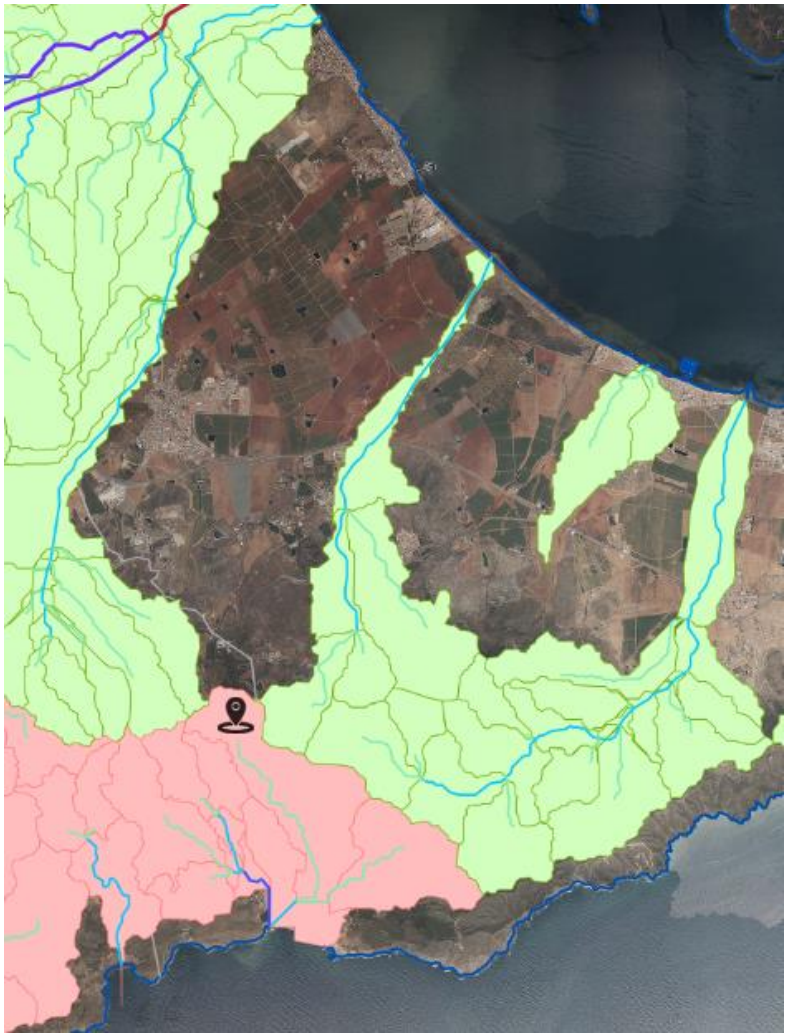
A este grupo pertenecen los filones constituidos principalmente por pirita, blenda y galena argentífera encajados directamente en las rocas volcánicas postmiocénicas.

#### **4.1.5 Hidrología**

Según el inventario de cuencas y cauces nuestro parque se encuentra situado en la zona y Subcuencas del Mar Menor y Mar Mediterráneo. Se pueden observar cinco cauces, de los cuales tres desembocan en el Mar Mediterráneo y los otros dos en el Mar Menor. En la ilustración se muestra de color rosa la perteneciente a la zona o subcuenca del Mar Mediterráneo y de color verde a la del Mar Menor. Aunque en nuestro caso la zona verde, es decir, la del Mar Mediterráneo será más importante porque la mayoría de nuestros aerogeneradores se encuentran instalados en esta zona.

También cabe mencionar que no existe ningún curso de agua natural permanente en las cercanías del parque y sólo se produciría escorrentía superficial en algún evento lluvioso. Nos encontramos en una zona donde el riesgo de inundación ya sea de origen fluvial o marino, es muy bajo, por lo tanto, tampoco debemos preocuparnos de ello.





Ilustraciones 8 y 9. Inventario de cuencas y cauces



En la Ley 1/2018, de 7 de febrero, de medidas urgentes para garantizar la sostenibilidad ambiental en el entorno del Mar Menor, junto a la ley de Ley 3/2020, de 27 de julio, de recuperación y protección del Mar Menor, podemos observar como la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS) ha establecido unos criterios de permeabilidad y vulnerabilidad donde recomiendan que las exigencias ya establecidas no se eleven, por lo tanto, todo vertido que se realice durante la construcción y mantenimiento de este debe ser evitada, en lo medida de lo posible. Ya que la actividad minera de la zona ha afectado a que las aguas subterráneas de minas y las superficiales de carácter temporal presenten un elevado grado de contaminación, predominando sulfatos acompañada de varias facies catiónicas como la magnésica, sódica o cálcica.

## 4.2 Medio biótico

### 4.2.1 Flora y vegetación

El sector minero en la Sierra de la Unión fue un gran consumidor de recursos minerales, especialmente de madera que se utilizaba para los hornos de calcinación, entibado de minas, la construcción de herramientas, etc. Cuando esta madera se acabó se llegó incluso a utilizar plantas de matorral. Aunque en la actualidad haya cesado la actividad minera en esa zona, hay plantas que resultan casi imposible encontrar y el trabajo de restauración forestal que acarreo la minería es bastante notable.

Las condiciones climáticas y edáficas del entorno del parque eólico son excepcionales, ya que es de los puntos con mayor pluviosidad de la sierra y el suelo de la zona está prácticamente libre de cal. A continuación, se mostrará una lista de especies de flora que puede verse por la zona de la sierra.

Para la obtención de información, se emplearán datos de hace unos cuantos años por lo que puede ser que alguna especie de flora haya variado en proporciones. No obstante, como se ha dicho anteriormente después del cese de la actividad minera no se ha producido un gran desbroce por lo que es normal que las especies hayan perdurado.

#### **Flora no vascular**

En la Sierra Minera se han llegado a catalogar hasta la fecha aproximadamente 30 especies de briófitos, 132 especies de líquenes y 32 de hongos. Se mostrarán los principales grupos desde el interés científico en la siguiente tabla:

Líquenes	Briofitos	Hongos
Acarospora cheridema	Dicranella heteromalla	Colushirudinosus
Buellia cerussata	Didymodon sicculus	Dasyscyphus acuum
Buellia zoharyi	Epipterygium tozeri	Lasiostictis elegans
Dimelaena radiata	Calyptogeia fissa	
Diploicia subcanescens	Cephaloziella stellulifera	
Lecanora montagnei	Fossombronina angulosa	
Opegrapha niveotra		
Peltuta obscuratula		
Pestusaria gallica		
Raamalina bourgaeana		
Ramalina clementeana		

Tabla 8. Principales especies de flora no vascular

### **Flora vascular**

La flora vascular de la Sierra Minera está formada por 835 especies y subespecies. Siendo el grupo más numeroso las angiospermas dicotiledóneas, seguidas en importancia las angiospermas monocotiledóneas, los helechos y por último las gimnospermas.

Estas especies se pueden agrupar en 104 familias diferentes, siendo las familias más diversificadas las Asteraceas, Poaceas y Fabaceas o leguminosas. Entre los géneros con mayor número de especies se encuentran Euphorbia, Silene, Limonium y Vicia.

Las formas biológicas con las que se presenta la flora vascular en esta zona son los terófitos o especies de ciclo anual, seguidos por hemicriptófitos, caméfitos, geófitos, nanofanerófitos y fanerófitos. También hay que nombrar grupos minoritarios como trepadoras, parásitos e hidrófitos que representan porcentajes inferiores al 1,5%.

Además de las ya nombradas especies también hay que resaltar la importancia de los matorrales, herbazales y pastizales como especies que aportan mayor riqueza vegetal de la zona, con un aproximado del 70%. Tampoco podemos olvidarnos de los arenales, dunas y saladares.

#### 4.2.2 Fauna

La Ley 7/1995, de 21 de abril, de la "Fauna Silvestre, Caza y pesca Fluvial", actualmente nombrada como "Ley de la Fauna Silvestre de la Región de Murcia" establece en su art. 17 las especies que se incluyen en el Catálogo de Especies Amenazadas de la Región de

Murcia. Por lo que, algunas de las especies que se dirán más adelante podrán ser encontradas en este catálogo.

Como ha ocurrido con la flora, los datos obtenidos son de hace unos años por lo que puede ser que haya alguna variedad en las especies que se muestran a continuación:

### **Lepidópteros**

En la zona se han inventariado 94 especies, agrupadas en 11 familias diferentes. De estas especies las 49 corresponden a mariposas diurnas y 44 a polillas o mariposas nocturnas. Las familias con más especies son la familia Noctuidae, formada principalmente por polillas, y la familia Nymphalidae, formada principalmente por mariposas diurnas.

A continuación, podemos ver una lista de cuatro especies que son susceptibles de pertenecer a una lista de especies protegidas en la categoría Interés Especial (IE), como dicta la ley dicha anteriormente, en la que se podrán incluir especies merecedoras de una atención particular por su rareza, su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Familia</b>
Charaxes jasius	Bajá de dos colas	Nymphalidae
Danaus chrysippus	Mariposa tigre	Nymphalidae
Tarucus theophrastus	Mariposa laberinto	Lycaenidae
Brithys crini	Polilla Brithys crini	Noctuidae

*Tabla 9. Ejemplo de Lepidópteros de la categoría Interés Especial*

### **Anfibios y reptiles**

Que se hayan inventariado, hay un total de 22 especies, 4 anfibios y 18 reptiles, el número tan bajo de anfibios es debido a la dependencia por hábitats dulceacuícolas, que son relativamente escasos en La Sierra Minera. Por el contrario, los reptiles son mucho más numerosos, debido a su ubicuidad en ambientes xéricos, predominantes en esta área.

Cabe recordar que todas las especies de anfibios y reptiles de la Península Ibérica están legalmente protegidas, bien por el Convenio de Berna o por la ley nombrada al principio de este punto.

Especie	Nombre común	Familia	Estatus de conservación
Bufo calamita	Sapo corredor	Bufonidae	De interés especial
Pelodytes punctatus	Sapillo moteado ibérico	Pelodytidae	De interés especial
Rana perezi	Rana verde común	Ranidae	No amenazada

Tabla 10. Ejemplo de anfibios en la Sierra Minera

Especie	Nombre común	Estatus de conservación
Tarentola mauritanica	Salamanquesa común	De interés especial
Hemidactylus turcicus	Salamanquesa rosada	De interés especial
Timon nevadensis	Lagarto bético	De interés especial
Acanthodactylus erythrurus	Lagartija colirroja	No amenazada
Lacerta lepida	Lagarto ocelado	De interés especial
Podarcis hispanica	Lagartija ibérica	De interés especial
Psammmodromus algirus	Lagartija colilarga	De interés especial
Psammmodromus hispanicus	Lagartija cenicienta	De interés especial
Psammmodromus edwardisianus	Jagartija de Edwards	De interés especial
Blanus cinereus	Culebrilla ciega	De interés especial
Chalcides bedriagai	Eslizón ibérico	De interés especial
Coluber hippocrepis	Culebra de herradura	De interés especial
Coronella girondica	Culebra lisa meridional	De interés especial
Elaphe scalaris	Culebra de escalera	De interés especial
Macroproton brevis	Culebra de cogulla	De interés especial
Malpolon monspessulanus	Culebra bastarda	No amenazada
Natrix maura	Culebra viperina	De interés especial

Tabla 11. Ejemplo de reptiles en la Sierra Minera

### Aves

Las aves constituyen el grupo de vertebrados más diversificado y numeroso de la Sierra Minera, con un aproximado de 170 especies diferentes. La variedad de aves se debe a la importancia de las áreas húmedas (salinas, saladares circundantes, ribera del mar menor y costa mediterránea) alrededor del parque.

Se observa un claro dominio de las especies reproductoras, alrededor del 40% del total de las aves, seguido por las invernantes, con un 17% de las especies inventariadas, y finalmente las migradoras, con un 15%. Algunos ejemplos son los siguientes:

<b>Tipo</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
Especies de humedales	Himantopus himantopus	Cigüeñela común
	Ixobrychus minutus	Avetorillo común
	Limosa lapponica	Aguja colipinta
Especies marinas	Larus audouinii	Gaviota de audouin
Rapaces rupícolas	Falco peregrinus	Halcón peregrino
	Bubo bubo	Buho real
	Aquila fasciata	Águila- azor perdicera

*Tabla 12. Ejemplos de especies de aves en la Sierra Minera*

Por último, resaltar las hay unas especies únicas de aves cazables o que se puedan capturar de la zona, y siempre cumpliendo los periodos de veda y prácticas de caza estipulados son las siguientes: Perdiz roja, Ánade rabudo, Paloma bravía, Paloma torcaz, Codorniz común, Cuco común, Tórtola europea, Estornino negro, Estornino pinto, Zorzal Real y Zorzal charlo como especies cazables, y Pardillo común, Jilguero, Verderón común y Verdecillo como especies capturables.

### **Mamíferos**

Los mamíferos están representados por 28 especies en el conjunto del Campo de Cartagena, siendo probable la presencia de la mayoría de ellas en el tramo litoral entre Cartagena y Cabo de Palos, que es la zona donde a nosotros nos interesa.

No existe una estimación en las poblacionales cuantitativas de ninguno de los mamíferos inventariados, ni tan siquiera del grupo de los carnívoros, lo que hace pone de manifiesto la necesidad de realizar estudios demográficos y de uso del hábitat, cuya existencia en la Sierra Minera necesita ser confirmada, como la Garduña y la Comadreja.

Sin embargo, al margen de este problema, existen especies como la del Zorro y la Rata parda, animales que se han visto favorecidos por el aumento de los núcleos de población, y se puede decir que han sido avistadas en estas zonas. Otras especies de las que hay alguna cita serían el Lebrato mimetizado, el Murciélago de cueva, Conejo de monte, Erizo moruno, y la Musaraña.

### 4.2.3 Áreas de interés ambiental

Para asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad se usa la Red Natura 2000 como el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea.

La Red Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad-Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves.

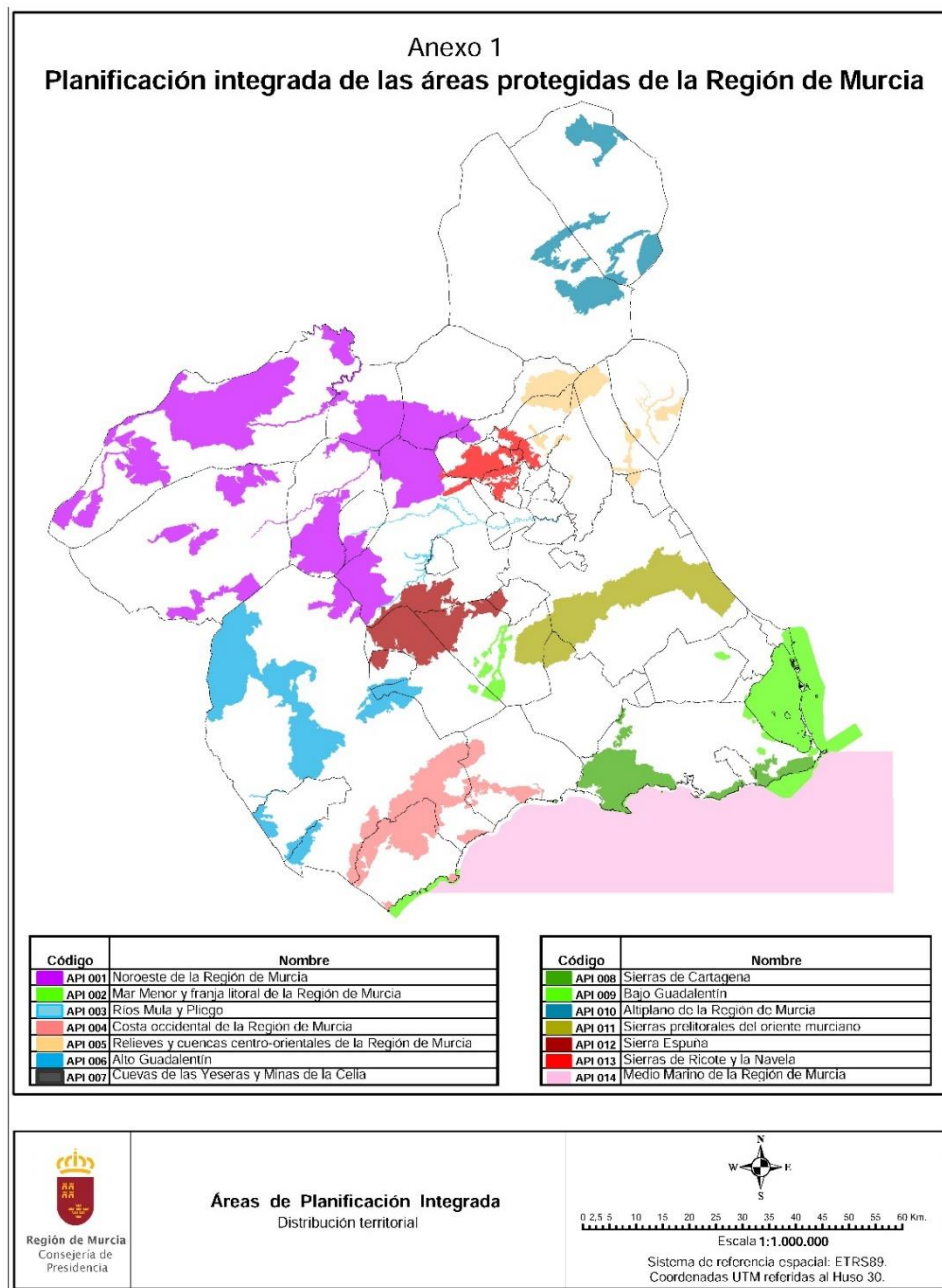


Ilustración 10. Áreas de Planificación Integrada de la Región de Murcia

la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad contiene la regulación de la Red Ecológica Europea Natura 2000 nos obliga a la declaración de LIC como ZEC, y acompañarla de la aprobación del correspondiente plan o instrumento de gestión. Para ello se utilizarán las Áreas de Planificación Integrada de los Espacios Protegidos de la Región de Murcia, en total en la Región nos encontramos 14, no obstante, en la localización de nuestro parque solo nos interesarán la API 002 (Mar Menor y franja litoral de la Región de Murcia) y la API 008 (Sierras de Cartagena).

