



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



Grado en Ingeniería de Obras Públicas

# Trabajo final de grado

---

Estudio de viabilidad técnico-económica y  
análisis de impacto ambiental de un  
parque eólico en Alto Maestrazgo  
(Castellón)

**Memoria**

Autor: César García Aznar

Tutor: Miguel Ángel Pérez Martín

Curso: 2014-2015

*Valencia, Junio 2015*



# ÍNDICE

## ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA

1. Introducción.....	3
1.1. Información sobre la energía eólica.....	3
1.2. Breve reseña histórica.....	3
1.3. Situación actual de la energía eólica a nivel mundial .....	5
1.4. Situación actual de la energía eólica en España .....	7
1.5. Motivación .....	10
1.6. Objetivos del proyecto.....	11
2. Localización.....	12
3. Estudio del recurso eólico.....	18
3.1. Rosa de vientos .....	18
3.2. Distribución estadística de velocidades.....	21
3.3. Perfil de parámetros característicos medios .....	24
4. Aerogeneradores .....	25
4.1. Partes de un aerogenerador .....	25
4.1.1. Torre.....	25
4.1.2. Rotor y Palas .....	26
4.1.3. Góndola.....	26
4.1.4. Generador .....	27
4.1.5. Sistema de frenado .....	27
4.1.6. Sistema de control .....	28
4.2. Cálculo de la producción de energía de los aerogeneradores y del parque.....	28
4.3. Estudio económico de los aerogeneradores y del parque .....	35
4.4. Valoración del aerogenerador .....	40
4.5. Selección del aerogenerador .....	42
4.6. Número de aerogeneradores a disponer en el parque .....	44

## ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

5. Inventario ambiental.....	49
5.1. Introducción.....	49
5.2. Medio físico.....	49
5.2.1. Climatología .....	49
5.2.2. Calidad del aire.....	55
5.2.3. Hidrología superficial y subterránea .....	58
5.2.4. Hidrogeología.....	59
5.2.5. Geología .....	60
5.2.6. Geomorfología .....	63
5.2.7. Edafología.....	64
5.2.8. Paisaje .....	65
5.2.9. Espacios naturales protegidos .....	66
5.3. Medio biológico .....	69
5.3.1. Vegetación y flora .....	69
5.3.2. Fauna.....	69
5.4. Medio socio-económico.....	69
5.4.1. Análisis del sistema territorial.....	69
5.4.2. Análisis demográfico .....	72
5.4.3. Sistema económico. ....	74
5.4.4. Factores socio-culturales .....	76
6. Identificación de impactos .....	77
6.1. Acciones susceptibles a producir impacto sobre el medio ambiente .....	77
6.1.1. Identificación de las acciones en la fase de construcción.....	78
6.1.2. Identificación de las acciones en la fase de explotación .....	80
6.1.3. Identificación de las acciones en la fase de abandono .....	82
6.2. Factores susceptibles de ser afectados .....	83
6.2.1. Medio Físico .....	83
6.2.2. Medio Biológico .....	84
6.2.3. Medio Socioeconómico.....	86
6.2.4. Medio paisajístico .....	87

7. Valoración de impactos.....	89
7.1. Evaluación global de los impactos .....	91
7.1.1. Fase de construcción.....	91
7.1.2. Fase de explotación .....	91
7.1.3. Fase de abandono .....	92
7.1.4. Conclusión.....	93
8. Medidas correctoras y protectoras.....	94
8.1. Introducción.....	94
8.2. Calidad del aire.....	94
8.3. Ruido .....	95
8.4. Calidad del agua .....	95
8.4.1. Aguas superficiales.....	95
8.4.2. Aguas subterráneas.....	96
8.5. Localización de elementos auxiliares temporales .....	96
8.5.1. Superficie dedicada a acopio de material .....	97
8.5.2. Localización del parque de maquinaria .....	97
8.5.3. Ubicación y dimensionamiento de vertederos .....	98
8.6. Protección de la vegetación.....	98
8.7. Protección de la fauna .....	99
8.8. Protección y conservación de suelos .....	99
8.8.1. Recuperación y mantenimiento de la capa superior de suelo vegetal .....	99
8.8.2. Retirada selectiva de la capa superior de tierra vegetal.....	100
8.8.3. Almacenamiento y acopio .....	100
8.8.4. Fertilización y abonado .....	100
8.9. Integración paisajística.....	101
8.10. Protección del patrimonio arqueológico y cultural .....	101
8.11. Protección vías pecuarias y senderos .....	101
8.12. Gestión de residuos .....	102
8.12.1. Tierras y pétreos de la excavación .....	102
8.12.2. Hormigón .....	102
8.12.3. Elementos metálicos .....	102
8.12.4. Residuos plásticos .....	102
8.12.5. Residuos potencialmente peligrosos .....	103

8.13. Creación de un observatorio del medio natural.....	104
8.14. Colaboración con el organismo medioambiental.....	104
9. Alternativa.....	105
9.1. Producción del aerogenerador y del parque en la ubicación alternativa seleccionada.....	105
9.2. Estudio económico del aerogenerador y del parque en la ubicación alternativa seleccionada.....	109
10. Programa de vigilancia ambiental.....	112
10.1. Introducción.....	112
10.2. Programa de vigilancia ambiental en fase de construcción .....	113
10.2.1. Calidad atmosférica .....	113
10.2.2. Niveles sonoros .....	113
10.2.3. Hidrología superficial .....	113
10.2.4. Suelos .....	114
10.2.5. Flora y vegetación .....	114
10.2.6. Fauna.....	115
10.2.7. Medio socioeconómico.....	115
10.3. Programa de vigilancia ambiental en fase de explotación .....	116
10.3.1 Niveles sonoros .....	116
10.3.2. Hidrología.....	117
10.3.3. Suelos .....	117
10.3.4. Flora y vegetación .....	117
10.3.5. Fauna.....	118
10.4. Programa de vigilancia ambiental en fase de abandono.....	118
11. Bibliografía .....	119
12. ANEXOS	
ANEXO I. Inventario flora	
ANEXO II. Inventario fauna	
ANEXO III. Matrices de interacción causa - efecto	
ANEXO IV. Listado de impactos	
ANEXO V. Matriz valoración de impactos V. Conesa (ubicación original)	
ANEXO VI. Matriz valoración de impacto ambiental (ubicación original)	
ANEXO VII. Cálculo de producción de energía de los aerogeneradores	
ANEXO VIII. Estudio económico de los aerogeneradores	
ANEXO IX. Matriz valoración de impactos V. Conesa (ubicación alternativa)	
ANEXO X. Matriz valoración de impacto ambiental (ubicación alternativa)	







ESTUDIO DE  
VIABILIDAD TÉCNICO-  
ECONÓMICA

---



## 1. Introducción

### 1.1. Información sobre la energía eólica

Durante el siglo XXI se ha estado la población concienciando de temas clave como son la conservación de los recursos naturales y de la protección del medio ambiente. Nos hemos dado cuenta que los recursos no son infinitos y que si no los utilizamos de manera responsable por parte de todos podrá afectarnos en el futuro a nosotros y a las generaciones futuras que están por llegar. Las nuevas políticas que se están fomentando son en base a lo dicho anteriormente con el objetivo de fomentar las energías limpias, no solo la eólica sino también la solar, hidráulica y biomasa, las denominadas energías verdes o limpias. Una de estas políticas contra el consumo de los recursos naturales es el Protocolo de Kioto (1997) que tiene por objetivo reducir los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, como son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), gas metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) entre otros; en esta ambiente se encuentra España con políticas concretas de incrementar el uso de estas energías renovables, para ello se ha impulsado la inversión en investigación de mejorar las tecnologías que impulsen la generación de energías limpias.

La confianza generada en los últimos años por los sistemas eólicos junto con la aceptación pública de energía limpia ha provocado su aceptación total incluso en los sectores más reacios del negocio energético. La energía eólica es vista por la opinión pública como una fuente de empleo local y una vía para el desarrollo del entorno y del país, sin graves incidencias negativas sobre el medio ambiente.

La Unión Europea ha querido determinar la energía eólica como la fuente alternativa de energía principal que inicialmente estaba movida por intereses ambientales como hemos comentado antes y que en la actualidad se está incrementando por intereses comerciales y tecnológicos, sobre todo si el uso de energías limpias se veía subvencionado en España por el gobierno hace unos años, incluso remunerado.

### 1.2. Breve reseña histórica

La energía eólica no es algo nuevo, es una de las energías más antiguas junto a la energía térmica. El viento como fuerza motriz se ha utilizado desde la antigüedad. Así, ha movido a barcos impulsados por velas o ha hecho funcionar la maquinaria de los molinos al mover sus aspas. Sin embargo, tras una época en la que se fue abandonando, a partir de los años ochenta del siglo XX este tipo de energía limpia experimentó un renacimiento.

Hay que retroceder hasta el año 3.000 a. C. para encontrar el primer uso generalizado del viento como fuente de energía. Fue en los primeros barcos veleros en el antiguo Egipto (Figura 1).



Figura 1. Barcos veleros del antiguo Egipto (Internet)

Los primeros molinos de viento datan del siglo VII y se localizaron en Sistán, en la actual Afganistán y la antigua Persia. Aquellos molinos, de eje vertical y con seis u ocho velas de tela, se usaban para moler grano o para bombear agua.

Con la invención de la máquina de vapor durante la revolución industrial, los molinos perdieron sentido y el siguiente paso en la historia de la energía eólica llegó en los primeros años de ese siglo XIX.



Figura 2. Molino siglo XIX (Internet)

En la primera mitad del siglo XX hay muchos trabajos relevantes tanto en Europa como en Estados Unidos. Sin embargo, no hubo un interés real por la energía eólica hasta los años 70, cuando la primera crisis del petróleo obligó a investigar sobre nuevas formas de abastecimiento. A finales de esa década aparecieron los primeros aerogeneradores comerciales, que en 1980 llegaron a generar 55 KW.

Fue en esos años 80 cuando la energía eólica comenzó a crecer de forma imparable, y en la última década del siglo XX cuando se produjeron los avances que hicieron de esta fuente energética una alternativa viable a las tradicionales.



Figura 3. Aerogeneradores actuales (Internet)

### 1.3. Situación actual de la energía eólica a nivel mundial

La energía eólica instalada en el mundo creció un 44% en 2014, hasta situarse en 369.553 MW, según datos del Global Wind Energy Council (GWEC). China, Estados Unidos, Alemania y España son los primeros productores mundiales.

En el siguiente gráfico puede apreciarse el espectacular crecimiento de la energía eólica en el planeta a lo largo de los últimos 15 años. Así, mientras en 1991, la potencia instalada era de 2,1 Gigavatios (GW), esa cifra era en 2012 de 284 prácticamente.

Potencia eólica instalada acumulada. 1997-2014

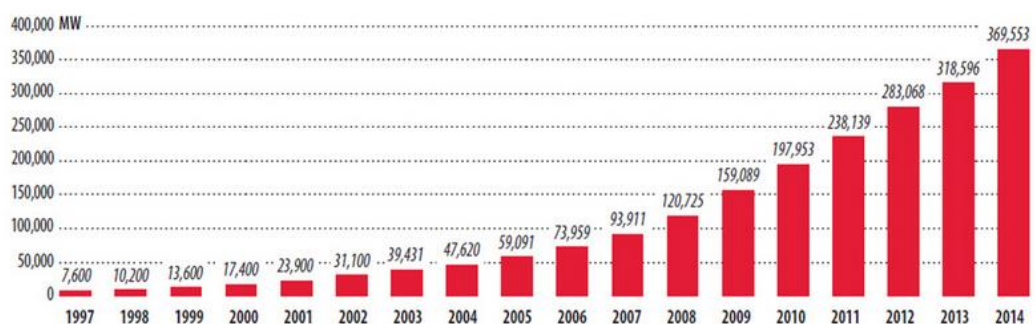


Figura 4. Evolución de la potencia eólica total instalada en el mundo (GWEC)

En la Figura 4 podemos observar la evolución de la potencia eólica instalada en todo el mundo desde finales del siglo pasado hasta el año pasado. De hecho, se ha incrementado enormemente la potencia eólica instalada frente a la creación de nuevas plantas nucleares.

Los mercados de energías eólicas de todo el mundo están siendo viables económicamente poco a poco, tanto que se está generando una creciente competitividad y una necesidad de ir a por tecnologías limpias sin que generen emisiones de CO2 a la atmósfera con el fin de paliar el efecto invernadero.

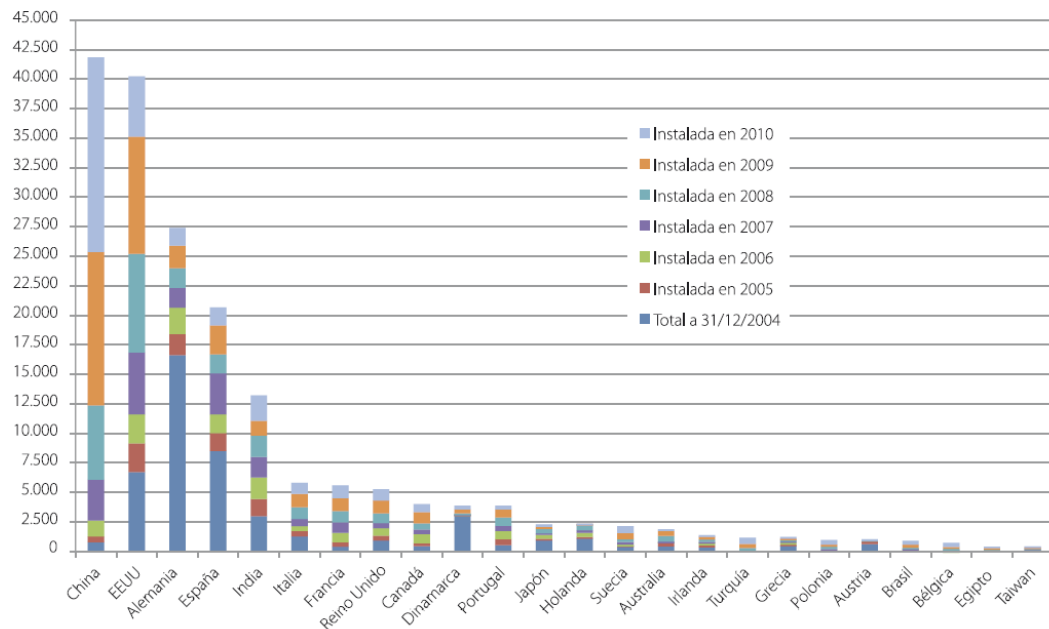


Figura 5. Potencia instalada a nivel mundial por años y países (EWEA, GWEC y AEE)

En la Figura 5 podemos ver otra perspectiva de la potencia instalada procedente de energía eólica hasta el año 2010. Se de apuntar que EEUU fue uno de los primeros países en instalar aerogeneradores (con su desarrollo en la década de los 90) y en el año 2008 fue el que más instalaciones eólicas realizó.

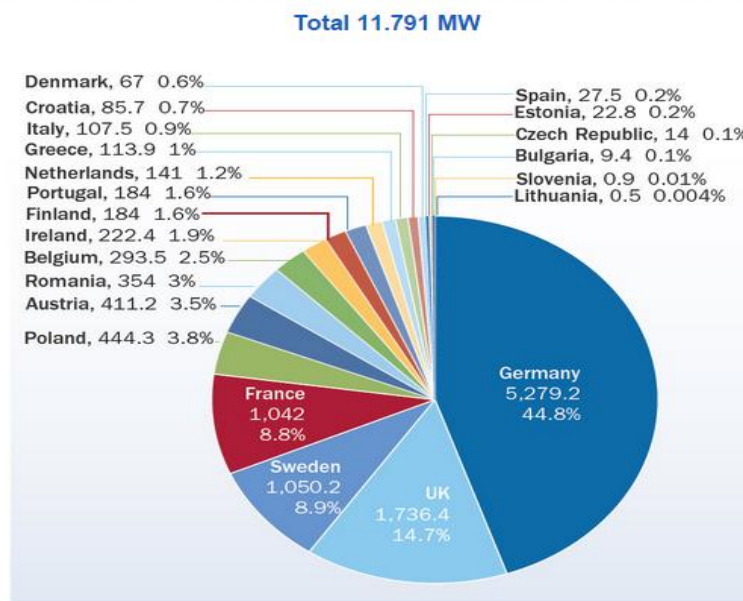
EEUU tiene 40.000 MW instalados alrededor de su región, y como podemos ver, ha ido ascendiendo en los últimos años de manera impresionante, alrededor de 10.000 MW/año. Aun así no le ha servido para mantenerse como cabeza del mundo en este apartado ya que a partir de 2006 China creció en la instalación de potencia eólica de manera casi exponencial.

Como podemos ver más detenidamente en la imagen anterior, en el año 2008 instaló alrededor de 6.000 MW de potencia eólica y en los dos años siguientes la increíble cantidad de 12.000 MW aprox., el doble que en 2008; haciéndose con el liderato de la potencia eólica mundial instalada en 2010. Alemania, a principios de siglo realizó una gran aportación de potencia eólica en su territorio y en los últimos años ha continuado instalando pero de manera constante (2005-2008).

España viene posteriormente con cerca de 17.000 MW instalados hasta 2008 pero seguramente su ascensión se vea paralizada por culpa de la crisis económica, por lo menos en esos niveles de crecimiento.

Si hablamos de potencia nueva instalada en Europa, Alemania es la líder con casi la mitad de ella instalada en su país. Por detrás le viene acechando muy a lo lejos Reino Unido, Suecia y Francia. España se encuentra muy alejada con solo un 0.2% en comparación con Alemania con un 44.8%. Es de destacar que con la crisis económica actual que vive España no se estén generando nuevos parques eólicos, por eso estos valores tan nefastos.

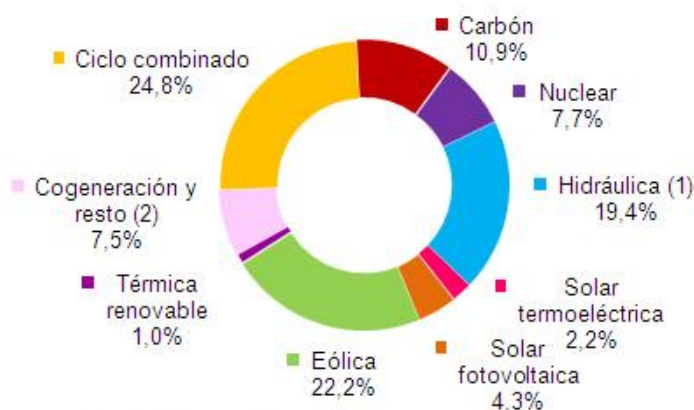
Reparto de nueva potencia eólica instalada de los países de la UE a 31/12/2014



### 1.4. Situación actual de la energía eólica en España

Veamos en España de donde procede la potencia instalada en función de las fuentes de energía existentes hasta 2014:

Potencia instalada a 31 de diciembre del 2013 (102.281 MW)



(1) Incluye la potencia de bombeo puro (2.747 MW).  
 (2) Incluye fuel/gas y térmica no renovable.

Figura 6. Potencia instalada por tecnologías en el sistema eléctrico español

En la imagen anterior podemos observar que la eólica se está integrando dentro de las fuentes de energía principales de España. Hace unos años era impensable que la eólica fuera una de las fuentes principales de energía para generar independencia energética sobre otros países, En la actualidad como podemos ver las centrales de ciclo combinado y la energía eólica se reparten en mayor medida las fuentes d energía principales que hay en España instaladas hasta el año pasado (2014).

En el siguiente gráfico (Figura 7), podemos observarla evolución de la potencia eólica instalada en España año tras año desde la década de los 90 hasta el año pasado (2014) en MW.

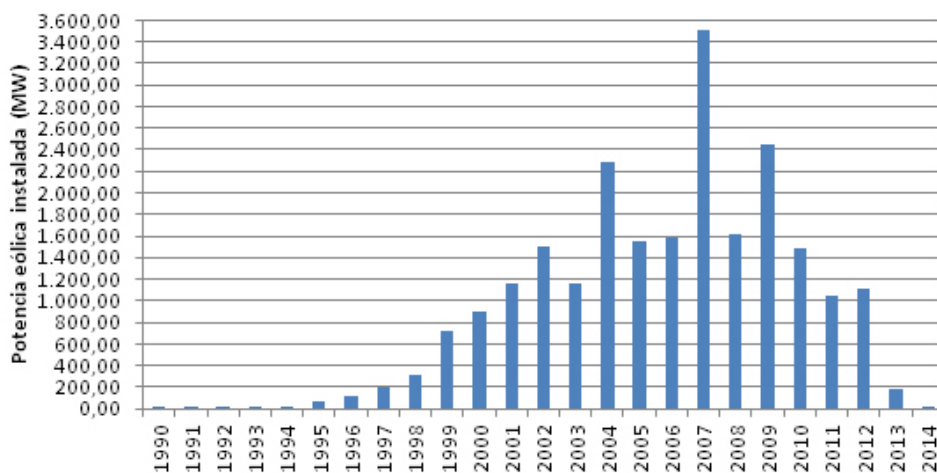


Figura 7. Evolución de la potencia eólica instalada año a año en España

Podemos apreciar como el periodo anterior que comentábamos en apartados anteriores relacionados con la época anterior a la crisis se corroboran. Vemos que hasta 2008 época de auge económico la potencia instalada en España se disparó hasta llegar en 2007 a cerca de los 3.500.000 MW y al año siguiente a menos de la mitad. Con el paso de los años fue disminuyendo hasta alcanzar en 2014 valores nulos de potencia instalada.

En la siguiente imagen (Figura 8) podemos ver como se encuentran repartidos la potencia instalada en función de la comunidad autónoma correspondiente.



COMUNIDAD AUTÓNOMA	Acumulado 31/12/2013	Potencia 2014	Acumulado 31/12/2014	Nº de parques (*)
Castilla y León	5.560,01		5.560,01	241
Castilla-La Mancha	3.806,54		3.806,54	139
Andalucía	3.337,73		3.337,73	153
Galicia	3.314,12	14,18	3.328,3	161
Aragón	1.893,31		1.893,31	87
Cataluña (**)	1.267,05	1,8	1.268,85	47
Comunidad Valenciana	1.188,99		1.188,99	38
Navarra	1.003,92		1.003,92	49
Asturias	518,45		518,45	21
La Rioja	446,62		446,62	14
Murcia	261,96		261,96	14
Canarias	165,11	11,5	176,61	56
País Vasco	153,25		153,25	7
Cantabria	38,30		38,30	4
Baleares	3,68		3,68	46
<b>TOTAL</b>	<b>22.959,02</b>	<b>27,48</b>	<b>22.986,5</b>	<b>1.077</b>

Figura 8. Reparto e potencia instalada por Comunidades Autónomas en 2014

Vemos como se encuentran repartido los MW totales de cada una de las comunidades autónomas hasta 2013, la potencia instalada en 2014, los MW totales hasta 2014 y el número de parque totales que contiene cada comunidad autónoma de la región española.

Castilla y León es la comunidad que más energía tiene instalada en su territorio (5.56 GW) y la que más número de parques tiene (241). Viene seguida por Castilla La Mancha con un poco más de 3.8 GW instalados y 139 parques.

El que menos energía instalada es Baleares con 3.68 MW acumulados. Aunque parezca que este valor se da porque no hay espacio en las islas, no se trata de eso ya que el número de parques asciende a 46, pero cada uno de ellos será de poca potencia instalada.

En las siguientes imágenes podemos observar el reparto de potencia instalada en España por parte de los Promotores y por parte de los Fabricantes respectivamente.

PROMOTOR	Potencia eólica instalada en 2014 (MW)	Potencia acumulada a cierre de 2014 (MW)	Cuota de mercado sobre el acumulado (%)	FABRICANTE	Potencia instalada en 2014 (MW)	Potencia acumulada a cierre de 2014 (MW)	Cuota de mercado sobre el acumulado (%)
IBERDROLA		5.613,07	24,0%	GAMESA		12.008,09	52,2%
ACCIONA ENERGÍA		4.267,82	18,6%	VESTAS	14	4.090,99	17,8%
EDPR		2.099,15	9,1%	ALSTOM		1.739,09	7,6%
ENEL GREEN POWER ESPAÑA		1.491,55	6,5%	ACCIONA WIND			
GAS NATURAL FENOSA RENOVABLES	14	982,00	4,3%	POWER		1.728,63	7,5%
EOLIA RENOVABLES (*)	1,8	514,75	2,2%	GE		1.413,14	6,1%
EyRA		512,56	2,2%	SIEMENS		772,3	3,4%
VAPAT		471,25	2,1%	ENERCON	11,5	526,55	2,3%
RWE Innogy Aersa, S.A.U.		442,71	1,9%	SUZLON		218	0,9%
OLIVENTO, S.L.		420,79	1,8%	NORDEX (*)	1,8	185,18	0,8%
ENERFIN		400,41	1,7%	DESA		100,8	0,4%
E.ON Renovables		380,61	1,7%	LAGERWEY		37,5	0,2%
BORA WIND ENERGY		329,99	1,4%	M-TORRES		46,8	0,2%
MANAGEMENT				KENE TECH		36,9	0,2%
MEDWIND (**)		246,75	1,1%	SINOVEL		36	0,2%
RENOVALIA RESERVE		246,10	1,1%	REPOWER		25	0,1%
MOLINOS DEL EBRO		234,25	1,0%	EOZEN		4,5	
GECAL, S.A.		231,41	1,0%	NORVENTO	0,1	0,4	
GAMESA ENERGÍA		219,45	1,0%	ELECTRIA WIND		0,15	
IBEREOLICA		194,30	0,8%	WINDECO		0,05	
EÓLICA DE NAVARRA		164,13	0,7%	OTROS	0,08	16,45	0,1%
ALDESA ENERGÍAS RENOVABLES		164,05	0,7%	TOTAL	27,48	22.986,52	100,0%
FERSA		148,90	0,6%				
ELECDEY		140,10	0,6%				
OTROS	11,68	3.170,42	13,8%				
TOTAL	27,48	22.986,5	100,0%				

En cuanto al reparto de la potencia instalada en España por parte de los Promotores, Iberdrola es la que más mercado se ha llevado consigo, casi el 25% del total de las infraestructuras eólicas en España seguido por acciona con un 18.6%.

En el apartado de reparto de potencia instalada en España por parte de los Fabricantes, destacar que más de la mitad de los aerogeneradores instalados en los parques eólicos de España son de la multinacional española Gamesa. Enercon que es otra de las grande multinacionales del sector de fabricantes de aerogeneradores, solo tiene instalado en España 526,55 MW frente a los 12.008,09 MW de Gamesa, un 2.3% únicamente.

### 1.5. Motivación

La motivación por este proyecto viene dada por las necesidades de la población hacia una energía alternativa al petróleo, que sea renovable y que no contamine. Cuando finalizo la industrialización nos dimos cuenta de que a ese paso los recursos fósiles iban a desaparecer, por tanto se buscó la necesidad de encontrar fuentes alternativas a este, y se volvió a confiar en la energía eólica. Es por ello que en estos últimos años se está produciendo un cierto interés por parte de los países de volver al uso de las renovables en el mundo industrializado, y de la generación eólica en particular.

No sólo se está apostando por una fuente interminable de energía sino también respetuosa con el medio ambiente, otro valor fundamental dados los elevados valores de contaminación que los demás recursos generan para la obtención de energía. Hoy en día se han detectado casos de emisiones ácidas, derivados procedentes del carbón y del petróleo, aumento de diferentes gases que provocan un incremento del efecto invernadero disminuyendo el espesor de la capa de ozono y por tanto degenerar en problemas que alteren gravemente tanto el clima como la calidad de vida en la Tierra.

La motivación del proyecto por tanto viene fundamentada por presentar a España una fuente renovable y respetuosa con el medio ambiente que nos va a proporcionar numerosas ventajas como el autoabastecimiento de recursos, la disminución de la dependencia energética, reducción de las importaciones de combustible, desarrollo de actividades económicas con efectos positivos para la economía y el empleo y fundamentalmente el desarrollo de una energía limpia que no produce emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. También, este tipo de infraestructuras es capaz de competir en rentabilidad con otras fuentes de energía tradicionales.

Junto con estos datos y sabiendo que el aprovechamiento eólico en España en el siglo XX se ha caracterizado por su gran expansión en el mercado en cuanto a generación de electricidad se refiere. Así pues, podemos determinar con seguridad que es una de las energías del futuro para España y para la población, ya que junto con el apoyo del gobierno en las políticas de energías limpias, contribuirán al desarrollo industrial y tecnológico del sector.

## 1.6. Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es ver si el parque eólico situado en la Serra d'en Seller (Alto Maestrazgo) en el término municipal de Morella es viable técnica y económicamente a través de los cálculos realizados en esta ubicación.

Una vez hemos hecho un análisis general de los valores técnicos y económicos necesarios para el funcionamiento de la infraestructura, hemos empezado a valorar medioambientalmente el proyecto en sí. Como se encuentra en un sitio cercano a diferentes zonas protegidas, este apartado era fundamental para comprobar cómo podíamos hacer para que no afectara a las especies que viven en este hábitat y si afectara en gran cantidad, proponer soluciones o alternativas.

Hemos escogido un catálogo de aerogeneradores proporcionado por Enercon para tener un aerogenerador tipo. Para nuestro parque vamos a instalar 11 aerogeneradores de tipo E-101 con una potencia nominal de 3.000 KW a 135 m de altura cada uno que suman en total 33 MW de potencia instalada. Todos los

aerogeneradores serán explotados de manera similar en la ubicación del parque que señalaremos con exactitud posteriormente en el apartado de la ubicación. La secuencia para el cálculo técnico-económico es la siguiente:

1. Selección del emplazamiento del parque ya que debe cumplir una serie de objetivos como son la velocidad y frecuencia del viento o si se encuentra dentro de una de las zonas habilitadas por la Generalitat Valenciana para la ubicación de parques eólicos.
2. Estudio del aprovechamiento eólico con la corrección a diferentes alturas de aerogeneradores
3. Cálculo de la producción, factor de utilización y de las horas equivalentes de cada uno de los aerogeneradores para cada una de las alturas de viento disponibles.
4. Calculo económico de la inversión (VAN y TIR) para cada una de las simulaciones y ver a partir de que valores podemos recuperar la inversión
5. Elección en función de todos los factores el mejor aerogenerador posible para distribuirlo a lo largo del parque.
6. Estudio de impacto ambiental que tendrá el parque en la zona. Muy determinante. Proponer soluciones o alternativas.
7. Determinar de manera justificada las medidas a adoptar como solución ambiental adoptada

## 2. Localización

La localización del parque viene influenciada por varios factores a tener en cuenta. Uno de ellos y el más importante seguramente es el viento, cuanto más viento mejor, pero no siempre es así ya que el viento es variable en dirección. Por tanto una ubicación ideal es donde haya un buen flujo de viento a una velocidad elevada y la dirección sea prácticamente la misma a lo largo del año, es decir, que la frecuencia sea la mayor posible.

A continuación observamos el mapa eólico de la Comunidad Valenciana en el que nos ofrece en el mapa satélite de este las diferentes velocidades de viento en toda la comunidad en función de las diferentes tonalidades de colores que hay, cuanto más oscuro es el color, mayor velocidad de viento media anual (registrada a 80m de altura) hay.



Figura 9. Mapa eólico de velocidad media anual de la Comunidad Valenciana

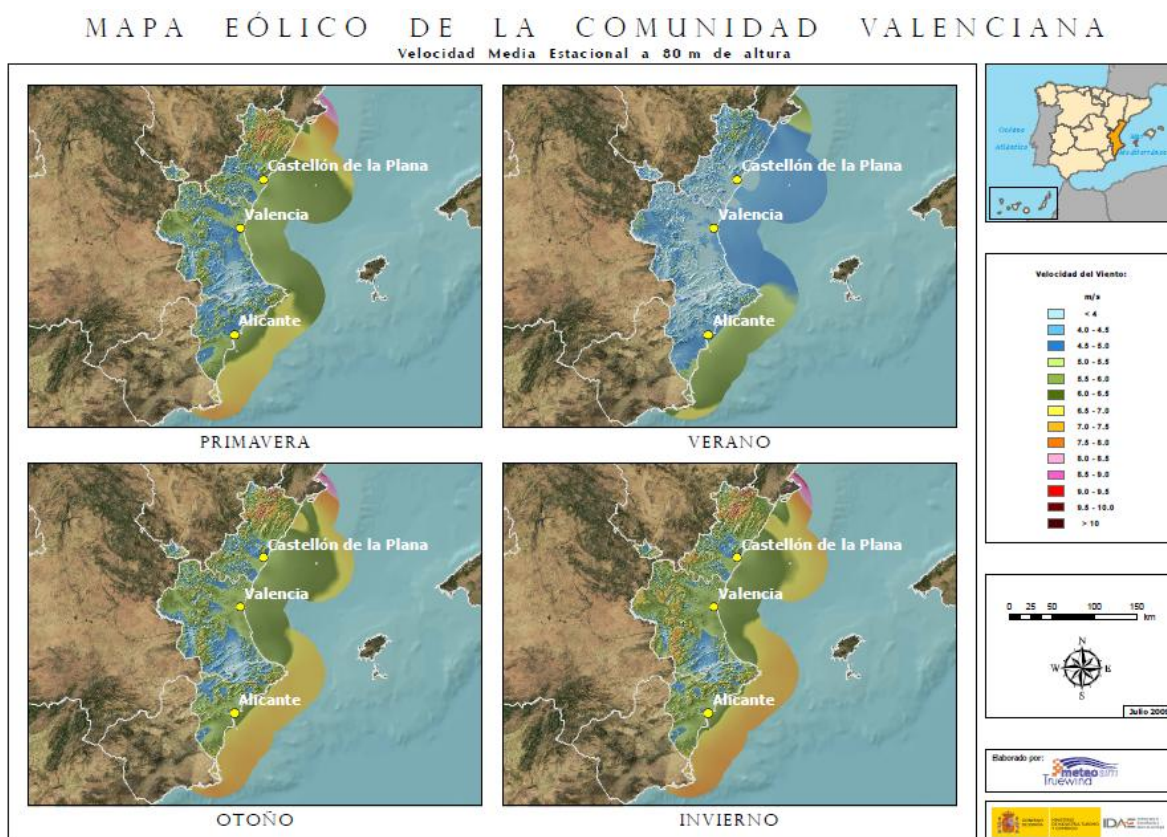


Figura 10. Mapa eólico de velocidad media de la Comunidad Valenciana por estaciones

Como vemos en la Figura 9, apreciamos que en la zona norte de la Comunitat tirando hacia el interior es donde el color se oscurece más, por tanto, es donde más velocidad de viento anual media hay con zonas que varían entre 6 y 9 m/s. Nuestra ubicación del parque que está en la Serra d'en Seller (Alto Maestrazgo) en el término municipal de Morella se ubica cerca de la zona que hemos nombrado antes, el Noroeste de la Comunitat. Esta sierra divide al término municipal de Morella con el de Catí.

En la Figura 10 Vemos prácticamente lo mismo pero en distintas épocas del año, destacar que en verano se produce una disminución clara de las velocidades del viento en toda la Comunitat pero que a lo largo del año las velocidades no varían significativamente.

Por otro lado, a través de la Generalitat Valenciana y de la Agencia Valenciana de la Energía se puso en marcha el Plan Eólico de la Comunidad Valenciana en Febrero de 2006. Este Plan está constituido por 15 zonas repartidas a lo largo de la Comunidad Valenciana donde se determinan las zonas con disponibilidad de aprovechar el recurso eólico.

Después de determinar cuáles eran las zonas óptimas en cuanto a recurso eólico se refiere, se fueron excluyendo varias zonas en función de los siguientes criterios: espacios naturales, áreas catalogadas, áreas de nidificación de aves, áreas húmedas, reservas nacionales de caza, bosques con especies interesantes, corredores biológicos de interés comunitario, áreas con interés cultural y zonas paisajísticas, y otros criterios medioambientales.

Finalmente nos quedaron 15 zonas en la Comunidad Valenciana donde era viable la implantación por parte del recurso eólico y por la parte medioambiental. Nuestra zona de ubicación es la Zona 4 de color púrpura que se encuentra reflejada en la siguiente ilustración (Figura 11):

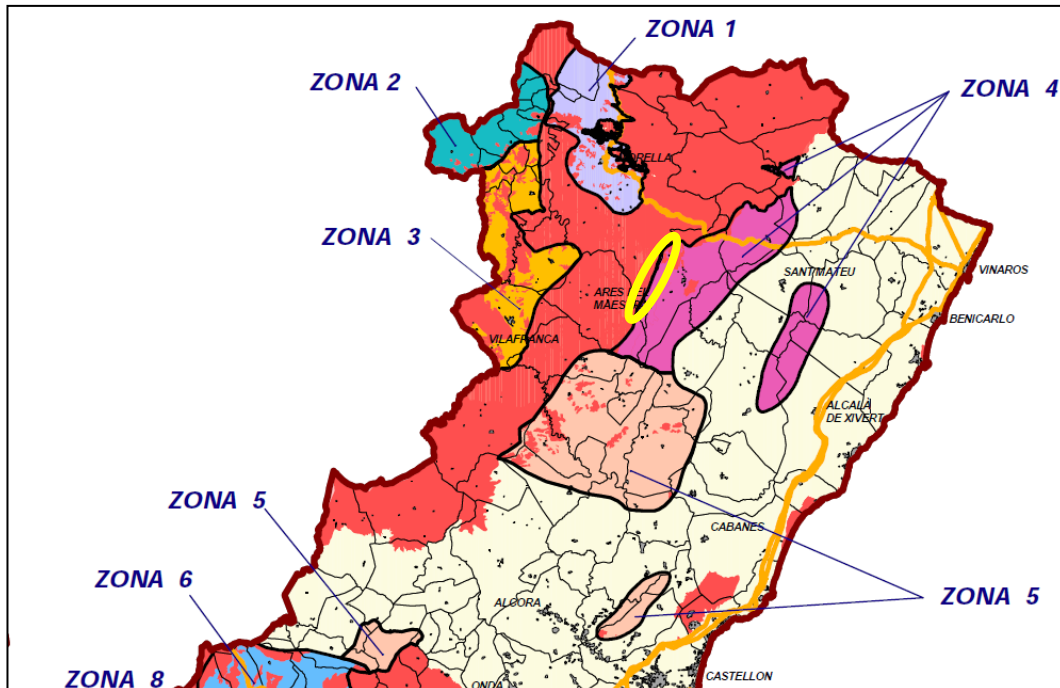


Figura 11. Plan eólico de la Comunidad Valenciana

Como ya he descrito en el párrafo anterior, nuestro parque se encuentra en la Zona 4, muy próximo a una zona roja que significa que son zonas o aptas para la construcción del mismo. El círculo amarillo de la imagen en el límite entre los colores rojo y púrpura, nos señala la ubicación que tendrá nuestro parque eólico.

En el mapa de relieve, vemos esto (Figura 12):

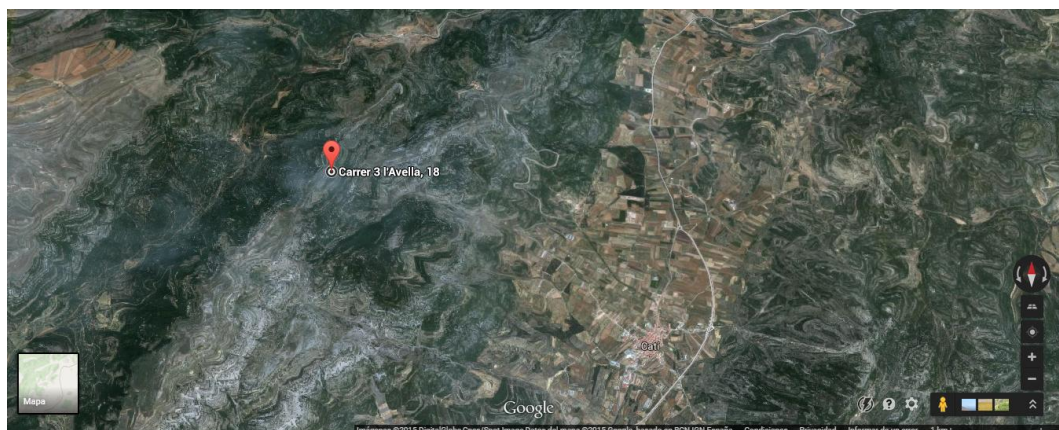


Figura 12. Mapa ubicación parque eólico satélite (Google Maps)

El mapa de arriba se encuentra orientado hacia el Norte, por tanto la ubicación del parque se encuentra al Noroeste del municipio de Catí, pero el parque se encuentra en el límite del término municipal de Morella. Esto es debido a que es la sierra montañosa que limita entre los dos términos municipales.

Las coordenadas UTM y geográficas del parque son:

UTM

X: 750948

Y: 4483265

Geográficas

Longitud: -0.04064021

Latitud: 40.460025

Como podemos ver en la siguiente imagen (Figura 13), esta es la zona de actuación del parque, todo el límite municipal de la Serra d'en Seller.

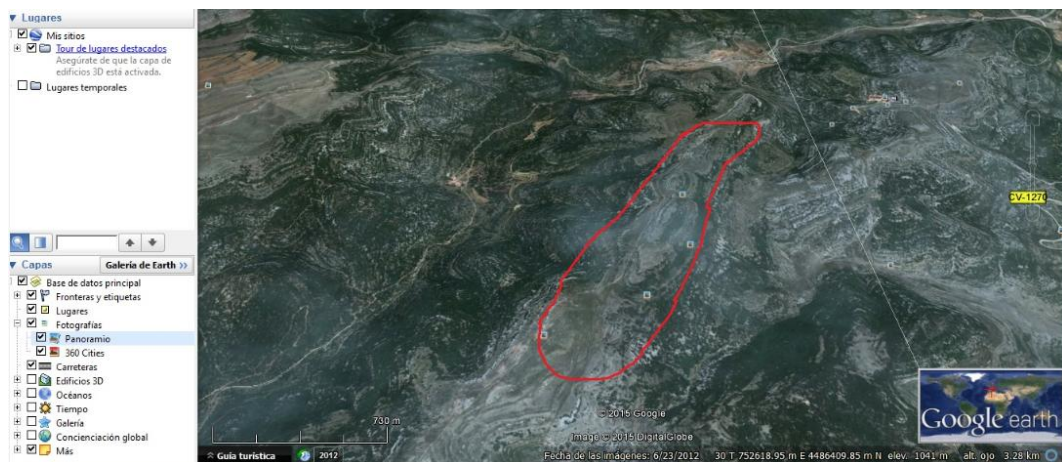


Figura 13. Mapa ubicación del parque eólico satélite (Google Earth)

Como podemos ver, la traza del parque sigue una línea correspondiente a la cima de la sierra. El parque por tanto, seguirá la traza a lo largo de la sierra, aproximadamente 2.4 Km.

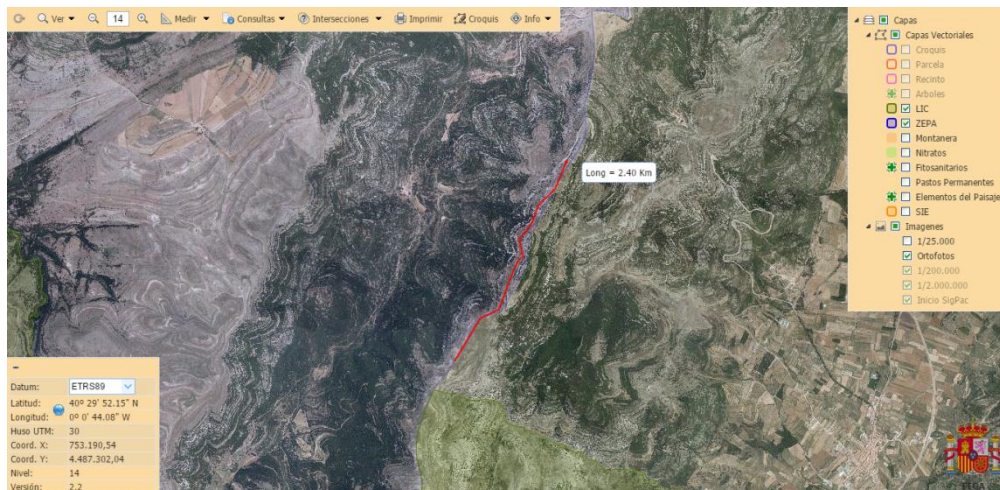


Figura 14. Mapa satélite (Sigpac)



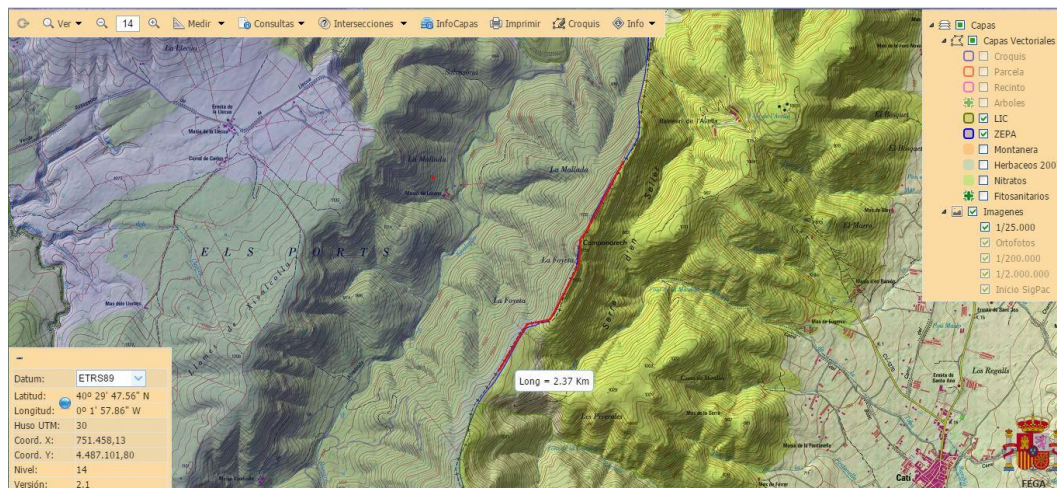


Figura 15. Mapa topográfico (Sigpac)

Gracias a la aplicación del ministerio Sigpac podemos ver el mapa satélite y el mapa topográfico junto con el trazado hipotético del parque (Figuras 14 y 15) rodeada por las zonas de especial protección ZEPA y LIC que en Figura 11 avanzábamos que se encontraba rodeado el parque eólico. Como ya comentábamos al inicio de este apartado, el aspecto medioambiental va a ser uno de los apartados que va a determinar la ejecución o no del parque. Por tanto al tener tan cercano dos zonas de protección ambiental será interesante ver que ocurre en la parte de Estudio de Impacto Medioambiental en los siguientes apartados.

Otros criterios que no hemos nombrado aparte del impacto ambiental (que genera el parque y el recurso eólico los cuales son determinantes) son que la infraestructura tenga una orografía adecuada para permitir la instalación de los diferentes componentes del parque sin complicaciones y que sea asumible el m<sup>2</sup> de alquiler del terreno sea asumible. También que la ubicación se encuentra al lado NW de la montaña, por tanto el aire lo encontraremos de cara sin ningún obstáculo montañoso.

Para acabar este apartado, decir que en cuanto a la línea eléctrica no habrá problema de acoplarse a la red ya que cerca de este sitio se encuentran también más al oeste otros parque eólicos pertenecientes al municipio de Morella, por tanto podremos inyectar energía generada a la red con una inversión razonable.

### 3. Estudio del recurso eólico

#### 3.1. Rosa de vientos

Para determinar si la ubicación elegida ubicación del parque es correcta nos faltará saber si su recurso eólico es admisible, es decir, no vamos a saber si es el lugar idóneo para construir nuestra infraestructura hasta que no veamos uno de los puntos clave que se deben cumplir para construir un parque, que haya viento suficiente. Para ello nos hemos apoyado para mayor fiabilidad en el aplicativo que nos ofrece el Gobierno de España a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE) en el que a través de un mapa interactivo, buscamos nuestra zona de aplicación del parque y nos genera con mayor detalle el recurso eólico resultante exactamente donde queríamos, en la Serra d'en Seller. Como podemos ver en la siguiente imagen (Figura 16) a lo largo del círculo rojo seleccionado por donde se encuentra más oscurecido se sitúa el parque de aerogeneradores a instalar, es por tanto una zona ideal en cuanto a aprovechamiento del viento se refiere, otro de los aspectos clave para la ejecución del parque eólico.

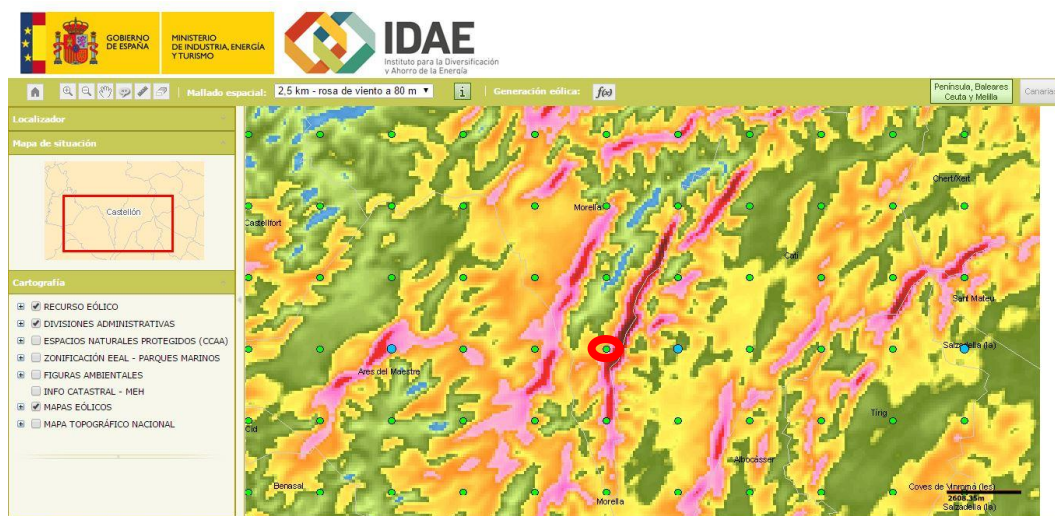


Figura 16. Mapa interactivo del recurso eólico (IDAE)

A través del aplicativo y pinchando en el punto en el que queremos saber el recurso eólico, obtenemos los diferentes valores de Velocidad, Frecuencia, Potencia, Weibull C y Weibull K para cada una de las direcciones del viento existentes sacadas todas ellas a 80m de altura (Figura 17)

Información					
Distribución por direcciones a 80m.					
Coordenadas UTM(m): 750948,4483265					
Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
N	2.84	3.871	0.21	4.212	2.133
NNE	1.83	4.135	0.18	4.527	1.985
NE	1.99	5.073	0.44	5.549	1.688
ENE	2.9	5.988	0.86	6.314	1.802
E	2.93	4.997	0.49	5.344	1.927
ESE	3.23	4.029	0.25	4.332	2.208
SE	5.28	4.211	0.38	4.459	2.809
SSE	7.26	4.483	0.63	4.706	2.706
S	6.72	4.491	0.61	4.732	2.537
SSW	5.79	4.695	0.64	4.987	2.414
SW	5.28	5.012	0.77	5.438	2.353
WSW	3.32	5.224	0.66	5.702	1.96
W	2.78	5.867	0.87	6.28	1.72
WNW	6.62	8.823	7.07	9.735	1.829
NW	28.24	11.884	73.51	14.05	2.24
NNW	12.99	8.928	12.46	9.795	2.045

Figura 17. Distribución por direcciones a 80m

Esta tabla nos indica el recurso eólico disponible a una altura de 80m, lo que vamos a hacer es representar gráficamente los valores más característicos como son la frecuencia, la potencia y la velocidad corregida, cada uno de estos gráficos se conocen como rosa de vientos.

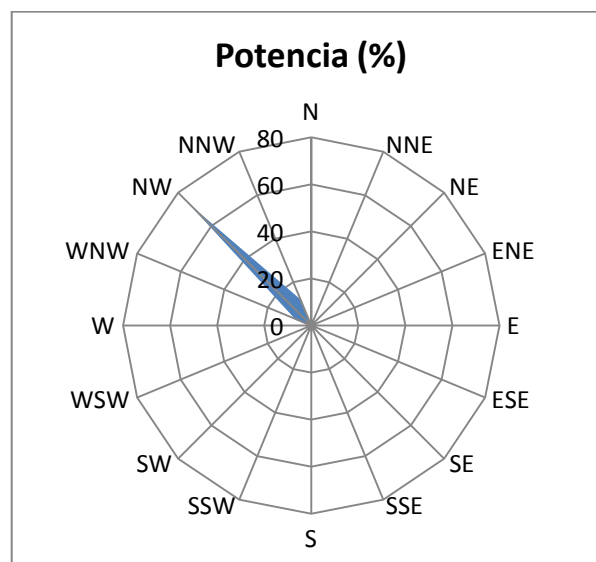


Figura 18. Rosa de vientos de potencias

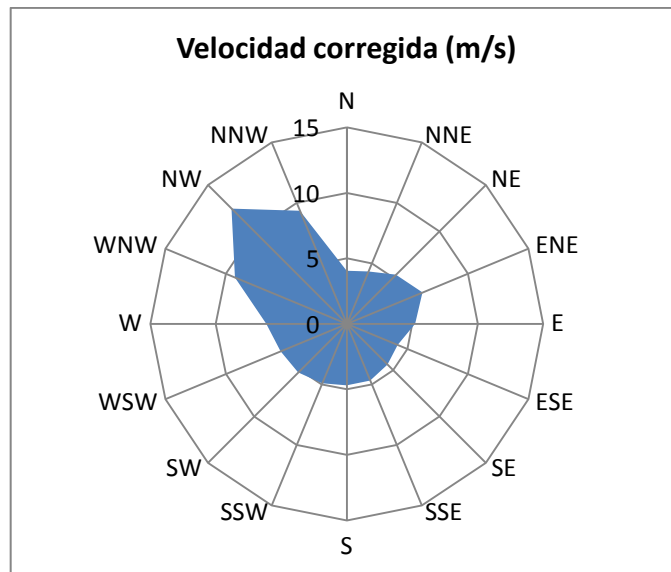


Figura 19. Rosa de vientos de velocidades

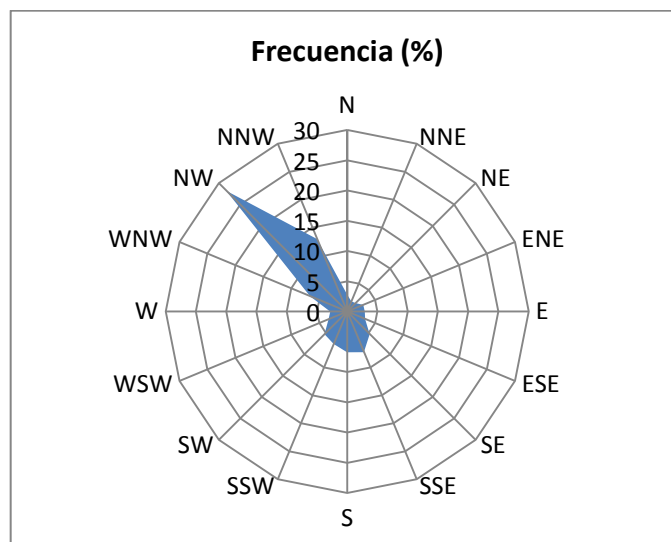


Figura 20. Rosa de vientos de frecuencias

Como podemos observar en las imágenes de la rosa de vientos (Figuras 18, 19, 20), en lo que se refiere a frecuencia y potencia sigue una tendencia clara hacia el NW. La velocidad aunque de manera no tan clara también sigue esta moda. A modo de conclusión podemos determinar que los aerogeneradores deberán estar expuestos en dirección NW.

### 3.2. Distribución estadística de velocidades

Al igual que el aplicativo IDAE nos ofrecía el recurso eólico de la zona para cada una de las direcciones del viento existentes, también nos puede ofrecer las velocidades medias anuales para 30, 60, 80 y 100 m. Si este valor medio resulta interesante a la hora de optimizar la elección del aerogenerador que vayamos a instalar en una ubicación específica resulta imprescindible también poder conocer a través de métodos estadísticos que nos puedan determinar cierta fiabilidad en las variaciones que va a tener el viento. Para ello utilizaremos la distribución Weibull.

Con la ley de densidad de probabilidad Weibull podremos predecir matemáticamente, una aproximación racional del comportamiento del viento a lo largo del año.

Primeramente, como la altura a la que ha medido la velocidad la aplicación no es la misma a la que se sitúa el aerogenerador, vamos a corregir las velocidades con la siguiente ecuación para cada una de las hipótesis de altura del buje (50, 75, 100 y 135 m):

$$\frac{v'}{v} = \left(\frac{z'}{z}\right)^\alpha \quad \text{Ec. 1}$$

Esta fórmula corresponde a la variación con la altura de la velocidad del viento a largo plazo (velocidad media anual) donde:

$\alpha$ : Coeficiente que depende de la longitud de rugosidad ( $z_0$ ) del terreno

$v'$ : Velocidad a la altura  $z'$

$v$ : Velocidad a la altura  $z$

$z'$ : Altura del buje

$z$ : Altura de medición de velocidades

Según la Figura 23, la rugosidad que tiene el terreno es de 0.1m. Por tanto para valores de  $z_0 \leq 0.1\text{m}$ , existe una fórmula aproximada que establece el valor de alfa:

$$\alpha = 0.24 + 0.04 \ln z_0 + 0.003 (\ln z_0)^2 \quad \text{Ec. 2}$$

El valor de  $\alpha$  para nuestro parque es de 0.203

Una vez sabido el valor de alfa, podemos proceder a calcular las velocidades corregidas para cada una de las 16 direcciones de viento totales que nos permitirán dibujar la curva de distribución Weibull, sin embargo, al corregir la

velocidad tambien tendremos que corregir uno de los parámetros de la Weibull, el factor de escala (c). El factor de forma (k) no lo variamos porque no nos varía en gran cantidad los cálculos y requiere de mucho trabajo. Por tanto procedemos a calcular el factor de escala con la siguiente fórmula:

$$\frac{\langle v \rangle}{c} = \tau \left( 1 + \frac{1}{k} \right) \quad \text{Ec. 3}$$

donde:

- $\langle v \rangle$ : Velocidad media a distintas alturas
- k: Factor de forma de la distribución Weibull
- $\tau$ : Función Gamma
- c: Factor de escala de la distribución Weibull

El valor del factor de forma "k" como no lo hemos cambiado es el mismo, nos falta por averiguar el valor de la función Gamma despejando de la ecuación anterior:

$$\tau = \ln \tau \left( 1 + \frac{1}{k} \right) \quad \text{Ec. 4}$$

Para calcularlo, en la hoja de cálculo de Excel la función Gamma corresponde con gamma.ln. Para despejar Gamma lo que tendremos que hacer es la inversa del ln, es decir, elevar la fórmula exponencialmente. Una vez sabemos Gamma, haciendo la división entre la velocidad media y el valor Gamma, obtendremos al fin el valor del factor de escala corregido (c') correspondiente a la distribución Weibull para cada una de las direcciones de viento como podemos ver en el siguiente cuadro:

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K	Velocidad corregida (v')	Weibull K (adim.)	Gamma	Weibull C' corregida (m/s)
N	2.84	3.871	0.21	4.212	2.133	4.050	2.133	0.886	4.573
NNE	1.83	4.135	0.18	4.527	1.985	4.327	1.985	0.886	4.881
NE	1.99	5.073	0.44	5.549	1.688	5.308	1.688	0.893	5.946
ENE	2.9	5.988	0.86	6.314	1.802	6.265	1.802	0.889	7.046
E	2.93	4.997	0.49	5.344	1.927	5.229	1.927	0.887	5.895
ESE	3.23	4.029	0.25	4.332	2.208	4.216	2.208	0.886	4.760
SE	5.28	4.211	0.38	4.459	2.809	4.406	2.809	0.891	4.948
SSE	7.26	4.483	0.63	4.706	2.706	4.691	2.706	0.889	5.274

S	6.72	4.491	0.61	4.732	2.537	4.699	2.537	0.888	5.294
SSW	5.79	4.695	0.64	4.987	2.414	4.913	2.414	0.887	5.541
SW	5.28	5.012	0.77	5.438	2.353	5.244	2.353	0.886	5.918
WSW	3.32	5.224	0.66	5.702	1.96	5.466	1.96	0.887	6.165
W	2.78	5.867	0.87	6.28	1.72	6.139	1.72	0.892	6.886
WNW	6.62	8.823	7.07	9.735	1.829	9.232	1.829	0.889	10.389
NW	28.24	11.884	73.51	14.05	2.24	12.435	2.24	0.886	14.039
NNW	12.99	8.928	12.46	9.795	2.045	9.342	2.045	0.886	10.545

Tabla 1. Recurso eólico

Una vez ya tenemos todos los valores corregidos en función de la altura que va a tener el buje, procedemos a calcular la distribución de velocidades, que nos representará en forma de porcentaje el número total de horas al año que el viento funciona a ese rango de velocidades.

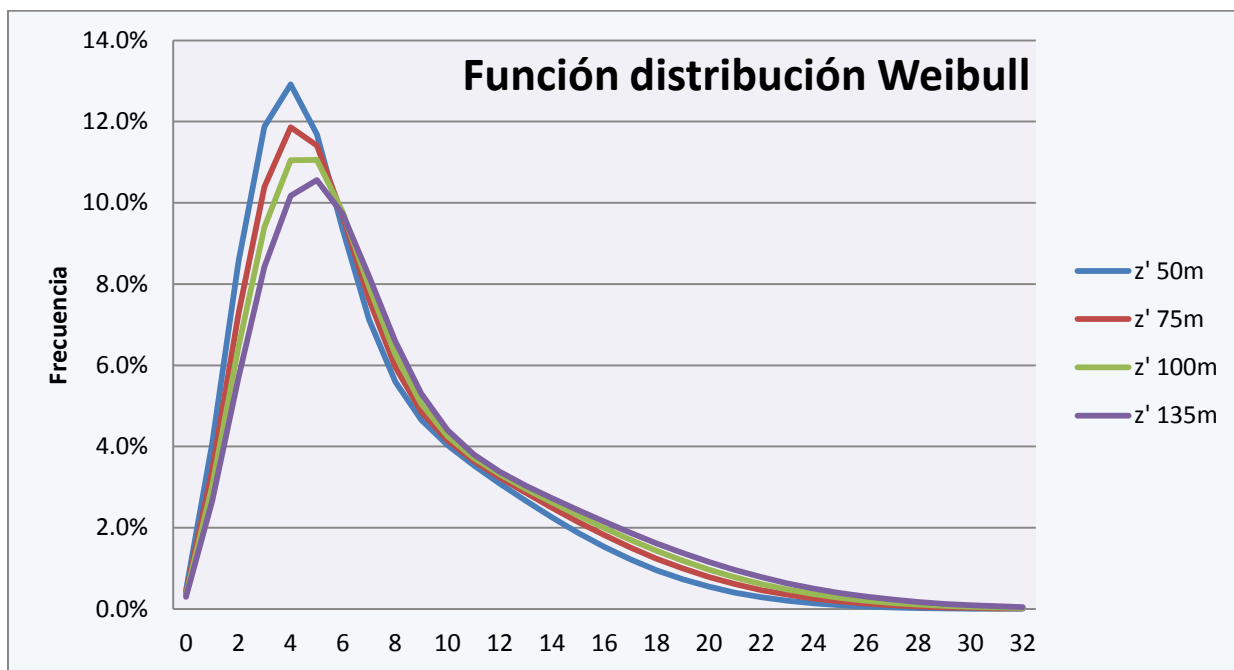


Figura 21. Función distribución Weibull del viento

Podemos ver en el gráfico anterior (Figura 21) la función de distribución de probabilidad Weibull para cada una de las alturas de los bujes del aerogenerador. Destacar que la mayoría de la velocidad a lo largo del año se concentra entre 3 y 7 m/s aproximadamente. Por tanto, ese deberá ser el rango de velocidades para la optimización del aerogenerador.

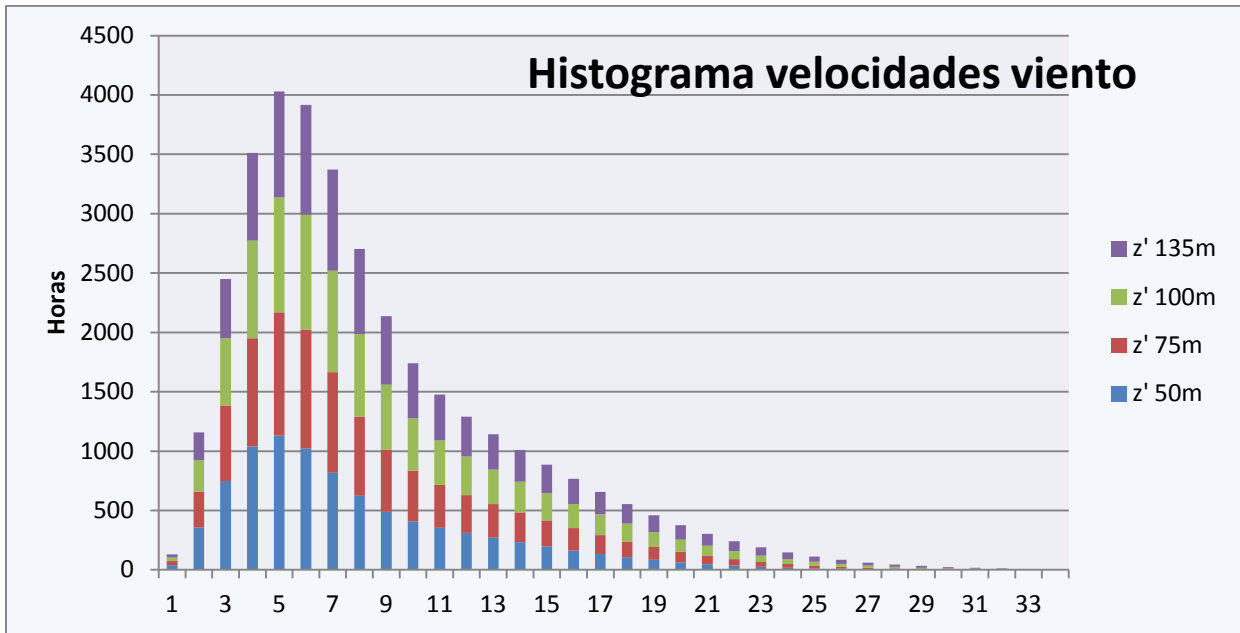


Figura 22. Histograma de velocidades de viento para un periodo anual

Si multiplicamos la curva de velocidades por el número de horas totales al año obtendremos el número de horas que funciona, es decir, la producción energética de una aerogenerador dado.