A partir de lo mencionado anteriormente nos encontramos como la ZEC más cercana al parque eólico la correspondiente al Mar Menor (ES6200030) y la ZEPA también correspondiente al Mar Menor (ES0000260).

En cuanto a los Lugares de Interés Comunitario (LIC) designadas por la administración en el ámbito de la Sierra Minera de Cartagena y La Unión, se puede observar como el LIC más cercano de nuestro parque se encuentra es el LIC: ES6200001 (Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila). En la ilustración se representa de color verde.



*Ilustración 11. Red Natura 2000 cerca del parque eólico*

### 4.3 Unidades básicas del paisaje

El Paisaje de la Sierra Minera de Cartagena- La Unión es muy rico en variedad, muy contrastado; así, aparecen espacios serranos y espacios planos, playa y montaña en una distancia relativamente corta, núcleos de población, pueblos mineros, asentamientos mineros abandonados y áreas turísticas, gran industria y cultivos intensivos, entre otros.



El área puede declararse como bien de interés cultural basado principalmente en el impacto visual de los yacimientos mineros y demás elementos diseñados para la extracción y transporte del mineral. Los restos materiales del desarrollo de la actividad minera están todavía presentes en el paisaje, dejándonos una huella de esa actividad industrial representada en la actualidad por la aparición en muchas ocasiones de paisajes abandonados. En el siguiente gráfico podemos ver antiguas instalaciones minero-metalúrgicas instaladas en Cartagena y en La Unión como castilletes, lavaderos, hornos, túneles, chimeneas, minados, o instalaciones como polvorines o caminos mineros.

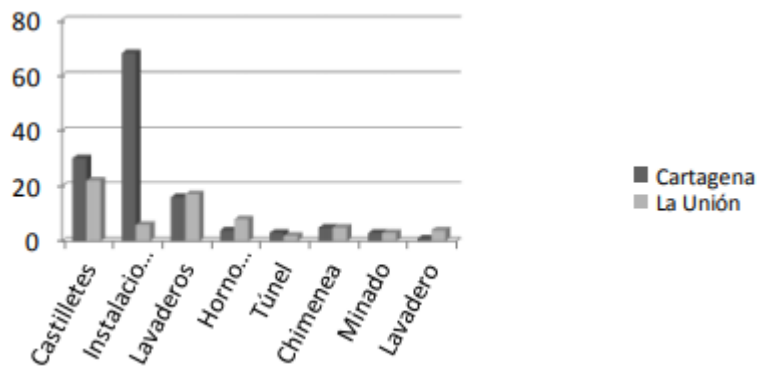


Gráfico 10. Antiguas instalaciones mineras en la Sierra de Cartagena-La Unión

Una clasificación del paisaje podría ser en Sierras Mediterráneas con vulcanismo, precisamente por el carácter volcánico de estas sierras, siendo este factor lo que ha permitido una presencia abundante de minerales metálicos. Quedan configuradas como sierras que siguen la línea de costa con una altitud no muy elevada, por lo general no rebasan los 200m, exceptuando puntos como el de nuestro emplazamiento. En lo que a minería se refiere, cabe centrarse en el espacio situado entre La Unión y Portman, donde los vertidos hacia Portman han supuesto la colmatación de la Bahía. Por otro lado, Cartagena domina en el punto más bajo de la unidad, sin embargo, el valle de Escombreras se ha convertido en un área industrial de gran importancia, sin olvidarnos del turismo que cuenta con una presencia importante.

La siguiente clasificación se podría dar en llanos y glacis litorales y prelitorales. Siendo la contraparte de las sierras al tratarse de parajes muy planos y áridos, sin embargo, muy cultivados a través de sistemas de regadío. Los núcleos de población son muy heterogéneos entre sí, con una gran diferenciación entre los espacios más puramente urbanos, los mineros, los pueblos agrarios y las nuevas urbanizaciones turísticas. Principalmente está formada por el Campo de Cartagena y El Mar menor, con una importante implantación de usos turísticos, entre ellos, las segundas residencias.



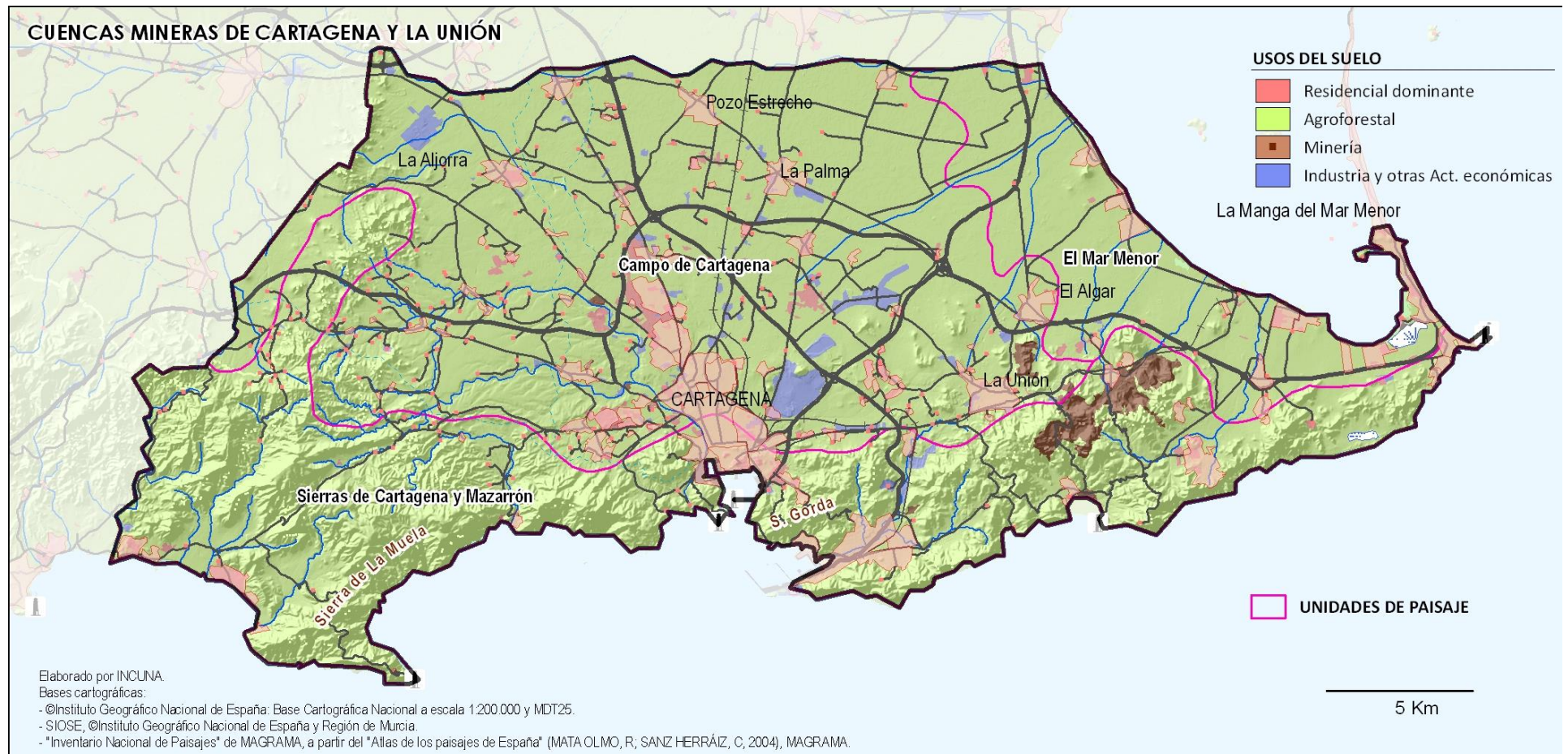


Ilustración 12. Unidades de paisaje en las proximidades del parque eólico

## 4.4 Medio socioeconómico

### 4.4.1 Actividad económica y cultural

La rehabilitación del patrimonio minero también nos permite observar lugares tanto de interés cultural, como de económico. El ejemplo más cercano a nuestro parque sería la Mina Agrupa Vicenta, situada en el Sancti Spiritu y rehabilitada para su visita a unos 80 metros de profundidad. También hay que destacar la puesta en valor de la Mina de Las Matildes en las cercanías.

Desde las cercanías del parque nos podemos encontrar lugares interesantes como el Lavadero de la Mina Remunerada, las Tolvas de la Mina Pablo y Virginia, el antiguo Polvorín, actualmente convertido en capilla, el Serpentín de la Fundición de Plomo Trinidad de Rentero y un Horno de Tostación rehabilitado.

Elementos como la propia morfología del espacio: galerías, pozos o maquinaria industrial también nos han dado paso al desarrollo de museos relacionados con la actividad minera.

Hay que destacar el Festival del Canta de la Minas que se va celebrando desde 1961, donde cada agosto se reúnen diversos artistas cante, del toque y del baile flamencos más consagrados, y a otras jóvenes promesas o artistas emergentes. El festival también organiza una serie de actividades culturales en torno al arte flamenco, lo que hace que la ciudad de La Unión se convierta durante el festival en una de las capitales mundiales del flamenco, razón por la que el certamen ha sido declarado de Interés Turístico Internacional.

En la actualidad la principal fuente de ganancias es la actividad agrícola, debido al campo de Cartagena principalmente. Los cultivos de secano, tales como los cereales, almendros y algarrobos, estos fueron los más abundantes hasta mediados del siglo pasado, en el que se decidió sustituir por cultivos de regadíos como cítricos, legumbres y hortalizas, abastecidos con aguas subterráneas y del trasvase Tajo-Segura.

### 4.4.2 Demografía

Los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), nos han permitido la creación del siguiente gráfico. En este podemos observar que a partir de 1900 la población ha ido disminuyendo debido a la crisis de la actividad minera. No es hasta los años 40 y 50 que la tendencia ha sido creciente, manteniéndose incluso en la actualidad. El último dato recogido fue en el año 2020 donde la población asciende hasta los 20.538 habitantes.

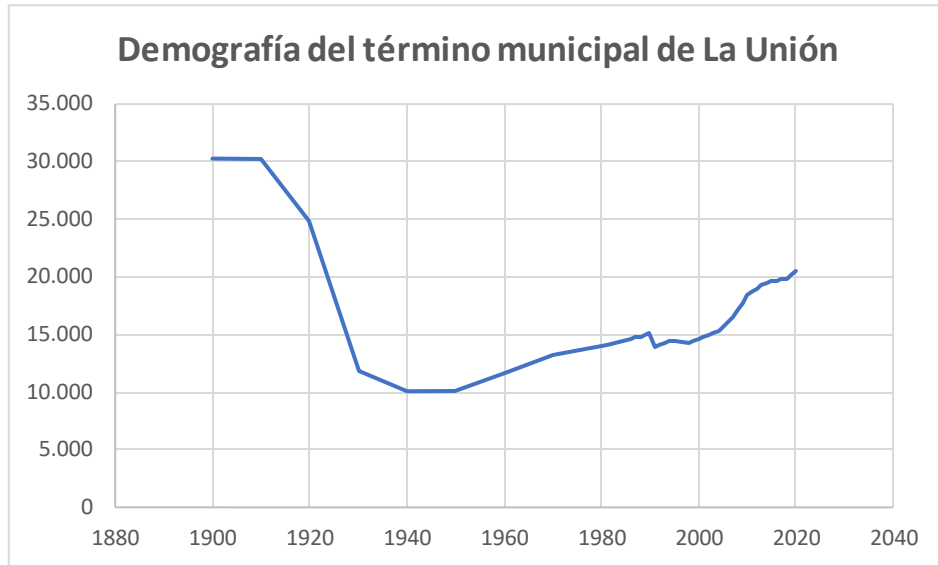


Gráfico 11. Evolución de la población del término municipal de la Unión

## 5. Identificación y valoración de impactos

### 5.1 Descripción de impactos

En el punto 2.3.1 del presente estudio se nombraron diversas acciones susceptibles de producir un impacto en el medio ambiente durante la fase de construcción, de funcionamiento y de clausura. A continuación, se describirán dichas acciones y los posibles efectos.

#### Fase de construcción

##### Balizamiento de las zonas de trabajo

Señalización de las zonas de trabajo de manera clara evitando posibles accidentes y restringiendo el paso a vehículos y personas externas a la obra.

##### Despeje y desbroce de vegetación

Eliminación de la vegetación en las zonas requeridas para la instalación de los aerogeneradores, instalación eléctrica, caminos o rampas como paso previo a la realización de los movimientos de tierras. Esta actividad se hará ocasionando el mínimo impacto posible a la vegetación, aunque esta acción provocará la destrucción parcial de la capa superficial del suelo y de la vegetación, levantará partículas de polvo y modificará el paisaje.

#### Movimiento de tierras y explanación: Desmonte y terraplenado

Acondicionamiento del terreno mediante las actividades de desmonte y terraplenado para la ejecución del resto de la obra, empleando principalmente maquinaria pesada. Esta acción provocará la destrucción del suelo, emisión de partículas de polvo y ruidos, además afectará al paisaje.

#### Creación de nuevos caminos o acondicionamiento de caminos existentes.

Acondicionamiento de caminos ya existentes o creación de nuevos caminos, con el objetivo de reunir las características adecuadas al tráfico que van a soportar, así como facilitar el acceso al lugar de la instalación de los aerogeneradores. Para ello, tendremos que recurrir también a actividades de cimentación y compactación. Esta acción provocará algo similar a lo ocurrido en el movimiento de tierras.

#### Circulación de vehículos y de maquinaria de construcción

Movimiento de la maquinaria necesaria para la construcción y de los vehículos que se desplacen dentro de la propia obra, como los traslados que se hagan en sus inmediaciones. Esta acción provocará la emisión de partículas de polvo y ruidos principalmente.

#### Acumulación de residuos y materiales empleados en la construcción

Acumulación de materiales sobrantes o residuos que se generan durante la ejecución de la obra, como los ya nombrados en el punto 2.4.

#### Drenajes

En caso de ser necesario, realización de drenaje de agua del terreno para la construcción de los aerogeneradores e instalación eléctrica subterránea, evitando problemas de hundimiento o de conductividad. Teniendo en cuenta, que la cantidad drenada sería muy baja teniendo en cuenta toda la superficie, por lo que prácticamente no afectaría a la hidrosfera y biosfera.

#### Generación de puestos de trabajo

Esta acción incluye la contratación de trabajadores y de servicios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra. Por lo tanto, desde el punto de vista social económico es positivo.

#### Construcción de estructuras civiles

Construcciones civiles necesarias para depositar materiales, residuos o herramientas requeridas durante la fase de construcción, así como materiales para realizar las labores de control, mantenimiento y reparación del parque eólico. Provocará la introducción de nuevos elementos en el paisaje y emisiones acústicas durante las obras.

#### Infraestructura eléctrica

Básicamente engloba a todos los componentes encargados de la conexión a la red y transporte de la energía producida por el parque. Incluyendo también la instalación de toma de tierra de todos los aerogeneradores y la cimentación de los apoyos de la línea de evacuación. Se provocará una pequeña destrucción del suelo.

En esta acción incluiremos también las zanjas para el cableado interno. Estas zanjas serán de 1,5 metros y son creadas para evacuar la energía producida por los aerogeneradores, mediante un cableado que alberga los cables de media tensión y conecta todos los aerogeneradores entre sí.

#### Preparación de las plataformas de montaje e instalación de los aerogeneradores

Se realizarán pequeñas explanaciones que permitan mejorar el acceso para la realización de las obras de excavación de las zapatas y el estacionamiento de la grúa de montaje de los aerogeneradores, para la cimentación de los aerogeneradores construyendo una zapata de hormigón armado de unos 2 metros de profundidad para finalmente permitimos el ensamblaje de las torres, góndolas y palas del aerogenerador. Provocará una pequeña modificación del paisaje, debido a la introducción de nuevos elementos en él y también se producirán emisiones acústicas durante las obras.

### **Fase de explotación**

#### Funcionamiento de los aerogeneradores

El movimiento de las corrientes de aire se aprovecha mediante el movimiento giratorio de las palas de los aerogeneradores. El funcionamiento de los aerogeneradores provocará una serie de ruidos ya mencionados en el punto 4.1.3 y más acciones que se comentarán en breve.