### 3.3. Perfil de parámetros característicos medios

Cuando ya hemos predicho aproximadamente el rango en los que se va a mover el viento con, a partir de ahora vamos a movernos con los valores medios de velocidad y los valores medios de los parámetros de la función Weibull (factor de forma y de escala) como apreciamos en la siguiente imagen:

Información				
Media anual				
Coordenadas UTM(m): 750948,4483265				
Elevación (m): 1075				
Rugosidad (m): 0.1				
	30m.	60m.	80m.	100m.
Velocidad (m/s)	5.94	7.07	7.56	7.89
Weibull C (m/s)	6.81	8.01	8.51	8.81
Weibull K	1.906	1.833	1.775	1.712

Figura 23. Valores característicos anuales para diferentes alturas

Como podemos ver, no se encuentran nuestros valores característicos para 50, 75 y 135 m, por lo tanto, tendremos que hacer el mismo procedimiento anterior para averiguar la velocidad y los parámetros de la Weibull. Estos son los resultados:



Altura	30	50	60	75	80	100	135
Velocidad(m/s)	5.94	6.87	7.07	7.46	7.56	7.89	8.41
Weibull C(m/s)	6.81	7.74	8.01	8.39	8.51	8.81	9.41
Weibull K	1.906	1.87	1.833	1.81	1.775	1.712	1.67

Tabla 2. Recurso eólico medio a diferentes alturas

Lo primero que hemos hecho ha sido interpolar los valores del coeficiente de forma "k" para los valores de altura que no teníamos disponibles con la aplicación.

Una vez tenemos el valor de k, calcularemos la Función Gamma como en la Ecuación 4. A continuación despejaremos  $v'$  de la Ecuación 1 partiendo de base de los datos de la altura a 80m. (Se trata del mismo procedimiento utilizado anteriormente para la distribución de velocidades en la Weibull).

Así pues, obtenemos los valores característicos de velocidad, factor de forma y factor de escala para las alturas de buje de los aerogeneradores que nos interesaban (50, 75, 100 y 135 m).

## 4. Aerogeneradores

### 4.1. Partes de un aerogenerador

#### 4.1.1. Torre

La torre es la parte estructural que se encarga de transmitir los esfuerzos generados por el viento y las palas en su rotación a la base de la cimentación, en definitiva es el elemento sustentador de las palas de la turbina. Está hecha de acero normalmente y hueca por dentro para permitir el acceso para labores de mantenimiento y para el acceso a la góndola.

Esta parte estructural es capaz de elevar el aerogenerador lo suficiente como para que sea capaz de acceder a velocidades de viento superiores, en contraste con las bajas velocidades en la superficie del terreno a causa de las turbulencias y el rozamiento del terreno. Como ya he comentado, la torre sustenta la góndola que girará ligeramente en función de la dirección del viento para aprovechar mejor el viento perpendicular.

Datos técnicos E-101	
Potencia nominal:	3.000 kW
Diámetro del rotor:	101 m
Altura de buje:	99 m / 135 m
Zona de viento (sólo Alemania):	Zona de viento III
Clase de viento (IEC):	IEC/NNN IIA
<b>Concepto de aerogenerador:</b>	Sin multiplicadora, velocidad variable Sistema de control del ángulo de paso (Pitch)
<b>Rotor</b>	
Tipo:	Rotor a barlovento con control del ángulo de paso activo
Sentido de rotación:	Agujas del reloj
Número de palas:	3
Área barrida:	8.012 m <sup>2</sup>
Composición de las palas:	GRP (resina epoxi); protección contra rayos integrada
Velocidad:	Variable, 4–14,5 rpm
Control del ángulo de paso (Pitch):	Un sistema independiente de control del ángulo de paso en cada una de las palas ENERCON con suministro de energía de emergencia
<b>Generador con sistema de transmisión</b>	
Buje:	Rígido
Rodamiento principal:	Rodamiento de dos hileras de rodillos cónicos/Rodamiento cilíndrico
Generador:	Generador sincrónico en anillo ENERCON con acoplamiento directo
<b>Sistema de conexión a red:</b>	Convertidor ENERCON
<b>Sistemas de frenado:</b>	– 3 sistemas independientes de control del ángulo de paso con suministro de energía de emergencia – Freno mecánico de rotor – Bloqueo del rotor, con ranuras para insertar los pernos dispuestos cada 15°
<b>Sistema de control de orientación:</b>	Activo mediante motores de orientación, amortiguamiento en función de cargas
<b>Velocidad de desconexión:</b>	28–34 m/s (con control de ráfagas* ENERCON)
<b>Sistema de control remoto:</b>	ENERCON SCADA
	*Para más información sobre el sistema de control de ráfagas ENERCON, consulte la última página.

Figura 24. Datos técnicos aerogenerador E-101 ENERCON

#### 4.1.2. Rotor y Palas

En general las turbinas modernas están fabricadas con 2 o 3 palas, siendo de uso más común el de 3 palas por su mayor captación de viento y la suavidad de giro que proporciona. Las palas suelen estar fabricadas con un material compuesto de poliéster con refuerzo de fibras de vidrio o carbono para soportar la resistencia que les proporciona el viento. En nuestro caso vemos que están hechas de GRP (resina epoxi). En el buje, tenemos ubicado como podemos ver en la parte de "concepto de aerogenerador" un sistema de control del ángulo de paso (pitch) de las palas.

En cuanto al rotor, podemos decir que en la actualidad son horizontales y algunos pueden tener articulaciones, suele utilizarse habitualmente la de cambio de paso. En la mayoría de las ocasiones suele estar situada a barlovento, como el de nuestro ejemplo de la imagen superior, ya que al pasar una pala por detrás de la estela de la torre, la velocidad se ve afectada.

#### 4.1.3. Góndola

La góndola es una superficie hueca donde se aloja la sala de máquinas del aerogenerador. Esta góndola si es variable puede girar hasta ponerse perpendicularmente para aprovechar al máximo la energía del viento. Dentro de esta, podemos ver el soporte inicial, el motor de orientación, el generador en anillo, el adaptador de la pala, el buje del rotor y la pala.

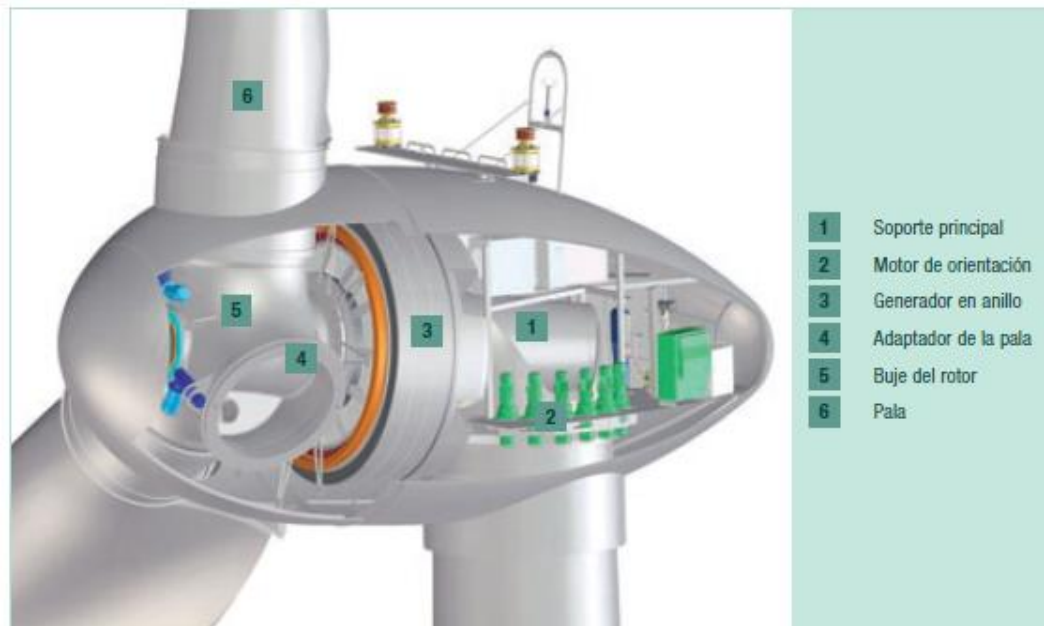


Figura 25. Componentes internos aerogenerador

También están ubicados dentro de la góndola la caja de cambios, los sistemas de control y los frenos de la góndola. El soporte principal es el que se encarga de transmitir el par de giro.

#### 4.1.4. Generador

En mercado actual hay 3 tipos de turbinas, las cuales se diferencian únicamente en el comportamiento que tiene el generador cuando el molino se encuentra en situaciones por encima de la potencia nominal para evitar las sobrecargas. Casi todos los sistemas eólico utilizan el generador de inducción de jaula de ardilla (usado en los primeros aerogeneradores), generador de inducción bifásico (con velocidad variable) o el generador síncrono. En nuestro caso como podemos apreciar en la Figura 24, nuestro tipo de generador es el síncrono, que se caracteriza por usar otro concepto de velocidad variable.

Algunos fabricantes de este tipo de generadores operan con bajas revoluciones, lo que permite utilizar grandes diámetros con su baja velocidad de giro.

#### 4.1.5. Sistema de frenado

Las turbinas eólicas están equipados con sistemas de frenado de disco, como el de los coches. Este sistemas permite dar seguridad en los casos en que peligre la integridad del aerogenerador en situaciones de emergencia o por labores de mantenimiento.

Un sistema a destacar especial de estos modelos de aerogenerador de la compañía ENERCON es el control de ráfagas de viento. Este sistema permite un

funcionamiento controlado del aerogenerador en casos que el viento sea demasiado fuerte sin que se llegue a pararse y por tanto no haya tanta pérdida de energía. Este sistema permite que el aerogenerador no se desconecte automáticamente al superar una cierta velocidad límite (59.5 m/s para IEC II) sino que tan sólo se reduce la producción mediante la disminución de la velocidad de giro.

#### 4.1.6. Sistema de control

Cuando ya tenemos instalado el molino eólico, habrá que dejarlo totalmente automatizado para que funcione solo o con ordenadores desde una central. Estos ordenadores serán los encargados de trabajar con la información que suministra la veleta y el anemómetro para orientar el molino en la dirección del viento que haya y para que las palas optimicen al máximo la energía que puedan producir.

Toda esta información será enviada a un ordenador central que recopilará los datos y actuará en función de estos o el personal manipulará en función de cómo quiera utilizar el molino eólico.

## 4.2. Cálculo de la producción de energía de los aerogeneradores y del parque

En este apartado vamos a elegir el mejor aerogenerador posible en función de la producción del mismo, de las horas equivalentes que nos proporciona y de su factor de utilización. Primeramente vamos a definir estas funciones:

Producción del aerogenerador: Es representativo de la energía que produce el aerogenerador a lo largo del año, normalmente en MWh/año.

Horas equivalentes: este indicador nos determina el nº de horas al año que los aerogeneradores de un parque deberían trabajar a potencia nominal para obtener una producción energética equivalente a la producción energética anual.

$$\text{Horas equivalentes} = \frac{\text{Producción energética anual}}{\text{Potencia nominal del parque eólico}}$$

Factor de utilización: Es un parámetro que expresa la eficiencia y se calcula como la relación entre las horas equivalentes de un parque eólico y las horas del año.

$$\text{Factor de utilización} = \frac{\text{Horas equivalentes}}{8760}$$

Cuanto más alto sea los valores de las funciones anteriores, mayor producción darán a la red eléctrica, por tanto, mejor a priori.

Vamos a calcular un ejemplo de un aerogenerador, el E-101 (el seleccionado finalmente) aunque en el Anexo VII se encuentran cada uno de los aerogeneradores para sus respectivas alturas de funcionamiento.

La parte fundamental para empezar, era encontrar un catálogo de aerogeneradores del cual pudiéramos tomar base. Visualizamos gracias al apartado 1.4. las diferentes empresas en las que podíamos buscar catálogos. Primeramente GAMESA visualizamos varios catálogos pero finalmente nos decantamos por ENERCON.

Los datos técnicos del aerogenerador los podemos ver en la Figura 25 del apartado 4.1.3. Destacar varios aspectos importantes:

Potencia nominal: 3.000 KW. En función de la potencia nominal que tenga el aparato, la curva de potencias va a ser distinta tanto en la pendiente para acceder a la potencia nominal del aerogenerador como el umbral de esta potencia

Diámetro del rotor: 101 m. El diámetro del rotor nos va a determinar posteriormente la cercanía o lejanía del posicionamiento de cada uno de los aerogeneradores respecto del otro.

Altura del buje: 135 m. Importante para la corrección de la densidad del aire en los cálculos y las dimensiones de este en el parque.

Clase de viento(IEC): IEC/NVN IIA. Nos determina la seguridad por diseño del aerogenerador. (Clase II:  $V_{med} = 8.5$  m/s;  $V_{max} = 59.5$  m/s).

Una vez sabemos los datos técnicos , hacemos el mismo procedimiento del apartado 3.2. de calcular la función de distribución Weibull pero esta vez con los datos característicos medios de la Tabla 2. Por tanto para una altura de 135 m tenemos:

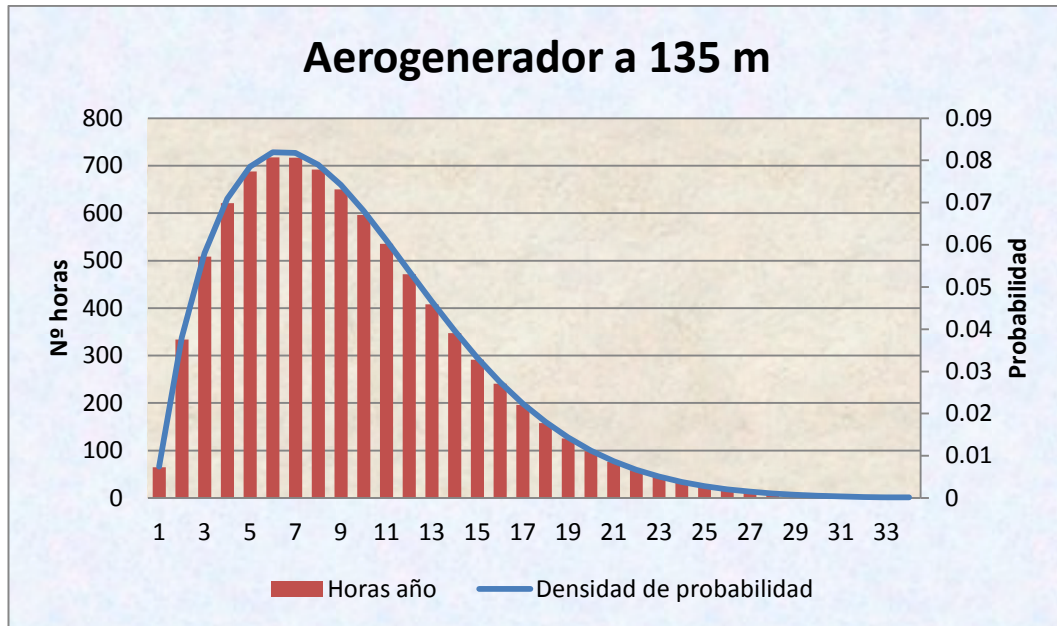
Elevación	1075	m
Hbujes	135	m
Hfinal	1210	m
Weibull C	9.41	
Weibull K	1.67	
T	11	Cº
Den ref.	1.225	Kg/m <sup>3</sup>
Densidad	1.08	Kg/m <sup>3</sup>

Altura	135
Velocidad(m/s)	8.41
Weibull C(m/s)	9.41
Weibull K	1.67

En la siguiente tabla observamos la distribución de la función de probabilidad Weibull para los valores anteriores medios a 135 m de altura para velocidad, factor de forma (k), y factor de escala (c). También vemos las horas equivalentes que funciona cada aerogenerador en función del rango en el que se mueve el viento, es decir, la producción energética del aerogenerador.

Vel (m/s)	Vel calculo	Probabilidad acumulada	Densidad f(%)	Horas año
0	0.5	0.007409201	0.007409201	64.9045982
1	1.5	0.045509575	0.038100374	333.759276
2	2.5	0.10354871	0.058039136	508.422827
3	3.5	0.174473509	0.070924799	621.301236
4	4.5	0.253024358	0.078550849	688.105436
5	5.5	0.334927959	0.081903601	717.475544
6	6.5	0.416727981	0.081800023	716.568199
7	7.5	0.495724584	0.078996603	692.010243
8	8.5	0.569923031	0.074198447	649.978396
9	9.5	0.637968296	0.068045265	596.076523
10	10.5	0.699063938	0.061095641	535.197817
11	11.5	0.752880357	0.053816419	471.431832
12	12.5	0.799459277	0.04657892	408.031342
13	13.5	0.839120832	0.039661554	347.435216
14	14.5	0.872378313	0.033257482	291.33554
15	15.5	0.899863994	0.027485681	240.774566
16	16.5	0.922267819	0.022403824	196.257502
17	17.5	0.940289405	0.018021587	157.869099
18	18.5	0.95460274	0.014313334	125.384809
19	19.5	0.965832208	0.011229468	98.3701385
20	20.5	0.974538212	0.008706005	76.2646012
21	21.5	0.981210456	0.006672244	58.448857
22	22.5	0.986267008	0.005056552	44.2953922
23	23.5	0.990057446	0.003790438	33.2042398
24	24.5	0.992868626	0.002811179	24.6259312
25	25.5	0.994931885	0.002063259	18.0741507
26	26.5	0.996430806	0.001498921	13.1305484
27	27.5	0.997508883	0.001078077	9.44395423
28	28.5	0.99827668	0.000767798	6.7259069
29	29.5	0.998818237	0.000541557	4.74403713
30	30.5	0.999196602	0.000378365	3.31447569
31	31.5	0.999458488	0.000261886	2.29411905
32	32.5	0.999638088	0.000179601	1.57330256
33	33.5	0.999760144	0.000122055	1.06920498
<b>Suma</b>				<b>8758</b>

Tabla 3. Distribución de probabilidad Weibull y horas equivalentes



Una vez ya sabemos estadísticamente como se va a comportar y en que rangos de velocidades se va a establecer el viento, podremos calcular la producción del aerogenerador gracias a la curva de potencia y a las horas equivalentes calculadas en la tabla anterior (Tabla 3).

Lo primero de todo es sacar del catálogo la curva de potencias de nuestro aerogenerador, el E-101 de ENERCON. Según el catálogo, nos dice que la curva de potencias está desarrollada para una densidad de referencia de 1.225 Kg/m<sup>3</sup>.

Como la densidad de referencia que nos ofrece el catálogo no sabemos si corresponde con la que tenemos en el parque, por tanto vamos a proceder a calcular la densidad real con la siguiente fórmula:

$$\rho = \rho_0 \cdot e^{\frac{z}{8435} - \frac{t-15}{288}} \quad \text{Ec. 4}$$

siendo:

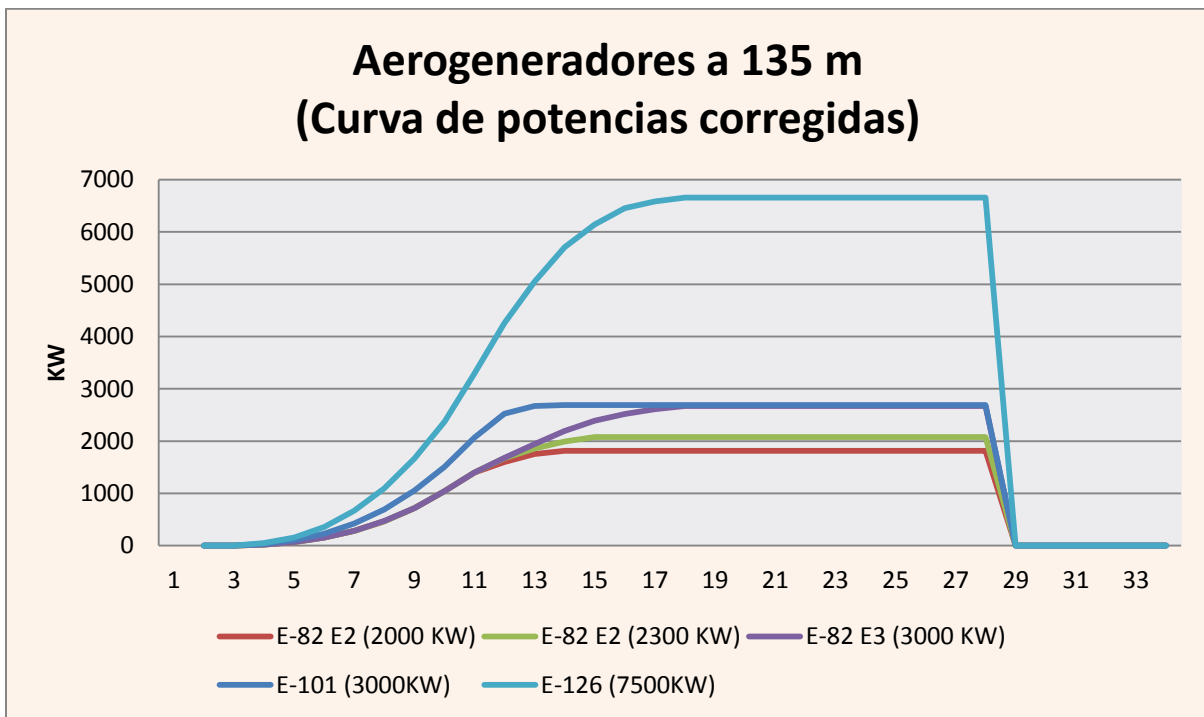
- ρ: Densidad real (Kg/m<sup>3</sup>)
- ρ<sub>0</sub>: Densidad de referencia (Kg/m<sup>3</sup>)
- z: Altura final (m)
- t: Temperatura media (°C)

$$\rho = 1.08 \text{ Kg/m}^3$$

Por tanto tendremos que corregir la curva de potencias dada con un factor de corrección, que será el resultado de dividir la densidad real y la densidad de referencia:

$$\text{Factor de corrección} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Este es en definitiva, la curva de potencias corregidas con este factor de todos los aerogeneradores disponibles para una altitud de 135 m, incluido nuestro aerogenerador:



Podemos observar que nuestro aerogenerador el E-126 de 7.500 KW es el que mayor potencia nominal tiene seguido del E-101 a lo lejos con 3.000 KW, más de la mitad de potencia del mayor. Podemos apreciar que la curva ascendente tiene mayor pendiente en comparación con el otro, es decir, que adquiere la capacidad de trabajo óptima mucho antes que los demás.

Viento [m/s]	Potencia [KW]	Curva potencia corregida (KW)	Producción (KWh)	v*f
0			0	0
1	0	0	0	0.03810037
2	3	2.7606208	1403.562632	0.11607827
3	37	34.04765653	21153.85107	0.2127744
4	118	108.5844181	74717.52833	0.3142034
5	258	237.4133888	170338.3003	0.409518



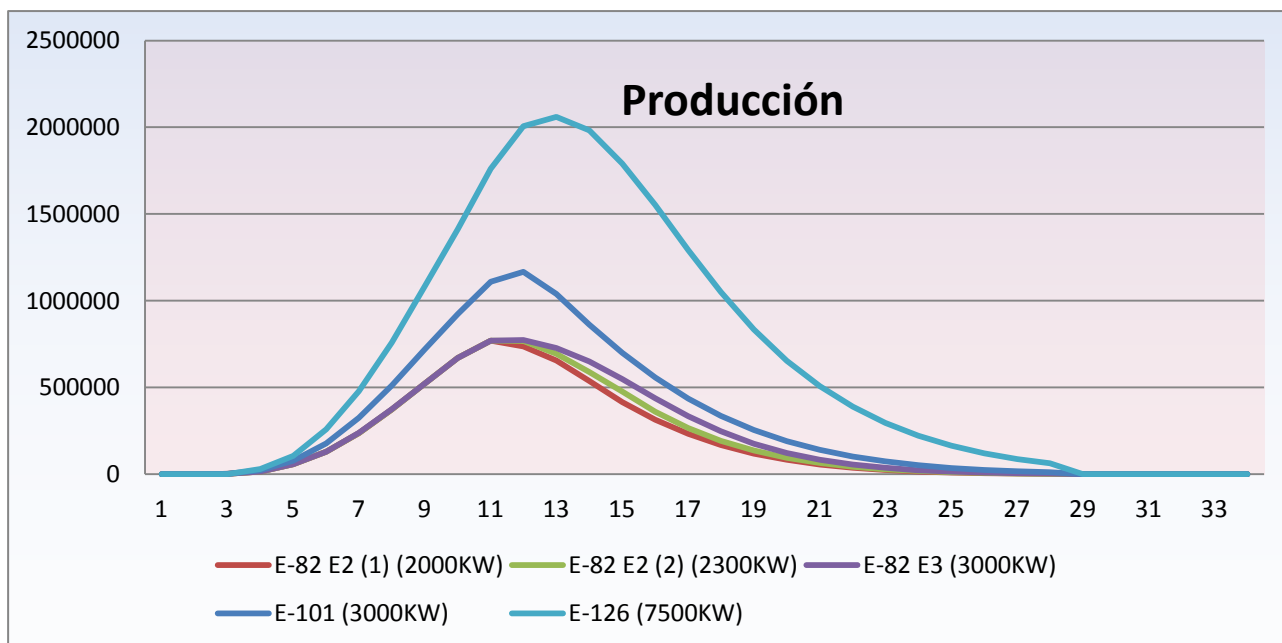
6	479	440.779121	315848.3009	0.49080014	
7	790	726.9634773	503066.1724	0.55297622	
8	1200	1104.24832	717737.5514	0.59358758	
9	1710	1573.553856	937958.5111	0.61240739	
10	2340	2153.284224	1152433.016	0.61095641	
11	2867	2638.233278	1243747.148	0.59198061	
12	3034	2791.907836	1139185.9	0.55894704	
13	3050	2806.631147	975122.4997	0.51560021	
14	3050	2806.631147	817671.4009	0.46560474	
15	3050	2806.631147	675765.3971	0.41228522	
16	3050	2806.631147	550822.4165	0.35846119	
17	3050	2806.631147	443080.3313	0.30636697	
18	3050	2806.631147	351908.9097	0.25764002	
19	3050	2806.631147	276088.6947	0.21335989	
20	3050	2806.631147	214046.6052	0.17412009	
21	3050	2806.631147	164044.3826	0.14011712	
22	3050	2806.631147	124320.8275	0.11124414	
23	3050	2806.631147	93192.05363	0.08718008	
24	3050	2806.631147	69115.90556	0.0674683	
25	3050	2806.631147	50727.47428	0.05158148	
26	3050	2806.631147	36852.60601	0.03897195	
27	3050	2806.631147	26505.6961	0.02910808	
28	0	0	0	0.02149833	
29	0	0	0	0.01570515	
30	0	0	0	0.01135094	
31	0	0	0	0.00811846	
32	0	0	0	0.00574722	
33	0	0	0	0.00402783	
	3050	2806.631147	11146855.04	KWh-año	<b>8.40</b>
			11146.85504	MWh-año	m/s

Tabla 4. Producción y comprobación

En la Tabla 4 podemos observar la columna de la curva de potencia, que es la que nos proporciona el catálogo del fabricante para cada aerogenerador y conjuntamente la curva de potencia corregida, que no es más que la curva de potencia del fabricante multiplicada por el factor de corrección de la densidad del viento.

Si sabemos las el número de horas que existe viento para cierto rango de velocidades (Tabla 3) y si también sabemos cómo funciona el aerogenerador para cierto rango de velocidades (Tabla 4), si multiplicamos las dos cosas

obtendremos la producción del aerogenerador en un año. Esta es la producción generada por todos los molinos viables para 135 m de altitud de buje:



En el gráfico observamos que el E-126 es el que mayor producción genera anualmente en comparación con el resto de aerogeneradores tipo. Los demás molinos siguen una tendencia prácticamente similar excepto el E-101 que produce algo más.

En este caso, para un aerogenerador tipo E-101 de 3.000 KW de 135 m de altura para un parque situado a 1075 m de altitud aproximadamente y una velocidad media del viento de 8.40 m/s, tenemos una producción anual por parte de este aparato de 11146,85 MWh por aerogenerador.

Para saber la energía que generará por el parque, multiplicaremos el valor anterior de la producción anual de un aerogenerador E-101 por los 11 aerogeneradores que vamos a instalar, por tanto:

$$11146,85 \text{ MWh/año} \times 11 \text{ aerogeneradores} = 122.615,35 \text{ MWh/año.}$$

Aplicando un coeficiente de pérdidas para el paso a parque de un 10%, se nos queda en 110.353,815 MWh/año

Para verificar que los cálculos son correctos, hemos creado una última columna en la que hacemos el sumatorio de cada una de las velocidades por el producto de la función de densidad de probabilidad de la Weibull de cada rango de velocidad donde finalmente obtendremos el valor de 8.4 m/s que coincide exactamente con el de la Tabla 2 para una altura de buje del molino de 135 m.

### 4.3. Estudio económico de los aerogeneradores y del parque

Es estudio económico del parque va a consistir en calcular como va a variar la rentabilidad del proyecto en función de los ingresos que produce, el cual dependerá de la situación del mercado, y de la inversión por aerogenerador. Como las empresas distribuidoras de aerogeneradores no proporcionan datos referentes a la inversión del producto y tampoco sabemos exactamente lo que ingresamos económicamente por la puesta en red de la energía generada, en la siguiente tabla vamos a ver los valores que hemos asumido de costes y beneficios aproximados por MWh producido o instalado:

Periodo de amortización	25	años
Inversión unitaria	1000000	€/MWh
Ingresos unitarios	50	€/MWh
Mantenimiento	3%	de la producción

Tabla 5. Valores económicos de partida

En la Tabla 5 podemos apreciar los valores de partida aproximados que hemos supuesto en función de otras obras ya generadas. Cualquiera de estos valores se puede modificar y por tanto así lo hará la financiación del parque en el mercado.

Estos valores son un tanto conservadores y los hemos valorizado en función de la producción y de la potencia nominal del aerogenerador como ya he dicho antes. Aquí tenemos los resultados:

Tipos:	Potencia MW	Ingresos	Mantenimiento	Inversión
<b>E-82 E2 (1)</b>	2	355,161.03 €	213.10 €	2,000,000.00 €
<b>E-82 E2 (2)</b>	2.3	380,281.27 €	228.17 €	2,300,000.00 €
<b>E-82 E3</b>	3	420,091.27 €	252.05 €	3,000,000.00 €
<b>E-101</b>	3	531,598.78 €	318.96 €	3,000,000.00 €
<b>E-126</b>	7.5	1,047,875.79 €	628.73 €	7,500,000.00 €

**Ingresos:** La columna de ingresos de esta tabla, se ha obtenido haciendo el producto de los ingresos unitarios (50€/MWh) por la producción del aerogenerador en el periodo anual. Como nuestro molino es el segundo que más producción genera, (como hemos podido apreciar en el gráfico anterior) sus ingresos serán mucho más elevados que los de los demás (a excepción del E-126), más de los 531.000 € anuales.

**Mantenimiento:** Hemos establecido también como en el caso de los ingresos que es variable en función de la producción del aerogenerador. Como los molinos una vez en funcionamiento no requieren demasiado trabajo en lo que a mantenimiento se refiere, pues le hemos puesto un valor variable de un 3% de la

producción (cerca de 320 €). El 3% puede ir variando en función del mercado, no es un valor fijo.

Inversión: Como en los dos casos anteriores, la inversión también va a depender de un parámetro, pero no es la producción sino la potencia nominal. Hemos establecido 1.000.000 €/MW instalado, por tanto el E-101 requerirá de una inversión inicial de 3.000.000 € por aerogenerador.

Dados estos valores unitarios por aerogenerador, falta saber los costes de inversión, mantenimiento y los ingresos que producirá todo el parque.

Inversión total: 3.000.000 € X 11 aerogeneradores = 33 Millones de Euros.

Mantenimiento total: 319 € X 11 aerogeneradores X 25 años = 87.725 Euros.

Ingresos Totales: 531.598,78 € X 11 aerogeneradores X 25 años X 0.9 (coef.) = 131.570.505 Euros.

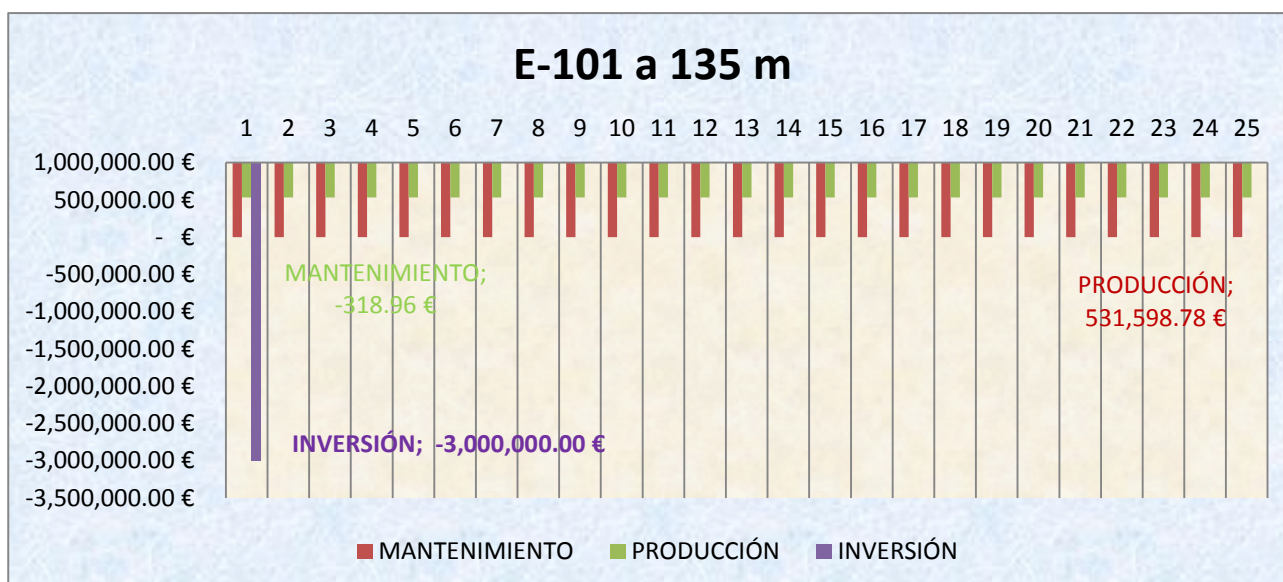


Figura 26. Flujo de caja para el aerogenerador E-101

En este gráfico vemos los valores del aerogenerador E-101 que estaba comentando anteriormente de inversión, producción y mantenimiento para un periodo de vida útil del parque eólico 25 años. Vamos a estudiar este porque es el que hemos elegido para nuestro parque eólico pero se pueden ver todos los cálculos de todos los aerogeneradores para cada una de las alturas en el Anexo VIII.

Para finalizar con la parte económica de viabilidad del parque, vamos a proceder a calcular el VAN y el TIR del proyecto, que no son más que indicadores de la rentabilidad del proyecto en función de una tasa de retorno determinada por el prestamista. Para ello vamos a empezar definiendo lo que es cada cosa:

VAN: El VAN conocido también por *valor actual neto* es un método de valoración de las inversiones, permite calcular por tanto el valor presente de un determinado flujo de caja futuro. Para el cálculo del valor, partiremos de la rentabilidad mínima que queremos obtener ( $i$ ) y con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación.

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+i)^t}$$

siendo:

I: Desembolso inicial de la inversión

Vt: Flujos de caja en el periodo  $t$

i: Tipo de interés

Consiste en descontar a las inversiones actuales todos los flujos de caja que se desarrollen en el futuro, es decir, determinar la equivalencia a tiempo 0 de los flujos futuros de proyecto y compararlo con lo que hemos invertido.

Podemos determinar que si el VAN es mayor a 0, la inversión puede aceptarse ya que ofrecerá ganancias por encima de la rentabilidad exigida. Si el VAN es menor a 0 la inversión deberíamos rechazarla ya que produciría pérdidas. Y si el VAN es igual a 0, la inversión en principio no produciría ni ganancias ni pérdidas.

TIR: Denominamos TIR al tipo de interés que hace que el valor actual neto (VAN) sea 0, es decir, el valor para el cual la tasa de descuento se hace 0.

$$TIR = -I + \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+TIR)^t} = 0$$

Como ya hemos comentado, el TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión para conocer si es factible invertir en ciertos proyectos en este caso. Como criterio general, si el TIR es mayor a la rentabilidad mínima exigida por la inversión será posible aceptar el proyecto, sin embargo, si es menor, rechazaremos el proyecto.

En la siguiente tabla vamos a ver los valores del VAN y del TIR para cada uno de los aerogeneradores calculados para 135 m de altura en función de la tasa de descuento que vayamos a aplicar:

Tasa de descuento	VAN				
	E-82 E2 (1)	E-82 E2 (2)	E-82 E3	E-101	E-126
0%	6,873,698.39 €	7,201,327.45 €	7,495,980.40 €	10,281,995.52 €	18,681,176.53 €
1%	5,895,244.39 €	6,153,668.24 €	6,338,646.27 €	8,817,462.80 €	15,794,321.93 €
2%	5,068,406.78 €	5,268,349.12 €	5,360,646.91 €	7,579,866.83 €	13,354,800.06 €
3%	4,366,183.65 €	4,516,458.35 €	4,530,043.94 €	6,528,791.61 €	11,282,943.78 €
4%	3,766,826.03 €	3,874,708.67 €	3,821,112.27 €	5,631,683.67 €	9,514,584.40 €
5%	3,252,747.35 €	3,324,269.66 €	3,213,050.17 €	4,862,219.76 €	7,997,834.13 €
6%	2,809,671.43 €	2,849,855.36 €	2,688,971.48 €	4,199,031.52 €	6,690,572.10 €
7%	2,425,964.36 €	2,439,009.02 €	2,235,115.41 €	3,624,705.53 €	5,558,473.39 €
8%	2,092,108.95 €	2,081,540.30 €	1,840,224.84 €	3,124,996.64 €	4,573,458.23 €
9%	1,800,289.74 €	1,769,080.97 €	1,495,055.49 €	2,688,206.78 €	3,712,467.71 €
10%	1,544,064.28 €	1,494,732.90 €	1,191,987.10 €	2,304,693.01 €	2,956,493.83 €
11%	1,318,101.78 €	1,252,788.27 €	924,714.33 €	1,966,476.33 €	2,289,808.56 €
12%	1,117,974.76 €	1,038,506.44 €	688,000.26 €	1,666,929.73 €	1,699,348.91 €
13%	939,992.23 €	847,935.35 €	477,479.12 €	1,400,528.61 €	1,174,224.91 €
14%	781,065.80 €	677,768.20 €	289,497.89 €	1,162,650.33 €	705,324.49 €
15%	638,601.83 €	525,227.87 €	120,988.78 €	949,412.76 €	284,995.30 €
16%	510,414.24 €	387,973.68 €	-30,633.96 €	757,543.84 €	-93,212.49 €
17%	394,653.88 €	264,025.69 €	-167,557.53 €	584,275.76 €	-434,754.70 €
18%	289,750.99 €	151,703.11 €	-291,638.67 €	427,258.98 €	-744,262.72 €
19%	194,368.38 €	49,574.17 €	-404,459.05 €	284,491.96 €	-1,025,681.92 €
20%	107,362.96 €	-43,585.07 €	-507,370.73 €	154,263.78 €	-1,282,384.84 €
21%	27,754.26 €	-128,824.42 €	-601,533.42 €	35,106.88 €	-1,517,264.28 €
22%	-45,301.52 €	-207,047.38 €	-687,945.20 €	-74,241.73 €	-1,732,809.85 €
23%	-112,533.00 €	-279,034.08 €	-767,467.88 €	-174,872.62 €	-1,931,171.24 €

Tabla 6. VAN de los aerogeneradores de 135

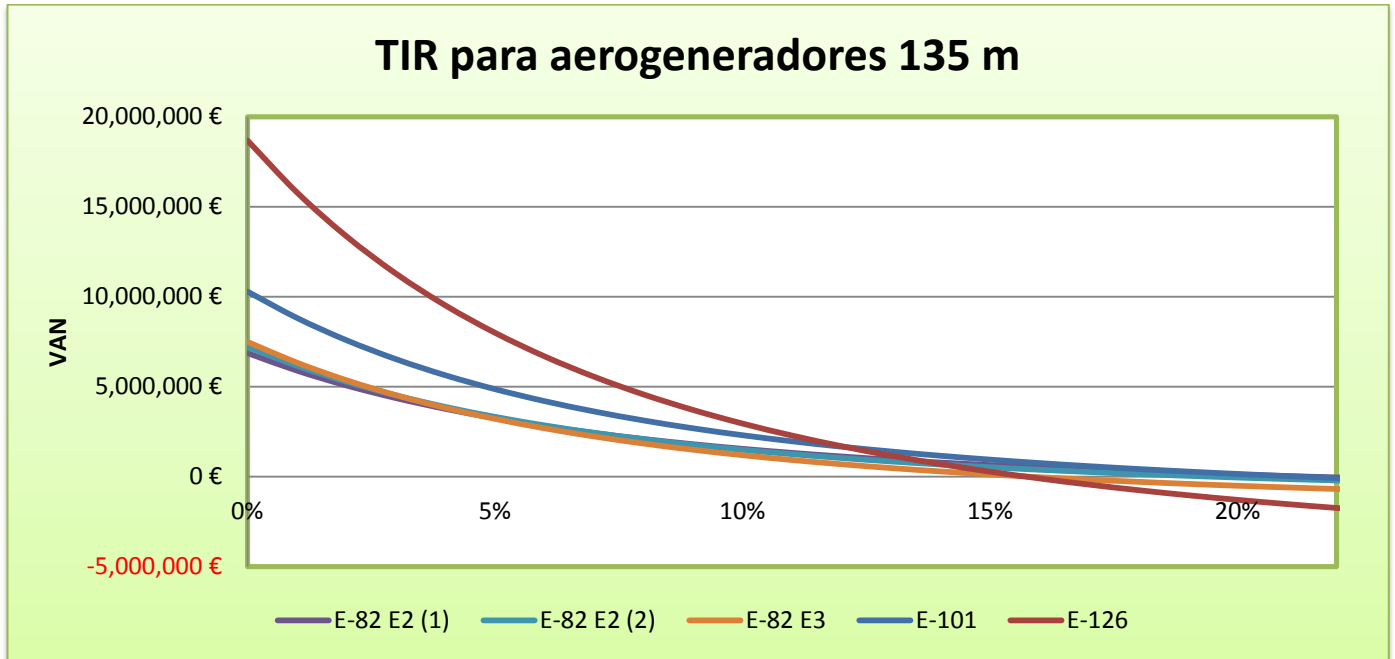
Vemos en la Tabla 6 como varía el VAN en función de la tasa de descuento para cada aerogenerador. Como hemos comentado antes, cuanto mayor TIR tenga, mejor, porque el VAN se hará 0 para una tasa de descuento inicial mayor, es decir, que si tenemos un préstamo al 17% de interés, para el molino E-101 será rentable pero para el E-82 E3 no será rentable.

Observamos a continuación en la Tabla 7 que el E-101 y el E-82 E2 (1) son rentables más o menos hasta una tasa de descuento del 21%. Los demás tienen menor valor del VAN, por tanto menos rentables para cierta tasa de descuento. Estos valores son directamente proporcionales a la inversión y a la producción, por tanto cuanto antes amortice lo que haya costado, mejores valores de VAN y TIR nos saldrán.

TIR				
E-82 E2 (1)	E-82 E2 (2)	E-82 E3	E-101	E-126
21.37%	19.52%	15.79%	21.31%	15.74%

Tabla 7. TIR de los aerogeneradores

Aquí vemos una representación gráfica de como en los tipos de aerogeneradores que tenemos su TIR ronda entre el 15 y el 22 por ciento aproximadamente.



Para calcular el VAN y el TIR del parque eólico, lo único que tenemos que hacer es multiplicar cada uno de los supuestas tasas de descuento por 11 en el caso del VAN (con su respectivo coeficiente de perdidas por pasar a parque) y el caso del TIR variará a causa del coeficiente de pérdidas aplicado en los ingresos. En el mantenimiento y en la inversión no aplicaremos coeficiente para mayor rango de seguridad.

VAN	
Tasa de descuento	E-101
0%	98,482,984.30 €
1%	83,985,077.50 €
2%	71,733,694.69 €
3%	61,328,744.13 €
4%	52,447,967.98 €

5%	44,830,783.47 €
6%	38,265,657.84 €
7%	32,580,209.86 €
8%	27,633,421.78 €
9%	23,309,490.69 €
10%	19,512,957.65 €
11%	16,164,835.79 €
12%	13,199,522.28 €
13%	10,562,327.15 €
14%	8,207,489.27 €
15%	6,096,578.18 €
16%	4,197,202.55 €
17%	2,481,963.01 €
18%	927,600.51 €
19%	-485,698.66 €
20%	-1,774,871.69 €
21%	-2,954,446.27 €
22%	-4,036,925.29 €
<b>TIR</b>	
<b>E-101</b>	
<b>18.65%</b>	

Tabla 8. VAN y TIR del parque

Como vemos, el TIR ha variado considerablemente respecto del 21% inicial de un aerogenerador.

#### 4.4. Valoración del aerogenerador

Para averiguar cuál es el mejor aerogenerador vamos a tener en cuenta 4 parámetros importantes:

1. Producción anual de cada uno de los aerogeneradores en cada una de las alturas disponibles.
2. Factor de utilización de cada uno de los aerogeneradores en cada una de las alturas disponibles.
3. TIR del proyecto.
4. Impacto ambiental de los aerogeneradores.

De todos los aerogeneradores posibles, este es la tabla resumen completa de todas las opciones posibles de aerogeneradores a las diferentes alturas:





**Aerogeneradores a 50 m**

Tipos:	Potencia(KW)	Producción (MWh-año)	Horas equivalentes (horas)	Factor utilización	TIR
E-33	330	895.8	2674.1	0.305	15.16%
E-44	900	1818.3	1998.1	0.228	10.12%
E-48	800	1965.2	2426.2	0.277	13.29%

**Aerogeneradores a 75 m**

Tipos:	Potencia(KW)	Producción (MWh-año)	Horas equivalentes (horas)	Factor utilización	TIR
E-48	800	2263.0	2793.8	0.319	15.99%
E-53	800	2524.3	3116.4	0.356	18.39%
E-82 E2 (1)	2000	6193.7	3021.3	0.345	17.96%
E-82 E2 (2)	2300	6536.3	2781.4	0.318	16.09%
E-82 E3	3000	7026.0	2326.5	0.266	12.46%

**Aerogeneradores a 100 m**

Tipos:	Potencia	Producción (MWh-año)	Horas equivalentes (horas)	Factor utilización	TIR
E-70 E4	2300	6080.3	2632.2	0.300	14.65%
E-82 E2 (1)	2000	6591.6	3215.4	0.367	19.44%
E-82 E2 (2)	2300	7010.1	2983.0	0.341	17.60%
E-82 E3	3000	7642.9	2530.8	0.289	13.95%
E-101	3000	9866.7	3235.0	0.369	19.39%

**Aerogeneradores a 135 m**

Tipos:	Potencia(KW)	Producción (MWh-año)	Horas equivalentes (horas)	Factor utilización	TIR
E-82 E2 (1)	2000	7103.2	3465.0	0.396	21.37%
E-82 E2 (2)	2300	7605.6	3236.4	0.369	19.52%
E-82 E3	3000	8401.8	3236.4	0.369	15.79%
E-101	3000	10632.0	3485.9	0.398	21.31%
E-126	7500	20957.5	2764.8	0.316	15.74%

Tabla 9. Tabla resumen

1. En cuanto a la producción anual vemos claramente una línea ascendente proporcional a la altura a la que se encuentre el buje y a la potencia nominal del aerogenerador, cuanto mayor sea la potencia nominal mayor será también la anual ya que la curva de potencias es superior.

Por tanto cuanto más alto sea el valor de producción anual, mayor probabilidad de ser elegido el molino eólico.

2. En cuanto al factor de utilización pasa igual que en el punto anterior, cuanto mayor sea el valor entre la relación de horas equivalentes y las horas que tiene un año, mayor eficiencia tendrá nuestro parque.

Por tanto cuanto más alto sea el valor del factor de utilización, mayor probabilidad de ser elegido el aerogenerador.

3. En cuanto al TIR, ya hemos dicho en el apartado anterior (3.4.2.) que era una herramienta de decisión para saber si debemos invertir o no en el proyecto.

Por tanto cuanto mayor sea el valor del TIR, mejor, ya que significará que podrás correr mayores riesgos en la inversión, es decir, que la tasa de descuento a aplicar será mayor y por consiguiente generará mayor rentabilidad.

4. En cuanto al impacto ambiental, hemos visto en la matriz de la variación de impactos que los más significativos suceden en la fase de explotación, cuando el parque está instalado.

Por tanto, cuando menor sean las dimensiones del aerogenerador y menor obra haya, más probabilidad de ser instalado y por consiguiente mejor para el paisaje. Este es un factor que se verá muy ponderado ya que existen lugares cercanos de especial protección ambiental.

#### 4.5. Selección del aerogenerador

Lo primero que vamos a hacer será valorar cada uno de los aerogeneradores en función primeramente de los criterios 1, 2 y 3.

Viendo la Tabla 9 y con los criterios establecidos, vamos a proceder a hacer una primera selección:

##### Aerogeneradores a 75 m.

E-82 E2 (2.000 KW): Tiene una producción buena dentro del resto de valores. El factor de utilización esta cercano al 35%, un valor más que razonable y el TIR aproximadamente de un 18%, buena rentabilidad.

##### Aerogeneradores a 100 m.

E-82 E2 (2.000 KW): Tiene una producción algo superior a la de la altura de buje de 75m, el factor de utilización con un valor de un 36.7%, un 1% más que a 75m y el TIR rozando el 20%, sin duda muy buena rentabilidad.

E-101 (3.000 KW): Tiene una producción anual muy elevada, la tercera más alta calculada (9.866,7 MWh/año), sin duda ponderará muy positivamente. El factor de utilización, aunque la producción varía considerablemente con el anterior, el factor es prácticamente el mismo, un 36.9%. El TIR es un poco más bajo pero razonablemente bueno, un 19.39%, cerca del 20%.

#### Aerogeneradores a 135 m.

E-82 E2 (2.000 KW): La producción ha aumentado al aumentar la altura del buje pero se encuentra lejos de la producción a esta altura del E-101. El factor de utilización sí que aumenta hasta rozar el 40%. El TIR ya supera el 20% estableciendo un valor de un 21.37%, generando una mayor seguridad de inversión.

E-101 (3.000 KW): La producción de este es la segunda más alta, superando los 10.000 MWh/año, sin embargo es la mitad de producción que la que el E-126 en estas mismas características. Este segundo valor más alto es sobresaliente prácticamente. El factor de utilización es como el anterior, muy próximo al 40%. El TIR ha alcanzado un valor del 21.31%, unas décimas menor que el anterior pero muy sobresaliente en cuanto a eficiencia del proyecto.

Destacar que no por mayor dimensión del aerogenerador mejores valores va a tener, un ejemplo es el E-126 a 135 m y el E-33 a 50 m. El primero ofrece casi 10 veces más de producción que el segundo, pero a la hora de calcular el factor de utilización es prácticamente el mismo, es decir, que los dos aerogeneradores trabajan las mismas horas a potencia nominal, y es más, el TIR también es parecido, cercano al 15%, un 5% menos de los valores que estábamos estudiando para proyecto.

Para elegir el aerogenerador finalmente, vamos a ver la parte ambiental. Cuanta menor dimensión tenga el aerogenerador, menor altura de este y por tanto menor impacto visual, menores ruidos aunque no muy destacables frente a los demás aerogeneradores a priori, sin embargo la colocación de un aerogenerador de 135, 100, 75 o 50 m van a tener el prácticamente el mismo impacto visual. Por tanto, viendo que los mejores aerogeneradores son el E-101 a 100 y 135 m y el E-82 E2(1) a 100 y 135 m, vamos a seleccionar como **aerogenerador final el E-101 a 135 m** porque es el que tiene mayor producción de los cuatro y mayor TIR y mayor factor de utilización junto con el E-82 E2 (1) a 135 m.

#### 4.6. Número de aerogeneradores a disponer en el parque

La correcta optimización a la hora de ubicar los aerogeneradores en la montaña es fundamental, ya que si su colocación no es la adecuada, los demás aerogeneradores que se encuentran situados en la misma fila o columna verán variado su producción eólica, es lo que se denomina área de sensibilidad eólica.

La configuración del parque en filas intenta asegurar por una parte el aprovechamiento del viento disponible y minimizar la afección entre aerogeneradores. Por tanto, la mayor aprovechabilidad para el parque sería ubicar los aerogeneradores en la dirección predominante del viento y respetar las distancias mínimas de 5 diámetros de rotor entre aerogeneradores de distinta fila (nuestro parque se encuentra ubicado a lo largo de la sierra, no se superponen) y de 2 diámetros de rotor entre aerogeneradores que se encuentran en la misma fila.

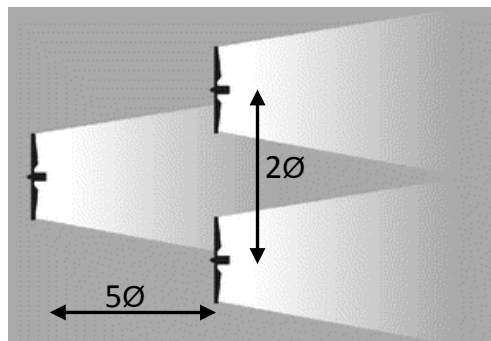


Figura 27. Distancias mínimas entre aerogeneradores

Como puede apreciarse en la Figura 28, tenemos seleccionados cada uno de los aerogeneradores en la imagen. El número de aerogeneradores totales del parque son 11. Este valor lo hemos calculado gracias a las separaciones mínimas por filas como podemos apreciar en la Figura 28, por tanto, la separación mínima es de aproximadamente 200 m entre ejes del buje.

En conclusión, si tenemos 2.36 Km de parque, una simple división nos determinará un valor de cantidad de molinos a colocar de 11.88. Para quedarnos del lado de la seguridad y dejar algo más de 200m metros de espacio, colocaremos finalmente **11 aerogeneradores**.

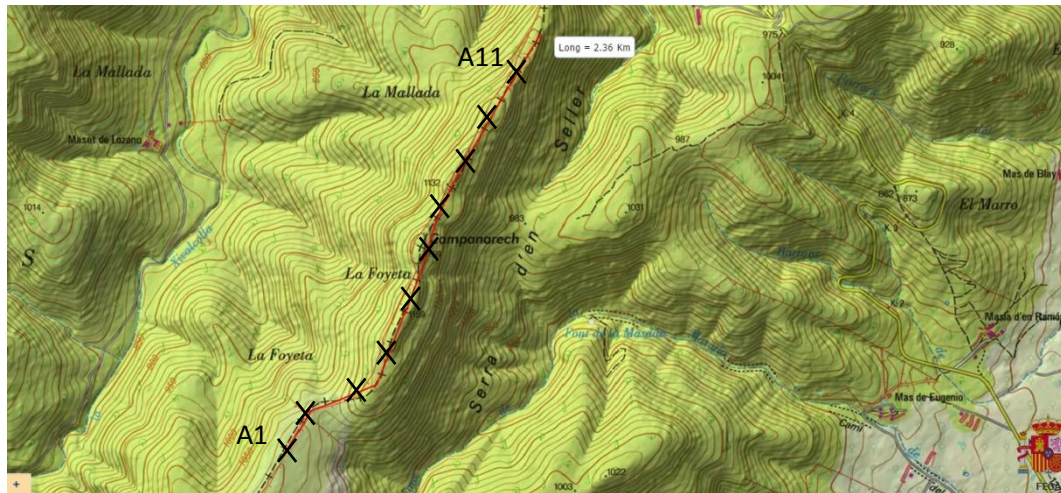


Figura 28. Ubicación aerogeneradores en un plano topográfico

La posición de los aerogeneradores en el parque la establecemos a partir de una ubicación física propuesta para cada máquina en el parque y definida a partir de coordenadas UTM. En la siguiente tabla podemos apreciar las coordenadas de cada uno de los 11 aerogeneradores totales ubicados en el parque:

AEROGENERADOR	X	Y	Z
ENRECON A1	752245	4485517	1090
ENERCON A2	752358	4485739	1080
ENERCON A3	752609	4485842	1080
ENERCON A4	752710	4485994	1100
ENERCON A5	752795	4486287	1150
ENERCON A6	752863	4486514	1150
ENERCON A7	752921	4486650	1130
ENERCON A8	753057	4486927	1120
ENERCON A9	753149	4487122	1110
ENERCON A10	753265	4487344	1085
ENERCON A11	753367	4487558	1070

Tabla 10. Coordenadas UTM de los aerogeneradores



# ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

---





## 5. Inventario ambiental

### 5.1. Introducción

Un estudio de impacto ambiental tiene por objetivo conocer y prever cómo se va a ver afectado el medio ambiente por la realización de un proyecto, obra o actividad, con el fin de prevenir, mitigar o compensar los posibles impactos ambientales; además de proteger la productividad y capacidad de los sistemas naturales y los procesos ecológicos que mantienen sus funciones.

Dentro de este estudio, tenemos lo que se llama el inventario ambiental, que no es más que una descripción de los distintos elementos que se encuentran en el Medio Ambiente y la visualización de las interrelaciones que se establecen entre ellos antes de llevar a cabo ninguna práctica que altere el estado original.

Pero, ¿por qué hacemos un inventario ambiental?

1. Para proteger la salud del hombre y la conservación, en cantidad y calidad, de todos los recursos que condicionan y sustentan la vida: el aire, el agua, el suelo, el clima, las especies de flora y fauna, las materias primas, el hábitat y el patrimonio cultural y natural
2. Resulta imprescindible para prever las alteraciones que se puedan ocasionar, además constituye la base de datos a partir de la cual empieza el trabajo y que, comparativamente con el estado final de la situación da una idea de la magnitud alcanzada por el impacto
3. La legislación nacional y autonómica lo obliga.

### 5.2. Medio físico

#### 5.2.1. Climatología

El Instituto Universitario CEAM-UMH dispone de una red de torres meteorológicas en la Comunitat Valenciana que registran diariamente datos de humedad, temperatura, dirección e intensidad del viento, pluviometría y radiación global.

Estos datos se recogen diariamente para la elaboración automática de las tablas y gráficas presentadas en la página web CEAMET (<http://www.ceam.es/ceamet>). Tras su validación y procesamiento estos datos se integran en la base de datos meteorológicos del Instituto Universitario CEAM-UMH.

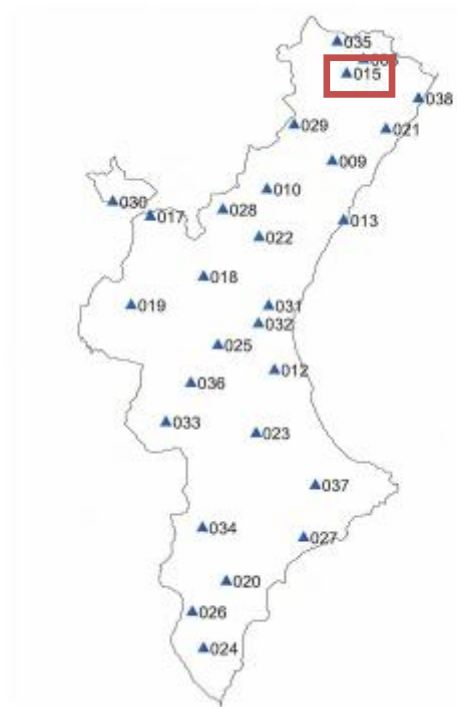


Figura 29: Mapa de localización de las torres meteorológicas

Castellón	Valencia	Alicante
035 Morella-Herbés	030 Vallanca	037 Tollos
003 Vallibona	017 Aras de los Olmos	034 Villena
<b>015 Morella-Vallivana</b>	018 Villar del Arzobispo	027 Relleu
038 Benicarló	019 Utiel	020 Monforte del Cid
021 Alcalà de Xivert	031 Paterna	024 Albaterra
029 Vistabella del Maestrat	032 Quart de Poblet	026 Orihuela
009 Vall d'Alba	025 Alborache	
010 Cirat	012 Benifaió	
028 Barracas	036 Cortes de Pallàs	
013 Burriana	033 Ayora	
022 Altura	023 Xàtiva	

Tabla 11. Listado de torres meteorológicas

La estación meteorológica más cercana a la parte este de Morella donde se encuentra la Serra d'en Seller, es la que se encuentra en Morella-Vallivana, con código 015.

Tabla resumen de temperatura en la Comunitat Valenciana, Abril de 2013

Provincia	Población	TM	TMX	TX	Día	TMN	TN	Día	Lluvia
Castelló	Morella-Herbés	7.6	12.4	22.2	17	3.5	-3.0	5	70.5
	Vallibona	10.8	16.3	23.1	11	6.0	0.2	28	71.9
	Morella-Vallivana	10.2	16.3	24.8	16	4.5	0.1	28	122.1
	Benicario	13.3	18.3	22.8	11	8.6	5.4	28	107.9
	Alcalà de Xivert	13.6	19.4	24.0	11	7.4	3.2	8	56.3
	Vistabella del Maestrat	7.2	13.2	22.9	18	0.7	-5.5	21	119.1
	Vall d'Alba	12.3	19.6	26.5	11	5.1	0.4	21	58.8
	Cirat	12.3	19.9	28.0	12	6.8	2.9	5	118.1
	Barracas	7.9	14.3	24.3	18	1.4	-4.0	21	110.6
	Burriana	13.2	18.9	26.9	11	7.8	0.1	6	82.4
	Altura	13.0	18.7	25.3	10	7.6	4.3	28	116.2
Valencia	Vallanca	8.5	14.9	26.7	17	3.0	-3.5	6	69.9
	Aras de los Olmos	8.3	14.1	25.7	18	3.6	-2.8	6	67.7
	Villar del Arzobispo	13.2	20.1	27.0	17	7.0	3.2	23	121.5
	Utiel	10.3	16.8	28.0	17	4.0	-1.2	6	64.2
	Paterna	14.4	18.6	25.2	12	10.3	5.4	7	79.8
	Quart de Poblet	14.8	21.4	26.4	11	8.1	2.6	7	19.4
	Alborache	13.5	19.1	25.3	17	8.2	4.1	6	70.6
	Benifaió	14.4	20.3	27.7	11	8.6	1.7	7	92.0
	Cortes de Pallàs	10.2	15.8	25.4	18	4.9	0.1	6	74.4
	Ayora	12.3	19.0	29.9	18	5.4	0.7	3	86.1
Xàtiva	14.5	21.1	29.3	11	8.1	1.2	7	85.3	
Alacant	Tollos	10.9	16.4	24.3	17	6.5	0.0	6	390.1
	Villena	12.9	20.5	28.3	16	5.7	-0.1	7	97.4
	Relleu	13.9	19.1	23.8	14	9.4	4.1	6	43.0
	Albatera	15.4	21.1	27.9	9	11.1	5.4	6	44.3
	Orihuela	15.4	21.6	28.6	11	9.6	5.3	3	37.1

Siendo:

TM	Temperatura media (°C)
TMX	Media de las máximas (°C)
TX	Máxima absoluta (°C)
TMN	Media de las mínimas (°C)
TN	Mínima absoluta (°C)
Día	Día en que se registró
Lluvia	Lluvia acumulada (l)



Mapas mensuales de temperatura y precipitación:

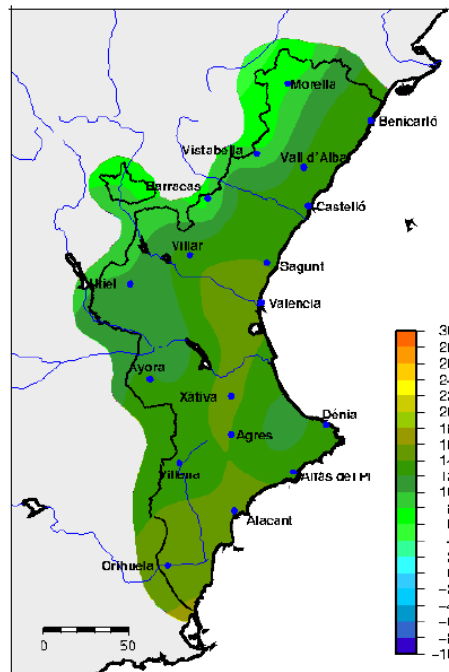


Figura 30. Temperatura media (°C)

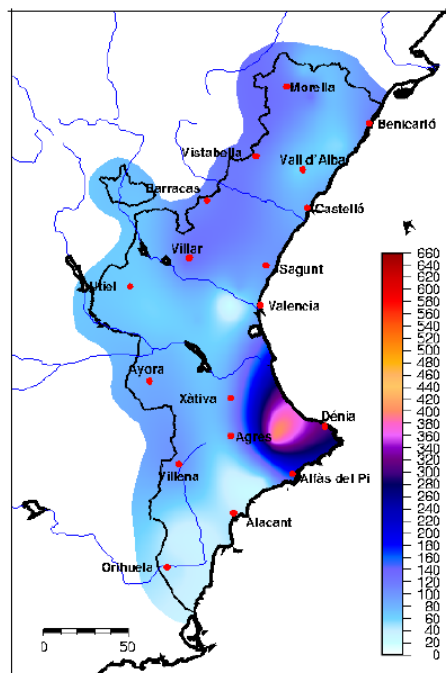
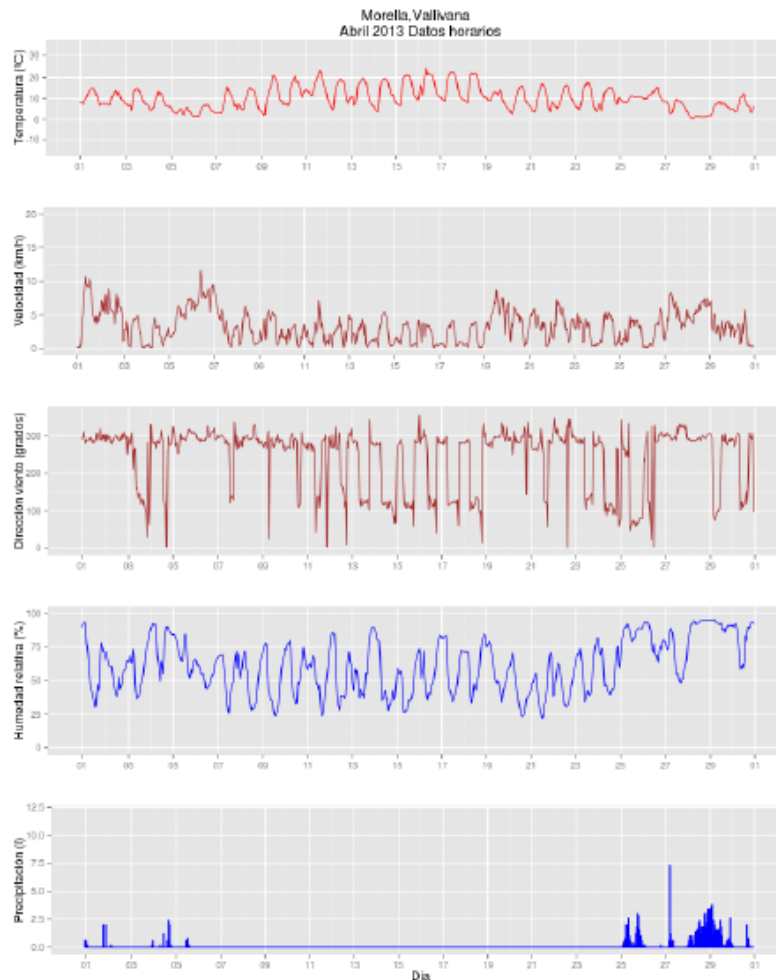


Figura 31. Precipitación acumulada (Litros)

"Mapas climáticos de la Comunidad Valenciana, Abril 2013."