Hay que comentar también que cada aerogenerador llevará un balizamiento lumínico. Se empleará una luz blanca parpadeante como propone la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).

#### Ocupación del terreno y del espacio aéreo

Ocupación tanto del terreno como del espacio aéreo, ya que se encuentran fijos sobre este durante la vida útil del parque eólico. El principal impacto es el paisajístico, aunque también puede afectar a la fauna de la zona.

#### Operaciones de mantenimiento y almacenamiento

Se incluyen todas las actividades y gestión de los materiales usados como cableado, lubricantes, elementos averiados o inservibles, usados para el mantenimiento del parque eólico durante la fase de explotación. Esta acción resulta muy positiva para la actividad económica de la población.

#### Evacuación de la energía eléctrica producida

Resulta una acción muy positiva para el medio socioeconómico, ya que la energía eléctrica que produce el parque es llevada a la red de suministro. Como contrapartida, este transporte generará emisiones sonoras y electromagnéticas, aunque de escasa importancia.

#### Generación de puestos de trabajo

Esta acción incluye la contratación de trabajadores y de servicios auxiliares necesarios para el mantenimiento y seguimiento del parque.

### **Fase de clausura**

#### Retirada de instalaciones

Incluye todos los trabajos de desmontaje y demolición de instalaciones como la retirada de los aerogeneradores, cimentaciones, cableado, infraestructura eléctrica y civil. Durante las labores de desmantelamiento de las instalaciones, se producirán emisiones sonoras y levantamiento de partículas de polvo, principalmente.

#### Balizamiento de las zonas de trabajo.

Señalización de las zonas de trabajo de manera clara evitando posibles accidentes y restringiendo el paso a vehículos y personas externas a la obra.

### Circulación de vehículos.

Movimiento de la maquinaria y de los vehículos necesarios para el desmantelamiento del parque, también hay que considerar que una vez desmantelada la instalación se realizará un tráfico de vehículos hacia los vertederos autorizados para el reciclaje de los materiales. Esta acción provocará la emisión de partículas de polvo y ruidos principalmente.

### Transporte a vertedero de residuos y materiales empleados

Todos los residuos o materiales generados de la fase de construcción y de clausura, se llevarán a sus correspondientes vertederos para su posterior reciclaje. Esto derivará principalmente en contaminación sonora y algo de polvo, ya que el transporte al vertedero se realizará mediante vehículos.

Se podría incluir este impacto dentro del impacto “*Circulación de vehículos*” pero pienso que es positivo hacer una distinción entre ambos, ya que el transporte de residuos tiene puntos positivos que simplemente la circulación de vehículos para la realización del resto de actividades durante la fase de clausura no tendría, por ejemplo, el transporte de residuos al retirar los residuos de la zona puede ser positivo para la salud de los seres vivos.

### Generación de puestos de trabajo.

Esta acción incluye la contratación de trabajadores y de servicios auxiliares necesarios para el desmantelamiento y reciclado de las instalaciones.

### Restauración del medio mediante movimiento de tierras y reperfilado del terreno

Los movimientos de tierra y reperfilados del terreno serán necesarios para cumplir nuestro objetivo de restituir la morfología del terreno a su estado original. Esto favorecerá la mitigación de los procesos de erosión e inestabilidades del terreno y resultará positivo para el paisaje. Por el contrario, se emitirán partículas de polvo y ruido, durante estas labores.

### Revegetación.

Volver a vegetar la superficie donde se encontraban las instalaciones del parque. Esta actuación, resultará muy positiva para el medio ambiente en general, al restituir al estado original este emplazamiento.

## 5.2 Metodología utilizada

La valoración de los impactos generados se ha realizado mediante un método matricial que consiste en colocar en una fila los factores ambientales susceptibles de recibir impactos y en una columna las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos. Dicha matriz nos permite identificar de forma rápida los tipos de impacto que cada acción del proyecto genera sobre cada uno de los indicadores ambientales seleccionados.

Para ello, se llevará a cabo una evaluación cuantitativa empleando la matriz de Impacto Ambiental perteneciente a *Vicente Consesa Fernandez – Vitoria (1997)*. Esta matriz nos permitirá asignarle a cada impacto ambiental una Importancia (I), cuyo valor oscilan entre 13 y 100. Siendo 13 el valor de menor importancia, es decir el de menor impacto, y 100 el que supone un mayor impacto.

La siguiente ecuación nos permitirá obtener el valor de la Importancia (I):

$$\text{IMPORTANCIA (I)} = \pm(3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde:

**Signo ( $\pm$ )** : Naturaleza del impacto. Este signo dependerá de si se trata de un impacto de carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a repercutir sobre los factores ambientales.

**Intensidad (I) o grado probable de destrucción:** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo estará comprendido entre 1 y 12, donde 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una afección mínima.

**Extensión o área de influencia del impacto (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno en el que se manifiesta el efecto.

**Momento (MO) o tiempo entre la acción y la aparición del impacto:** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

**Persistencia (PE) o permanencia del efecto provocado por el impacto:** Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

**Reversibilidad (RV):** Posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto. Es decir, posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez esta deje de actuar sobre el medio.



**Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

**Acumulación (AC) o afecto de incremento progresivo:** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

**Efecto (EF):** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

**Periodicidad (PR):** La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto aperiódico), o constante en el tiempo (efecto continuo).

**Recuperabilidad (MC) o grado posible de reconstrucción por medios humanos:** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

La tabla que se muestra a continuación nos permitirá cuantificar los parámetros anteriores en función de las características del impacto para desarrollar la ecuación anterior.

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4

<b>SINERGIA (SI)</b>		<b>ACUMULACIÓN (AC)</b>	
Simple	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
<b>EFFECTO (EF)</b>		<b>PERIODICIDAD (PR)</b>	
Indirecto (secundario)	1	Aperiódico	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b>		<b>IMPORTANCIA (I)</b>	
Inmediata	1	$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
A medio plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

*Tabla 13. Modelo de importancia de impactos*

En función de este modelo, los valores de la Importancia (I) pueden variar, siempre que sean de carácter perjudicial, en:

<b>Valor I (13 y 100)</b>	<b>Calificación</b>	<b>Significado</b>
< 25	COMPATIBLE	La afectación de este es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión.
25 ≥ < 50	MODERADO	La afectación de este no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50 ≥ < 75	SEVERO	La afectación de este exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
≥ 75	CRITICO	La afectación del mismo es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

*Tabla 14. Clasificación de los valores de impacto*

Cuya representación se puede realizar mediante los siguientes colores:



### 5.3 Identificación de impactos

En el punto 3 de propuestas de alternativas, se llegó a la conclusión que la alternativa que finalmente escogeremos sería la 1, por lo tanto, empezaremos desarrollando la matriz de identificación de impactos con 8 aerogeneradores SG 4.7 – 155.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL del parque eólico de la Sierra de Cartagena			Acciones del proyecto																											
			Fase de construcción								Fase de explotación				Fase de clausura															
			Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Balizamiento de zonas	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Acumulación de residuos	Drenajes	Construcción de plataformas de mo	Construcción de estructuras civiles	Montaje aerogeneradores	Instalación eléctrica ( Red subterránea, montajes de apoyo de la línea y toma tierra)	Generación de puestos de trabajo	Circulación de vehículos	Ocupación del espacio aéreo	Ocupación del terreno	Funcionamiento aerogeneradores	Mantenimiento de aerogeneradores	Mantenimiento de caminos	Acumulación de residuos	Generación de puestos de trabajo	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Balizamiento de zonas	Revegetación	Aumulación de residuos	Transporte de residuos	Retirada de toda la infraestructura	Generación de puestos de trabajo
Factores del Medio Afectados	Medio abiótico	Atmósfera	Calidad del aire	X	X		X	X					X								X	X		X	X		X	X		
			Ruido y vibraciones	X	X		X	X			X	X	X		X			X					X	X		X		X	X	
			Nivel lumínico			X											X								X					
		Agua	Calidad del agua	X	X		X	X	X	X	X		X	X					X	X			X	X		X	X	X		
			Recursos hídricos																											
		Medio Terrestre	Calidad del suelo	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X								X	X		X	X	X	X	
	Recursos geológicos y edáficos																													
	Procesos	Relieve	X						X													X								
		Recarga de acuíferos					X		X																X					
	Medio biótico	Flora	Especies de interés																X				X	X		X		X	X	
			Formaciones vegetales	X	X		X	X		X	X	X		X	X	X				X			X	X		X		X	X	
		Fauna	Especies de interés																											
	Cadena trófica		X	X		X							X			X							X	X		X				
	Zonas ambientalmente sensibles																													
	Procesos	Regeneración natural del hábitat	X	X		X	X		X	X	X		X		X								X	X		X			X	
		Corredores y pasos																												
		Medio perceptual : Paisaje	Incidencia visual	X		X	X	X	X		X	X			X	X				X			X		X	X	X		X	
	Medio Socioeconómico y Cultural	Uso recreativo	Turismo, caza, act. deportivas, etc.												X	X														
			Uso productivo	Agrícola y ganadero													X													
		Patrimonio histórico y cultural	Yacimientos arqueológicos																											
Bienes de Interés Cultural															X	X														
Usos y costumbres															X															
Población		Vías pecuarias y montes																												
		Movimientos de población														X														
Acogida del territorio		Seguridad y salud de las personas		X	X		X						X											X	X	X		X		
		Servicios e infraestructura																												
		Usos del suelo y Modelo territorial																												
Economía		Vías de comunicación: movilidad		X									X										X				X			
	Renta											X		X						X								X		
	Empleo											X								X								X		
	Actividades económicas													X																

## 5.4 Descripción y valoración de impactos

En este apartado se ha tratado de realizar una valoración de los impactos más significativos que puede generar el proyecto. Se realizará la valoración durante las distintas fases del proyecto siguiendo el modelo de importancia de impactos descrito anteriormente.

### 5.4.1 Impactos sobre el Medio abiótico

#### 5.4.1.1 Impactos sobre la Atmósfera

#### **Calidad del aire**

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción					
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Construcción de estructuras civiles	Montaje de aero-generadores
NAT	Beneficioso						
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X
I	Baja						
	Media	X	X	X	X	X	X
	Alta						
	Muy alta						
	Total						
EX	Puntual						
	Parcial		X	X		X	X
	Extenso	X			X		
	Total						
	Crítica						
MO	Largo plazo						
	Medio plazo				X		
	Inmediato	X	X	X		X	X
	Crítico						
PE	Fugaz						
	Temporal	X	X	X	X	X	X
	Permanente						
RV	Corto plazo	X	X	X		X	X
	Medio plazo				X		
	Irreversible						
SI	Simple						X
	Sinérgico	X	X	X	X	X	
	Muy sinérgico						
AC	Simple	X		X		X	X
	Acumulativo		X		X		
EF	Indirecto						
	Directo	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico						
	Periódico			X	X	X	X
	Continuo	X	X				
MC	Inmediata				X		
	A medio plazo	X	X	X		X	X
	Mitigable						
	Irrecuperable						

Tabla 15. Impacto sobre la calidad del aire en la fase de construcción

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación	Fase de clausura				
		Circulación de vehículos	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Revegetación	Transporte de residuos	Retirada de toda la infraestructura
NAT	Beneficioso				X		
	Perjudicial	X	X	X		X	X
I	Baja						
	Media	X	X	X	X	X	X
	Alta						
	Muy alta						
	Total						
EX	Puntual						
	Parcial	X		X		X	X
	Extenso		X		X		
	Total						
	Crítica						
MO	Largo plazo						
	Medio plazo				X		
	Inmediato	X	X	X		X	X
	Crítico						
PE	Fugaz						
	Temporal	X	X	X		X	X
	Permanente				X		
RV	Corto plazo	X	X	X		X	X
	Medio plazo				X		
	Irreversible						
SI	Simple						
	Sinérgico	X	X	X	X	X	X
	Muy sinérgico						
AC	Simple	X	X				X
	Acumulativo			X	X	X	
EF	Indirecto						
	Directo	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico						
	Periódico				X		X
	Continuo	X	X	X		X	
MC	Inmediata						
	A medio plazo	X	X	X	X	X	X
	Mitigable						
	Irrecuperable						

Tabla 16. Impacto sobre la calidad del aire en la fase de explotación y clausura

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-34 (Moderado)
Circulación de vehículos	-33 (Moderado)
Creación de nuevos caminos	-28 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-33 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-32 (Moderado)
Montaje de aerogeneradores	-31 (Moderado)

FASE DE EXPLOTACIÓN	
Circulación de vehículos	-30 (Moderado)
FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras y reperfilado	-34 (Moderado)
Circulación de vehículos	-33 (Moderado)
Revegetación	+36 (Positivo)
Transporte de residuos	-33 (Moderado)
Retirada de toda la infraestructura	-27 (Moderado)

Tabla 17. Valoración de los impactos sobre la calidad del aire

Durante todas las fases se producirán principalmente emisiones de polvo y emisiones producidas por la combustión de combustibles, las cuales tendrán un efecto negativo en la calidad del aire. No obstante, son de carácter temporal y se realizarán a cielo abierto, lo que producirá una rápida dilución al entorno.

Durante la fase de explotación la principal y única acción que afectará a la calidad del aire será la circulación de vehículos, ya que para trabajos de mantenimiento o seguimiento es posible de su requerimiento, aunque de manera menos habitual que durante la fase de construcción o de clausura.

También hay que destacar que la única acción beneficiosa para la calidad del aire sería la revegetación, aunque sea más orientada a medio plazo.

**Ruido y vibraciones**

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción						
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Construcción plataformas de montaje	Construcción de estructuras civiles	Montaje de aerogeneradores
NAT	Beneficioso							
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja							
	Media	X	X	X	X	X	X	X
	Alta							
	Muy alta							
	Total							
EX	Puntual							
	Parcial		X	X	X	X	X	X
	Extenso	X						
	Total							
	Crítica							
MO	Largo plazo							
	Medio plazo							
	Inmediato	X	X	X	X	X	X	X
	Crítico							
PE	Fugaz							
	Temporal	X	X	X	X	X	X	X
	Permanente							
RV	Corto plazo	X	X	X	X	X	X	X
	Medio plazo							
	Irreversible							
SI	Simple							
	Sinérgico	X	X	X	X	X	X	X
	Muy sinérgico							
AC	Simple	X		X	X	X	X	X
	Acumulativo		X					
EF	Indirecto							
	Directo	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico							
	Periódico			X	X	X	X	X
	Continuo	X	X					
MC	Inmediata							
	A medio plazo	X	X	X	X	X	X	X
	Mitigable							
	Irrecuperable							

*Tabla 18. Impacto de Ruido y vibraciones en la fase de construcción*



Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación		Fase de clausura				
		Circulación de vehículos	Funcionamiento de aerogeneradores	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Revegetación	Transporte de residuos	Retirada de toda la infraestructura
NAT	Beneficioso							
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja	X						
	Media		X	X	X	X	X	X
	Alta							
	Muy alta							
	Total							
EX	Puntual							
	Parcial	X	X		X	X	X	X
	Extenso			X				
	Total							
MD	Crítica							
	Largo plazo							
	Medio plazo							
	Inmediato	X	X	X	X	X	X	X
PE	Crítico							
	Fugaz							
	Temporal	X		X	X	X	X	X
RV	Permanente		X					
	Corto plazo	X	X	X	X	X	X	X
	Medio plazo							
SI	Irreversible							
	Simple							
	Sinérgico	X	X	X	X	X	X	X
AC	Muy sinérgico							
	Simple		X	X		X		X
EF	Acumulativo	X			X		X	
	Indirecto							
PR	Directo	X	X	X	X	X	X	X
	Aperiódico							
	Periódico	X		X		X		X
MC	Continuo		X		X		X	
	Inmediata		X					
	A medio plazo	X		X	X	X	X	X
	Mitigable							
	Irrecuperable							

*Tabla 19. Impacto de Ruido y vibraciones en la fase de explotación y clausura*

El nivel de ruido será más intenso durante la fase de construcción y clausura, debido al tránsito de la maquinaria para la construcción y demolición del parque. Así mismo, los movimientos de tierras que se realizarán aumentarán considerablemente los niveles sonoros.

Hay que tener en cuenta de que todas las emisiones son de carácter temporal a excepción del ruido generado pasivamente por el funcionamiento del aerogenerador. Aunque ya se comentó en el punto 4.1.3 con más detalle, esta acción no supondrá ningún problema sonoro ni en las cercanías de los aerogeneradores, ni en el núcleo de población más cercano, ya que no se superan los dB permitidos y se encuentran a más de 100 metros de altura y a una distancia considerable del núcleo de población.