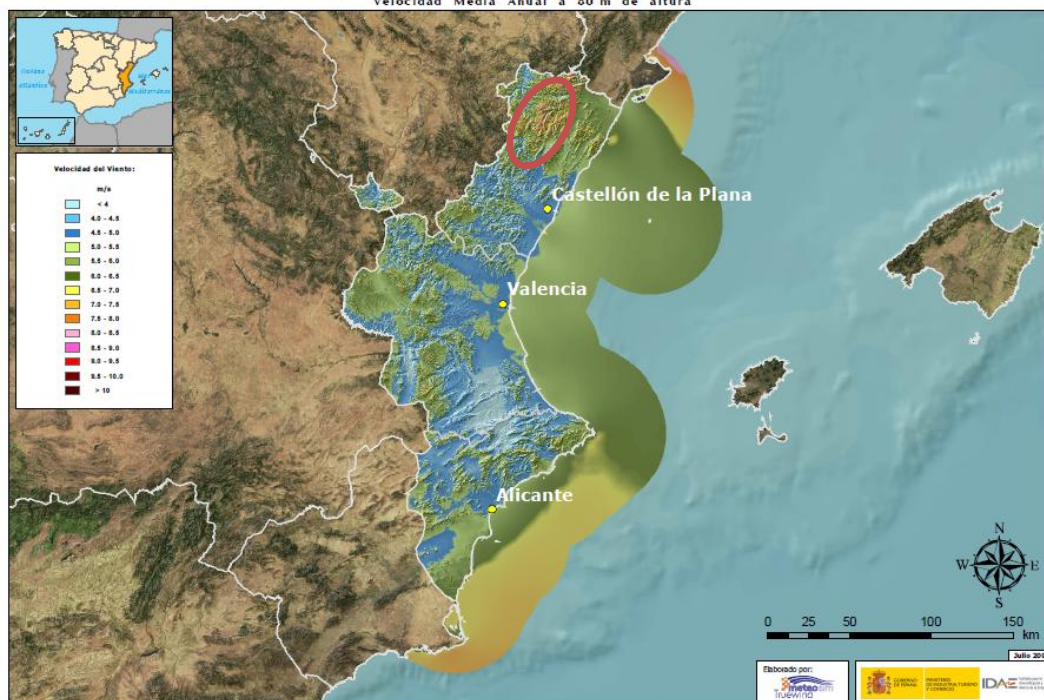
Gráficas mensuales:



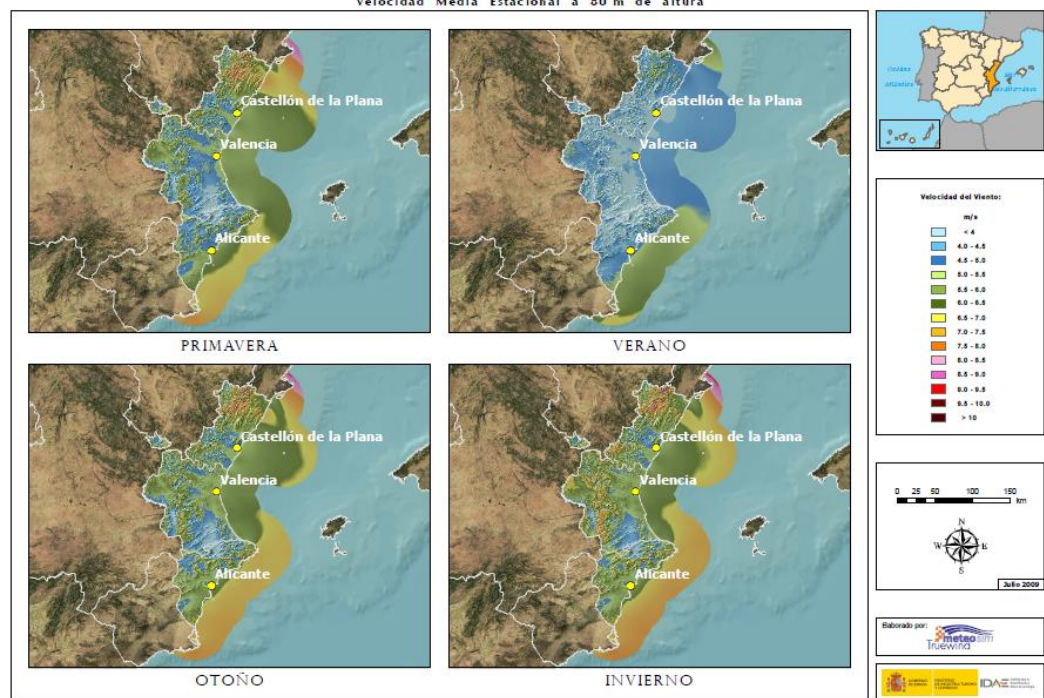
*"Parámetros climáticos en la localidad de Morella-Herbés. Abril 2013."*

La componente viento es importante si queremos hacer cualquier trabajo ya que nos puede perjudicar el ambiente o el paisaje que tenemos alrededor. Como ya hemos visto en la parte técnica, el viento juega un papel fundamental a la hora de ubicar el parque eólico, por lo tanto en nuestra zona existirán rachas importantes que vamos a tener muy en cuenta para que en la fase de construcción no altere lo que existía inicialmente y más si se encuentra rodeado de zonas ZEPA y protegidas.

MAPA EÓLICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
Velocidad Media Anual a 80 m de altura



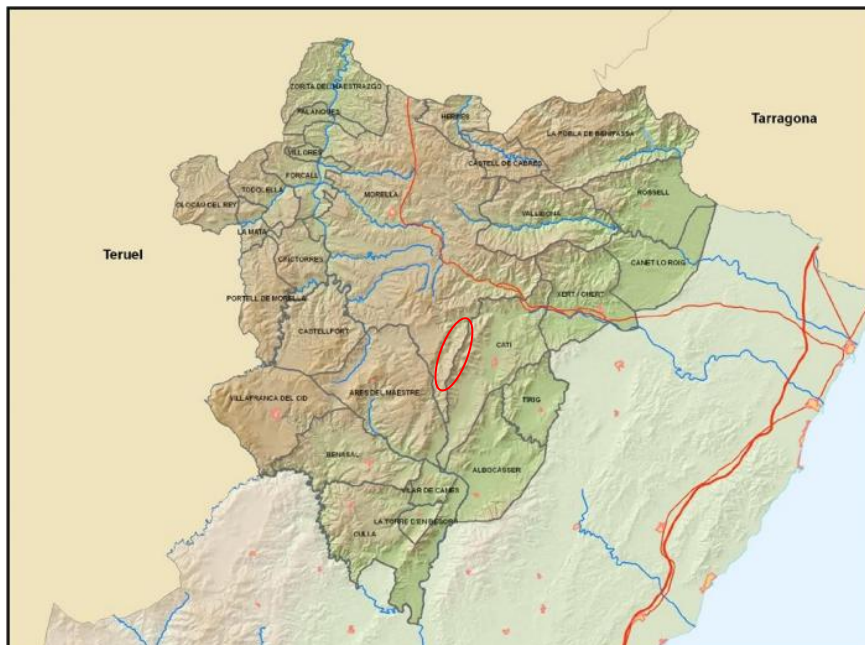
MAPA EÓLICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA  
Velocidad Media Estacional a 80 m de altura



Mapa de velocidad media anual a 80m

## 5.2.2 Calidad del aire

### Zona Cérvol - Els Ports



Los valores de calidad del aire obtenidos no se encuentran en la zona de localización del parque, por eso hemos cogido los valores de la estación más cercana que nos ofrecía la centro de estudios ambientales del mediterráneo (CEAM).

A continuación están detallados los diferentes análisis sobre los compuestos del aire que debemos analizar según lo decretado en el CEAM:

- Suministro y análisis de dosímetros pasivos ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_3$ )
- Análisis de un gran rango de sustancias (más de 400 compuestos) en aire (fase gas, fase articulada) incluidos BTEX, PAHS, terpenos, compuestos sulfurados compuestos orgánicos oxigenados: cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos, etc. Desarrollo o adaptación de metodologías analíticas. Posibilidad de ampliación matriz de estudio (agua, alimentos suelos, etc.)
- Análisis de concentración de pesticidas en aire (fase gas, articulada y agua de lluvia). Estudios de dispersión de plaguicidas en aire. Posibles focos de emisión de plaguicidas no autorizados
- Medida de compuestos químicos regulados y no regulados
- Medidas en continuo y con nanosensores (motas)

La legislación vigente obliga a medir los siguientes parámetros en relación a los compuestos del aire:

- Dióxido de azufre
- Dióxido de nitrógeno
- Monóxido de carbono
- Partículas en suspensión inferiores a 10 micras
- Partículas en suspensión inferiores a 2.5 micras
- Ozono
- Arsénico
- Cadmio
- Níquel
- Plomo
- Benzo/Pireno

Análisis de los niveles de concentración de contaminantes según normativa vigente

PARÁMETRO	VALOR LÍMITE ANUAL	VALOR LÍMITE DIARIO	VALOR LÍMITE HORARIO	OTROS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	ZORITA	VILAFRANCA	MORELLA	CORATXAR	VALLIBONA
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )		Nº superaciones de 125 µg/m <sup>3</sup> (3 sup/año)			0 (95 %)	0 (86 %)	0 (97 %)	0 (97 %)	0 (96 %)
			Nº superaciones de 350 µg/m <sup>3</sup> (24 sup/año)		0 (96 %)	0 (97 %)	0 (97 %)	0 (97 %)	0 (97 %)
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>				3 (70 %)	5 (83 %)	4 (80 %)	4 (94 %)	3 (98 %)
			Nº superaciones de 200 µg/m <sup>3</sup> (18 sup/año)		0	0	0	0	0
Partículas en suspensión (PM <sub>10</sub> )		Nº superaciones de 50 µg/m <sup>3</sup> (35 sup/año)			2 (96%)		2 (96%)		
	40 µg/m <sup>3</sup>				17		11		
				PERCENTIL 90,4 (50 µg/m <sup>3</sup> )	30		20		
Partículas en suspensión (PM <sub>10</sub> ) tras descuento		Nº superaciones de 50 µg/m <sup>3</sup> (35 sup/año)			0		0		
	40 µg/m <sup>3</sup>				15		9		
				PERCENTIL 90,4 (50 µg/m <sup>3</sup> )	25		16		
Partículas en suspensión (PM <sub>2.5</sub> )	28 µg/m <sup>3</sup>				9 (96 %)				



PARÁMETRO	VALOR LÍMITE ANUAL	VALOR LÍMITE DIARIO	VALOR LÍMITE HORARIO	OTROS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	ZORITA	VILAFRANCA	MORELLA	CORATXAR	VALLIBONA
Plomo (Pb)	0,5 µg/m <sup>3</sup>						0,00 (43 %)		
Arsénico (As)				6 ng/m <sup>3</sup> VALOR OBJETIVO			0,46 (36 %)		
Cadmio (Cd)				5 ng/m <sup>3</sup> VALOR OBJETIVO			0,06 (43 %)		
Níquel (Ni)				20 ng/m <sup>3</sup> VALOR OBJETIVO			2,23 (43 %)		
Benzo(a)pireno (BaP)				1 ng/m <sup>3</sup> VALOR OBJETIVO			0,05 (3 %)		
Ozono (O <sub>3</sub> )				Nº DE SUPERACIONES DE 180 µg/m <sup>3</sup> UMBRAL DE INFORMACIÓN	0	0	0	0	0
				PERCENTIL 92,9 (120 µg/m <sup>3</sup> )	124	118	124	118	124
				18000 µg/m <sup>3</sup> x h de valores horarios <i>m</i> y a <i>l</i> . (promedio 5 años)	22755 (99 %)	15437 (83 %)	18235 (94 %)	16029 (99 %)	12461 (99%)

Tras el análisis de resultados, cabe destacar las siguientes conclusiones en cuanto a la calidad del aire de la zona de estudio:

- En relación al dióxido de azufre, no se produce en ninguna superación del valor límite horario y diario establecido en el Real Decreto 102/2011. Los valores registrados se encuentran muy alejados de los límites establecidos, por lo que no existe ningún riesgo de que se superen estos límites en la zona de estudio en la actualidad.
- En cuanto a las concentraciones de dióxido de nitrógeno en relación a los valores límite establecidos en el Real Decreto 102/2011 no se rebasa el número de superaciones permitidas (18 ocasiones) del valor límite horario para el año 2011, de igual forma que tampoco se ve superado el valor límite anual establecido.
- El análisis del cumplimiento de los valores límite las concentraciones registradas de Partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras (PM10) nos muestran lo siguiente: el valor límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>), no se ha superado en ninguna de las estaciones de la zona. En cuanto al valor límite diario, fijado en 50 µg/m<sup>3</sup>, que no puede ser rebasado en más de 35 ocasiones, y que también puede ser representado a través del Percentil 90,4 (utilizado cuando el porcentaje de datos no es demasiado elevado), tampoco se ha visto superado ni antes ni después de descontar los episodios de entrada de partículas de origen sahariano.
- En relación al parámetro Partículas en suspensión de diámetro inferior a 2.5 micras (PM2.5), los niveles de concentración registrados en esta zona se encuentran alejados del límite para este año.

- En cuanto a los niveles de ozono troposférico, la normativa vigente en la actualidad, el Real Decreto 102/2011, no establece valores límite sino umbrales recomendables, y únicamente establece la necesidad de prevenir a la población en determinadas circunstancias. A lo largo de este periodo de estudio dichas medidas no se ha tenido que llevar a cabo, al no superarse en ninguna ocasión el umbral de información o de alerta contemplado en la normativa. Se ha introducido, además, el estadístico Percentil 92.9, el cual hace referencia al Valor objetivo de protección de la salud humana,  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que no deberá superarse en más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años, para verificar el cumplimiento en la serie de 3 años comenzando ésta en 2010. En relación a este parámetro, se observa que existen algunas estaciones (ZORITA, Evaluación de la calidad del aire en la Comunidad Valenciana, año 2011. pág.14 MORELLA, VALLIBONA) que superan el valor establecido para este estadístico. Es importante destacar que únicamente se han tomado los datos del año de estudio (2011) de la serie trianual que se promediará para evaluar la superación de dicho valor objetivo (2010-2012), no obstante, este parámetro ayuda a centrar la atención en emplazamientos donde pueda existir una posible superación de un valor objetivo en el año 2012.
- En relación a los análisis de niveles de metales (As, Ni y Cd) y Benzo(a)Pireno, para éstos se establecen unos valores objetivo que no deberán verse superados a partir del 31 de diciembre de 2012. Los valores registrados nos muestran que las concentraciones se encuentran alejadas de dichos valores límite objetivo.
- Los niveles de concentración de Plomo registrados se encuentran también muy alejados del valor límite anual establecido en el Real Decreto 102/2011.

### 5.2.3. Hidrología superficial y subterránea

Tanto desde el punto de vista de la cantidad (caudales, volumen de la masa de agua en el caso de sistemas estáticos), como de la calidad (características físicas, químicas y microbiológicas) de las aguas, las exigencias de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo) han obligado a la recogida de una información bastante detallada que está disponible en estos momentos.

No sólo se conocen esos datos sino también si la masa de agua es artificial o muy modificada, e incluso en muchos casos cual es el caudal ecológico, la estructura de los fondos, la morfología del álveo y/o el régimen de mareas.

La red hidrológica superficial de la zona no se verá afectada por las obras para la construcción de los distintos elementos del parque eólico, ni tampoco por su funcionamiento básicamente por la reducida área que se va a ocupar y porque se encuentra en una zona con una cresta.

Para la zanja que albergará la línea de media tensión, y que une los distintos aerogeneradores, se recomienda que se eviten las zonas de vaguadas y majadas, siendo más conveniente la utilización de la línea de cresta donde estarán situados los aerogeneradores.

#### 5.2.4. Hidrogeología

El subsistema del Maestrazgo ocupa una extensión superficial de 6.600 km. Está constituida por materiales de edad comprendida entre el Paleozoico y el Cuaternario. El límite septentrional, que es donde se ubica nuestro parque, viene definido por los materiales detríticos de la Cuerica del Ebro. Existen dos niveles acuíferos importantes en el Maestrazgo: uno superior de edad Gargasiense, que presenta una potencia media del orden de los 150 metros, y uno inferior de edad Jurásico-Cretácico basal, que presenta una potencia media del orden de los 600-700 metros. Ambos niveles se encuentran separados por materiales fundamentalmente margosos del Hauteriviense-Bedouliense, que adquieren un espesor de unos 200-400 m. Las posibilidades de almacenamiento de agua en el acuífero Gargasiense no son elevadas debido a la reducida extensión de los afloramientos del mismo. Por esta razón, el acuífero que realmente presenta interés en el subsistema del Maestrazgo es el constituido por los materiales carbonatados del Jurásico-Cretácico basal.

Los niveles margosos intercalados entre estos últimos no es probable que independicen diversos acuíferos, pues el plegamiento e intensa fracturación provoca la conexión hidráulica entre los diferentes tramos carbonatados. El muro impermeable del subsistema del Maestrazgo está formado por las margas y arcillas triásicas. No existen prácticamente puntos de agua que sean representativos del nivel regional, los escasos sondeos que han llegado a este nivel se sitúan en las proximidades de la costa y ponen en evidencia que el gradiente de la superficie piezométrica es del orden del 3-5 por mil, esto, que es lógico si se considera la gran potencia de los materiales permeables del subsistema, hace que la profundidad del agua sea muy elevada a pocos kilómetros del litoral, como consecuencia de la topografía, y dificulta enormemente su investigación y explotación.

La alimentación del subsistema estimada en 535 hm<sup>3</sup>/año procede de la infiltración del agua de lluvia y de los posibles aportes laterales de los subsistemas del Javalambre y de Mosqueruela, estimados estos últimos en 60 hm<sup>3</sup>/año.

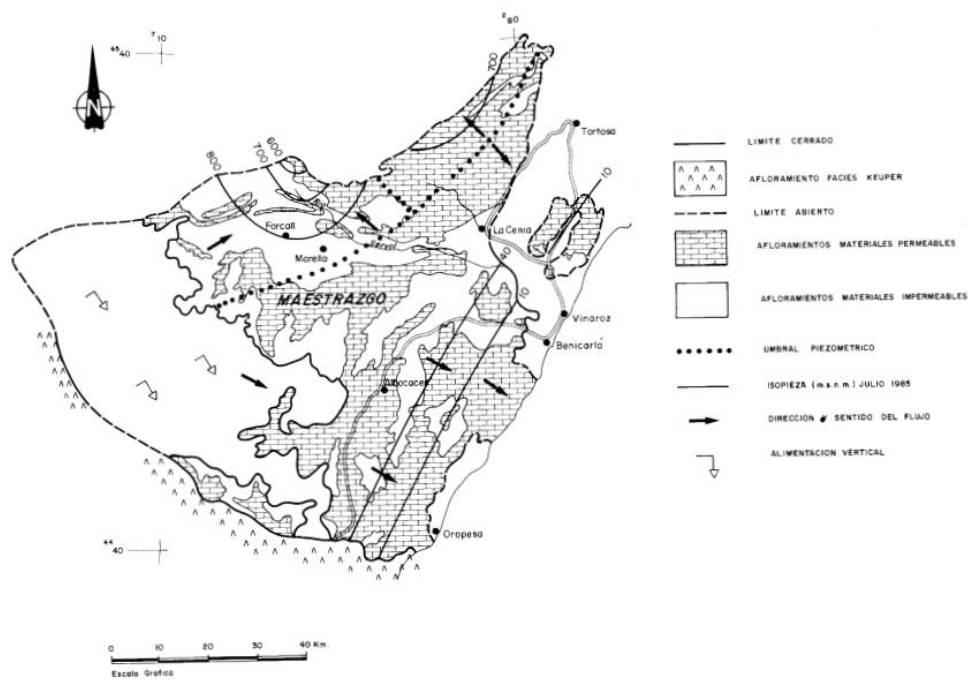


Figura 32. Acuífero nº55 "Javalambre - Maestrazgo"

### 5.2.5. Geología

La ubicación de nuestro parque como ya he comentado en apartados anteriores se encuentra dentro del territorio municipal de Morella en la comarca de Els Ports, al norte del Maestrazgo. En esta zona nos encontramos fundamentalmente con afloramientos carbonatados que constituyen la cobertera mesozoica, con pequeñas cubetas de depósitos terciarios.

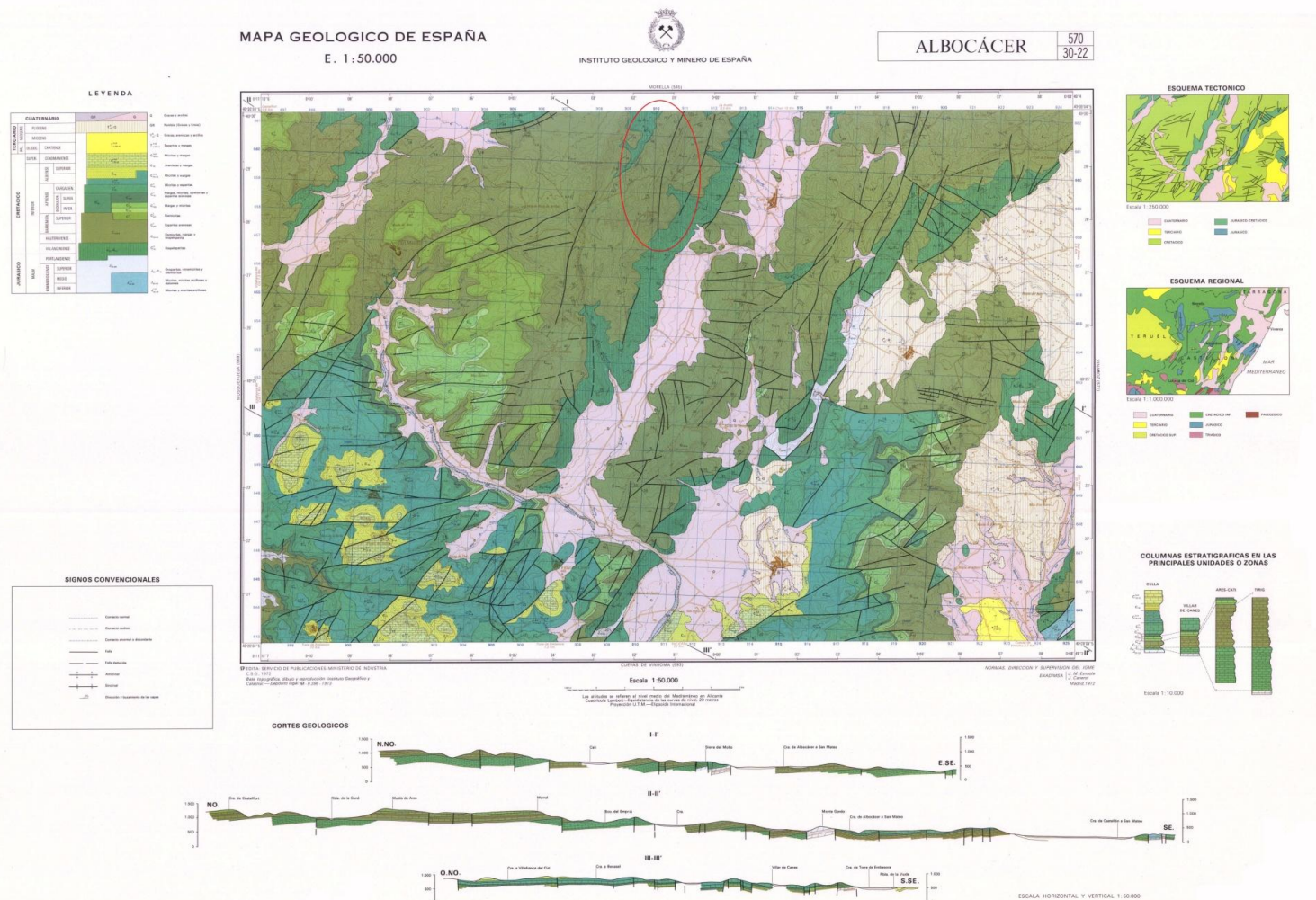


Figura 33. Mapa geológico

Como se puede observar en la Figura 33 donde se muestra el mapa Geológico de España, referente a la zona de Albocácer a escala 1:50.000, que es como mejor se puede apreciar los elementos geológicos del monte donde se encuentra el parque, y además, podemos observar la leyenda de dicho mapa, sacado del Instituto Geológico y Minero de España.

Como podemos observar en la leyenda, la ubicación del parque se encuentra ubicada en una zona de geológica de la era mesozoica, del periodo perteneciente al cretácico inferior según el mapa regional de la derecha de la imagen superior.

En esta ilustración (Figura 33) podemos ver como las Micritas, las Oomicritas, Margas, esparitas arenosas y las biopelsparitas son las predominantes, pero estas últimas son las que se encuentran en la ubicación del parque en la Serra d'en Seller.

Por último destacar que existe una falla en medio del trazado del parque como podemos observar en la Figura 34 y que en la parte inferior de esta vemos como con el corte geológico se aprecia perfectamente como los estratos se encuentran desplazados verticalmente.

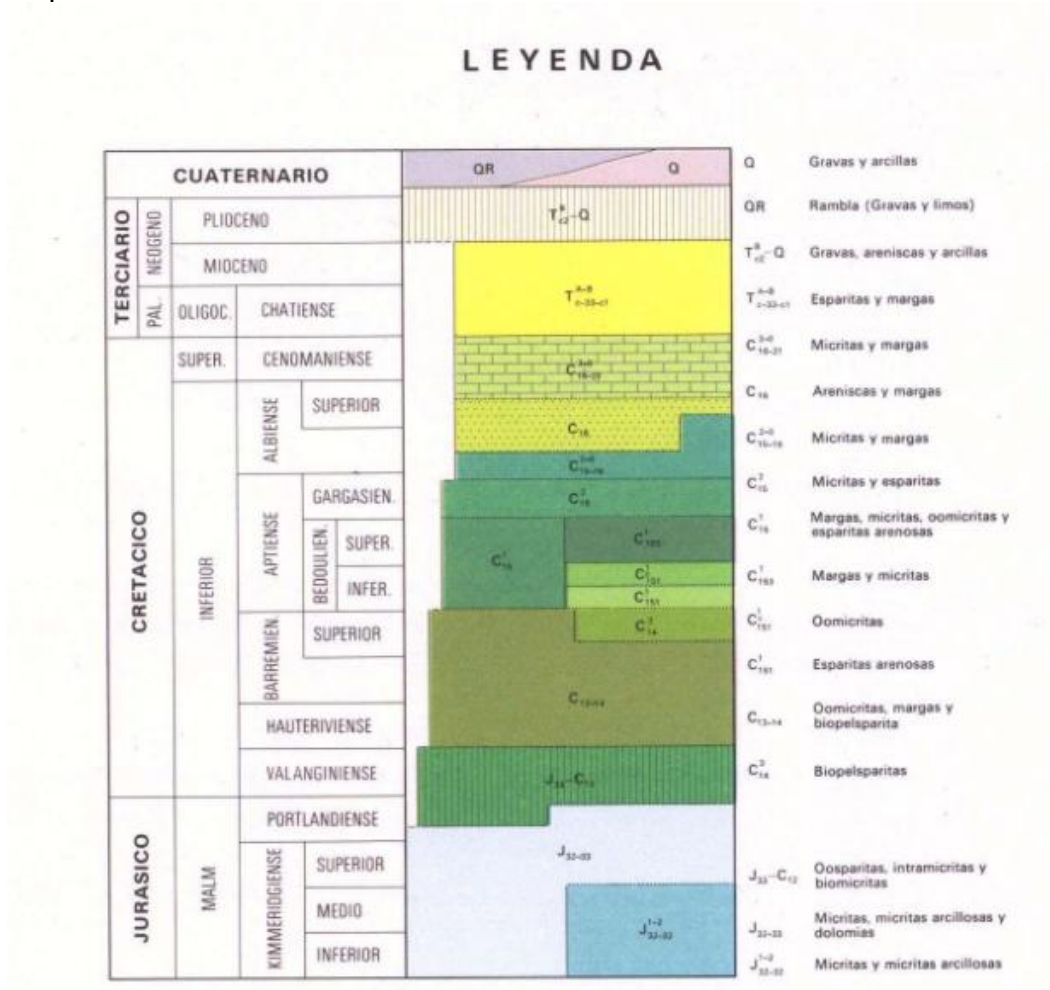


Figura 34. Leyenda mapa geológico Albocácer.



### 5.2.6. Geomorfología

A continuación, en la Figura 35 se muestra el mapa de la cartografía temática relativa a fisiografía, sacada de la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana con el programa Terrasit.

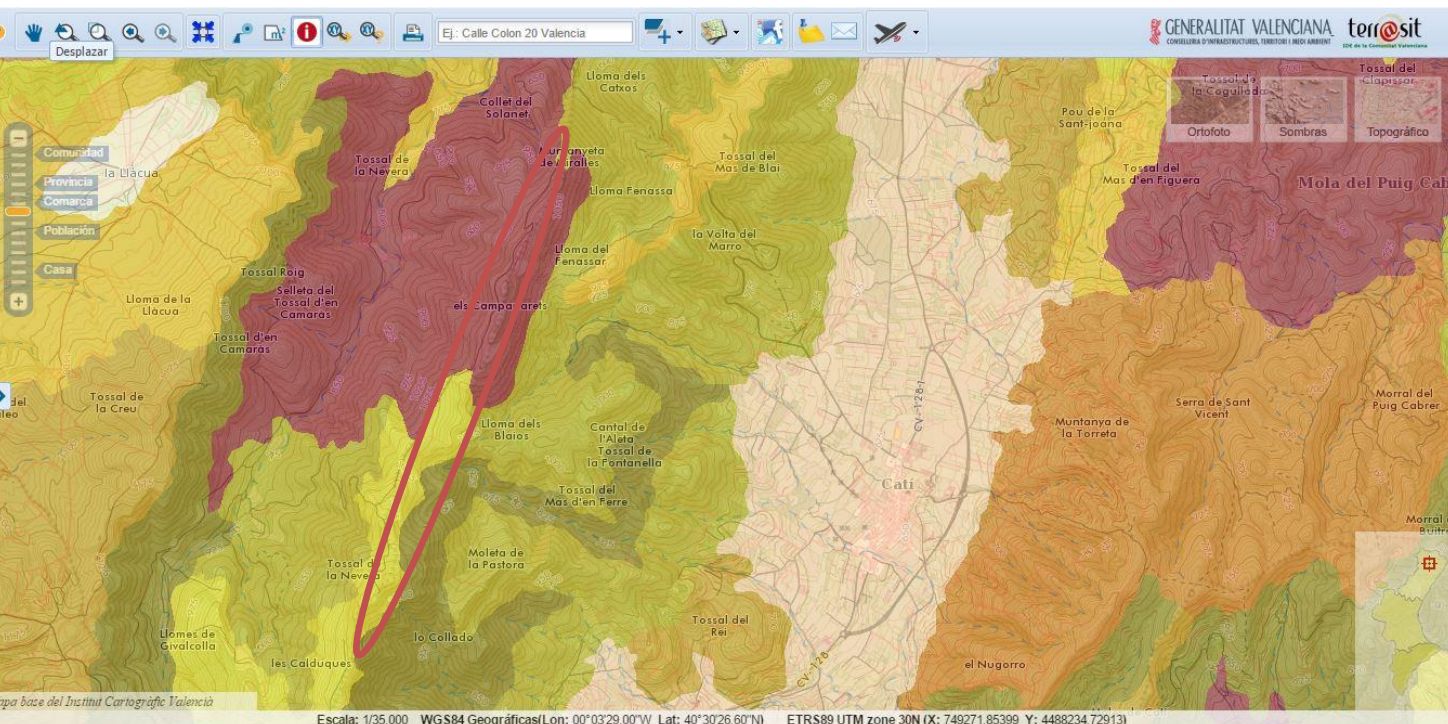


Figura 35. Mapa fisiografía (Terrasit).

Podemos ver cómo según la leyenda adjunta (Figura 36) el parque se encuentra mayoritariamente sobre formas montañosas y sobre laderas moderadas, es lógico pensarlo ya que la ubicación del parque se encuentra a lo largo de la cima de una montaña perteneciente a la Serra d'en Seller. En este tipo de territorio montañoso, en la parte del pico o cima suele ser el que más inclinado está por eso tenemos la fisiografía descrita anteriormente.



Figura 36. Leyenda mapa fisiografía

### 5.2.7. Edafología

A continuación en la Figura 37 podemos observar el mapa con los usos del suelo que tiene el territorio. En la zona de ubicación de nuestro parque tenemos mayoritariamente un uso para pastizal alternándolo en zonas con perennifolias.

Es lógico que en una zona aislada como es la cima de un monte de la sierra no haya actividad humana casi y por tanto zonas únicamente para que la fauna y la flora puedan desarrollarse sin problemas.

En la figura 38 podemos ver la leyenda correspondiente a este mapa en el que coincide con lo dicho en el párrafo anterior.

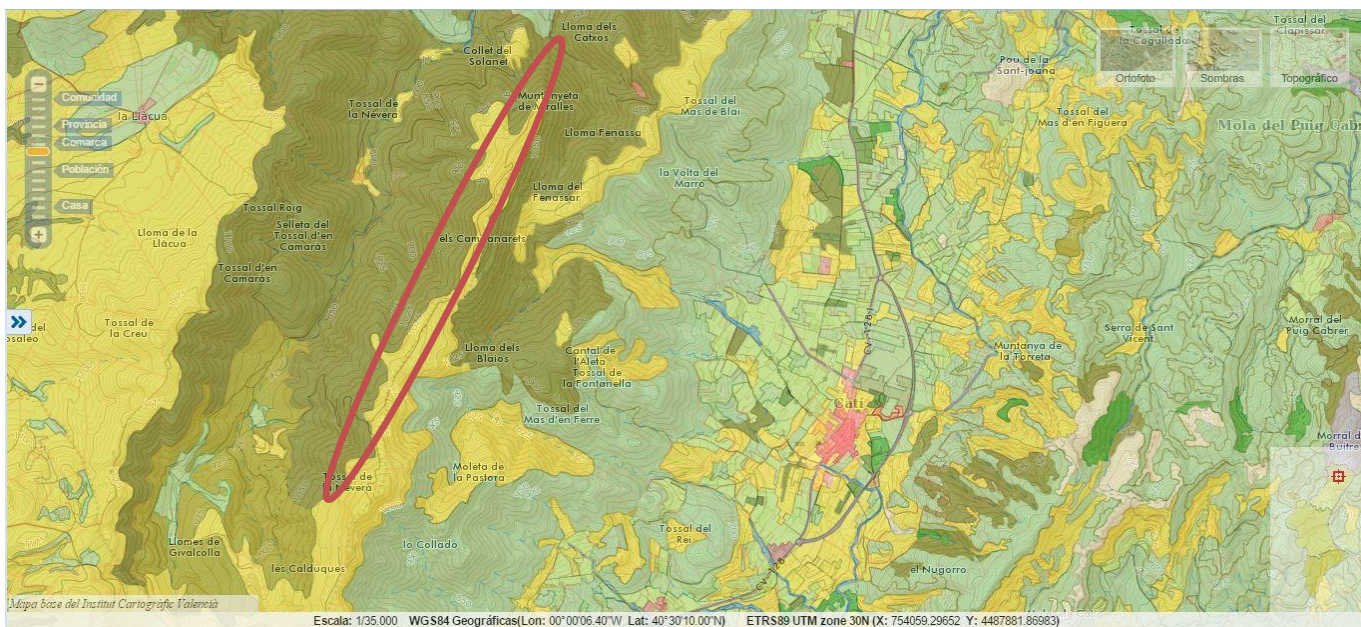


Figura 37. Mapa de usos del suelo (Terrasit).

- Parque recreativo
- Parque urbano
- Pastizal
- Penitenciario
- Perennifolias
- Plantas de tratamiento de residuo
- Playas, dunas y arenales
- Polígono industrial no ordenado
- Polígono industrial ordenado
- Portuario
- Ramblas

Figura 38. Leyenda mapa de usos del suelo



### 5.2.8. Paisaje

En la Comunitat Valenciana tenemos la Ley de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje y el Reglamento de Paisaje (Ley 4/2004 y Decreto 120/2006) que regulan la intervención pública en materia de paisaje, desarrollando los instrumentos para su protección, ordenación y gestión, y habilitando cauces efectivos para la Participación Pública de los ciudadanos en materia de Paisaje.

La Serra d'en Seller se encuentra protegida paisajísticamente por su fragilidad visual. Dentro del Plan de acción territorial de infraestructura verde y paisaje de la Comunitat Valenciana nos encontramos que este monte se encuentra protegido por el catálogo de paisajes de relevancia regional.



Figura 39. Vista de del entorno de Xert desde el este. (Catálogo de paisajes de relevancia regional)

Como podemos apreciar en la imagen nos encontramos rodeados por la Serra de Vallivana, también de especial protección como vamos a ver a continuación en los diferentes mapas de clasificación del suelo:

### 5.2.9. Espacios naturales protegidos

A través del programa Terrasit ofrecido por la Generalitat Valenciana hemos podido obtener las diferentes capas relacionadas a la protección del paisaje.

#### -Parques naturales

Nuestro parque no se encuentra afectado por ningún tipo de parque natural en toda la Serra d'en Seller, sin embargo, la Serra Vallivana, la Tinença de Benifassà y el Turmell si que tiene zonas de protección especial para parques.

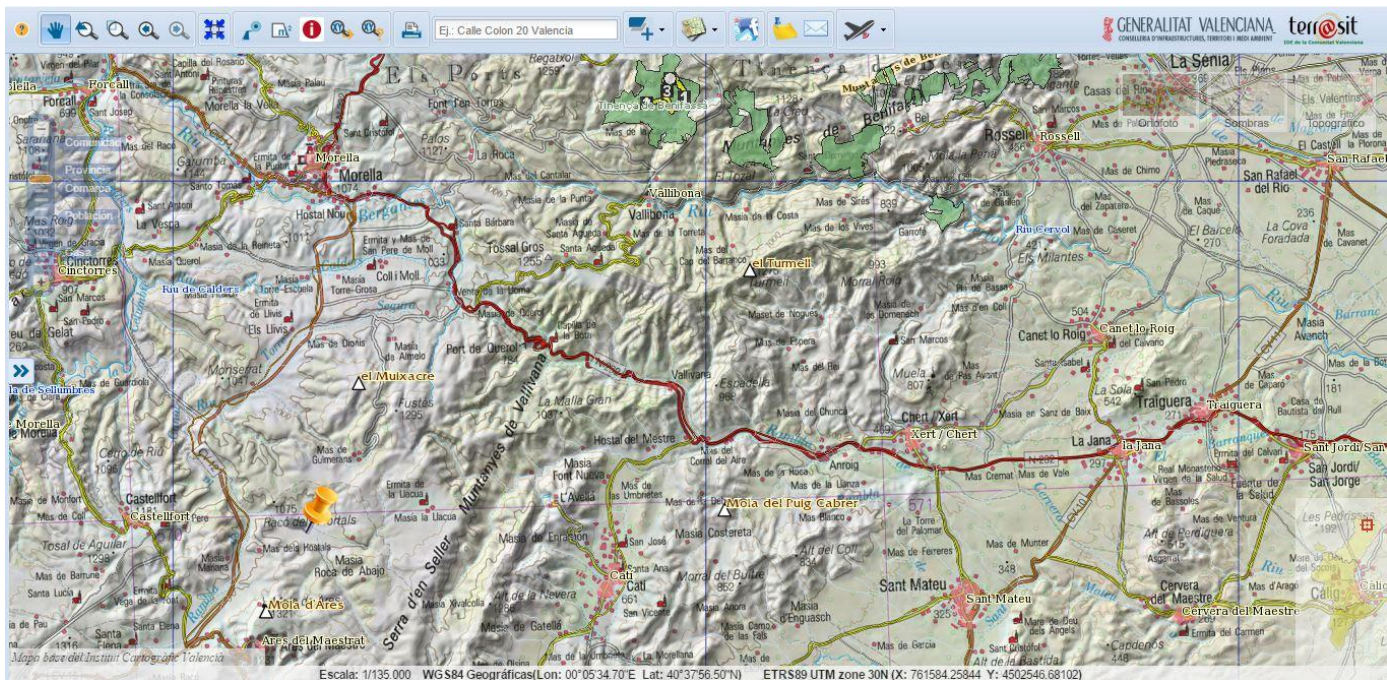


Figura 40. Mapa de Parques Naturales Protegidos. (Terrasit).

Al norte podemos apreciar los diferentes espacios naturales protegidos perteneciente como ya he dicho antes a les "Muntanyes de Benifassà" generalmente. Al sur de la imagen tenemos nuestra ubicación del parque la cual no tiene ningún elemento a proteger en cuanto a parque natural se refiere y también muy alejado de la zona montañosa de Benifassà, por tanto concretar eólico que no nos afectan los parque naturales en cuanto a paisaje se refiere según la Generalitat Valenciana.

-Zonificación del PORNs

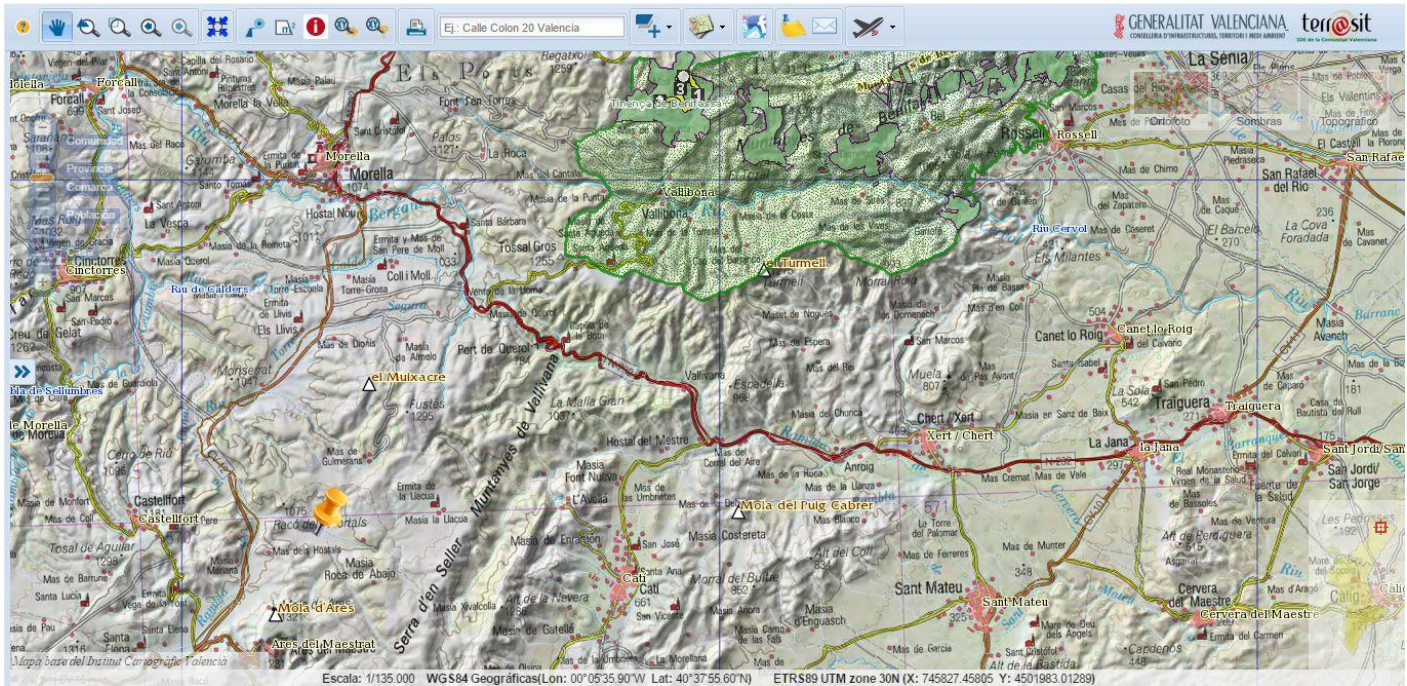


Figura 41. Mapa zonificación del PORNs. (Terrasit).

- ZEPA

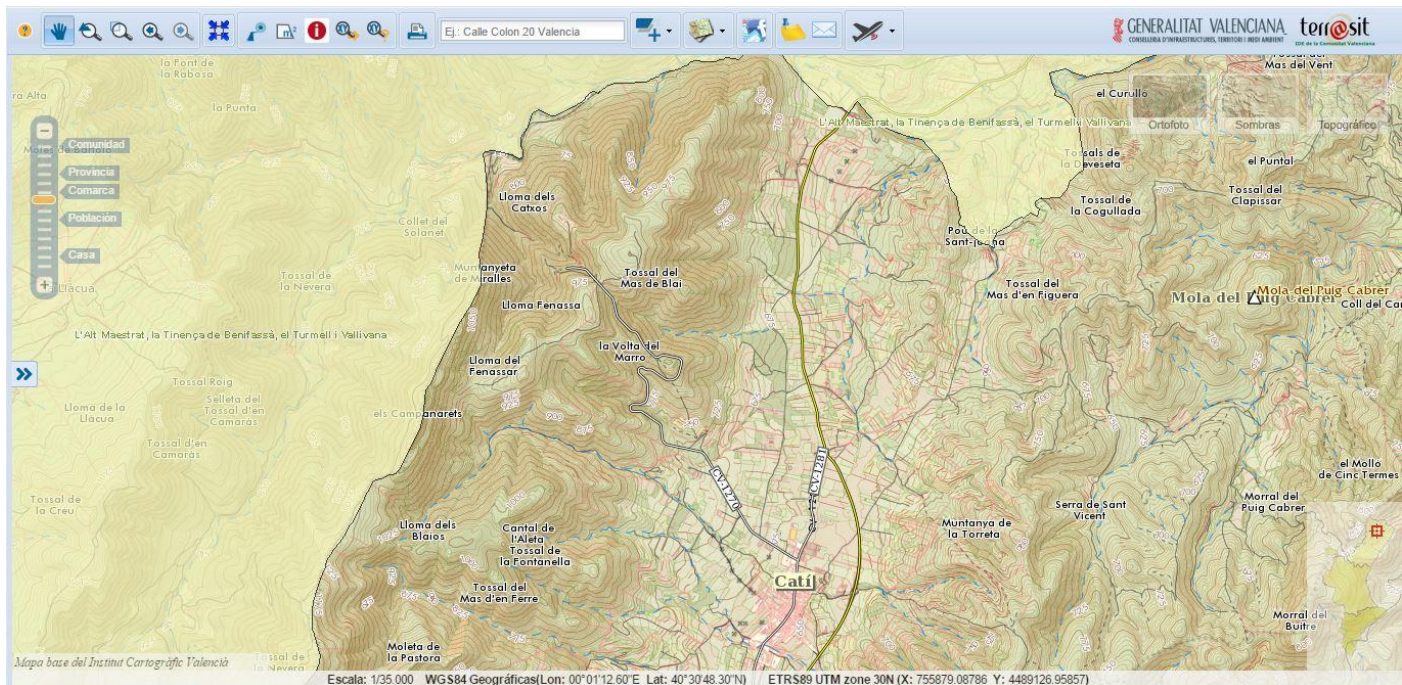


Figura 42. Mapa ZEPA

Podemos observar como la Serra d'en Seller está prácticamente rodeada de zonas de protección ZEPA. Nuestro parque eólico se ubica justamente en los límites de la zona por tanto no hay problema de construirlo siempre y cuando respetamos los límites y no obstaculicemos el desarrollo de los seres vivos de la zona, durante y después de haber construido la infraestructura. Uno de los mayores problemas es el paso de las aves por las redes eléctricas de alta tensión, esta acción no implica directamente el desarrollo de dicho proyecto, pero de deberán tener en cuenta medidas correctoras para una reducción de ruido y polvo durante la construcción.

-LIC

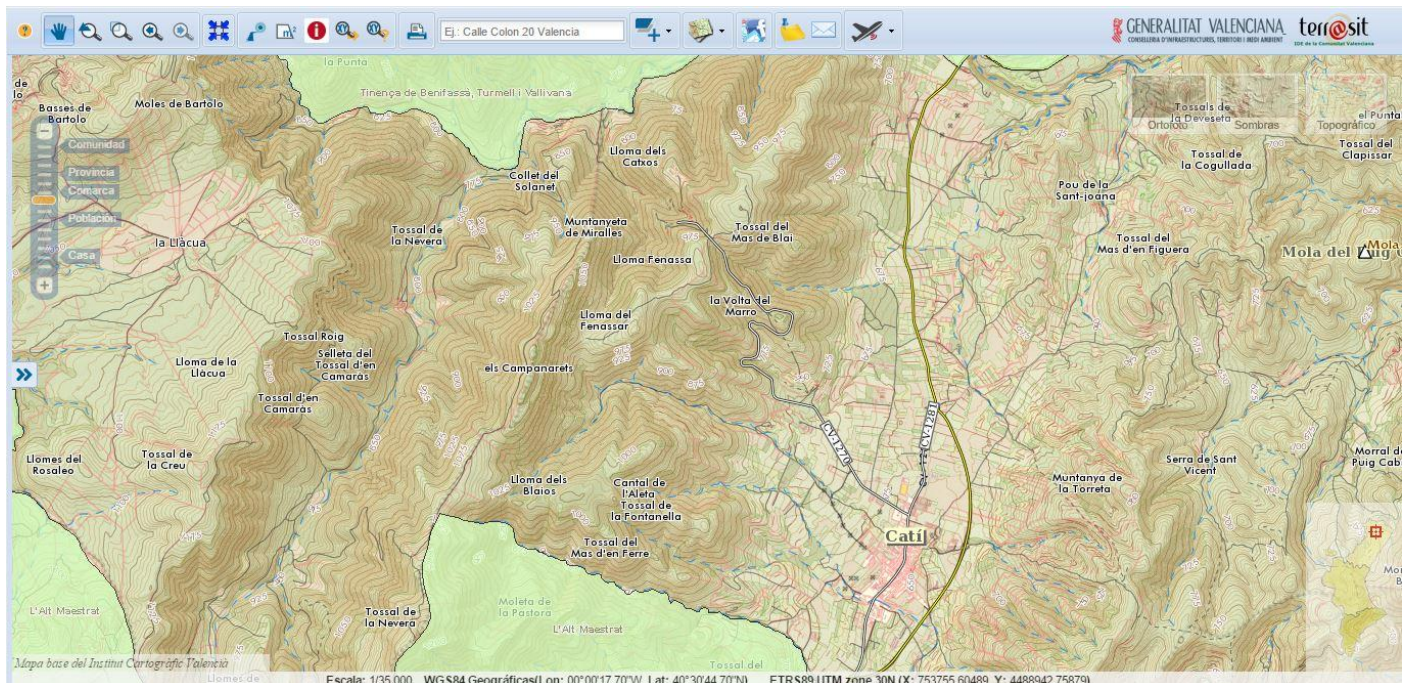


Figura 43. Mapa LICs. (Terrasit).

En la Figura 43 podemos apreciar como por el norte y por el sur el parque está limitado por zonas LIC pero no es tan vulnerable como en las ZEPAs. Aunque no sea tan catastrófico como en el mapa anterior sí que habrá que controlar la fase de construcción y posterior explotación para que no afecte al desarrollo de medio contiguo.

## 5.3. Medio biológico

### 5.3.1. Vegetación y flora

La vegetación de la zona de estudio se obtiene de los datos sobre biodiversidad vegetal que aporta la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana. El inventario se encuentra en el *Anexo I Inventario de la Flora*.

El Banco de Datos de Biodiversidad de la Comunidad Valenciana (Orden del 27 de Noviembre de 2003, Consellería de Territorio y Vivienda) tiene como objetivos en su orden los siguientes apartados:

- ✓ Constituir un inventario taxonómico de la biota de la Comunidad Valenciana
- ✓ Mantener información actualizada sobre el estado legal de especies y hábitats
- ✓ Ofrecer información actualizada, para las especies de las que se disponga de datos y en particular, de las endémicas y amenazadas, sobre distribución y tendencias poblacionales.
- ✓ Mantener un inventario cartográfico de los hábitats naturales y seminaturales.
- ✓ Facilitar el acceso libre a la información, al amparo de la Ley 38/1995 de 12 de diciembre

### 5.3.2. Fauna

La Fauna de la zona de estudio se obtiene, al igual que la vegetación, de los datos sobre biodiversidad faunística que aporta la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana. El inventario se encuentra en el *Anexo II Inventario de la Fauna*.

## 5.4. Medio socio-económico

### 5.4.1. Análisis del sistema territorial

En el análisis del territorio tenemos que visualizar los siguientes conceptos:

- Usos del suelo (forestal, agropecuario, urbano, industrial, infraestructuras, etc.)
- Distribución y tamaño de los núcleos (localización, densidad, dispersión)
- Red viaria de comunicación (interferencia, infradotación). Tipo y uso.

El área de estudio se encuentra localizada en el término municipal de Morella con el límite municipal de Catí. La comarca de Els Ports que es donde se encuentra la ubicación de la infraestructura, limita al oeste con las provincias de Teruel y Tarragona a través del pico de los Tres Reyes y los puertos de Tortosa-Beceite. El límite oriental limita con la parte costera del Maestrazgo, concretamente con la comarca del Bajo Maestrazgo y al sur limita con el Alto Maestrazgo.

Los términos municipales que limitan con Morella son Herbés, Zorita del Maestrazgo, Palanques, Villors, Forcall, Cinctorres, Castellfort, Vallibona, por la comarca del alto Maestrazgo nos encontramos con los municipios de Vilafranca, Ares del Maestrat, Catí, por la comarca del bajo Maestrazgo nos encontramos con Chert, y Castell de Cabres. En las siguientes figuras podemos apreciar cómo se encuentran los límites municipales.



Figura 44. Comarcas y municipios de Castellón.



Figura 45. Municipios de la comarca de "Els Ports".

La comarca de Els Ports tiene una totalidad de 13 municipios con una superficie de 904 km<sup>2</sup>. En total la población de toda la comarca es de 5.266 habitantes. Con esto sabemos que la densidad de población será de 5,83 habitantes por kilómetro.

Municipio	Población	Superficie	Densidad
Morella	2.854	413,5	6,90
Forcall	540	39,3	13,74
Cinctorres	504	34,9	14,44
Portell de Morella	258	49,40	5,22
Castellfort	235	66,7	3,52
La Mata de Morella	195	15,2	12,82
Todolella	143	34,0	4,20
Zorita del Maestrazgo	152	68,8	2,20
Olocau del Rey	135	44,0	3,06
Vallibona	98	91,4	1,07
Herbés	65	27,1	2,39
Villores	53	5,3	10,00
Palanques	34	14,3	2,37

#### 5.4.2. Análisis demográfico

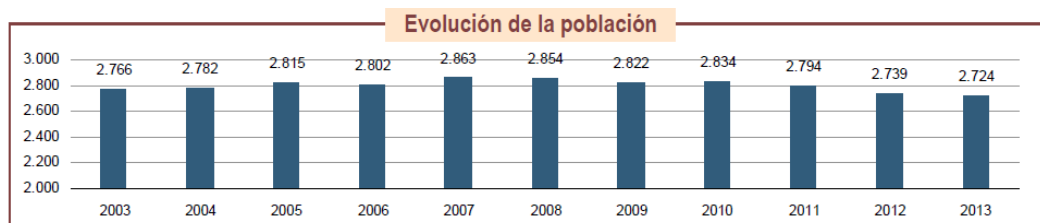


Figura 46. Evolución de la población en el municipio de Morella. (Fuente: IVE).

Gracias a la ficha municipal proporcionada por el Instituto Valenciano de Estadística podemos ver en grafico anterior como los datos numéricos correspondientes a la población han ido descendiendo a partir del año 2008 más o menos, seguramente producido por la crisis económica que habrá hecho que muchas familias hayan intentado emigrar a las capitales para buscar trabajo.

También tenemos más causas como la existencia de municipios de interior con un aislamiento geográfico, pocas vías de comunicación, una agricultura en declive por la sobreexplotación que ha dado suelos menos fértiles, etc.





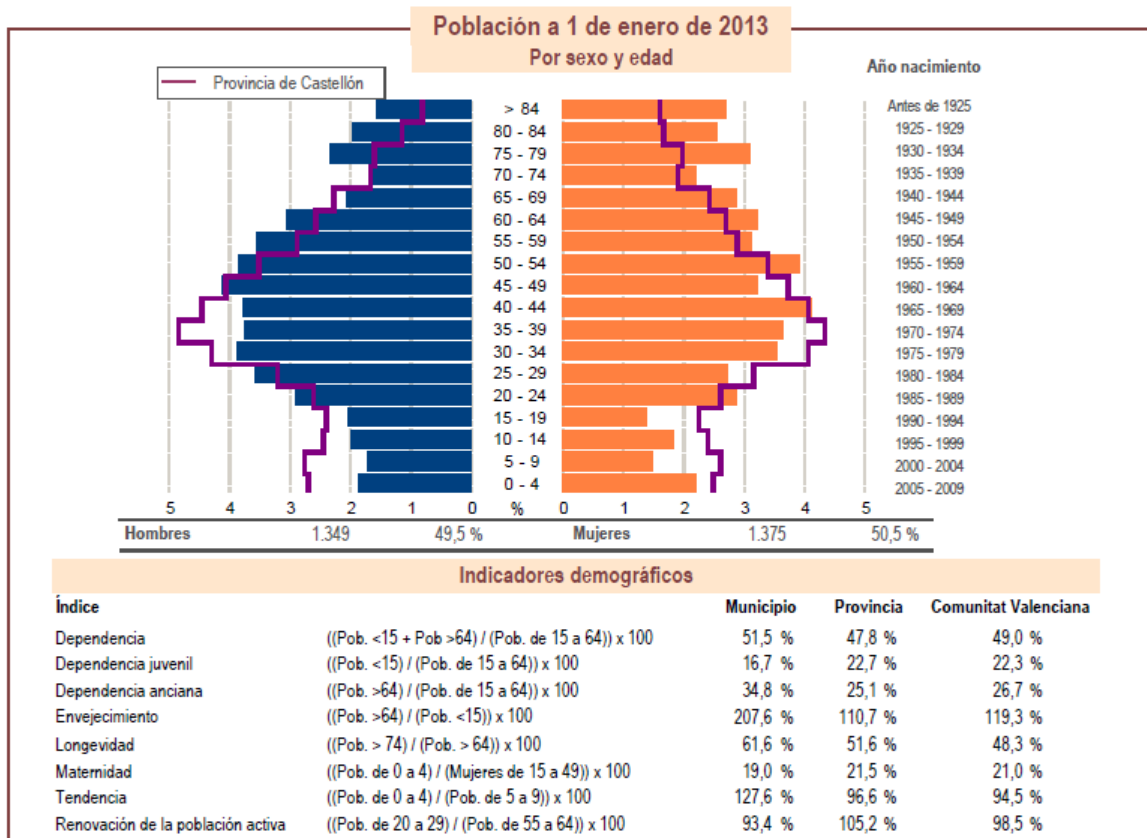


Figura 47. Población por sexo y edad Morella. (Fuente: IVE)

En la pirámide de población con fecha 1/1/2013 dividida por sexo y edades de la Figura 47, se muestra una mayor concentración de población entre los grupos de edades comprendidos entre los 2 y 50 años de edad. Más adelante vemos otro segundo grupo entre los 75 a 84 años. En los índices podemos ver que el envejecimiento de la población es de un 207.6%. Este índice se ve reflejado en la pirámide de población produciéndose un aumento de la proporción de ancianos en la cúspide de esta y al disminuir la proporción de gente joven en la base de la misma. Una de las causas principales es el descenso de la natalidad, el aumento de la esperanza de vida y las migraciones producidas.

El índice de maternidad muestra que en el municipio de Morella el número de niños nacidos en comparación a las mujeres en edad reproductiva es muy bajo, más bajo incluso que en el resto de la Provincia y Comunidad, esto puede ser debido a que la mujer decide aplazar la maternidad o tener menos hijos, y a que los avances sanitarios permiten una mayor esperanza de vida.

Como se mostrará a continuación en la Figura 48, se ha producido un leve incremento del crecimiento vegetativo de la población, esto puede haber sido debido al aumento del índice de longevidad.

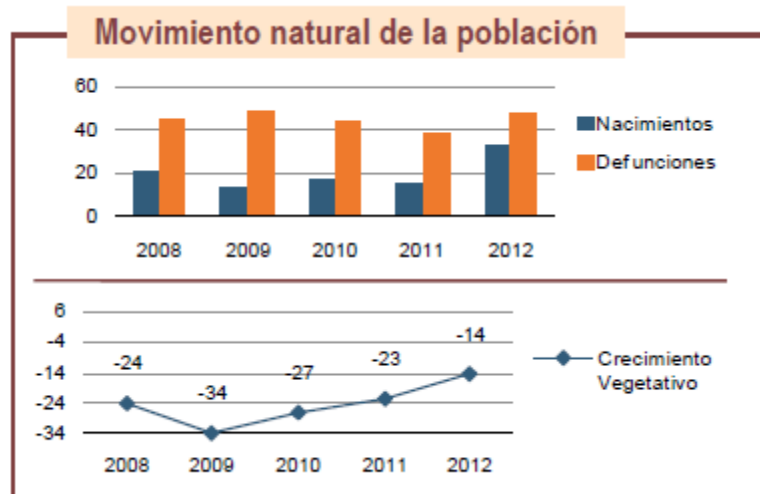


Figura 48. Movimiento natural población de Morella.

### 5.4.3. Sistema económico.

La economía de Morella se basa en las siguientes actividades:

Sector primario:

- Agricultura: Bastante mecanizada y en proceso de recesión. Cultivos: cereales (cebada), forrajeros (alfalfa), tubérculos (patata) y hortícolas en la ribera del Bergantes.

- Ganadería:

- Ovino y caprino: rebaños extensivos con pastor, destinados a la producción cárnica.
- Bovino: ha aumentado considerablemente debido al abandono del cultivo de las tierras y el escaso cuidado que requiere.
- Porcino: base económica de la mayoría de las explotaciones agropecuarias.
- Otras: avicultura, cunicultura y apicultura.

Sector secundario: El sector industrial no es muy representativo debido a la falta de materias primas, deficientes redes de comunicación y la falta de actitudes emprendedoras.

- Industrias derivadas de la actividad agropecuaria: fábricas de piensos, quesos y cárnicas.
- Textil: fajas, confección y artesanía (mantas).
- Otras: serrerías, materiales de construcción.

Sector terciario: Es el que más ha evolucionado en los últimos tiempos. Cabe destacar la actividad comercial y hostelera dirigida al turismo.

El último sector es el más importante ya que es el que la mayoría de la población activa trabaja en él, ello es debido porque Morella es uno de los más bellos municipios de España y tiene una magnífica componente cultural bien conservada.

En la Figura 49 podemos ver como se encontraba el paro en el municipio por sectores. Como es lógico en el sector servicios es donde más se concentrará ya que es donde más trabajo había, más del 70% se concentra en este sector seguido del de la construcción y de la industria.



Figura 49. Paro en el año 20126

En lo que se refiere a las superficies de cultivo (Figura 50), podemos ver que destaca por encima de los demás en el este municipio los cereales con un 84.1%. Puede ser porque la mayor parte del territorio de Morella es suelo agrícola de secano. Estos datos han sido sacados de la ficha municipal de Morella procedente del Instituto Valenciano de Estadística (IVE) correspondientes al año 2013. También se cultivan tubérculos, hortaliza, frutales, leguminosas, viña y cultivos de forraje. Estos últimos son los que sirven para el alimento del ganado.