Sin embargo, aunque se respete el nivel sonoro permitido, puede afectar a la fauna local que reside en las cercanías del parque. Sobre todo, durante las fases ya mencionadas anteriormente.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-34 (Moderado)
Circulación de vehículos	-33 (Moderado)
Creación de nuevos caminos	-28 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-28 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-28 (Moderado)
Construcción de plataformas de montaje	-28 (Moderado)
Montaje de aerogeneradores	-31 (Moderado)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Funcionamiento de los aerogeneradores	-31 (Moderado)
FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras y reperfilado	-32 (Moderado)
Circulación de vehículos	-33 (Moderado)
Revegetación	-28 (Moderado)
Transporte de residuos	-33 (Moderado)
Retirada de toda la infraestructura	-28 (Moderado)

*Tabla 20. Valoración de los impactos producidos por ruido y vibraciones*

### **Nivel lumínico**

En cuanto a iluminación, lo único que vamos a tener en cuenta es el balizamiento de las zonas y la luz blanca que llevan instalados los aerogeneradores, ya que nuestra principal fuente lumínica será el sol al encontrarnos en un proyecto a cielo abierto. No obstante, es importante tener localizados los aerogeneradores y señalizadas las zonas de trabajo y sobre todo bien visibles. Sobre todo, en días de escaso sol, por la noche o en el caso del balizamiento de las zonas cuando se construyan las instalaciones civiles, que para ello podremos emplear el uso de focos para una mejor iluminación de nuestra zona de trabajo.

Las únicas fases que requerirán de balizamiento necesario y obligatorio serán las de construcción o clausura.

		Fase de construcción	Fase de explotación	Fase de clausura
Efectos/Acciones del proyecto		Balizamiento de zonas	Funcionamiento de aerogeneradores	Balizamiento de zonas
NAT	Beneficioso			
	Perjudicial	X	X	X
I	Baja	X	X	X
	Media			
	Alta			
	Muy alta			
	Total			
EX	Puntual	X	X	X
	Parcial			
	Extenso			
	Total			
	Crítica			
MO	Largo plazo			
	Medio plazo			
	Inmediato	X	X	X
	Crítico			
PE	Fugaz			
	Temporal	X		X
	Permanente		X	
RV	Corto plazo	X	X	X
	Medio plazo			
	Irreversible			
SI	Simple	X	X	X
	Sinérgico			
	Muy sinérgico			
AC	Simple	X	X	X
	Acumulativo			
EF	Indirecto			
	Directo	X	X	X
PR	Aperiódico			
	Periódico	X	X	X
	Continuo			
MC	Inmediata	X	X	X
	A medio plazo			
	Mitigable			
	Irrecuperable			

Tabla 21. Impacto del Nivel lumínico en la fase de construcción y clausura

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Balizamiento de la zona	-21 (Compatible)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Funcionamiento de los aerogeneradores	-23 (Compatible)
FASE DE CLAUSURA	
Balizamiento de la zona	-21 (Compatible)

Tabla 22. Valoración del impacto del nivel lumínico

5.4.1.2 Impactos sobre el agua

**Calidad del agua**

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción							
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Construcción plataformas de montaje	Construcción de estructuras civiles	Instalación eléctrica	Acumulación de residuos
NAT	Beneficioso								
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja								
	Media		X	X	X	X	X	X	X
	Alta	X							
	Muy alta								
	Total								
EX	Puntual								X
	Parcial		X	X		X	X	X	
	Extenso	X			X				
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								X
	Medio plazo				X				
	Inmediato	X	X	X		X	X	X	
	Crítico								
PE	Fugaz								
	Temporal				X				
	Permanente	X	X	X		X	X	X	X
RV	Corto plazo		X					X	
	Medio plazo	X		X	X	X	X		X
	Irreversible								
SI	Simple		X						X
	Sinérgico	X		X	X	X	X	X	
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X	X	X	X	X	X	X	
	Acumulativo								X
EF	Indirecto								
	Directo	X	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico			X		X	X	X	
	Periódico	X	X		X				X
	Continuo								
MC	Inmediata								
	A medio plazo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mitigable								
	Irrecuperable								

Tabla 23. Impacto sobre la calidad del agua en la fase de construcción

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación			Fase de clausura				
		Circulación de vehículos	Mantenimiento de caminos	Acumulación de residuos	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Revegetación	Transporte de residuos	Acumulación de residuos
NAT	Beneficioso								
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja	X				X			
	Media		X	X	X		X	X	X
	Alta								
	Muy alta								
	Total								
EX	Puntual								
	Parcial	X	X	X		X		X	X
	Extenso				X		X		
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo			X					X
	Medio plazo								
	Inmediato	X	X		X	X	X	X	
	Crítico								
PE	Fugaz								
	Temporal						X		
	Permanente	X	X	X	X	X		X	X
RV	Corto plazo	X	X	X	X	X		X	X
	Medio plazo						X		
	Irreversible								
SI	Simple	X		X		X		X	X
	Sinérgico		X		X		X		
	Muy sinérgico								
AC	Simple		X	X			X		
	Acumulativo	X			X	X		X	X
EF	Indirecto								
	Directo	X	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico								
	Periódico	X	X	X	X	X	X	X	X
	Continuo								
MC	Inmediata								
	A medio plazo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mitigable								
	Irrecuperable								

*Tabla 24. Impacto sobre la calidad del agua en la fase de explotación y clausura*

Las acciones producen principalmente un impacto sobre la hidrología superficial ya que ningún proceso más allá de la construcción de plataformas de montaje, el movimiento de tierras y la instalación eléctrica pueden influir en la calidad del agua subterránea. Sin embargo, ninguna de las fases donde se involucra al parque producirán efectos negativos significativos en la hidrología del lugar ya que se espera una rápida recuperación de la contaminación que generan las partículas en suspensión disueltas en el ambiente.

El mantenimiento de las pistas para la circulación de vehículos también se hará con agua, pero no comprometerá a la calidad del agua del lugar del Sancti Spiritu y la posibilidad de derramamiento de algún fluido para afectar a la calidad del agua es bastante baja, y en caso de producirse, se tomarán las medidas pertinentes.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-41 (Moderado)
Circulación de vehículos	-29 (Moderado)
Creación de nuevos caminos	-30 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-31 (Moderado)
Construcción de plataformas de montaje	-30 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-30 (Moderado)
Instalación eléctrica	-30 (Moderado)
Acumulación de residuos	-27 (Moderado)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Circulación de vehículos	-29 (Moderado)
Mantenimiento de caminos	-24 (Compatible)
Acumulación de residuos	-27 (Moderado)
FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras y reperfilado	-35 (Moderado)
Circulación de vehículos	-29 (Moderado)
Revegetación	-29 (Moderado)
Transporte de residuos	-32 (Moderado)
Acumulación de residuos	-30 (Moderado)

*Tabla 25. Valoración sobre la calidad del agua*

#### *5.4.1.3 Impactos sobre el medio terrestre*

##### **Calidad del suelo**

Con respecto a la ocupación del suelo, la energía eólica utiliza pocos recursos de terreno. Es verdad que se perderá de forma permanente una pequeña superficie ocupada por los y las vías de acceso, sin embargo, ocupan muy poca área en comparación con otros proyectos.

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción							
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Construcción de plataformas de montaje	Construcción de estructuras civiles	Instalación eléctrica	Acumulación de residuos
NAT	Beneficioso								
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja								
	Media		X	X	X		X	X	X
	Alta	X				X			
	Muy alta								
	Total								
EX	Puntual								
	Parcial		X	X		X	X	X	X
	Extenso	X			X				
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								
	Medio plazo				X				
	Inmediato	X	X	X		X	X	X	X
	Crítico								
PE	Fugaz								
	Temporal		X		X				X
	Permanente	X		X		X	X	X	
RV	Corto plazo								
	Medio plazo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Irreversible								
SI	Simple		X						X
	Sinérgico	X		X	X	X	X	X	
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X		X		X	X	X	X
	Acumulativo		X		X				
EF	Indirecto								
	Directo	X	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico								
	Periódico		X		X				X
	Continuo	X		X		X	X	X	
MC	Inmediata								
	A medio plazo		X	X	X	X	X	X	X
	Mitigable	X							
	Irrecuperable								

*Tabla 26. Impacto sobre la calidad del suelo en la fase de construcción*

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación		Fase de clausura					
		Circulación de vehículos	Ocupación del terreno	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Revegetación	Transporte de residuos	Acumulación de residuos	Retirada de toda la infraestructura
NAT	Beneficioso					X			
	Perjudicial	X	X	X	X		X	X	X
I	Baja								
	Media	X	X		X	X	X	X	X
	Alta			X					
	Muy alta								
	Total								
EX	Puntual								
	Parcial	X	X		X		X	X	X
	Extenso			X		X			
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								
	Medio plazo					X			
	Inmediato	X	X	X	X		X	X	X
	Crítico								
PE	Fugaz								
	Temporal	X	X		X		X	X	
	Permanente			X		X			X
RV	Corto plazo								X
	Medio plazo	X	X	X	X	X	X	X	
	Irreversible								
SI	Simple	X	X		X		X	X	X
	Sinérgico			X		X			
	Muy sinérgico								
AC	Simple		X	X			X	X	X
	Acumulativo	X			X	X			
EF	Indirecto								
	Directo	X	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico								
	Periódico	X				X	X	X	X
	Continuo		X	X	X				
MC	Inmediata								
	A medio plazo	X	X		X	X	X	X	X
	Mitigable			X					
	Irrecuperable								

Tabla 27. Impacto sobre la calidad del suelo en la fase de explotación y clausura

En la calidad del suelo el factor que más se debe tener en cuenta es la erosión. Los impactos producidos principalmente en la fase de construcción y de clausura del parque son los más importantes debido al movimiento de tierras que se deben realizar y a la construcción de las plataformas de montaje, ya que requieren de grandes cimentaciones. Otras causas de impacto suelen ser, aunque en menor medida, la construcción de edificios de control y la circulación de vehículos. Los efectos de la erosión se atenuarán, durante la fase de construcción y clausura, evitando los desniveles pronunciados y regenerando los taludes, terraplenes y superficies desnudas.

Viendo los resultados de la Importancia, se concluye una afección moderada en la calidad del suelo.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-45 (Moderado)
Circulación de vehículos	-31 (Moderado)



Creación de nuevos caminos	-33 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-34 (Moderado)
Construcción de plataformas de montaje	-39 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-33 (Moderado)
Instalación eléctrica	-33 (Moderado)
Acumulación de residuos	-28 (Moderado)
<b>FASE DE EXPLOTACIÓN</b>	
Circulación de vehículos	-31 (Moderado)
Ocupación del terreno	-30 (Moderado)
<b>FASE DE CLAUSURA</b>	
Movimiento de tierras y reperfilado	-47 (Moderado)
Circulación de vehículos	-33 (Moderado)
Revegetación	+38 (Positivo)
Transporte de residuos	-28 (Moderado)
Acumulación de residuos	-28 (Moderado)
Retirada de la infraestructura	+29 (Positivo)

*Tabla 28. Valoración sobre la calidad del suelo*

*5.4.1.4 Impactos sobre los procesos*

**Relieve**

Al encontrarse el parque eólico en una elevación montañosa es inevitable no influir en el relieve, no obstante, la mayoría de los procesos son erosivos como se han comentado anteriormente y solo unos pocos producen alguna alteración en la morfología del terreno.

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Movimiento de tierras	-32 (Moderado)
Construcción de las plataformas de montaje	-25 (Moderado)
<b>FASE DE CLAUSURA</b>	
Movimiento de tierras y reperfilado	+35 (Positivo)

*Tabla 28. Valoración sobre el relieve*

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción		Fase de clausura
		Movimiento de tierras	Construcción de plataformas de montaje	Movimiento de tierras y reperfilado
NAT	Beneficioso			X
	Perjudicial	X	X	
I	Baja			
	Media	X	X	X
	Alta			
	Muy alta			
	Total			
EX	Puntual		X	
	Parcial			
	Extenso	X		X
	Total			
	Crítica			
MO	Largo plazo			
	Medio plazo			
	Inmediato	X	X	X
	Crítico			
PE	Fugaz			
	Temporal	X	X	
	Permanente			X
RV	Corto plazo		X	
	Medio plazo	X		X
	Irreversible			
SI	Simple	X	X	X
	Sinérgico			
	Muy sinérgico			
AC	Simple	X	X	X
	Acumulativo			
EF	Indirecto			
	Directo	X	X	X
PR	Aperiódico			
	Periódico			
	Continuo	X	X	X
MC	Inmediata			
	A medio plazo	X	X	X
	Mitigable			
	Irrecuperable			

Tabla 29. Impactos sobre el relieve

Como observamos se produce una afección muy moderada sobre el relieve, además el movimiento de tierras y reperfilado durante la fase de clausura nos ayudará de manera considerable a la valoración del proyecto sobre el relieve y también para intentar volver a la situación inicial del lugar cuando el impacto del proyecto todavía no estaba vigente.

### Recarga de acuíferos

Como ya hemos dicho anteriormente, nuestro proyecto afectará principalmente a la hidrología superficial. Sin embargo, de forma secundaria puede verse afectada la hidrología subterránea mediante la recarga de acuíferos.

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción		Fase de clausura
		Desbroce de la vegetación	Drenajes	Revegetación
NAT	Beneficioso	X		X
	Perjudicial		X	
I	Baja		X	
	Media	X		X
	Alta			
	Muy alta			
	Total			
EX	Puntual		X	
	Parcial	X		X
	Extenso			
	Total			
	Crítica			
MO	Largo plazo			
	Medio plazo	X		X
	Inmediato		X	
	Crítico			
PE	Fugaz			
	Temporal	X		X
	Permanente		X	
RV	Corto plazo			
	Medio plazo	X		X
	Irreversible		X	
SI	Simple	X	X	X
	Sinérgico			
	Muy sinérgico			
AC	Simple	X	X	X
	Acumulativo			
EF	Indirecto	X		X
	Directo		X	
PR	Aperiódico		X	
	Periódico	X		X
	Continuo			
MC	Inmediata			
	A medio plazo	X		X
	Mitigable		X	
	Irrecuperable			

Tabla 30. Impactos sobre la recarga de acuíferos

Puede verse influenciada positivamente esta acción por el desbroce de la vegetación, aunque a primera vista parezca algo negativo. Un pequeño porcentaje del agua de la lluvia lo emplean las plantas y después lo transmiten al entorno mediante la evapotranspiración de estas, lo que hace que este pequeño porcentaje de agua dificulte la llegada al acuífero mediante percolación del suelo.

También tenemos que considerar que nos encontramos en una zona semiárida con escasas precipitaciones a lo largo del año, así que cualquier drenaje del suelo, por pequeño que sea, puede ser perjudicial para la recarga del acuífero.

FASE DE EXPLOTACIÓN	
Desbroce	+23 (Positivo)

Drenaje	-28 (Moderado)
FASE DE CLAUSURA	
Revegetación	-23 (Compatible)

Tabla 31. Valoración de impactos sobre la recarga de acuíferos

#### 5.4.2 Medio biótico

##### 5.4.2.1 Impactos sobre la flora

#### **Formación de especies vegetales**

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción							
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Drenajes	Construcción plataformas de montaje	Construcción de estructuras civiles	Instalación eléctrica
NAT	Beneficioso								
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja								
	Media		X			X	X	X	X
	Alta	X		X					
	Muy alta				X				
	Total								
EX	Puntual								
	Parcial		X	X		X	X	X	X
	Extenso	X			X				
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								
	Medio plazo								
	Inmediato	X	X	X		X	X	X	X
	Crítico				X				
PE	Fugaz								
	Temporal		X	X		X			
	Permanente	X			X		X	X	X
RV	Corto plazo					X			
	Medio plazo	X	X	X	X		X	X	X
	Irreversible								
SI	Simple		X					X	X
	Sinérgico	X		X	X	X	X		
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acumulativo								
EF	Indirecto					X			X
	Directo	X	X	X	X		X	X	
PR	Aperiódico								
	Periódico		X			X			
	Continuo	X		X	X		X	X	X
MC	Inmediata								
	A medio plazo	X	X	X		X	X	X	X
	Mitigable				X				
	Irrecuperable								

Tabla 32. Impactos sobre la flora en la fase de construcción

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación			Fase de clausura				
		Circulación de vehículos	Ocupación del terreno	Mantenimiento de caminos	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Revegetación	Transporte de residuos	Retirada de toda la infraestructura
NAT	Beneficioso			X			X		X
	Perjudicial	X	X		X	X		X	
I	Baja		X	X				X	
	Media	X				X			
	Alta				X				X
	Muy alta						X		
	Total						X		
EX	Puntual								
	Parcial	X	X	X		X		X	X
	Extenso				X		X		
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								
	Medio plazo			X			X		X
	Inmediato	X	X		X	X		X	
	Crítico								
PE	Fugaz								
	Temporal	X		X		X		X	
	Permanente		X		X		X		X
RV	Corto plazo						X		
	Medio plazo	X	X	X	X	X		X	X
	Irreversible								
SI	Simple	X	X			X		X	
	Sinérgico			X	X		X		X
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X	X	X	X	X		X	X
	Acumulativo						X		
EF	Indirecto								
	Directo	X	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico							X	
	Periódico	X		X	X	X			X
	Continuo		X				X		
MC	Inmediata								
	A medio plazo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mitigable								
	Irrecuperable								

Tabla 33. Impactos sobre la flora en la fase de explotación y clausura

La fase de construcción es la que tendrá mayor repercusión en la flora y la vegetación, como es lógico el impacto más perjudicial es el desbroce de la vegetación al producirse una acción directa sobre esta. Sin embargo, durante la fase de clausura del parque se procederá a la revegetación de ésta por lo que se podrá mitigar la actividad del desbroce.

Los movimientos de tierras también y construcción de cualquier cosa también puede influir negativamente en el crecimiento de la vegetación, debiendo tener especial cuidado con este impacto y con cualquier residuo y vertido que pueda comprometer a la flora del lugar.