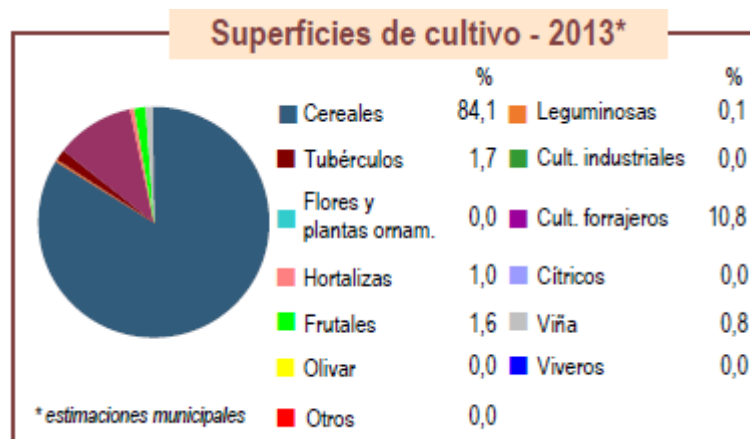


Figura 50. Superficie de cultivo (IVE).

#### 5.4.4. Factores socio-culturales

En la página web de la Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana podemos encontrar tanto los listados de los bienes patrimoniales e inmuebles que se encuentran el término municipal de Morella como los viene inmuebles de interés etnológico como casetas de aperos, corrales y ribazos de mampostería en seco, pozos de nieve, refugios y retablos cerámicos

Existen dos puntos de interés singulares cercanos al núcleo urbano de Morella, en donde se han establecido "yacimientos de dinosaurios", insertos en las capas rojas de Morella, sedimentos transicionales marino-continentales del Cretácico inferior, constituyendo una de las áreas más importantes, desde el punto de vista de la Paleontología de Vertebrados, de la Península Ibérica.

Aunque el parque no afecta a ninguna de los elemento protegidos como patrimoniales, hay que tenerlos en cuenta para ver si al finalizar la obra han sido afectados sin darse cuenta y poder valorarlos.

En lo que se refiere a las vías pecuarias, no encontramos ninguna vía en nuestro emplazamiento, sí que es verdad que a los alrededores de Morella existe un sendero catalogado Europeamente como Sendero de gran recorrido para la Red Europea pero no nos repercute cerca del parque. Con el programa Terrasit ofrecido por la Generalitat Valenciana hemos podido apreciar como no tenemos ningún problema en cuanto a vías pecuarias se refiere (Figura 51).

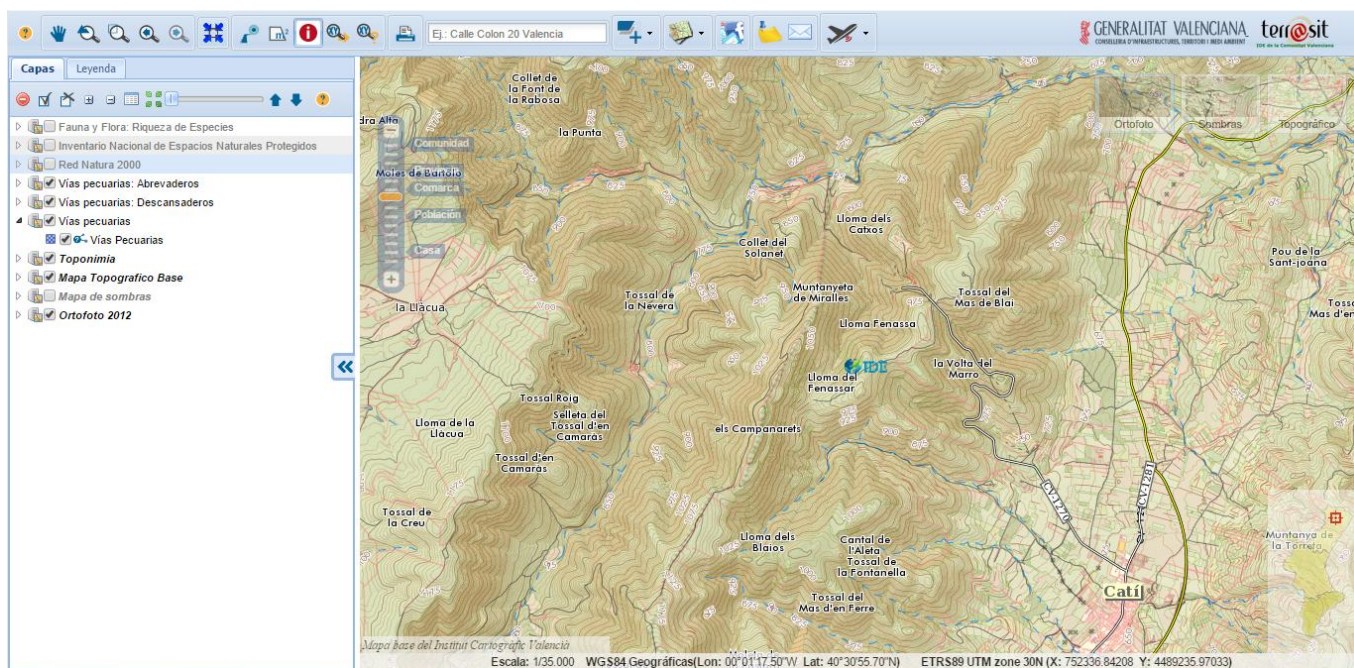


Figura 51. Mapa vías pecuarias.

## 6. Identificación de impactos

En este apartado vamos a estudiar si las acciones producidas en cualquiera de las fases ya sea construcción, explotación o abandono generan algún problema a cualquier apartado del inventario ambiental citado anteriormente. Para ello, deberemos lo primero identificar todas las acciones de nuestro proyecto que sean susceptibles a causar cualquier tipo de impacto al medio y junto con los factores del medio que sean significativos (procedentes del Inventario ambiental) podamos detectar y describir los efectos ambientales. Finalmente, podremos valorar los impactos en función de su incidencia y junto con las medidas que propongamos ver si se puede desarrollar el proyecto sin problemas.

Esta identificación y valorización que estamos comentando seguirá la siguiente secuencia de actuación:

1º- Detección de las acciones del proyecto susceptibles de causar impacto. Acciones susceptibles a producir impacto sobre el medio ambiente.

2º- Identificación de los factores ambientales que reciben el impacto por alguna de las acciones, seleccionados en función de las acciones del proyecto y los aspectos más significativos del inventario ambiental.

3º- Identificación de los impactos ambientales, mediante el cruce, en una matriz, de las acciones del proyecto susceptibles de ocasionar impactos y los factores ambientales sensibles a los mismos.

### 6.1. Acciones susceptibles a producir impacto sobre el medio ambiente

En este apartado vamos a valorar las acciones producidas a lo largo de la construcción, explotación y final abandono de la construcción del parque eólico en nuestra ubicación, la Serra d'en Saller (Alto Maestrazgo).

Para ver más claramente la incidencia de cada una de las acciones que se encuentran en cada fase, vamos a subdividir las acciones en función de la fase a la que corresponde, la fase primera o de construcción, la fase segunda o de explotación y la fase tercera abandono.

### 6.1.1. Identificación de las acciones en la fase de construcción

En este apartado se incluirán todas las acciones que pueden producir impacto en la construcción del futuro parque eólico. Estas acciones son las siguientes:

- Movimiento de tierras
- Adecuación de los caminos de acceso
- Tráfico de vehículos
- Instalaciones auxiliares
- Construcción de zapatas e aerogeneradores
- Instalación de la línea de MT (Zanja)
- Acumulación de materiales de construcción
- Producción de residuos
- Consumo de recursos y mano de obra

#### Movimiento de tierras

Las tareas de movimiento de tierras se refiere a los trabajos que son necesarios para el acondicionamiento de la infraestructura, como por ejemplo los desmontes y terraplenes (con material de la parcela misma o traídos de fuera de esta), excavaciones (para el enclavamiento del aerogenerador por ejemplo), explanaciones, desbroce y tala de la vegetación existente.

#### Adecuación de los caminos de acceso

Consistirá en la adecuación de los viales de acceso a los emplazamientos de los aerogeneradores. Esta adecuación deberá ejecutarse solamente la estrictamente necesaria para causar el menor impacto posible. Deberemos dejar un ancho de 4m aproximadamente para el tránsito de los tráileres con las respectivas secciones de los aerogeneradores. Se incluirán los trabajos propios de movimiento de tierras, que en este caso serán muy reducidos siempre y cuando no hayas problemas para el acceso; por último se elaborará la compactación y acondicionamiento de la superficie para crear un firme transitable. En cualquier caso el nuevo camino será terrizo, es decir, sin asfaltar.

#### Tráfico de vehículos

El transporte de materiales puede generar residuos durante el mismo transporte como puedes ser aceites, gases contaminantes a la atmósfera que son mayormente vulnerables en un sitio que nunca ha tenido contaminación.

También las posibles partículas de polvo en suspensión que transportaría el viento y el ruido generado en el desplazamiento de vehículos.

Comprende este apartado el movimiento de maquinaria pesada (excavadoras, camiones, apisonadoras, tráileres, etc.) y los vehículos automóviles de los propios trabajadores que se desplacen hasta el emplazamiento.

#### Instalaciones auxiliares

En este apartado entendemos por instalaciones auxiliares las que son de carácter temporal, como puedan ser acopios de materiales, oficinas, etc.

En este apartado también podemos meter los caminos de acceso auxiliares siempre y cuando después no nos vayan a servir como viales de acceso.

#### Construcción de zapatas

En la construcción de las zapatas nos encontraremos por un lado la excavación inicial para establecer la base del aerogenerador y por otro lado el hormigonado de la zapata que nos generará residuos y tránsito durante la construcción de esta.

#### Instalación de aerogeneradores

Incluye los trabajos de montaje de las torres que darán soporte a los aerogeneradores y la instalación de todos los elementos que componen los mismos tal y como se especifican en el proyecto.

#### Instalación de la línea de MT (Zanja)

Se trata de una excavación realizada entre los distintos aerogeneradores, destinada a contener los cables del tendido eléctrico de media tensión, y que conectan a estos entre sí. Las dimensiones de la zanja serán un metro de profundidad por 0,6 m. de anchura (como establece la norma). Una vez instalados los cables, esta se volverá a rellenar con el mismo material.

#### Acumulación de materiales de construcción

Engloba los depósitos de ladrillos, ferralla, cemento, tierra, arena, etc., que generalmente se almacenan durante la construcción de la obra.

### Producción de residuos

Durante la fase de construcción se pueden producir vertidos controlados al medio y también se pueden producir vertidos accidentales de materiales contaminantes y aguas residuales. Esta acción incluye todos los residuos sólidos generados durante los trabajos de construcción e instalación de los elementos del proyecto y se concretarían en embalajes, palets, restos de materiales de construcción, tierra sobrante, etc.

### Consumo de recursos y mano de obra

Para el desarrollo potencial de la obra será necesario la contratación de personal cualificado en infraestructuras eólicas, no tanto para la adecuación de los viales y demás tareas que requieren de menos técnica especialista.

Durante las obras será necesaria la contratación de personal, así como la adquisición de materiales y equipos para el desarrollo de los trabajos.

### 6.1.2. Identificación de las acciones en la fase de explotación

En este apartado vamos a ver todas las acciones que son susceptibles de impacto al medio natural y socioeconómico una vez ya se ha completado la ejecución del parque eólico. Estas serían las siguientes:

- Tráfico de vehículos
- Producción de residuos sólidos
- Aerogeneradores y movimiento de las palas
- Presencia de la propia infraestructura
- Mantenimiento y conservación de la infraestructura

### Tráfico de vehículos

El tránsito de vehículos provoca en general emisiones de gases contaminantes a la atmósfera como son en CO, CH, CO<sub>2</sub>, etc.; sin embargo no va a haber mucho tránsito una vez ubicada la infraestructura. Lo más perjudicial que pueda haber son las emisiones sonoras provocadas por estos ya que son mucho más influenciables sobre el entorno medioambiental.



Incluye los vehículos del personal de mantenimiento que estaría encargado del cuidado de las instalaciones y del normal funcionamiento del sistema.

#### Producción de residuos sólidos

Este apartado incluye todos los residuos generados durante el funcionamiento de los aerogeneradores, ya sea por desgaste o por otros motivos. Podemos encontrar cables, elementos averiados o inservibles, embalajes, etc.).

Normalmente los parques eólicos no suelen tener grandes inversiones posteriores a la puesta en obra del aerogenerador, por tanto, tampoco suele haber producción excesiva de residuos.

#### Aerogeneradores y movimiento de las palas

Consistiría principalmente en el movimiento giratorio de las palas de los aerogeneradores producido por la acción del viento. Habrá que ver en función del aerogenerador instalado el espacio aéreo que ocupan las palas y el ruido que producen en su funcionamiento.

#### Presencia de la propia infraestructura

La propia infraestructura de por sí ya provocará no solo un fuerte impacto visual para el ser humano sino también para el paso de la fauna.

#### Mantenimiento y conservación de la infraestructura

El mantenimiento de un parque eólico abarca muchas opciones muy diversa y que influyen de manera distinta al medio.

Como ya he dicho en otros apartados, en principio una infraestructura de un parque eólico no requiere mucho mantenimiento salvo casos especiales.

### 6.1.3. Identificación de las acciones en la fase de abandono

La fase de abandono la tenemos en cuenta ya que la vida útil de un parque eólico ronda los 25 años de edad, por tanto, aunque pueda ser que se remplacen los aerogeneradores o duren más años, nosotros por si acaso planearemos una fase de abandono, aunque no consideramos su abandono ni a corto ni largo plazo.

Si ocurriera, se produciría un importante impacto visual, dificultad de reutilización de la superficie ocupada y vuelta al estado inicial. Por consiguiente, el propietario procedería al desmantelamiento de los elementos aéreos del parque eólico.

Una vez concluidos los trabajos de desmantelamiento y retirada de las estructuras aéreas, se repondrá el terreno a su estado inicial (antes de la ejecución del proyecto), al igual que el entorno que pudiera haberse visto afectado por el mismo. Para ello se procederá a la roturación y siembra con especies autóctonas.

Las acciones susceptibles a impacto que derivarían de esta fase de abandono son únicamente:

- Tráfico de vehículos
- Producción de residuos sólidos

#### Tráfico de vehículos

En cuanto al tráfico de vehículos la acción tendría un periodo muy breve de duración, siendo válida la valoración realizada para la fase de funcionamiento.

Al igual que en la fase de construcción la maquinaria pesada estaría presente para el transporte del material eólico y demás elementos.

#### Producción de residuos sólidos

En relación con la producción de residuos sólidos, los elementos desmantelados durante esta fase serán retirados para su reciclaje o, en su caso, trasladados a vertedero controlado o instalaciones adecuadas.

No dejaremos nada que pueda afectar a la proliferación de nuevos vegetales y especies autóctonas insertadas.

## 6.2. Factores susceptibles de ser afectados

En este apartado vamos a estudiar las distintas partes que podrían verse afectadas por el proyecto de construcción del parque, y para el cual se realiza el Estudio de Impacto Ambiental.

Vamos a dividir los factores para 3 subapartados, igual que hicimos en el inventario ambiental:

- Medio Físico
- Medio Biológico
- Medio Socioeconómico
- Medio Paisajístico

### 6.2.1. Medio Físico

Como ya hemos visto en el inventario ambiental, en este apartado hemos estudiado todo lo relacionado el medio abiótico (tierra, aire y agua).

Después de todo lo visto en el apartado de las acciones podemos ver ahora lo que puede verse afectado después de estas, es decir, los efectos o consecuencias:

- Calidad atmosférica: Se entiende como el grado de alteración de la pureza del aire en la que se encontraba naturalmente o la concentración de contaminantes gaseosos (gases, humo, polvo) existente en el mismo.

- Ruido: Se refiere a la acústica generada a partir de las actividades desarrolladas en la obra con la maquinaria y los trabajos in situ y de la propia infraestructura, sobre todo con el giro de las aspas.

El desarrollador del proyecto tendrá que visualizar los medios que se ven afectados en todas las fases: proyecto, explotación y abandono.

- Relieve: Hace una comparación entre las características morfológicas iniciales y finales en las que hemos dejado el sustrato. Esta modificación del terreno se produce ya sea por la excavación ya sea del cimiento o el acopio de materiales provenientes de otras zonas.

- Estructura del suelo: El suelo se encuentra determinado desde hace millones de años por diferentes estratos que presentan unas características biológicas y fisicoquímicas concretas que debemos respetar.



- Elementos singulares del sustrato: Hace referencia a aquellos elementos naturales que pueden tener un alto valor ecológico, científico, cultural, etc. Por ejemplo yacimientos fosilíferos que pueden estar en la mayoría de casos refugiados por figuras de protección.
- Cursos fluviales: El lugar donde se tienen en cuenta la alteración de los cauces originales a la hora de la evacuación de aguas pluviales ya sea por excavaciones o modificaciones de este.
- Acuíferos: Analiza la incidencia que ha tenido el parque en las aguas subterráneas, acuíferos y en las zonas de recarga.
- Calidad del agua: Analiza la incidencia aguas abajo el recurso hídrico que procede del parque. Por tanto habrá que ver pasado y futuro de los niveles de calidad de las aguas. Incluye tanto la calidad de las aguas superficiales como las subterráneas.
- Procesos/riesgos: En este apartado de medio físico también se incluyen los procesos y riesgos que tienen lugar en dicho medio, y que pueden afectar, a veces de forma importante o incluso limitante, a las distintas acciones de un proyecto.

En este estudio se ha puesto de manifiesto la posibilidad de presentarse dos tipos de estos procesos, por una parte la caída de rocas en las zonas de fuerte pendiente y taludes de los caminos y por otra parte las subsidencias/colapsos producidos por la instalación de elementos sobre un sustrato que presenta cavernas y huecos que pueden ceder bajo el peso de las nuevas estructuras.

Se recomienda por tanto tener en cuenta este hecho para tomar las medidas preventivas que se estimen convenientes.

### 6.2.2. Medio Biológico

- Vegetación y flora: Este es uno de los indicadores de los que más se va a tener en cuenta a la hora de implementar el parque eólico, va a ser clave en la decisión de su ejecución. Es tan importante porque su resultado nos indica la interacción que tiene la infraestructura junto con el medio. También es el productor primario del que depende de manera directa o indirecta todos los demás organismos, por eso su importancia.

Durante las fases de construcción de el acondicionamiento de los viales de un parque eólico será necesario llevar a cabo un desbroce y despeje de la vegetación como paso previo a la construcción del acceso. La ejecución de la obra en sí tendrá un efecto directo sobre la vegetación y sobre la flora consistente en la destrucción de formaciones vegetales y especies singulares.

- Fauna: El análisis de la fauna requiere de mucho trabajo ya que existe mucha población animal y es difícil inventariarlos, valorarlos y predecir su evolución. Esto se debe a que cada comunidad tiene sus propias características porque pueden ser que sean migratorias y se muevan en el espacio y sea difícil observarlas. En este apartado analizaremos los siguientes grupos de fauna: anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Los efectos que la construcción de las vías de acceso y el funcionamiento del parque que tienen sobre la fauna, son tanto directos como indirectos y se pueden resumir en:

- La destrucción o alteración de hábitats: Este impacto viene como consecuencia de la destrucción de la vegetación por el desbroce inicial. Se debe porque las formaciones vegetales proporcionan cobijo temporal o habitual a numerosas especies e incluso participan de forma importante en la alimentación de las diferentes especies.

- Molestias a la fauna e incremento de la mortalidad durante la construcción: Esto se producirá normalmente durante los trabajos de construcción ya que provocará molestias a la fauna en las zonas donde se está ejecutando las obras, debido a la desconfianza natural que tienen los animales silvestres ante la presencia de hombres y máquinas, aunque el mayor efecto a este respecto lo ocasionará la eliminación de cubiertas vegetales por desbroce y despeje, como ya hemos dicho en el apartado anterior, recayendo entonces sobre las especies que utilizan la vegetación como lugar de cobijo o nidificación.

Esta acción puede suponer incluso un incremento de la mortalidad si no se disponen nidos o madrigueras y no se procede a su traslado. Habría que estudiar en función de los proporcionado en las fichas la mejor época para comenzar las obras y no afectar al periodo de crianza.

- Alteraciones en el comportamiento habitual de las especies faunísticas: Esto es provocado por los trabajos de construcción que supondrán el incremento de los niveles actuales de ruido, principalmente por el funcionamiento de la

maquinaria y sobretodo en la fase de funcionamiento, con el uso continuo de los diferentes aerogeneradores.

- Efecto barrera: Los principales grupos faunísticos afectados directamente son, los de desplazamiento terrestre, aunque las aves en la fase de explotación también verán cegadas su traslado.

También se puede hablar de un efecto indirecto sobre la fauna, consecuencia de la disminución en la intención de los animales de atravesar la infraestructura.

### 6.2.3. Medio Socioeconómico

No hay que dejar de lado la repercusión que va a tener para la población la ubicación de esta infraestructura en su territorio, va a ser un valor a tener en cuenta la aceptación por parte de los habitantes del lugar.

Por ello se estudian factores relacionados con la población como productora de bienes y servicios, como consumidora de los mismos, como generadora de actividades culturales y también en sus relaciones sociales.

En este trabajo los factores que se han considerado afectados o beneficiados son los que se detallan a continuación.

- Empleo: La realización de las distintas fases del proyecto, que incluiría el desarrollo de trabajos de construcción implica un incremento en la demanda de la mano de obra. Parte de los puestos de trabajo serán cubiertos por parte de la empresa constructora y por parte de personal cualificado en diversas fases de esta, pero con toda probabilidad, también parte serán cubiertos por los trabajadores contratados al efecto.

Incluirá acondicionamiento de los terrenos, la apertura de zanjas, la instalación de aerogeneradores y conducciones eléctricas, la construcción de obra civil, las labores de mantenimiento de las instalaciones, etc., producirá por tanto un aumento de los puestos de trabajo en el municipio.

- Salud ambiental: Se incluyen en este factor todos los aspectos relacionados con el bienestar de las personas: descanso, tranquilidad, sosiego, etc.

- Economía: Este factor analiza lo beneficioso o perjudicioso que puede ser económicamente el proyecto para la sociedad, no sólo la del municipio sino también en un ámbito más territorial la producción de energía eléctrica a un

coste mucho más reducido que por otros métodos más tradicionales, y que además sería independiente respecto a segundos o terceros países.

- Viario, infraestructuras y servicios: Aquí se valoran las repercusiones, que el cambio de uso del suelo sobre elementos como: la red viaria, las infraestructuras energéticas, los servicios, etc., tendría sobre el municipio.

Estos efectos tienen su origen en la ocupación del terreno y la necesidad de desvíos y reposiciones:

- Seguridad de la población durante la fase de construcción: Las acciones constructivas, en especial los movimientos de tierra, pueden presentar una incidencia sobre la seguridad de la población.

En nuestro caso como se encuentra alejado de los municipios no lo tenemos muy en cuenta pero saber que existe la posibilidad por remota que sea. Esta acción a priori resulta imposible valorar, por tratarse de un hecho accidental.

- Variaciones del riesgo de accidente: Este impacto también se considera imprevisible para la fase actual, ya que algún imprevisto puede suceder ya sea algo relacionado con la caída de hielo de las aspas del aerogenerador o alguien que intenta hacer cosas ilegales en las inmediaciones del parque.

#### 6.2.4. Medio paisajístico

El paisaje se considera aquí como un recurso del medio, entendiéndose como tal la expresión externa y perceptible del medio.

Se distingue en este trabajo entre cuatro elementos, que se complementan entre sí, como son los siguientes:

- Incidencia visual: Define la zona visualmente afectada por la posible alteración en lo que se podría denominar como *cuenca visual*.

Define la zona que ha sido afectada visualmente por la alteración que se haga con la infraestructura, lo que se podría denominar cuenca visual. La cuenca visual se puede definir como: porción de territorio visible desde un punto y, dada la reciprocidad del hecho visual, la cuenca que engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la actuación será visible.

- Paisaje intrínseco: Se define como la valoración de la calidad del conjunto de elementos que se encuentran en la unidad, y de cómo están percibidos en el exterior.
- Potencial de vistas: Se define como la valoración de la calidad que tienen las vistas de la ubicación del parque eólico desde un punto concreto a alrededor.
- Elementos singulares del paisaje: Se refiere en este punto a los elementos que tienen especial atención dentro de lo que se considera como paisaje. Presenta elementos culturales con una alta calidad de ser observados y protegidos, al igual que los monumentos, yacimientos arqueológicos, actuaciones antrópicas de interés, etc.





## 7. Valoración de impactos

Para conocer el impacto total producido por la construcción del parque eólico en la zona del Alto Maestrazgo en todas sus fases (construcción, explotación y abandono), se ha estudiado los impactos únicamente mediante una valoración cualitativa, ya que la valoración cuantitativa en el caso que hemos utilizado no procede.

En este estudio hemos utilizado la matriz V. Conesa Fernández-Vitoria que se encuentran en los apuntes de impacto ambiental de 4º curso procedente del libro "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental" de Vicente Conesa Fernández-Vitoria.

Hemos escogido esta matriz ya que tenía caracterizados los valores de los efectos y además según los apuntes es un ejemplo de matriz de valoración que está ampliamente aceptada. Por tanto, se parte de una matriz causa/efecto donde se identificarán los impactos o matriz de impacto. Se trata de una matriz con doble entrada, por un lado las acciones que causan impacto y por otro lado los factores del medio susceptibles a recibir impacto. En nuestro caso hemos hecho 3 matrices, una para cada fase de proyecto (construcción, explotación y abandono).

Tras identificar y describir los posibles efectos que se generan por la obra en cada fase, éstos se deben caracterizar. En la Figura 52 se ve el valor que le damos a cada impacto dependiendo de la característica que tenga. Junto a esto y el impacto provocado por la acción dada, tenemos que construir a criterio nuestro un sumatorio para valorar la importancia de la afección que pueda haber en el medio con el impacto provocado.

Caracterización de los efectos					
NA: NATURALEZA	(+) Beneficioso	+1	IN: INTENSIDAD	(B) Baja	1
				(M) Media	2
				(A) Alta	4
				(MA) Muy alta	8
				(T) Total	12
EX: EXTENSIÓN	(Pu) Puntual	1	MO: MOMENTO	(L) Largo plazo	1
	(Pa) Parcial	2			
	(E) Extenso	4		(M) medio plazo	2
	(T) Total	8		(I) inmediato	4
PE: PERSISTENCIA	(F) Fugaz	1	RV: REVERSIBILIDAD	(c) Corto plazo	1
	(T) Temporal	2		(M) Medio plazo	2
	(P) Permanente	4		(I) Irreversible	4
SI: SINERGISMO	(SS) Sin sinergismo	1	AC: ACUMULACIÓN	(S) Simple	1
	(S) Sinérgico	2			
	(MS) Muy sinérgico	4		(A) Acumulativo	4
EF: RELACIÓN CAUSA-EFECTO	(I) Indirecto	1	PR: PERIODICIDAD	(I) Irregular y discontinuo	1
				(P) Periódico	2
	(D) Directo	4		(C) Continuo	4
MC: RECUPERABILIDAD	(In) De manera inmediata	1	I: IMPORTANCIA	$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
	(MP) A medio plazo	2			
	(M) Mitigable	4			
	(I) Irrecuperable	8			

Figura 52. Tabla de valoración de impactos

$$I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Figura 53. Fórmula importancia

Este es pues el indicador mediante el cual se mide cualitativamente el impacto ambiental, en función de los atributos expuestos. Una vez tenemos cada impacto valorado por su importancia calculada con la fórmula de la Figura 53, procedemos a obtener su clasificación con los siguientes requisitos:

COMPATIBLE:  $0 \leq I \leq 25$

MODERADO:  $25 \leq I \leq 50$

SEVERO:  $50 \leq I \leq 75$

CRÍTICO:  $75 \leq I$

A continuación se definen cada uno de ellos, tal y como viene en los apuntes y por tanto también recogido en la Ley 21/2013:

**Impacto Ambiental Compatible:** "Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras."

**Impacto Ambiental Moderado:** "Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo."

**Impacto Ambiental Severo:** *"Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas preventivas o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado."*

**Impacto Ambiental Crítico:** *"Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras."*

## 7.1. Evaluación global de los impactos

### 7.1.1. Fase de construcción

En todas las fases del proyecto tenemos valores negativos. En la fase de construcción por ejemplo, cómo podemos ver en el siguiente cuadro predominan los impactos moderados, es decir, que con alguna medida correctora y algo de tiempo el impacto se vería reducido. Tiene sentido ya que la construcción siempre acarea problemas varios del tipo medioambiental pero que solo ocurren en esta fase y suelen desaparecer con el tiempo.

También tenemos valores parecidos de impactos compatibles y severos, los primeros prácticamente desaparecen solos y los segundos con medidas correctoras sólidas y mucho bastante tiempo, estos impactos se nos convertirán en moderados, ya más aceptables que los severos.

SIN Medidas	
	Número de impactos
COMPATIBLE	28
MODERADO	61
SERVERO	23
CRÍTICO	0
<b>TOTAL IMPACTOS</b>	<b>112</b>

CON Medidas	
	Número de impactos
COMPATIBLE	33
MODERADO	79
SERVERO	0
CRÍTICO	0
<b>TOTAL IMPACTOS</b>	<b>112</b>

### 7.1.2. Fase de explotación

En la fase de explotación, varían los valores en comparación con la fase anterior. En esta predominan los compatibles ya que la estructura está instalada y ya no hay tanto movimiento de maquinaria y demás elementos. Como podemos ver en el cuadro, existe una gran cantidad en conjunto de impactos severos y críticos. Viene dado probablemente porque al encontrarse en una zona de especial protección el tema paisajístico y biótico se verá muy afectado. Al aplicar medidas

sólidas, vemos que mejoran las incidencias de los impactos en esta fase, pero aún incluso existen impactos severos

SIN Medidas	
	Número de impactos
COMPATIBLE	16
MODERADO	7
SERVERO	12
CRÍTICO	5
<b>TOTAL IMPACTOS</b>	<b>40</b>

CON Medidas	
	Número de impactos
COMPATIBLE	17
MODERADO	13
SERVERO	10
CRÍTICO	0
<b>TOTAL IMPACTOS</b>	<b>40</b>

### 7.1.3. Fase de abandono

En esta última fase, ya quedan pocas cosas por hacer, solo recoger el material y abandonar el lugar intentándolo dejar tal y como se encontraba inicialmente. La mayoría de los impactos son compatibles, que desaparecen solos y el resto con alguna que otra medida de mayor o menos incidencia se paliaría sin problemas. Esto se debe a que solo existen dos acciones que pueden causar incidencia en el medio y las dos son temporales, por ello la relación directa de que la mayoría de la caracterización de los impactos son de tipo compatible y moderado, aunque al estar cerca de un espacio protegido, el movimiento de maquinaria aún afectará de manera severa por última vez a no ser que apliquemos medidas correctoras.

SIN Medidas	
	Número de impactos
COMPATIBLE	7
MODERADO	5
SERVERO	3
CRÍTICO	0
<b>TOTAL IMPACTOS</b>	<b>15</b>

CON Medidas	
	Número de impactos
COMPATIBLE	7
MODERADO	8
SERVERO	0
CRÍTICO	0
<b>TOTAL IMPACTOS</b>	<b>15</b>

Como afecto positivo de todo, el crecimiento de la economía y el empleo con la construcción del parque eólico y no solo eso, también un beneficio energético para la población por la adquisición en su territorio del parque.

En el anexo VI se puede ver las matriz que se han realizado para obtener la valoración final de los impactos producidos. También se encuentra un listado de los impactos que se podrían producir en la construcción, futura explotación y posible abandono de la infraestructura con su valoración respectivamente.

#### 7.1.4. Conclusión

A modo de conclusión, la valoración general del proyecto para la construcción del parque eólico en el Alto Maestrazgo dentro del término municipal de Morella, después del análisis de distintas valoraciones se ha calificado su proyecto como impacto Severo. Esta calificación viene determinada mayoritariamente por su cercanía a zonas LICs y ZEPAs. Al tratarse de una espacio protegido, el estudio de impacto ambiental nos va a dar una calificación negativa muy elevada, por tanto la solución que vamos a adoptar después de haber aplicado medidas correctoras en la ubicación del parque es una solución alternativa:

- En vista que en nuestra ubicación es donde supuestamente mayor producción eólica hay según la Figura 16 y además está limitando por el Oeste con Zonas de especial protección (aunque se trata de una zona legal para construir el parque según el Plan eólico de la Comunidad Valenciana), vamos a escoger una alternativa un poco más alejada unos 5 km hacia el Este donde veremos si vale la pena construir el parque con un menor impacto ambiental siempre y cuando la producción y por tanto los ingresos no disminuyan en grandes cantidades.

Esta Alternativa se encuentra desarrollada en el apartado 9, pero en conclusión decir que en cuanto a la variable técnico económica que los valores obtenidos serán menores, pero con un impacto ambiental menor a causa de la mayor distancia de las zonas protegidas. Habrá que establecer una ponderación a la variable medioambiental y otra a la económica y la que predomine una de la otra será la ubicación a elegir.

En principio si en la ubicación original nos encontramos dentro de los límites que nos marca la ley no hay problema, pero si existe oposición por parte de la Generalitat por el elevado impacto ambiental que supondrá la colocación del parque en la Serra d'en Seller, tendremos una alternativa que es más viable medioambientalmente pero que es menos rentable económicamente para el inversor.