Durante la fase de explotación observamos un impacto moderado en comparación de las demás fases del proyecto. Además, el mantenimiento de los caminos nos ayudará a que florezcan especies sobre estos, siempre que se tenga cuidado con la circulación de vehículos.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-43 (Moderado)
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Creación de nuevos caminos	-37 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-61 (Severo)
Drenaje	-25 (Moderado)
Construcción de plataformas de montaje	-33 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-32 (Moderado)
Instalación eléctrica	-32 (Moderado)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Circulación de vehiculos	-28 (Moderado)
Ocupación del terreno	-29 (Moderado)
Mantenimiento de caminos	+26 (Positivo)
FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras y reperfilado	-41 (Moderado)
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Revegetación	+53 (Positivo)
Transporte de residuos	-24 (Compatible)
Retirada de toda la infraestructura	+35 (Positivo)

*Tabla 34. Valoración de impactos sobre la flora*

5.4.2.2 Impactos sobre la fauna

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción			Fase de explotación		Fase de clausura		
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Desbroce de la vegetación	Circulación de vehículos	Funcionamiento aerogeneradores	Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Revegetación
NAT	Beneficioso								X
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X	
I	Baja				X				
	Media	X	X	X		X	X	X	X
	Alta								
	Muy alta								
	Total								
EX	Puntual								
	Parcial	X	X	X	X	X	X	X	X
	Extenso								
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								
	Medio plazo			X					X
	Inmediato	X	X		X	X	X	X	
	Crítico								
PE	Fugaz	X			X		X		
	Temporal		X					X	
	Permanente			X		X			X
RV	Corto plazo	X	X		X		X	X	
	Medio plazo			X		X			X
	Irreversible								
SI	Simple	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sinérgico								
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X	X		X	X	X	X	
	Acumulativo			X					X
EF	Indirecto			X					X
	Directo	X	X		X	X	X	X	
PR	Aperiódico	X					X		
	Periódico		X	X	X			X	
	Continuo					X			X
MC	Inmediata	X							
	A medio plazo		X	X	X		X	X	X
	Mitigable					X			
	Irrecuperable								

Tabla 35. Impactos sobre la fauna

Durante la fase de construcción vemos unos impactos moderados, el movimiento de tierras y la circulación de vehículos inciden directamente sobre la fauna al generar un desplazamiento de algunas especies a otro lugar por la generación de polvo y ruido, o simplemente en los movimientos de tierras pueden destruir el hábitat de algunos animales. Sin embargo, el desbroce de la vegetación puede afectar indirectamente porque hay especies que dependen de la alimentación de esta vegetación.

Durante la fase de explotación puede afectar a la fauna la circulación de vehículos, aunque con mucho menor tránsito que durante la fase de construcción, y el funcionamiento de los aerogeneradores que puede afectar especialmente a las especies susceptibles de los ruidos que estos producen.

Durante la fase de clausura se repite el movimiento de tierras y la circulación de vehículos con los mismos efectos anteriores, no obstante, se produce una revegetación que puede ser beneficioso para la fauna a medio plazo.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-25 (Moderado)
Circulación de vehículos	-30 (Moderado)
Desbroce	-28 (Moderado)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Circulación de vehículos	-24 (Compatible)
Funcionamiento de los aerogeneradores	-34 (Moderado)
FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras y reperfilado	-26 (Moderado)
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Revegetación	+30 (Positivo)

Tabla 36. Valoración de impactos sobre la fauna

#### 5.4.2.3 Impactos sobre los procesos

##### **Regeneración natural del hábitat**

La fase de construcción es la más devastadora, para impedir la regeneración del hábitat. El movimiento de tierras y el desbroce de la vegetación suponen un impacto severo sobre esto, el resto puede considerarse que generan impactos moderados.

Durante la fase de explotación y de clausura la cosa cambia, suavizándose moderadamente los impactos. Incluso hay acciones positivas para ayudar a la regeneración del hábitat como el mantenimiento de caminos, la revegetación o la retirada de la infraestructura.

Cualquier modificación del estado inicial de la zona supondrá un impacto sobre la regeneración del hábitat y las medidas correctoras ayudarán a reducir el impacto generado



Tabla 37. Impactos sobre la regeneración natural del hábitat en la fase de construcción

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción						
		Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Drenajes	Construcción plataformas de montaje	Construcción de estructuras civiles
NAT	Beneficioso							
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja							
	Media		X			X		X
	Alta			X			X	
	Muy alta	X			X			
	Total							
EX	Puntual		X	X		X	X	X
	Parcial							
	Extenso	X			X			
	Total							
MO	Largo plazo							
	Medio plazo					X		
	Inmediato	X	X	X	X		X	X
	Crítico							
PE	Fugaz							
	Temporal		X					X
	Permanente	X		X	X	X	X	
RV	Corto plazo					X		
	Medio plazo	X	X	X	X		X	X
	Irreversible							
SI	Simple		X					X
	Sinérgico	X		X	X	X	X	
	Muy sinérgico							
AC	Simple	X	X	X		X	X	X
	Acumulativo				X			
EF	Indirecto					X		
	Directo	X	X	X	X		X	X
PR	Aperiódico							
	Periódico		X			X		
	Continuo	X		X	X		X	X
MC	Inmediata							
	A medio plazo	X	X	X		X	X	X
	Mitigable				X			
	Irrecuperable							

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación		Fase de clausura			
		Circulación de vehículos	Ocupación del terreno	Movimiento de tierras y reperfilado	Circulación de vehículos	Revegetación	Retirada de toda la infraestructura
NAT	Beneficioso					X	X
	Perjudicial	X	X	X	X		
I	Baja						
	Media	X			X		
	Alta		X	X			X
	Muy alta					X	
	Total						
EX	Puntual						
	Parcial	X	X		X		X
	Extenso			X		X	
	Total						
	Crítica						
MO	Largo plazo						
	Medio plazo						
	Inmediato	X	X	X	X	X	X
	Crítico						
PE	Fugaz						
	Temporal	X	X		X		
	Permanente			X		X	X
RV	Corto plazo					X	X
	Medio plazo	X	X	X	X		
	Irreversible						
SI	Simple	X	X		X		
	Sinérgico			X		X	X
	Muy sinérgico						
AC	Simple	X	X	X	X		X
	Acumulativo					X	
EF	Indirecto						
	Directo	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico						X
	Periódico	X		X	X		
	Continuo		X			X	
MC	Inmediata						X
	A medio plazo	X	X	X	X	X	
	Mitigable						
	Irrecuperable						

Tabla 38. Impactos sobre la regeneración natural del hábitat en la fase de explotación y fase de clausura

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-55 (Severo)
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Creación de nuevos caminos	-39 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-60 (Severo)
Drenaje	-26 (Moderado)
Construcción de plataformas de montaje	-39 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-30 (Moderado)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Ocupación del terreno	-36 (Moderado)

FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras y reperfilado	-41 (Moderado)
Circulación de vehículos	-28 (Moderado)
Revegetación	+60 (Positivo)
Retirada de toda la infraestructura	+37 (Positivo)

Tabla 39. Valoración de impactos sobre la regeneración del hábitat

### 5.4.3 Medio perceptual: Paisaje

#### Incidencia visual

Las afecciones sobre el medio perceptual afectarán a aquellas superficies que supongan cambios en el medio actual, sustituyendo los usos agrícolas y naturales por los requeridos para la construcción y colocación de aerogeneradores.

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción						
		Movimiento de tierras	Balizamiento de zonas	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Acumulación de residuos	Montaje aerogeneradores	Construcción de estructuras civiles
NAT	Beneficioso							
	Perjudicial	X	X	X	X	X	X	X
I	Baja		X					
	Media	X		X		X	X	X
	Alta				X			
	Muy alta							
	Total							
EX	Puntual		X					
	Parcial			X		X	X	X
	Extenso	X			X			
	Total							
MO	Crítica							
	Largo plazo							
	Medio plazo							
	Inmediato	X	X	X	X	X	X	X
PE	Crítico							
	Fugaz							
	Temporal		X			X	X	
RV	Permanente	X		X	X			X
	Corto plazo		X			X	X	
SI	Irreversible	X		X	X			X
	Simple		X			X	X	X
	Sinérgico	X		X	X			
AC	Muy sinérgico							
	Simple	X	X	X	X	X	X	X
EF	Acumulativo							
	Indirecto							
PR	Directo	X	X	X	X	X	X	X
	Aperiódico					X		
	Periódico							
MC	Continuo	X	X	X	X		X	X
	Inmediata		X			X		
	A medio plazo	X		X			X	X
	Mitigable				X			
	Irrecuperable							

Tabla 40. Impactos sobre el paisaje en la fase de construcción

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Movimiento de tierras	-37 (Moderado)
Balizamiento de zonas	-21 (Compatible)
Creación de nuevos caminos	-33 (Moderado)
Desbroce de la vegetación	-45 (Moderado)
Acumulación de residuos	-25 (Moderado)
Montaje de los aerogeneradores	-29 (Moderado)
Construcción de estructuras civiles	-32 (Moderado)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Ocupación del espacio aéreo	-50 (Severo)
Ocupación del territorio	-40 (Moderado)
Acumulación de residuos	-26 (Moderado)
FASE DE CLAUSURA	
Movimiento de tierras	-43 (Moderado)
Balizamiento de zonas	-23 (Compatible)
Revegetación	+44 (Positivo)
Retirada de toda la infraestructura	+51 (Positivo)
Acumulación de residuos	-27 (Moderado)

*Tabla 41. Valoración de impactos sobre el paisaje*

El paisaje será alterado durante todas las fases del proyecto, siendo este impacto moderado en su mayoría, a excepción de la ocupación del espacio aéreo. Tras la finalización de la vida útil del parque el impacto paisajístico producido quedará corregido, al producirse una revegetación y la retirada de toda la infraestructura que comprometía al paisaje.

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de explotación			Fase de clausura				
		Ocupación del espacio aéreo	Ocupación del terreno	Acumulación de residuos	Movimiento de tierras y reperfilado	Balizamiento de la zona	Revegetación	Retirada de toda la infraestructura	Acumulación de residuos
NAT	Beneficioso						X	X	
	Perjudicial	X	X	X	X	X			X
I	Baja					X			
	Media			X					X
	Alta		X		X		X		
	Muy alta	X						X	
	Total								
EX	Puntual					X			
	Parcial	X	X	X				X	X
	Extenso				X		X		
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo								
	Medio plazo						X		
	Inmediato	X	X	X	X	X		X	X
	Crítico								
PE	Fugaz					X			
	Temporal			X					X
	Permanente	X	X		X		X	X	
RV	Corto plazo								
	Medio plazo	X	X	X	X	X	X	X	X
	Irreversible								
SI	Simple	X	X	X		X			X
	Sinérgico				X		X	X	
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X	X	X	X	X		X	X
	Acumulativo						X		
EF	Indirecto								
	Directo	X	X	X	X	X	X	X	X
PR	Aperiódico								X
	Periódico								
	Continuo	X	X	X	X	X	X	X	
MC	Inmediata					X			
	A medio plazo			X	X		X	X	X
	Mitigable	X	X						
	Irrecuperable								

*Tabla 42. Impactos sobre el paisaje en la fase de explotación y clausura*

#### 5.4.4 Medio Socioeconómico y cultural

##### 5.4.4.1 Impacto sobre el uso recreativo y productivo

El funcionamiento del parque eólico puede influir en cualquier actividad que se lleve a cabo en la zona, ya sea turística, furtiva, agrícola o ganadera.

		Fase de explotación		
		Uso recreativo		Uso productivo
Efectos/Acciones del proyecto		Ocupación del espacio aéreo	Ocupación del terreno	Ocupación del terreno
NAT	Beneficioso			
	Perjudicial	X	X	X
I	Baja			
	Media			
	Alta	X	X	X
	Muy alta			
	Total			
EX	Puntual			
	Parcial			
	Extenso	X	X	X
	Total			
	Crítica			
MO	Largo plazo			
	Medio plazo			
	Inmediato	X	X	X
	Crítico			
PE	Fugaz			
	Temporal			
	Permanente	X	X	X
RV	Corto plazo			
	Medio plazo	X	X	X
	Irreversible			
SI	Simple	X	X	X
	Sinérgico			
	Muy sinérgico			
AC	Simple	X	X	X
	Acumulativo			
EF	Indirecto			
	Directo	X	X	X
PR	Aperiódico			
	Periódico			
	Continuo	X	X	X
MC	Inmediata			
	A medio plazo			
	Mitigable	X	X	X
	Irrecuperable			

Tabla 43. Impactos sobre el medio recreativo y productivo en la fase de explotación

Durante la fase explotación, el funcionamiento y la ocupación del terreno que supone el parque puede comprometer moderadamente el funcionamiento natural de las actividades.

FASE DE EXPLOTACIÓN	
<b>Uso recreativo</b>	
Ocupación del espacio aéreo	-44 (Moderado)
Ocupación del territorio	-44 (Moderado)
<b>Uso productivo</b>	
Ocupación del terreno	-44 (Moderado)

Tabla 44. Valoración de impactos sobre el medio recreativo y productivo

5.4.4.2 Impacto sobre el patrimonio histórico y cultural

		Fase de explotación		
		Bienes de interes cultural		Usos y costumbres
Efectos/Acciones del proyecto		Ocupación del terreno	Funcionamiento de los aerogeneradores	Ocupación del terreno
NAT	Beneficioso		X	
	Perjudicial	X		X
I	Baja	X		X
	Media		X	
	Alta			
	Muy alta			
	Total			
EX	Puntual			
	Parcial	X	X	X
	Extenso			
	Total			
MO	Crítica			
	Largo plazo			
	Medio plazo			
	Inmediato	X	X	X
PE	Crítico			
	Fugaz			
	Temporal			
RV	Permanente	X	X	X
	Corto plazo			
	Medio plazo	X	X	X
SI	Irreversible			
	Simple	X	X	X
	Sinérgico			
AC	Muy sinérgico			
	Simple	X	X	X
EF	Acumulativo			
	Indirecto			
PR	Directo	X	X	X
	Aperiódico			
MC	Periódico		X	
	Continuo	X		X
	Inmediata			
	A medio plazo	X	X	X
	Mitigable			
	Irrecuperable			

Tabla 45. Impactos sobre el patrimonio histórico y cultural en la fase explotación

El parque no supone un impacto demasiado significativo, sobre el patrimonio histórico y cultural de la zona. Al ocupar un terreno que antes no tenía ningún tipo de interés cultural, ni un uso en concreto, hace que el impacto se vea mermado. Sin embargo, el funcionamiento de los aerogeneradores puede suponer algo positivo para el interés común de la zona, ya que puede haber personas que simplemente vayan a los alrededores del parque para ver el funcionamiento de los aerogeneradores.

FASE DE EXPLOTACIÓN	
<b>Bienes de interés cultural</b>	
Ocupación del terreno	-29 (Moderado)
Funcionamiento de los aerogeneradores	+30 (Positivo)
<b>Usos y costumbres</b>	
Ocupación del terreno	-29 (Moderado)

Tabla 46. Valoración de impactos sobre el patrimonio histórico y cultural

#### 5.4.4.3 Impacto sobre la población

#### Movimientos de población

		Fase de explotación
Efectos/Acciones del proyecto		Ocupación del terreno
NAT	Beneficioso	X
	Perjudicial	
I	Baja	
	Media	
	Alta	X
	Muy alta	
	Total	
EX	Puntual	X
	Parcial	
	Extenso	
	Total	
	Crítica	
MO	Largo plazo	
	Medio plazo	
	Inmediato	X
	Crítico	
PE	Fugaz	
	Temporal	X
	Permanente	
RV	Corto plazo	X
	Medio plazo	
	Irreversible	
SI	Simple	X
	Sinérgico	
	Muy sinérgico	
AC	Simple	X
	Acumulativo	
EF	Indirecto	
	Directo	X
PR	Aperiódico	
	Periódico	X
	Continuo	
MC	Inmediata	X
	A medio plazo	
	Mitigable	
	Irrecuperable	

FASE DE EXPLOTACIÓN	
Ocupación del terreno	-29 (Moderado)

Tabla 48. Valoración de impactos sobre los movimientos de población

Tabla 47. Impactos sobre los movimientos de población



El desarrollo del proyecto alcanzará a los municipios más cercanos, por lo tanto, el asentamiento de la población en el territorio tendrá un efecto positivo.

**Seguridad y salud de las personas**

		Fase de construcción			Fase de explotación	Fase de clausura			
		Circulación de vehículos	Balizamiento de zonas	Desbroce	Circulación de vehículos	Circulación de vehículos	Balizamiento de zonas	Revegetación	Transporte de residuos
NAT	Beneficioso		X	X			X		X
	Perjudicial	X			X	X		X	
I	Baja								
	Media		X	X			X	X	X
	Alta	X			X	X			
	Muy alta								
	Total								
EX	Puntual		X				X		
	Parcial	X			X	X			X
	Extenso			X				X	
	Total								
	Crítica								
MO	Largo plazo			X				X	
	Medio plazo								X
	Inmediato	X	X		X	X	X		
	Crítico								
PE	Fugaz								
	Temporal	X	X		X	X	X		X
	Permanente			X				X	
RV	Corto plazo		X				X		
	Medio plazo	X		X	X	X		X	X
	Irreversible								
SI	Simple	X	X		X	X	X		X
	Sinérgico			X				X	
	Muy sinérgico								
AC	Simple	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acumulativo								
EF	Indirecto			X				X	
	Directo	X	X		X	X	X		X
PR	Aperiódico			X				X	
	Periódico								X
	Continuo	X	X		X	X	X		
MC	Inmediata		X				X		
	A medio plazo	X			X	X			X
	Mitigable			X				X	
	Irrecuperable								

*Tabla 49. Impactos sobre la seguridad y salud de las personas*

El tránsito de la maquinaria y vehículos puede suponer un peligro para la seguridad de las personas, ya no solo por el riesgo de atropello o volcamiento del vehículo, sino por el levantamiento de polvo o derramamiento de combustible.

Por otra parte, la superficie ocupada por las obras está desbrozada, por lo que el riesgo de incendio es menor. También el transporte de residuos desde el punto de vista de la salud es beneficioso.

Las medidas de seguridad se deberán cumplir en todo momento para evitar posibles accidentes, se desarrollarán más adelante en el trabajo.

FASE DE CONSTRUCCIÓN

Circulación de vehículos	-34 (Moderado)
Balizamiento de zonas	+23 (Positivo)
Desbroce de la vegetación	+33 (Positivo)
<b>FASE DE EXPLOTACIÓN</b>	
Circulación de vehículos	-34 (Moderado)
<b>FASE DE CLAUSURA</b>	
Circulación de vehículos	-34 (Moderado)
Balizamiento de zonas	+23 (Positivo)
Revegetación	-33 (Moderado)
Transporte de residuos	+24 (Compatible)

*Tabla 50. Valoración de impactos sobre la seguridad y salud de las personas*

#### 5.4.4.4 Impacto sobre la acogida del territorio

##### **Vías de comunicación: movilidad**

Como se ha comentado anteriormente, al vernos obligados a recurrir al transporte terrestre para la circulación de maquinaria, se ha creado una ruta alternativa para llegar más rápidamente al emplazamiento de los aerogeneradores.

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Circulación de vehículos	+31 (Positivo)
<b>FASE DE EXPLOTACIÓN</b>	
Circulación de vehículos	+31 (Positivo)
<b>FASE DE CLAUSURA</b>	
Circulación de vehículos	+31 (Positivo)
Transporte de residuos	+24 (Compatible)

*Tabla 51. Valoración de impactos sobre las vías de comunicación*

Efectos/Acciones del proyecto		Fase de construcción	Fase de clausura	Fase de clausura	
		Circulación de vehículos	Circulación de vehículos	Circulación de vehículos	Transporte de residuos
NAT	Beneficioso	X	X	X	X
	Perjudicial				
I	Baja				
	Media				X
	Alta	X	X	X	
	Muy alta				
	Total				
EX	Puntual	X	X	X	X
	Parcial				
	Extenso				
	Total				
	Crítica				
MO	Largo plazo				
	Medio plazo				
	Inmediato	X	X	X	X
	Crítico				
PE	Fugaz				
	Temporal	X	X	X	X
	Permanente				
RV	Corto plazo	X	X	X	X
	Medio plazo				
	Irreversible				
SI	Simple	X	X	X	X
	Sinérgico				
	Muy sinérgico				
AC	Simple	X	X	X	X
	Acumulativo				
EF	Indirecto				
	Directo	X	X	X	X
PR	Aperiódico				X
	Periódico	X	X	X	
	Continuo				
MC	Inmediata	X	X	X	X
	A medio plazo				
	Mitigable				
	Irrecuperable				

Tabla 52. Impactos sobre las vías de comunicación

#### 5.4.4.5 Impacto sobre la economía

##### **Renta**

El efecto positivo del desarrollo del proyecto alcanzará a los municipios más cercanos, permitiendo el asentamiento de la población que contribuirá al desarrollo económico y al crecimiento del empleo en la zona.

		Fase de construcción	Fase de explotación		Fase de clausura
Efectos/Acciones del proyecto		Generación de puestos de trabajo	Ocupación del terreno	Generación de puestos de trabajo	Generación de puestos de trabajo
NAT	Beneficioso	X	X	X	X
	Perjudicial				
I	Baja				
	Media		X	X	
	Alta	X			X
	Muy alta				
	Total				
EX	Puntual				
	Parcial	X		X	X
	Extenso		X		
	Total				
	Crítica				
MO	Largo plazo				
	Medio plazo		X		
	Inmediato	X		X	X
	Crítico				
PE	Fugaz				
	Temporal				
	Permanente	X	X	X	X
RV	Corto plazo	X	X	X	X
	Medio plazo				
	Irreversible				
SI	Simple	X	X	X	X
	Sinérgico				
	Muy sinérgico				
AC	Simple	X	X	X	X
	Acumulativo				
EF	Indirecto				
	Directo	X	X	X	X
PR	Aperiódico				
	Periódico				
	Continuo	X	X	X	X
MC	Inmediata	X	X	X	X
	A medio plazo				
	Mitigable				
	Irrecuperable				

Tabla 53. Impactos sobre la renta

FASE DE CONSTRUCCIÓN	
Generación de puestos de trabajo	+36 (Positivo)
FASE DE EXPLOTACIÓN	
Ocupación del terreno	+32 (Positivo)
Generación de puestos de trabajo	+30 (Positivo)
FASE DE CLAUSURA	
Generación de puestos de trabajo	+36 (Positivo)

Tabla 54. Valoración de impactos sobre la renta

**Empleo**

		Fase de construcción	Fase de explotación	Fase de clausura
Efectos/Acciones del proyecto		Generación de puestos de trabajo	Generación de puestos de trabajo	Generación de puestos de trabajo
NAT	Beneficioso	X	X	X
	Perjudicial			
I	Baja			
	Media		X	
	Alta	X		X
	Muy alta			
	Total			
EX	Puntual			
	Parcial	X	X	X
	Extenso			
	Total			
	Crítica			
MO	Largo plazo			
	Medio plazo			
	Inmediato	X	X	X
	Crítico			
PE	Fugaz			
	Temporal			
	Permanente	X	X	X
RV	Corto plazo	X	X	X
	Medio plazo			
	Irreversible			
SI	Simple	X	X	X
	Sinérgico			
	Muy sinérgico			
AC	Simple	X	X	X
	Acumulativo			
EF	Indirecto			
	Directo	X	X	X
PR	Aperiódico			
	Periódico			
	Continuo	X	X	X
MC	Inmediata	X	X	X
	A medio plazo			
	Mitigable			
	Irrecuperable			

Tabla 55. Impactos sobre el empleo

El desarrollo del proyecto promueve las condiciones favorables para fomentar el empleo, sobre todo durante la fase de construcción y clausura. La demanda de empleo puede estar cubierta por los habitantes de la zona.

<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Generación de puestos de trabajo	+36 (Positivo)
<b>FASE DE EXPLOTACIÓN</b>	
Ocupación del terreno	+30 (Positivo)
<b>FASE DE CLAUSURA</b>	
Generación de puestos de trabajo	+36 (Positivo)

Tabla 56. Valoración de impactos sobre el empleo

**Actividades económicas**

		Fase de explotación
Efectos/Acciones del proyecto		Ocupación del terreno
NAT	Beneficioso	X
	Perjudicial	
I	Baja	
	Media	X
	Alta	
	Muy alta	
	Total	
EX	Puntual	
	Parcial	
	Extenso	X
	Total	
	Crítica	
MO	Largo plazo	
	Medio plazo	
	Inmediato	X
	Crítico	
PE	Fugaz	
	Temporal	X
	Permanente	
RV	Corto plazo	X
	Medio plazo	
	Irreversible	
SI	Simple	X
	Sinérgico	
	Muy sinérgico	
AC	Simple	X
	Acumulativo	
EF	Indirecto	
	Directo	X
PR	Aperiódico	
	Periódico	X
	Continuo	
MC	Inmediata	X
	A medio plazo	
	Mitigable	
	Irrecuperable	

FASE DE EXPLOTACIÓN	
Ocupación del terreno	+30 (Positivo)

Tabla 57. Valoración de impactos sobre los movimientos de población

Tabla 58. Impactos sobre las actividades económicas en la fase de explotación

El asentamiento de la población contribuirá al desarrollo económico y al crecimiento del empleo en la zona, lo que puede consolidar una serie de negocios como los encargados en la restauración, transacciones inmobiliarias, repuestos, transporte de residuos, e incluso incentiva a crear nuevos.

## 5.5 Valoración final

MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL del parque eólico de la Sierra de Cartagena			Acciones del proyecto																											
			Fase de construcción									Fase de explotación						Fase de clausura												
			Movimiento de tierras	Circulación de vehículos	Balizamiento de zonas	Creación de nuevos caminos	Desbroce de la vegetación	Acumulación de residuos	Drenajes	Construcción de plataformas de mo	Construcción de estructuras civiles	Montaje aerogeneradores	Instalación eléctrica ( Red subterránea, montajes de apoyo de la línea y toma tierra)	Generación de puestos de trabajo	Circulación de vehículos	Ocupación del espacio aéreo	Ocupación del terreno	Funcionamiento aerogeneradores	Mantenimiento de aerogeneradores	Mantenimiento de caminos	Acumulación de residuos	Generación de puestos de trabajo	Movimiento de tierras y repertido	Circulación de vehículos	Balizamiento de zonas	Revegetación	Aumulación de residuos	Transporte de residuos	Retirada de toda la infraestructura	Generación de puestos de trabajo
Factores del Medio Afectados	Medio abiótico	Atmósfera	Calidad del aire	-34	-33		-28	-33				-32	-31									-34	-33	36		-33	-27			
			Ruido y vibraciones	-34	-33		-28	-28		-28	-28	-31			-28		-31							-32	-33	-28		-33	-28	
			Nivel lumínico			-21											-23								-21					
		Agua	Calidad del agua	-41	-29		-30	-31	-27		-30	-30		-30		-29				-24	-27			-35	-29		-29	-30	-32	
			Recursos hídricos																											
		Medio Terrestre	Calidad del suelo	-45	-31		-33	-34	-28		-39	-33		-33		-31	-30							-47	-33	38	-28	-28	29	
	Recursos geológicos y edáficos																													
	Procesos	Relieve	-32							-25													35							
		Recarga de acuíferos					23			-28															-23					
	Medio biótico	Flora	Especies de interés																											
			Formaciones vegetales	-43	-28		-37	-61		-25	-33	-32		-32		-28	-29		26					-31	-28	53	-24	35		
		Fauna	Especies de interés																											
	Cadena trófica		-25	-30		-28									-24		-34							-26	-28	30				
	Procesos	Zonas ambientalmente sensibles																												
		Regeneración natural del hábitat	-55	-28		-39	-60		-26	-39	-30				-28	-36								-41	-28	60		37		
		Corredores y pasos																												
	<b>Medio perceptual : Paisaje</b>			Incidencia visual	-37		-21	-33	-45	-25			-32	-29			-50	-40			-26		-43	-23	44	-27	51			
	Medio Socioeconómico y Cultural	Uso recreativo	Turismo, caza, act. deportivas, etc.																											
			Uso productivo	Agrícola y ganadero																										
		Patrimonio histórico y cultural	Yacimientos arqueológicos																											
Bienes de Interés Cultural																														
Usos y costumbres																														
Población		Vías pecuarias y montes																												
		Movimientos de población																												
Acogida del territorio		Seguridad y salud de las personas			-34	23		33																						
		Servicios e infraestructura																												
		Usos del suelo y Modelo territorial																												
Economía		Vías de comunicación: movilidad			31																									
	Renta																													
	Empleo																													
	Actividades económicas																													

De la matriz resultante de los impactos podemos obtener los siguientes resultados, mostrados en la siguiente tabla:

<b>Positivos</b>	<b>Compatibles</b>	<b>Moderados</b>	<b>Severos</b>	<b>Críticos</b>
29	9	104	4	0

*Tabla 59. Resultados de la matriz de identificación de impactos*

Podemos ver como la mayoría de los impactos que produce nuestro parque eólico son de una importancia moderada. Ningún impacto crítico y un número bajo de impactos severos en comparación con los 29 impactos positivos y 9 compatibles.

De estos resultados podemos concluir que el impacto general que supondrá el parque es moderado, sumado a las medidas correctoras que se contarán en los siguientes puntos y a el número elevado de impactos positivos, el impacto sobre el medio ambiente no será demasiado perjudicial, permitiéndonos el desarrollo controlado y sostenible durante todas las fases del parque.

## **6. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias**

Se propondrán tres tipos de medidas para mitigar el impacto ambiental producido por las acciones del proyecto:

- Medidas preventivas. Como su nombre indica tratan de prever o mitigar de manera anticipada los efectos negativos que pueden producir las acciones del proyecto.
- Medidas correctoras. Tienen como objeto la atenuación o corrección del impacto una vez ocurrido.
- Medidas compensatorias. Se aplican cuando el impacto es inevitable, estas medidas no evitan la aparición del efecto, ni lo atenúan, pero tratan de compensarlo de alguna manera.

### **6.1 Medidas preventivas**

#### Planificación del periodo de trabajo



Planificar el periodo del desarrollo de las obras para evitar excesivos periodos de lluvia o de calor, nos permitirá evitar posibles riesgos sobre la salud de las personas, tales como deshidrataciones, golpes de calor o resfriados.

#### Limitación de la velocidad y de los niveles sonoros de la maquinaria

Los vehículos circularán a menos de 30km/h en zonas no pavimentadas, para evitar excesivos niveles de ruido, emisiones de polvo o posibles accidentes mortales en atropellos.

#### Revisiones continuas de la maquinaria

La revisión de la maquinaria para mantenerla en buen estado nos asegurara que el nivel de emisiones de polvo, ruido y otras partículas generado es el menor posible. Además, nos permitirá evitar posibles accidentes y derrames de aceite o combustibles sobre el suelo.

#### Control de niveles acústicos de las obras

No se permitirá el funcionamiento de actividades, máquinas o instalaciones cuyo nivel sonoro exterior, sea superior a 45 dB(A) durante la noche y a 55 dB(A) durante el día. Si se sobrepasan los umbrales se es establecerá un programa estratégico de reducción en función de la operación generadora de ruido.

#### Control de colisiones en las inmediaciones de los aerogeneradores

Se señalarán los aerogeneradores con una luz blanca, para evitar colisiones de animales contra las palas. Se retirará periódicamente los cadáveres de animales producidos por la colisión de estos para evitar la presencia de aves carroñeras y depredadoras.

#### Balizamiento de los aerogeneradores

Puede pensarse que instalar una luz en cada aerogenerador puede ser molesto durante la noche, no obstante, ayudará tanto a personas como a algunas aves a identificarlos y, en caso de estas, evitar posibles colisiones. El balizamiento de estos solo se realizará durante periodos nocturnos o en días con escasa luminosidad.

#### Fijación de un perímetro de obra

Antes de la realización de cualquier actividad, se debe fijar el área de trabajo. Se debe establecer correctamente y de forma visible para evitar el paso de maquinaria por lugares no adaptados o la presencia de trabajadores en lugares innecesarios.

### Planificación de la época de ejecución de las obras

Evitar la realización de las obras durante periodos de máxima afluencia de aves. En la medida de lo posible, planificar la ejecución de las obras para intervenir lo mínimo en el desarrollo de la población de aves del entorno, en sus procesos migratorios, de reproducción o puesta de nidos.

### Creación de una zona vertedero

Como ya se ha hablado anteriormente, se debe habilitar una zona vertedero donde depositar los residuos y materiales sobrantes de todas las operaciones, sobre todo en la fase de construcción y clausura. Los residuos, una vez acabada la obra, serán llevados a un vertedero autorizado.

### Instalaciones provisionales

Se dotará de locales provisionales durante las fases de construcción y clausura para que el personal pueda disponer de servicios higiénicos.

### Manejo de sustancias contaminantes

Durante la manipulación de cualquier tipo de aceite, carburante o elemento contaminante, se extremarán las precauciones y se depositarán en zonas acondicionadas para ello.

### Drenaje de caminos y zonas con pendiente

Se realizarán los drenajes necesarios para evitar el encharcamiento de los caminos y viales de acceso. Así mismo, se asegurará el drenaje en zonas con pendiente para evitar la escorrentía.

### Prevención de incendios

Se dotará a las instalaciones provisionales de obra de los medios suficientes para la eliminación de cualquier pequeño incendio que pueda producirse. Para ello emplearemos extintores de polvo ABC de 6kg para fuegos genéricos y del tipo CO2 en las inmediaciones de cuadros eléctricos. Y, en caso de un incendio incontrolado o de mayor proporción, se deberá llamar obligatoriamente a los bomberos.

Estará totalmente prohibido el empleo de fuego durante las fases de construcción y clausura.

### Control de los niveles de polvo

Con el objetivo de reducir los niveles de partículas y polvo, todas las operaciones que conlleven movimientos de tierras se tratarán de realizar cuando el viento no alcance valores demasiados altos. También se regarán los caminos no asfaltados para reducir levantar excesivo polvo.

#### Control sobre la calidad del agua

Para esta medida se realizarán periódicamente análisis sobre la calidad del agua de la zona para comprobar la afección del parque. También evitaremos toda actividad cerca de cualquier cauce que comprometa la calidad del agua.

#### Contratación de empresas locales

Se tratará de contratar empresas de los municipios colindantes al parque para contribuir al desarrollo económico de la población local.

#### Revisiones y verificación de la instalación eléctrica

Realizar una comprobación periódica del correcto estado aparente de los elementos y equipo eléctricos por parte de una Entidad Autorizada. Así mismo, asegurarnos los cuadros eléctricos están bien señalizados y cerrados.

## 6.2 Medidas correctoras

#### Corrección del relieve

Siempre que sea posible, se corregirá el relieve afectado devolviéndolo a su forma original una vez haya concluido la vida útil del parque. Para optimizar los materiales, se podrá utilizar la tierra almacenada durante los movimientos de tierras para rellenar las zanjas.

#### Laboreo sobre zonas compactadas

Durante el desmantelamiento del parque, con el fin de descompactar el suelo de las zonas que han estado más expuestas debida a la maquinaria, al almacenamiento de materiales o los elementos del parque, se realizará un laboreo. Se colocará tierra vegetal de una altura máxima de 1,5 metros de altura con el objetivo de facilitar su aireación y evitar la compactación.

#### Revegetación de las zonas afectadas

Ya hemos hablado anteriormente, pero puesto que es al fin de al cabo una medida correctora debe estar incluida en este punto.

Se revegetarán aquellas zonas afectadas por el proyecto tras su clausura con una mezcla de especies arbustivas y arbóreas autóctonas, que devuelvan la riqueza botánica a la zona.

#### Transporte de materiales

La maquinaria de transporte de maquinaria susceptible de emitir partículas en suspensión, se cubrirán con lonas, para reducir la producción de estas emisiones.

#### Pequeñas balsas de retención de agua

Se colocarán balsas de decantación para reducir la escorrentía, en caso de que sea necesario y los drenajes no sean suficientes.

#### Recogida de materiales o restos animales

Se efectuarán recogidas periódicas de restos materiales, basura o restos animales que pueden contribuir al deterioro de la zona, o incluso atraer especies carroñeras

#### Recogida de vertidos accidentales

En caso de producirse algún vertido o derrame accidental de sustancias contaminantes, se procederá a su recogida en el menor tiempo posible, empleando absorbentes específicos, como es la sepiolita. Este material se enviará a vertedero y podrá ser considerado como residuo peligroso.

### 6.3 Medidas compensatorias

#### Campaña de información

Se realizará una campaña de información en las poblaciones cercanas acerca del proyecto y sus ventajas medioambientales y económicas.

#### Reposición de caminos

La limpieza y recuperación de todas las vías originales que hubieran sido afectadas directa o indirectamente por el proyecto.

#### Conservación de viales

Los viales que se consideren de utilidad aún clausurado el proyecto se podrán conservar.

## **7. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental**

El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas previstas anteriores para prevenir, corregir y, en su caso, compensar, tanto en la fase de construcción como en la de explotación y clausura.

### **7.1 Seguimiento y control de las medidas preventivas**

#### Planificación del periodo de trabajo

Se realizarán mediciones semanales para prever las condiciones meteorológicas adversas.

Como hemos visto anteriormente, los meses más calurosos son julio y agosto por lo tanto se procurará evitar realizar los trabajos más duros durante estos meses, o en caso de no ser posible, reducir los periodos de trabajo y a su vez ampliar los descansos de los trabajadores. Por otro lado, en invierno las temperaturas son más moderadas, por lo tanto, no hay ningún riesgo por temperaturas adversas durante estos meses.

Las precipitaciones anuales son escasas, repartiéndose de forma desigual a lo largo del año. Esto facilita la tarea de la planificación, se prohibirá toda actividad durante los días de lluvia fuertes o torrenciales, ya que la intensa lluvia puede provocar deslizamientos o desprendimientos de terreno que puede ser peligroso para los trabajadores y también para algunos equipos de trabajo. Aunque los vientos que se producen en la zona son bastante suaves, cabe la posibilidad de algún día de fuertes violentos, por lo que se prohibirá toda actividad porque puede comprometer la visibilidad de los trabajadores o proyección de algún objeto.

#### Limitación de la velocidad y de los niveles sonoros de la maquinaria

Se procurará que la velocidad de circulación de los vehículos sea inferior a 30km/h dentro del recinto en todas las zonas que no estén pavimentadas.

Hay que comprobar que no se supera el límite sonoro estipulado debido a la velocidad de los vehículos y su estado, para ello se empleará medidores de decibelios y si se supera el

umbral sonoro fijado en la ficha de homologación del vehículo será obligatorio llamar la atención del conductor del vehículo para que esta no se vuelva a producir.

Para evitar la emisión excesiva de gases de escape por vehículos, estos deberán apagar los motores siempre que no sea necesario su funcionamiento.

#### Revisiones continuas de la maquinaria

Control de las emisiones de la maquinaria incluidos los grupos generadores de electricidad, mediante el adecuado mantenimiento y la exigencia de la ficha de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) actualizada.

#### Control de niveles acústicos de las obras

La medición se realizará por un laboratorio acreditado y será preciso disponer de un sonómetro integrador verificado al menos una vez durante la fase construcción y otra durante la fase de clausura.

Los puntos de medición se elegirán para cada caso concreto, eligiéndose donde se prevén los máximos niveles de ruido.

Se seguirá la Ley 1/95 de protección del medio ambiente en la Región de Murcia y en el Decreto 48/1.998 de protección del medio ambiente frente al ruido, donde se regula la actuación municipal para la protección del medio ambiente contra las perturbaciones por ruidos y vibraciones en el término municipal de Murcia.

#### Control de colisiones en las inmediaciones de los aerogeneradores

Semanalmente se hará la comprobación de aves muertas a causa de la colisión con las palas de los aerogeneradores.

El umbral máximo de aves muertas por semana será de cuatro, y si se observa que se supera se tendrá que parar el aerogenerador causante del problema y estudiar el problema e intentar evitarlo.

#### Balizamiento de los aerogeneradores

Como se ha dicho, el balizamiento de estos solo se realizará durante periodos nocturnos o en días con escasa luminosidad, durante todo el tiempo que esté construido el aerogenerador. En caso de recibir quejas por parte de la población circundante se apagará la luz.

En caso de que se rompa la baliza se realizará la parada del aerogenerador afectado hasta que se repare.

### Fijación de un perímetro de obra

Antes del inicio de la ejecución del proyecto se deberá fijar un perímetro y se controlará que siempre este bien fijado. Solo cambiará una vez termine la actividad que necesite de la fijación del perímetro o si el perímetro fijado es mayor al debido.

### Planificación de la época de ejecución de las obras

El indicador de esta medida será la etapa de reproducción de las aves, y se hará días anteriores y posteriores al periodo de reproducción. Si se produce esto se procederá a la prohibición de la ejecución de las obras durante los días estipulados.

### Creación de una zona vertedero

La zona vertedero se creará en una zona donde el impacto sea mínimo, y será necesaria para la ejecución de la obra hasta que no haya una zona donde se reúna las condiciones necesarias para depositar los residuos. Se requerirá de una certificación para la colocación del vertedero.

Si se detecta la formación de una zona de vertedero incorrecta, se informará urgentemente para que la zona sea limpiada y restaurada.

### Instalaciones provisionales

Se habilitarán de espacios para colocar estas instalaciones donde el impacto sea mínimo.

Se crearán zonas de higiene o de primeros auxilios durante las fases de construcción y clausura, todas estas serán de carácter temporal y se limpiaran semanalmente, realizándose la comprobación de que los materiales disponibles son los suficientes.

### Manejo de sustancias contaminantes

Se creará una zona habilitada para el almacenamiento de sustancias contaminantes unos 20 días antes del comienzo de las obras, y se comprobaran diariamente durante el manejo de estas sustancias.

Todo ello cumpliendo siempre la ley de gestión de residuos, en nuestro caso la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Y si no se cumple dicha ley se suspenderá la obra hasta tener un lugar donde almacenar estos residuos.

### Drenaje de caminos y zonas con pendiente

Antes de la ejecución del proyecto, comprobar que la zona de obra no sufre encharcamientos, ni existe escorrentía en las zonas con pendiente. Toda actividad cesará hasta planificar correctamente las canalizaciones.

Cuando las precipitaciones sean adversas las canalizaciones construidas deberán ser limpiadas y revisadas.

#### Prevención de incendios

El Proyecto contará con un Plan de Prevención y Extinción de Incendios (PPEI) cuyo objeto será planificar el conjunto de medidas para minimizar la probabilidad de producirse incendios.

Durante la fase de construcción se dispondrá de tanques de agua, por si es necesaria la intervención de forma inmediata. Además, se dispondrá de equipos de protección personal contra el fuego para poder actuar.

#### Control de los niveles de polvo

Para el control de los niveles de polvo se contará con diversos medidores de partículas en los puntos susceptibles de generar polvo y rutinariamente se comprobará cuando se rocen los siguientes valores límite de concentración de partículas y polvo en la obra:

Umbral de alerta:

$$PM_{10} = 20 \frac{\mu g}{m^3} \text{ y } PM_{2.5} = 10 \frac{\mu g}{m^3}$$

Umbral inadmisibile:

$$PM_{10} = 41 \frac{\mu g}{m^3} \text{ y } PM_{2.5} = 21 \frac{\mu g}{m^3}$$

Como se habló en el punto 4.1.2, todos los datos deben estar dentro de los intervalos marcados por los Datos suministrados por la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del aire de la Región de Murcia en base al artículo 26 de la Directiva 2008/50/CE y al artículo 28 del R.D 102/2011. Si se superan estos valores, será obligatoria la suspensión del trabajo, hasta que estos niveles se estabilicen.

#### Control sobre la calidad del agua

Se controlará la ejecución de las obras en los terrenos permeables, garantizando que no se produzcan cambios de aceite de maquinaria, lavado de vehículos, y en general,



cualquier acción que pueda provocar la contaminación sobre el agua superficial o subterránea.

Para el estudio de las aguas superficiales se realizarán las siguientes:

- Mediciones mensuales in situ de parámetros fisicoquímicos de conductividad, temperatura y pH, estas mediciones se realizarán solamente durante la fase de construcción y clausura.
- Mediciones anuales durante toda la vida útil del parque y otra después de la clausura del parque, estas mediciones constarán en recoger muestras para su análisis en laboratorio. Los parámetros sometidos a control serán: características básicas (conductividad, pH, turbidez), aniones (cloruros, fluoruros, nitratos y sulfatos), cationes (calcio, potasio, sodio, magnesio y fósforo), metales pesados (cobre, hierro, manganeso...) y otros parámetros (alcalinidad, sólidos en suspensión, etc.).

En todo momento se realizarán las mediciones siguiendo el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Si se detecta contaminación en las aguas del dispositivo producidas por la actividad del parque, se procederá a su vaciado y traslado a depuradoras autorizadas. Y, en caso de ocurrir algún problema en las mediciones sobre calidad del agua, se remitirá estos análisis a la Confederación Hidrográfica del Segura.

El grado de afección que supone el proyecto sobre el agua subterránea es bastante bajo, no obstante, se realizarán tres mediciones sobre ésta, una antes de la construcción del parque, otra 5 años después del comienzo de la actividad del parque y finalmente otra tras el cese del parque. Las mediciones serán enviadas a laboratorio donde se estudiarán los mismos parámetros que las realizadas con el agua superficial.

Para el estudio de la calidad del agua subterránea se tendrá en cuenta el Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

#### Revisiones y verificación de la instalación eléctrica

Mensualmente se comprobará que la toma tierra de todos los elementos y equipos eléctricos funcionan adecuadamente. Así mismo, periódicamente se harán mediciones para comprobar que los equipos eléctricos cumplen con las especificaciones recomendadas por el fabricante.

Los aparatos eléctricos considerados inutilizables o de funcionamiento peligroso deberán ser enviados al vertedero adecuado. Además, si alguna de las líneas de tensión funciona incorrectamente, se cortará el suministro eléctrico hasta que esta funcione correctamente.

## 7.2 Seguimiento y control de las medidas correctivas

### Corrección del relieve

A lo largo del proyecto se podrá corregir el relieve, no obstante, durante la fase de explotación y clausura cuando se lleve a cabo la corrección debido a la actividad del parque, aunque durante esta última fase es donde se llevará la mayor corrección del relieve para recuperar las condiciones iniciales.

Si el relieve resulta afectado de manera significativa, se propondrá a la suspensión de las actividades en la obra hasta que se realice la corrección.

### Laboreo sobre zonas compactadas

Se realizará el control de la acción de laboreo en las zonas más compactadas tras el desmantelamiento del proyecto para mejorar la estructura. La inspección de las zonas serán visuales.

Quedará prohibido realizar excesivas compactaciones en cualquier zona excluida para ello, aunque el proyecto lo requiera. Y en caso de superar el umbral máximo de excesivas compactaciones se procederá a una labor inmediata.

### Revegetación de las zonas afectadas

Se realizará tras el desmantelamiento del parque, por lo tanto, su seguimiento se hará tras la fase de clausura. Durante 2 años de forma cuatrimestral se realizará una comprobación de que las comunidades vegetales plantadas prosperan y, a ser posible, de manera homogénea.

El umbral mínimo es restaurar el 90% de la cubierta vegetal original, e incluso se plantea como objetivo añadir de un 5 a un 30% más de cubierta vegetal, dependiendo de la acción del proyecto. Si no se sobrepasa el umbral se procederá a plantar de nuevo las superficies defectuosas.

La revegetación se realizará mediante hidrosiembra, donde todas las semillas que se planten deberán de disponer un certificado con menos de 2 años de antigüedad de un laboratorio homologado donde se especifiquen su pureza y capacidad germinativa.

### Pequeñas balsas de retención de agua

Solamente se realizarán revisiones tras periodos de fuertes precipitaciones para comprobar el funcionamiento correcto de éstas.

### Recogida de materiales o restos animales

El umbral inadmisibile será la presencia de fauna muerta o excesiva basura por causa de la actividad del proyecto. Durante la fase construcción y la de clausurase realizará semanalmente la recogida de materiales inutilizables, y durante la fase de explotación, que es donde es más probable la presencia de fauna muerta, trimestralmente.

Alguna de las inspecciones trimestrales deberá coincidir con un periodo reproductivo, con el fin de conseguir una mejor obtención de datos y si esta acción es demasiado grave se procederá a un plan de corrección de manera urgente.

## 7.3 Seguimiento y control de las medidas compensatorias

### Campaña de información

Estas campañas comenzarán antes de la fase de construcción y perdurarán hasta el fin de la vida útil del parque.

Antes y durante la fase de construcción se harán de forma mensual, una vez comience la fase de explotación se hará de forma trimestral.

### Reposición de caminos

Tras la limpieza y recuperación de todas las vías originales afectadas directa o indirectamente por el proyecto, se realizará una inspección anual a lo largo de 4 años.

### Conservación de viales

Aunque tras la clausura del parque se conserven los viales que se vean factibles, se realizará una inspección anual durante 3 años para comprobar que estos siguen estando en buen estado.

## 8. Documento de síntesis

En este apartado se realizará un resumen no técnico de la información mostrada con anterioridad y se redactará en términos asequibles a la comprensión general.

## 8.1 Descripción del proyecto

El proyecto trata sobre un Estudio de Impacto Ambiental analizando las consecuencias que tendría la construcción de un parque eólico de 8 nuevos aerogeneradores SG 4.7-155 situados en la Sierra de Cartagena. Nos permitirá tener una potencia instalada de 37,6 MW, aprovechando perfectamente los vientos débiles o bajos que se producen en la Sierra de Cartagena.

El parque eólico se situará en el cerro de Sancti Spiritu dentro del municipio de la Unión, al sureste de la Región de Murcia. Los aerogeneradores se encontrarán a un nivel medio de 350 metros sobre el nivel del mar, siendo la carretera más cercana para acceder a él la RM-F43, donde se podrá acceder a un camino de propiedad privada para llegar a todas las localizaciones de los aerogeneradores.



*Ilustración 13. Localización y carretera de acceso al parque eólico*

El Estudio de Impacto Ambiental abordará las tres fases, construcción, explotación y clausura. Donde se producen una serie de residuos, que dependiendo de su peligrosidad recibirán distinto tratamiento y gestión.

A continuación, podremos observar diversas acciones susceptibles de producir un impacto en el medio ambiente durante todas las fases del proyecto:

### Fase de construcción

- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Despeje y desbroce de la vegetación.
- Movimiento de tierras y explanación: Desmonte y terraplenado.
- Creación de nuevos caminos o acondicionamiento de caminos existentes.
- Circulación de vehículos y de maquinaria de construcción.
- Acumulación de residuos y materiales empleados en la construcción.
- Drenajes.
- Generación de puestos de trabajo.
- Construcción de estructuras civiles.
- Infraestructura eléctrica.
- Preparación de las plataformas de montaje e instalación de los aerogeneradores.

#### Fase de explotación

- Funcionamiento de los aerogeneradores.
- Ocupación del terreno y del espacio aéreo.
- Operaciones de mantenimiento y almacenamiento.
- Evacuación de la energía eléctrica producida.
- Generación de puestos de trabajo.

#### Fase de clausura

- Retirada de instalaciones.
- Balizamiento de las zonas de trabajo.
- Circulación de vehículos.
- Acumulación y transporte a vertedero de residuos y materiales empleados.
- Generación de puestos de trabajo.
- Restauración del medio mediante movimiento de tierras y reperfilado del terreno.
- Revegetación.

## 8.2 Propuestas de alternativas

Se plantearán tres alternativas realizando un análisis básico teniendo en cuenta criterios como el ambiental, funcional, económico y uno multicriterio, donde se tendrán en cuenta todos en conjunto.

La alternativa 0: Es la no realización del proyecto, sin embargo, será descartada, debido a que no tendría sentido hacer un análisis de esta si no se realiza ningún proyecto porque el impacto ambiental y el desarrollo económico que generaría sería nulo.

La alternativa 1: Se trata de mantener los 8 aerogeneradores con el modelo SG 4.7 – 155.

La alternativa 2: Consiste en sustituir el modelo actual por el modelo V120 de Vestas o por el diseño estadounidense wt1650df de Amscde, que son aerogeneradores de menor tamaño, pero capaces de producir menos de la mitad de electricidad.

La decisión que se ha tomado es seguir con el proyecto empleando la alternativa 1, ya que nuestro objetivo es generar electricidad de forma limpia. Además, que medioambientalmente hablando no es tan notorio el impacto que puede generar un cambio de modelo más grande, siempre y cuando se explote de manera eficiente y con sus medidas respectivas.

## 8.3 Inventario ambiental

### **Factores abióticos**

#### Clima

La zona se caracteriza por un clima mediterráneo semiárido, con periodos secos y calurosos en los meses de verano y temperaturas bastante moderadas en invierno. También se puede decir que las precipitaciones anuales son escasas, repartiéndose de forma desigual a lo largo del año. Por otro lado, la velocidad del viento es uniforme y moderada durante todo el año.

#### Calidad del viento

Para medir la calidad del viento se ha empleado los valores de concentración de NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub> en el aire. Se obtiene que los valores medios de concentración a lo largo de los últimos cinco años son de una calidad buena y entran dentro de los intervalos marcados por la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del aire de la Región de Murcia.

#### Ruido

Los avances tecnológicos nos han permitido incrementar la potencia de los aerogeneradores y el tamaño de estos, reduciendo el ruido que estos producido. Además, concretamente el diseño SG 4.7-155 tiene incorporado en sus palas una tecnología que nos permite una reducción considerable.

La población más cercana se encuentra a más de 1000 metros y el ruido que pueden generar nuestros aerogeneradores es prácticamente nulo.

#### Geología

El marco geológico de la Sierra de Cartagena nos muestra que se encuentra formado por materiales pertenecientes a las unidades del Nevado Filábride, Alpujárride, Maláguide, Neógeno y Cuaternario.

Los yacimientos minerales que nos podemos encontrar en la Sierra de Cartagena se pueden clasificar en mineralizaciones en calizas y dolomías del Trías, mineralizaciones en el Paleozoico, mineralizaciones en los mármoles de la serie Filábride, mineralizaciones del Mioceno o Mineralizaciones en las rocas volcánicas.

### Hidrología

Nuestro parque eólico está situado en la zona y Subcuencas del Mar Menor y Mar Mediterráneo. Donde cinco cauces desembocan en el Mar Mediterráneo y los otros dos en el Mar Menor.

Mencionar también, que nos encontramos en una zona de muy bajo riesgo de inundaciones

## **Factores bióticos**

### Flora y vegetación

La actividad minera de la Sierra de la Unión afecto considerablemente a la flora y vegetación, sin embargo, las condiciones climáticas y edáficas del entorno del parque eólico son excepcionales, donde se pueden encontrar algunas de las siguientes clases:

- Flora no vascular. Destacamos 30 especies de briófitos, 132 especies de líquenes y 32 de hongos.
- Flora vascular. Formada por 835 especies y subespecies, siendo los grupos más numerosos las angiospermas dicotiledóneas, angiospermas monocotiledóneas, helechos y gimnospermas, respectivamente.

### Fauna

Las especies que más se han inventariado son las 94 especies de Lepidópteros, agrupadas en 11 familias diferentes. 4 tipos de anfibios y 18 especies de reptiles. En cuanto a aves se han registrado un total de 170 especies diferentes, debido a que las áreas húmedas alrededor del parque. Finalmente se han encontrado 28 especies de mamíferos diferentes.

### Áreas de interés ambiental

La Red Natura 2000 se emplea como principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea. En ella se utilizan Zonas Especiales de Conservación y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

Una vez mencionado esto, se observa que la ZEC y la ZEPA más cercanas son las correspondientes al Mar Menor (ES6200030 y ES0000260).

Por otra parte, el LIC (Lugar de Interés Comunitario) más cercano es el ES6200001 perteneciente a Cablanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila).

### **Unidades básicas del paisaje**

El paisaje de la Sierra Minera de Cartagena- La Unión es muy rico en variedad, en él podemos observar espacios serranos y planos, de playa y montaña, núcleos de población, asentamientos mineros abandonados, áreas turísticas, actividades industriales y cultivos intensivos en distancias relativamente cortas. El paisaje está marcado por el vulcanismo, siendo este el factor de la abundancia de minerales metálicos.

Desde el punto de vista cultural, el área puede declararse como de bien cultural debido principalmente a los restos de la actividad minera, como antiguas instalaciones minero-metalúrgicas como castilletes, lavaderos, hornos, chimeneas, etc.

### **Medio socioeconómico**

En la actualidad la principal fuente de ganancias es la actividad agrícola de cultivos de regadío, debido al campo de Cartagena principalmente.

El medio socioeconómico también está marcado por el patrimonio minero. Por ejemplo, La Mina Agrupa Vicente, situada en el Sancti Spiritu fue rehabilitada para su visita. Al igual que la Mina de Las Matildes en las cercanías.

### **Demografía**

Los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) nos permite deducir que a partir de 1900 la población ha ido disminuyendo debido a la crisis de la actividad minera, hasta los años 40 y 50 donde ha ido aumentando. Actualmente la población ha crecido superando los 20.000 habitantes.



## 8.4 Identificación y valoración de impactos

Para valorar los impactos que pueden generar las acciones anteriores emplearemos un método matricial, empleando la matriz de Impacto Ambiental de Vicente Conesa Fernández- Vitoria. Donde podremos asignarle a cada impacto una importancia (I), cuyos valores oscilan entre 13 y 100. Y representarlos en positivo (impacto beneficioso), compatible (valor de importancia menor a 25), moderado (valor de importancia mayor o igual a 25 y menor a 50), severo (valor de importancia mayor o igual a 50 y menor a 75) o crítico (valor de importancia mayor o igual a 75).

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

<b>Positivos</b>	<b>Compatibles</b>	<b>Moderados</b>	<b>Severos</b>	<b>Críticos</b>
29	9	104	4	0

*Tabla 60. Resultados finales obtenidos*

Se observa como la mayoría de los impactos obtenidos son moderados, por lo que se podrá concluir como que el impacto general producido por el proyecto es moderado.

## 8.5 Medidas preventivas, correctoras y compensatorias

A continuación, se propondrá un conjunto de medidas preventivas, correctoras y compensatorias. Así como su seguimiento y control.

<b>Medidas preventivas</b>	<b>Plan de control</b>
Planificación del periodo de trabajo	Planificación el periodo del desarrollo de las obras para evitar excesivos periodos de lluvia o de temperaturas elevadas.
Limitación de la velocidad y de los niveles sonoros de la maquinaria	Circular a menos de 30km/h dentro del recinto en zonas que no estén pavimentadas.
Revisiones continuas de la maquinaria	Control de las emisiones mediante el adecuado mantenimiento y la exigencia de la ficha de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) actualizada.
Control de niveles acústicos de las obras	

	Mediciones en los puntos de máximo nivel de ruido siguiendo la Ley 1/95 de protección del medio ambiente en la Región de Murcia y en el Decreto 48/1.998 de protección del medio ambiente frente al ruido.
Control de colisiones en las inmediaciones de los aerogeneradores	Semanalmente comprobar las aves muertas a causa de la colisión con las palas de los aerogeneradores.
Balizamiento de los aerogeneradores	En caso de molestar a la población circundante se apagará la luz que llevan incorporados los aerogeneradores o parada de este si se rompa hasta que se repare.
Fijación de un perímetro de obra	Se controlará que el perímetro establecido se cumpla hasta el cese de las actividades o que el perímetro fijado no sea mayor al debido.
Planificación de la época de ejecución de las obras	Realizar las obras días anteriores y posteriores al periodo de reproducción de aves.
Creación de una zona vertedero	Se controlará que la zona reúna las condiciones necesarias para depositar los residuos.
Instalaciones provisionales	Semanalmente se limpiarán y se realizará la comprobación de que los materiales necesarios son los suficientes.
Manejo de sustancias contaminantes	Se vigilará que la zona habilitada para el almacenamiento de estas sustancias se cree 20 días antes del comienzo de la obra y se cumpla Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
Drenaje de caminos y zonas con pendiente	Comprobar que la zona de obra no sufre encharcamientos y que no exista escorrentía en las zonas con pendiente.
Prevención de incendios	Cumplimiento del Plan de Prevención y Extinción de Incendios (PPEI).
Control de los niveles de polvo	Controlar rutinariamente los niveles de polvo en los puntos más susceptibles de generar polvo para no superar los umbrales establecidos y que se encuentren dentro de los intervalos marcados por los Datos suministrados por la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del aire de la Región de Murcia.

Control sobre la calidad del agua	Mediciones mensuales y anuales sobre la calidad de las aguas superficiales, cumpliendo el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre. También se hará una medición antes del proyecto y 5 años después sobre la calidad del agua subterránea siguiendo el Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
Revisiones y verificación de la instalación eléctrica	Mensualmente se comprobará que la toma tierra de todos los elementos y equipos eléctricos funcionan adecuadamente.

Tabla 61. Resumen del control sobre las medidas preventivas

Medidas correctoras	Plan de control
Corrección del relieve	Corrección del relieve durante todo el proyecto, especialmente durante la fase de clausura. Llegando a suspenderse toda actividad, hasta su posterior corrección, si el relieve es afectado de manera significativa.
Laboreo sobre zonas compactadas	Se realizará el control de la acción de laboreo en las zonas más compactadas tras el fin del proyecto.
Revegetación de las zonas afectadas	Durante 2 años cada cuatro meses se realizará una comprobación de que la vegetación implantada cumpla con las condiciones establecidas.
Pequeñas balsas de retención de agua	Revisión en caso de periodos fuertes de precipitaciones.
Recogida de materiales o restos animales	Durante la fase construcción y la de clausura se realizará semanalmente y durante la fase de explotación, que es donde es más probable la presencia de fauna muerta, trimestralmente.

Tabla 62. Resumen del control sobre las medidas correctoras

Medidas compensatorias	Plan de control
------------------------	-----------------

Campaña de información	Antes de la fase de construcción se harán de forma mensual y una vez comience la fase de explotación de forma trimestral.
Reposición de caminos	Se realizarán inspecciones anuales hasta 4 años después del cese del parque de las vías originales.
Conservación de viales	Se realizarán inspecciones anuales hasta 3 años después del cese del parque de los viales que se encuentren en buen estado.

Tabla 63. Resumen del control sobre las medidas compensatorias

## 9. Bibliografía

- <https://www.antala.es/energia-eolica-que-es/>
- [https://www.regmurcia.com/argem/images\\_argem/Publicaciones/P004.pdf](https://www.regmurcia.com/argem/images_argem/Publicaciones/P004.pdf)
- <http://exa.unne.edu.ar/fisica/maestria/modulo2/eolica/eolo12002.pdf>
- [https://mui.carm.es/documents/4106806/12153541/1604\\_balance+2014-v1\\_ABR16.pdf/749c5f3a-c3dd-4de0-941c-524a7af98fa4](https://mui.carm.es/documents/4106806/12153541/1604_balance+2014-v1_ABR16.pdf/749c5f3a-c3dd-4de0-941c-524a7af98fa4)
- <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/7486/tfg-cas-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8377/tfg-gal-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://visoriderm.carm.es/mapstore/#/viewer/openlayers/1>
- <https://www.siemensgamesa.com/es-es/products-and-services/onshore/wind-turbine-sg-4-7-155>
- <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/166935/Memoria-TFG.pdf>
- <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152986/Estimacion-de-los-impactos-ambientales-de-la-fase-de-construccion-del-parque-eolico-Sierra-Gorda-Est-Comuna-de-Sierra-Gorda-Region-de-Antofagasta-Chile.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tramite\\_informacion\\_publica/18/06/PLAN%20GESTION%20RESIDUOS%20LAS%20PALOMAS.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/tramite_informacion_publica/18/06/PLAN%20GESTION%20RESIDUOS%20LAS%20PALOMAS.pdf)
- [https://www.vestas.com/en/products/2-mw-platform/v120-22\\_mw#!](https://www.vestas.com/en/products/2-mw-platform/v120-22_mw#!)

- [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/cartagena\\_e spa%C3%B1a\\_2520058](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/cartagena_e spa%C3%B1a_2520058)
- <https://www.laverdad.es/nuestra-tierra/naturaleza/201405/20/tesoros-geologicos-de-la-sierra-minera.html>
- <http://arbacartagena.blogspot.com/2020/01/33-en-verde-repoblando-la-sierra-de-la.html>
- <https://sinclair.carm.es/calidadaire/redvigilancia/redvigilancia.aspx>
- [https://www.researchgate.net/publication/328559979\\_Prediccion\\_de\\_los\\_niveles\\_sonoros\\_asociados\\_a\\_los\\_parques\\_eolicos](https://www.researchgate.net/publication/328559979_Prediccion_de_los_niveles_sonoros_asociados_a_los_parques_eolicos)
- <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6245/01VMra01de02.pdf;sequence=1>
- [https://www.enominer.com/TRABAJOS\\_PUBLICACIONES/trabajps/Sierra%20Cartagena%20Histoira%20y%20geologia.pdf](https://www.enominer.com/TRABAJOS_PUBLICACIONES/trabajps/Sierra%20Cartagena%20Histoira%20y%20geologia.pdf)
- <https://fundacionSierraminera.org/jara/PDF/ResumenInventarioProyectoJara.pdf>
- <https://murcianatural.carm.es/web/guest/fauna3>
- [https://murcianatural.carm.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=62af6762-0640-492a-8a75-715f9f54d637&groupId=14](https://murcianatural.carm.es/c/document_library/get_file?uuid=62af6762-0640-492a-8a75-715f9f54d637&groupId=14)
- [http://www.columbares.org/ramblasvivas/actuacion/atlas\\_anfibios\\_murcia.pdf](http://www.columbares.org/ramblasvivas/actuacion/atlas_anfibios_murcia.pdf)
- [https://murcianatural.carm.es/web/guest/red-natura-2000/\\_journal\\_content/56\\_INSTANCE\\_s4So/14/4129718](https://murcianatural.carm.es/web/guest/red-natura-2000/_journal_content/56_INSTANCE_s4So/14/4129718)
- <https://www.redalyc.org/pdf/407/40743406006.pdf>
- <http://mineriaypaisaje.com/la-union-paisaje/>
- <https://www.ayto-launion.org/turismo/festival-internacional-del-cante-de-las-minas/>
- <https://www.foro-ciudad.com/murcia/la-union/habitantes.html#:~:text=Segun%20los%20datos%20publicados%20por,el%20en%20el%20a%C3%B1o%202019>
- [https://www.eib.org/attachments/pipeline/20090349\\_nts8\\_es.pdf](https://www.eib.org/attachments/pipeline/20090349_nts8_es.pdf)
- <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>

- [http://oa.upm.es/57160/1/TFG\\_ADRIAN\\_SOMOZA\\_BARREIRO.pdf](http://oa.upm.es/57160/1/TFG_ADRIAN_SOMOZA_BARREIRO.pdf)
- [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/18034/PereiraAlvarez\\_Ruben\\_TFM\\_2015.pdf?sequence=14&isAllowed=y](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/18034/PereiraAlvarez_Ruben_TFM_2015.pdf?sequence=14&isAllowed=y)
- [https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/3E914E09-4F40-48CE-87CB-4F98D23D0501/390738/Estudiodeimpactoambiental\\_parteIII.pdf](https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/3E914E09-4F40-48CE-87CB-4F98D23D0501/390738/Estudiodeimpactoambiental_parteIII.pdf)
- <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3397/1/Segarra%20Larrosa%2C%20Manuel%20TFM.pdfH.pdf>

Apuntes de la asignatura de Tecnología e Impacto Ambiental del Grado de Recursos Minerales y Energía de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Manuel Segarra Larrosa - “Plan de Seguridad y Salud para la ejecución de un sistema de energías renovables compuesto por una planta solar fotovoltaica y un parque eólico anexo”. Universidad Miguel Hernández, 2016.

Pedro Fernández Díez – “Energía Eólica”. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética de la Universidad de Cantabria.

Esther Marín Gómez – “Región de Murcia. Sostenible energéticamente”. Directora General de Energía de la Región de Murcia.

Universidad Politécnica de Cartagena – “Estudio de Impacto Ambiental del proyecto general de explotación de la cantera “El Gamonar”, sita en el término municipal de Martín del Río (Teruel)”. Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de ingeniería de Minas.