## 8. Medidas correctoras y protectoras

### 8.1. Introducción

Para este apartado vamos a proponer una serie de medidas con el propósito de proteger el medio ambiente alrededor del parque eólico y además minimizar las alteraciones más significativas.

Las medidas correctoras según la definición una serie de actuaciones que tienen por objetivo reducir o eliminar los impactos y riesgos ambientales propios de la construcción de una obra.

### 8.2. Calidad del aire

Para evitar la propagación de partículas contaminantes y polvo que sucederá durante la fase de construcción del parque, aplicaremos las siguientes medidas preventivas:

- Se habilitará en una zona amplia, ya sea en la misma obra o en una zona más alejada donde pase la maquinaria para su lavado completo con el fin de evitar la dispersión de partículas contaminantes.
- Los vehículos que se utilizan para el transporte de tierra, irán provistos de lonas cubiertas con el fin de evitar la dispersión del material durante su transporte.
- Limitaremos la velocidad máxima en las inmediaciones de la obra a 20km/h y reduciéndolo a 10km/h en zonas más problemáticas.
- Se procederá al riego de la superficie terraplenada para evitar la propagación de partículas. Este agua vendrá provista en camiones cubas ya que no se puede modificar la red natural de drenaje.
- El tonelaje de los camiones de transporte de material se verá limitado para no afectar a la superficie del medio. Se prefiere más número de viajes que camiones más pesados.

### 8.3. Ruido

Para la protección acústica sobre el medio, vamos a valorar mayoritariamente los producidos en la fase de construcción ya que en la fase de funcionamiento no se producen casi impactos y en la fase de abandono prácticamente servirán los de la fase de construcción.

#### Fase de construcción

- La maquinaria deberá estar verificada y homologada según lo determina el RD 245/89 de febrero, que regula los niveles de emisión de ruidos que produce la maquinaria durante la obra.
- Se deberá revisar la maquinaria de entrada en obra frecuentemente para que los niveles de ruido se encuentren dentro de los límites establecidos.
- Si es posible, se instalarán silenciadores homologados a las diferentes maquinarias que accedan a la obra.
- Se establecerán limitaciones horarias para el paso de vehículos de gran tonelaje limitando un número máximo por hora, evitando el paso de vehículos fuera del periodo diurno de trabajo.
- Para evitar vibraciones con el paso de la maquinaria de obra se mantendrán en perfecto estado todas las partes móviles de la maquina, ya sean cojinetes, caminos de rodadura y demás elementos para el equilibrio estático y dinámico.
- La maquinaria de arranque violento deberán estar ancladas en bancadas independientes, sobre suelo firme.
- Los conductos hidráulicos por los que circula los líquidos presurizados de las máquinas deberán estar provistos de dispositivos de separación que impidan transmitir vibraciones.

### 8.4. Calidad del agua

#### 8.4.1 Aguas superficiales

Las medidas protectoras a utilizar para paliar los efectos que puedan haber en la construcción de la infraestructura con la calidad del agua son las siguientes:

- Se ubicarán los vertederos y acopios de materiales fuera de la red de drenaje.
- Se harán las operaciones de mantenimiento de la maquinaria en lugares especificados para no contaminar el suelo.
- Se procederá a la depuración del agua residual generada, y en el caso que los valores físico-químicos nos determinen que son aptos, no los verteremos al cauce original.

Como medida correctora adicional para la mejora de la calidad del agua se determina:

- Limpieza de la zona que haya sido susceptible a residuo, realizada por limpiadores autorizados en este tipo de situaciones.

#### 8.4.2. Aguas subterráneas

Puesto que la única afección prevista en la evaluación de impactos es la disminución de la calidad de las aguas por infiltración de posibles vertidos, las medidas protectoras son las ya mencionadas para las aguas superficiales.

Como la única afección prevista es la contaminación del agua por residuos a causa de la infiltración de esta, las medidas protectoras de las aguas superficiales nos servirán también para este apartado.

Las medidas correctoras a aplicar en este caso serán las mismas que en las aguas superficiales, por parte del contratista se deberá llamar a un equipo especializado en esta tarea de eliminar los vertidos producidos para mantener los buenos niveles de calidad del agua subterránea.

#### 8.5. Localización de elementos auxiliares temporales

Para que no haya una alteración ambiental relevante a la hora de ubicar las diferentes instalaciones o actividades auxiliares vamos a realizar un análisis de cada una de estas acciones:



- Superficie dedicada al acopio de material
- Localización del parque de maquinaria
- Transporte de material y tráfico de maquinaria
- Ubicación y dimensionamiento de vertederos
- Zonas de préstamo y áreas de extracción de áridos

Las instalaciones no deberán situarse en las siguientes áreas protegidas:

- Hábitats naturales de interés singular.
- Área de protección de yacimientos arqueológicos, etnológicos o paleontológicos

#### **8.5.1. Superficie dedicada a acopio de material**

Cuando finalice la construcción, el contratista limpiará la zona y situará una zona de depósito de los materiales en una zona autorizada.

El contratista se verá obligado también a realizar una descompactación del terreno que no vaya a ser utilizado durante la fase de explotación, sobre todo lo que no tenga que ver con los accesos al parque. Se disminuirá la compactación del suelo mejorando el movimiento del agua y aire e indirectamente la porosidad de este.

#### **8.5.2. Localización del parque de maquinaria**

El parque de maquinaria para el lavado de los vehículos y las revisiones periódicas que se deben efectuar, no se encontrará dentro de los límites del parque eólico. Se habilitará una zona exterior dotado de una superficie impermeabilizada y una balsa decantadora de grasas y aceites.

Cuando acabe la fase de construcción, se procederá al desmontaje y retirada y preparando el terreno para la revegetación que permita volver al suelo al estado original.

#### Transporte de material y tráfico de maquinaria

El transporte de materiales deberá procederse por caminos ya habilitados para evitar una mayor ocupación de terrenos y de usos del suelo de la zona.

### 8.5.3. Ubicación y dimensionamiento de vertederos

- El suelo del vertedero se deberá impermeabilizar en su parte de la solera que evitará la percolación al suelo. También se instalará un drenaje perimetral para un mayor control.
- Si es posible, el vertido de tierras se realizará en distintos niveles en función del tamaño que tenga para posteriormente generar con el vertido un buen drenaje interno.
- La deposición del material se hará con una potencia limitada y por tongadas, para así tener mayor control de explotación sobre el vertedero en lo que a sincronización se refiere.
- Los materiales se deberán disponer los más gruesos debajo y los más finos encima para favorecer el arraigo de la vegetación que se implante posteriormente.
- La regeneración del suelo se efectuara con la carga, transporte y extendido de las tierras previamente acopiadas. después de la aplicación de cada tongada se hará un escarificado para eliminar la compactación producida por el paso de maquinaria y la eliminación de las piedras que podían haberse quedado.

### 8.6. Protección de la vegetación

Las arboledas próximas a la traza de la infraestructura deberán protegerse de la siguiente manera:

- Las excavaciones realizadas en las proximidades del árbol tendrán que dejar un espacio suficiente para no ser afectadas por la proximidad de las raíces.
- Se jalonará temporalmente las áreas con vegetación natural de mayor valor evitando la circulación de vehículos de obra y personal de la obra.

El desbroce se realizará solamente en la superficie estrictamente necesaria y se evitará su ejecución por exceso. Se aplicarán las siguientes medidas protectoras:

- No se colocarán clavos, clavijas, cadenas, etcétera en árboles y arbustos.
- Quedará totalmente prohibido encender fuegos en la zona de obra.

- No se manipularán combustibles, aceites y productos químicos en la zona de la obra.
- No se apilarán materiales contra los troncos de los árboles.

Las instalaciones como ya he dicho antes se instalarán en una zona donde sea admisible para la regeneración de la vegetación.

## 8.7. Protección de la fauna

La construcción de elementos para el parque eólico afecta a la mayoría de las especies del suelo ya sean reptiles anfibios y demás. Para ello se intentará avisar a lo largo de las 3 fases al personal que interviene en el desarrollo del parque sobre la cautela que deben de tener con respecto a los diferentes ejemplares faunísticos.

Sin embargo en la fase de explotación lo que más se ve afectado son las aves ya que suelen chocarse contra las aspas o la propia infraestructura. Una medida para paliar estos efectos sería la plantación de una arboleda para que estas especies alzarán el vuelo pero no muy grandes porque el parque perdería efectividad eólica.

No obstante, con estudios desarrollados en instalaciones similares en otro puntos del país, las colisiones, aunque posibles, suelen ser reducidas en cuanto al número de ejemplares afectados.

## 8.8. Protección y conservación de suelos

### 8.8.1. Recuperación y mantenimiento de la capa superior de suelo vegetal

El estado en que se encuentre el suelo posteriormente a la obra, va a ser clave para la restauración, revegetación e integración del paisaje. La mayoría de las obras van a ocupar una gran capa superficial susceptible a ser regenerada y restaurada ambientalmente.

La retirada selectiva del material y el manejo cuidadosos para no destruir el recurso natural del suelo van a ser características claves posteriormente durante el proceso de restauración.

### 8.8.2. Retirada selectiva de la capa superior de tierra vegetal

- La retirada de la capa superficial se hará de manera concreta por separado con respecto a otras capas de terreno más estériles y no aprovechables.
- La retirada del suelo se realizará en ciertos periodos, cuando el suelo esté seco y friable.
- Las operaciones de retiradas de suelo se realizarán con la máxima cautela, intentando que no pase maquinaria pesada anteriormente. Se tendrá que planificar rutas alternativas para la maquinaria para q no circulen por los sitios donde se haya retirado tierra vegetal.

### 8.8.3. Almacenamiento y acopio

- Dada la dificultad que tiene la captación de tierra vegetal, el almacenamiento y acopio deberá realizarse de forma adecuada para prevenir el deterioro de la tierra. Este acopio se desarrollará con tal de no afectar a las obras que se llevan a cabo y siguiendo las siguientes pautas:
- La tierra vegetal extraída y los materiales estériles se acopiarán de forma separada para evitar contaminaciones y confusiones a la hora de tratar con ellos.
- Para elegir las ubicaciones de acopios, se distinguirá por encima los lugares llanos, de fácil drenaje y alejado de las zonas de ajeteo de la obra y de tránsito de maquinaria para evitar su contaminación.

### 8.8.4. Fertilización y abonado

Aunque e suelo de por sí pueda ser utilizado de manera efectiva para la regeneración del terreno, no hay obstáculo para el cual pueda ser modificado con fertilizantes, sobre todo cuando vayan a plantarse vegetales con requerimientos específicos.

En caso de ser necesaria la fertilización, se distribuirá el abono conjuntamente con la tierra vegetal, formando una mezcla. Posteriormente se extenderá en las zonas donde quiera procederse a la revegetación. La mezcla se hace momentos previos de ser cargada en el área de acopio. Solamente se abonarán las tierras vegetales que vaya a ser extendidas ese mismo día, siempre y cuando no llueva.

## 8.9. Integración paisajística

Las diferentes medidas correctoras a aplicar para lograr una factible integración ambiental y paisajística de las obras de construcción del parque eólico, una de las ventajas que se adquiere a la hora de mitigar las zonas que se han quedado desnudas es la creación de una cobertura vegetal.

Esta medida tendrá además efectos secundarios positivos en la fase de construcción y explotación de la obra:

- Minimización del impacto paisajístico y visual al poner en sintonía los viales de acceso y el entorno, reduciendo los efectos y suavizando los aspectos no gratos perceptibles para la vista humana.
- El recubrimiento contribuye a mantener los suelos más estables.
- Reduce el proceso erosivo de la cubierta vegetal cuando existen días de viento que provocan erosión o días de lluvia que escurren la capa.
- Sirve como labor compensatoria de la superficie que ha sido afectada, facilitando la restauración de la capa superficial y por consiguiente permitiendo la evolución de la vegetación autóctona de nuevo.
- Sirve de señalización del recorrido a seguir con la aportación de componentes vegetales verticales que hacen que el trazado sea más reconocible.

## 8.10. Protección del patrimonio arqueológico y cultural

En cuanto al patrimonio arqueológico natural, en la Serra d'en Seller no encontramos nada importante de relevancia a destacar. Por tanto no serán necesarias tomar medidas protectoras y correctoras. Sin embargo, si topamos durante la construcción con algún yacimiento deberemos paralizarla hasta que un técnico especialista valore la importancia de los objetos hallados.

## 8.11. Protección vías pecuarias y senderos

En la ubicación del parque, en la colina no hay vías pecuarias que visualicemos, pero si senderos , ya que en la sierra suelen haber senderistas que recorran la superficie del parque como alternativa lúdica, por tanto se les cortará el paso a los senderos que accedan a la localización del parque.

## 8.12. Gestión de residuos

Este apartado es uno de los más importante a tener en cuenta ya que su mal uso puede ser severo para el medio

En este apartado vamos a ver los principales tipos de residuos de construcción y demolición que se generan y como mitigar cada uno con una serie de medidas características:

### 8.12.1. Tierras y pétreos de la excavación

Los materiales se almacenará en una base rígida para evitar desperdicios y garantizar una mejor separación en caso de tener agentes contaminantes. En cuanto a la reutilización de estos, siempre que no estén contaminados podrán ser reutilizados. Una persona física cualificada deberá valorarlo.

### 8.12.2. Hormigón

Se intentará en la mayoría de los casos hacer el hormigón en planta no solo porque nos asegura una mayor calidad en la puesta en obra sino que así reduciremos más las afecciones que si lo hiciéramos con morteros en obra. Si existiera excedente de este, se deberá depositar en contenedores adecuados.

### 8.12.3. Elementos metálicos

Se aportará un número determinado según lo que mande el proyecto para evitar una carga excesiva de material en obra. También se deberá crear una correcta planificación para su colocación a fin de evitar recortes y elementos sobrantes.

El acopio se llevará a cabo en un lugar cubierto hasta el momento del uso, protegido por la lluvia.

### 8.12.4. Residuos plásticos

Las tuberías y demás elemento aislantes se pedirán en la medida de lo posible lo más justo que se puedan de acuerdo a las medidas redactadas en el proyecto, solicitando además a los suministradores el menos embalaje posible para evitar que contamine el medio. Las tuberías deberán estar sujetas con separadores y sobre un sitio llano con tal de que no rueden.

### 8.12.5. Residuos potencialmente peligrosos

La lista de residuos potencialmente peligrosos que se pueden generar durante la fase de construcción de la infraestructura:

- Aceites y lubricantes usados (reparación de maquinaria)
- Filtros usados de aceite (mantenimiento de maquinaria)
- Anticongelantes (mantenimiento de maquinaria)
- Ácido y plomo en baterías (mantenimiento de maquinaria)
- Trapos y bayetas contaminados.
- Pastillas y líquidos de freno.
- Suelos contaminados (reparaciones de maquinaria, acopios de materiales peligrosos)
- Hidrocarburos (combustibles)
- Productos de limpieza.
- Óxidos y metales (soldaduras, trabajos con estructuras metálicas)
- Adhesivos.
- Líquidos de curado y aditivos de hormigón.
- Desencofrantes.

Al inicio de la obra se redactará un plan de gestión de residuos que planificará los siguientes aspectos:

- Ubicación cerrada de un lugar dentro de la obra para el almacenaje temporal de residuos peligrosos. deberá contar con una cubeta de hormigón y una lona que los proteja de la radiación solar y la lluvia.
- La correcta elección de los bidones y recipientes a utilizar en función del tipo de residuos. Estos recipientes han de ser estancos y estarán identificados claramente los códigos y pictogramas establecidos por la legislación vigente.
- Bidones y recipientes han de ser estancados e identificados dependiendo del residuo que vayan a contener. En su banda exterior deberá indicar la peligrosidad del residuo que vaya a contener.
- Se deberá hacer un control detallado del residuo generado y la salida de estos de la obra. Posteriormente se deberá llevar a un sitio seguro de tratamiento en función del tipo de residuo.
- Medidas compensatorias

### **8.13. Creación de un observatorio del medio natural.**

Se aprovechara la construcción de la obra para en cierto punto que determine la administración ubicar un observatorio natural. En este lugar se situará diversa información sobre la construcción del parque, el proceso de generación de la energía eólica y el medio natural de la comarca.

Del mismo modo, se prevé la celebración de actividades de formación ambiental escolares y otros colectivos, tanto de regiones adyacentes como de la comunidad.

### **8.14. Colaboración con el organismo medioambiental.**

Se propondrá una colaboración con los organismos relacionados con el medio ambiente para crear actividades relacionadas con las energías renovables y hacer uso a partir de ello de la concienciación y divulgación a la población.

Y como ya hemos explicado en anteriores apartados, se procederá a la restauración paisajística del entorno afectado acondicionándolo hasta intentar que llegue al estado anterior al inicio de las obras. Este trabajo se hará mediante la repoblación de las capas superficiales del suelo en donde la vegetación es más vulnerable y que con la ayuda de abonos y la propia tierra se mejorará el estado natural que tenía.



## 9. Alternativa

Como vemos en la Figura 54, alrededor de la ubicación de la alternativa no existen problemas de zonas protegidas como en la ubicación original, por tanto es lógico que en el Anexo X correspondiente a la matriz de impacto ambiental de la alternativa, sea bastante menor que la de la zona de origen.

### 9.1. Producción del aerogenerador y del parque en la ubicación alternativa seleccionada

En cuanto a la producción eólica que es lo que nos interesa también, nos sale que tenemos en la ubicación de la alternativa una velocidad media de 7.64 m/s (alrededor de 1 m/s menos de media).

Elevación	671	m
Hbuje	135	m
Hfinal	806	m
Weibull C	8.54	
Weibull K	1.635	
T	11	Cº
Den ref.	1.225	Kg/m <sup>3</sup>
Densidad	1.13	Kg/m <sup>3</sup>

Altura	135
Velocidad(m/s)	7.64
Weibull C(m/s)	8.54
Weibull K	1.635

En la tabla anterior vemos los nuevos valores que tiene la nueva ubicación con respecto de la original. La alternativa tiene valores más bajos de Altitud, velocidad, factores de forma, factor de escala pero sube la densidad.

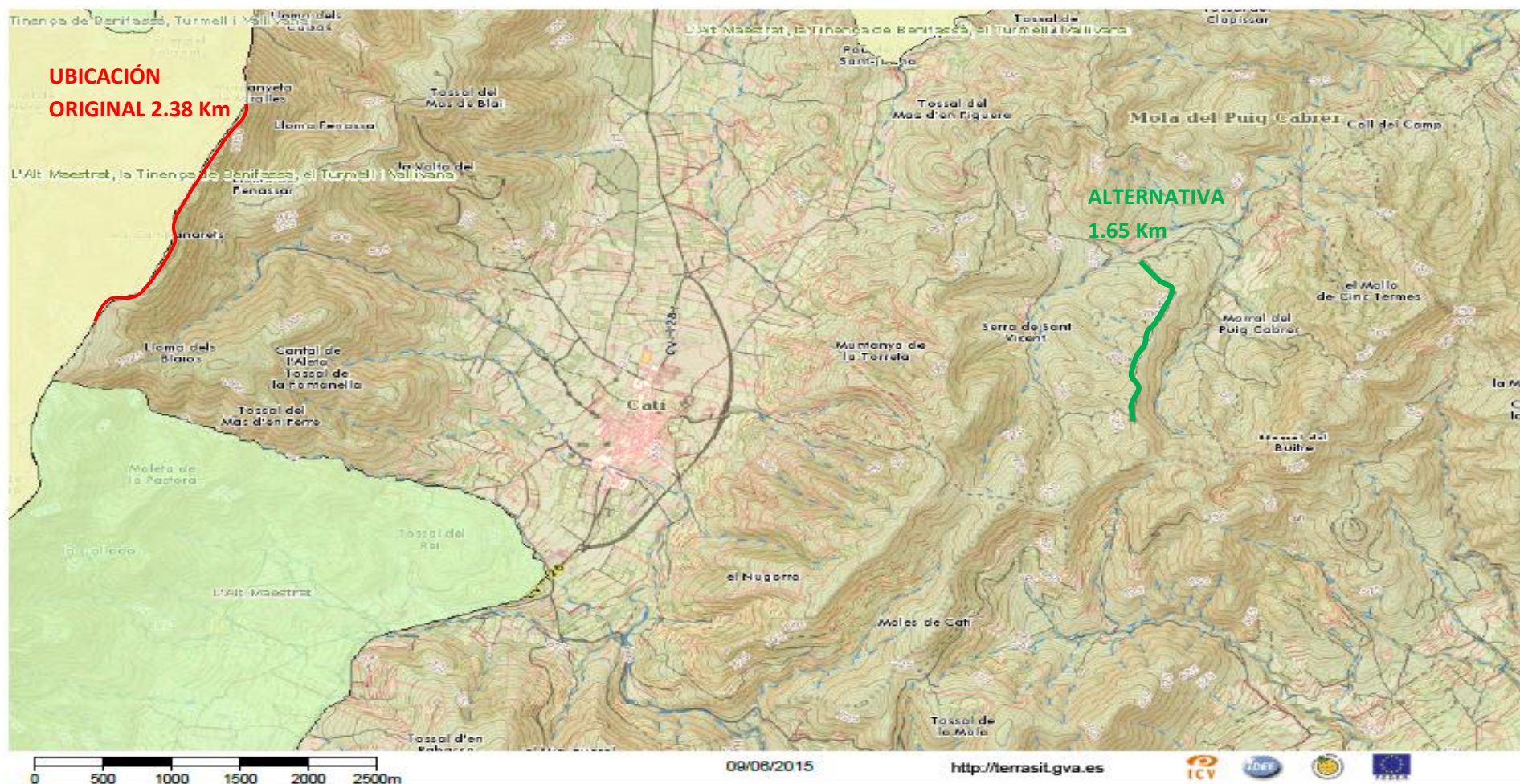
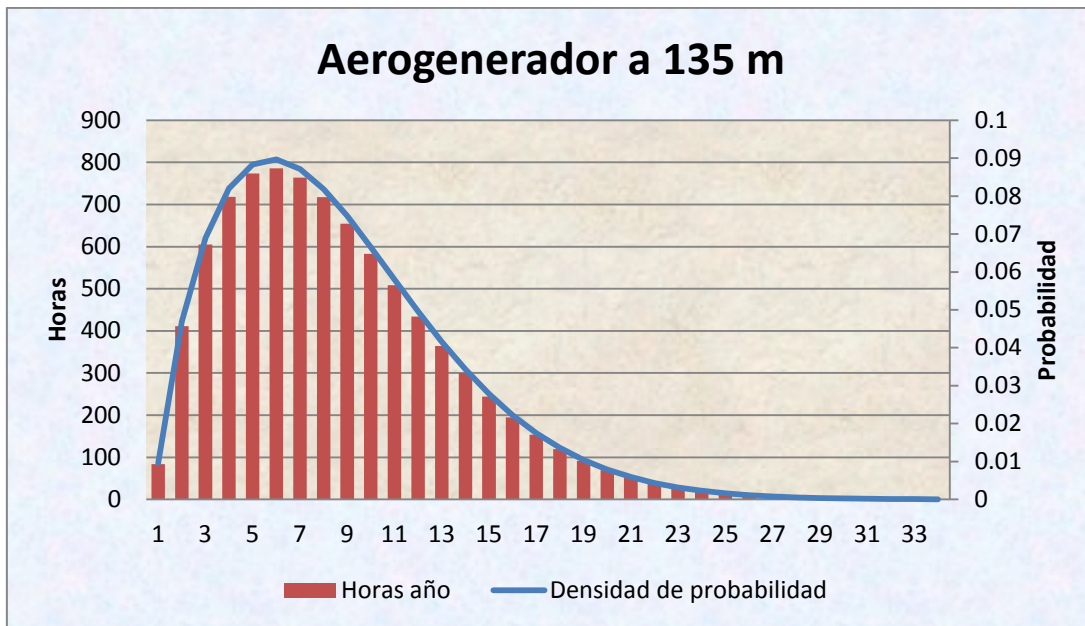


Figura 54. Mapa topográfico ubicación alternativa (Terrasit)

Vamos a ver ahora el cálculo de la función de densidad de probabilidad Weibull para la ubicación alternativa del parque eólico y una representación gráfica:

Vel (m/s)	Vel calculo	Probabilidad acumulada	Densidad f(%)	Horas año
0	0.5	0.009611404	0.009611404	84.1959008
1	1.5	0.056545415	0.046934011	411.141936
2	2.5	0.125570186	0.069024771	604.656996
3	3.5	0.207532865	0.081962678	717.993062
4	4.5	0.2958807	0.088347835	773.927039
5	5.5	0.385553926	0.089673226	785.537461
6	6.5	0.472707378	0.087153452	763.464239
7	7.5	0.554566646	0.081859268	717.087188
8	8.5	0.629296718	0.074730072	654.635429
9	9.5	0.695860021	0.066563303	583.094538
10	10.5	0.753866239	0.058006218	508.134466
11	11.5	0.803422705	0.049556466	434.114639
12	12.5	0.844994296	0.041571591	364.167136
13	13.5	0.879279583	0.034285287	300.339118
14	14.5	0.907107264	0.027827681	243.77049
15	15.5	0.92935432	0.022247055	194.884203
16	16.5	0.946885266	0.017530947	153.571092
17	17.5	0.960510442	0.013625176	119.35654
18	18.5	0.970960389	0.010449947	91.541536
19	19.5	0.97887308	0.007912691	69.3151726
20	20.5	0.984790769	0.005917689	51.8389553
21	21.5	0.989163556	0.004372787	38.3056147
22	22.5	0.992357205	0.003193649	27.9763617
23	23.5	0.994663257	0.002306053	20.2010219
24	24.5	0.996309992	0.001646735	14.4253986
25	25.5	0.997473206	0.001163214	10.1897545
26	26.5	0.998286181	0.000812975	7.12166249
27	27.5	0.998848483	0.000562302	4.92576357
28	28.5	0.999233449	0.000384966	3.37230081
29	29.5	0.999494374	0.000260925	2.28570287
30	30.5	0.99966949	0.000175116	1.53401234
31	31.5	0.999785881	0.000116391	1.01958571
32	32.5	0.999862505	7.66243E-05	0.67122854
33	33.5	0.999912477	4.9972E-05	0.43775493
<b>Suma</b>				<b>8759</b>



En el siguiente resumen, vemos como para 135 m de altura de buje, el aerogenerador que mayor rendimientos da es el E-101, como pasaba en la ubicación original. Por tanto, vistos los valores de la actual ubicación y comparados con los originales, vemos que a la hora de selección del aerogenerador no variará prácticamente, por tanto damos por válida la elección del E-101 a 135 m. En lo que nos tendremos que fijar será como habrán variado los valores de producción ya que condicionan los demás valores de rentabilidad.

#### Aerogeneradores a 135 m

Tipos:	Potencia	Producción (MWh-año)	Horas equivalentes (horas)	Factor utilización
E-82 E2 (1)	2000	6570.843939	3205.29	0.3659007
E-82 E2 (2)	2300	6987.443814	2973.38	0.33942698
E-82 E3	3000	7622.131515	2973.38	0.33942698
<b>E-101</b>	<b>3000</b>	<b>9833.722185</b>	<b>3224.17</b>	<b>0.3680561</b>
E-126	7500	18946.924403	2499.59	0.2853418

Los valores de producción para el mismo aerogenerador han variado de 10.630 a 9.833 MWh anuales. También tiene menor número de horas que el aerogenerador trabaja a potencia nominal (3224 h) frente a las 3485 anteriores y en consecuencia menor factor de utilización, 0.368 frente al 0.398, un 3% superior.

En general estos valores no suponen un cambio importante en comparación con los molinos del parque original, pero habrá que esperar a ver como varían con la implementación del parque.

## 9.2. Estudio económico del aerogenerador y del parque en la ubicación alternativa seleccionada

Manteniendo las hipótesis de la Tabla 5, los valores del flujo de caja son los siguientes:

	Potencia MW	Ingresos	Mantenimiento	Inversión
E-82 E2 (1)	2	328,542.20 €	197.13 €	2,000,000.00 €
E-82 E2 (2)	2.3	349,372.19 €	209.62 €	2,300,000.00 €
E-82 E3	3	381,106.58 €	228.66 €	3,000,000.00 €
E-101	3	491,686.11 €	295.01 €	3,000,000.00 €
E-126	7.5	947,346.22 €	568.41 €	7,500,000.00 €

Como ya he comentado antes, al reducirse la producción, también se va a reducir los valores del flujo de caja (Ingresos y Mantenimiento) a excepción de la Inversión que se mantendrá igual ya que depende de la potencia del molino.

A continuación se presenta el VAN y el TIR del aerogenerador E-101 a 135 m para la ubicación alternativa:

Tasa de descuento	VAN
	E-101
0%	9,284,777.44 €
1%	7,930,202.48 €
2%	6,785,525.76 €
3%	5,813,365.73 €
4%	4,983,613.05 €
5%	4,271,920.83 €
6%	3,658,525.06 €
7%	3,127,319.72 €
8%	2,665,129.19 €
9%	2,261,133.71 €
10%	1,906,414.32 €
11%	1,593,591.09 €
12%	1,316,534.59 €
13%	1,070,134.98 €
14%	850,116.71 €
15%	652,889.11 €
16%	475,425.79 €
17%	315,166.76 €
18%	169,938.86 €
19%	37,890.85 €



20%	-82,559.74 €
21%	-192,770.28 €
22%	-293,908.95 €
23%	-386,984.43 €
	<b>TIR</b>
	19.30%

Como podemos observar, ha bajado alrededor de dos puntos porcentuales el valor del TIR como consecuencia de la menor producción.

En principio un poco de producción menos no pasaría nada siempre y cuando los valores finales de las matrices de impacto ambiental de las alternativas sean mucho menores que los de la matriz de impacto ambiental de la ubicación original. Sin embargo, esta nueva ubicación tiene una longitud de 1.65 Km, por tanto menos pérdidas pero menor producción eólica. Pasamos de tener 11 aerogeneradores a 8. Por consiguiente, en vez de instalar 33 MW instalaremos 24 MW.

Con los mismos criterios establecidos que en el apartado 4.3. del VAN y el TIR para pasar de aerogenerador a parque, en esta ubicación tenemos para 8 molinos:

VAN	
Tasa de descuento	E-101
<b>0%</b>	64,444,497.33 €
<b>1%</b>	54,692,208.20 €
<b>2%</b>	46,451,085.60 €
<b>3%</b>	39,452,000.30 €
<b>4%</b>	33,478,179.53 €
<b>5%</b>	28,354,337.39 €
<b>6%</b>	23,938,182.41 €
<b>7%</b>	20,113,759.11 €
<b>8%</b>	16,786,209.25 €
<b>9%</b>	13,877,635.84 €
<b>10%</b>	11,323,826.63 €
<b>11%</b>	9,071,649.63 €
<b>12%</b>	7,076,975.83 €
<b>13%</b>	5,303,017.03 €
<b>14%</b>	3,718,991.13 €
<b>15%</b>	2,299,047.16 €

<b>16%</b>	1,021,396.49 €
<b>17%</b>	-132,391.58 €
<b>18%</b>	-1,177,962.69 €
<b>19%</b>	-2,128,644.91 €
<b>20%</b>	-2,995,831.34 €
<b>21%</b>	-3,789,294.32 €

<b>TIR</b>
16.88%

Como vemos, los valores del VAN y el TIR han disminuido considerablemente en lo que respecta a los valores totales del parque. Con respecto a los datos de la ubicación original, el VAN para una tasa del descuento del 0% ha pasado de ser 98.482.984€ a 64.444.497 € y el TIR ha pasado de 18.65% a 16.88%.

## 10. Programa de vigilancia ambiental

### 10.1. Introducción

Según la definición que da el estado de Programa de vigilancia ambiental declara: "El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental".

Los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

1. Controlar que las medidas correctoras propuestas en las 3 fases de ejecución se cumplen en todas las fases del proyecto.
2. Que las medidas aplicadas para paliar los efectos negativos ambientales son las correctas y que las comprobaciones de estas se producen con periodicidad. En caso de que las medidas sean ineficaces, se determinarán las causas y se procederá a establecer remedios adecuados.
3. Detectar impactos no previstos en el Análisis de Impacto Ambiental y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.

Se nombrará un equipo de seguimiento del proyecto, encargado de desarrollar el Programa de Vigilancia Ambiental. Este equipo estará formado, al menos, por un técnico competente con titulación superior y un ayudante. Para ciertas materias específicas, deberá recabarse la colaboración de especialistas.

Para el desarrollo de Programa de Vigilancia Ambiental, deberemos tener un individuo siguiendo las pautas del proyecto para que tenga constancia de todas las actuaciones. Este requerirá de titulación superior en el tema competente e irá provisto de un ayudante para ciertas materias específicas, o dudas que le puedan surgir.



## 10.2. Programa de vigilancia ambiental en fase de construcción

### 10.2.1. Calidad atmosférica

La calidad del aire en la fase de construcción viene manipulada por la generación de polvo y partículas que se desarrollan con el paso de maquinaria y vehículos y el movimiento de tierras. Las medidas propuestas inicialmente son riegos superficiales de carácter temporal en las zonas de trabajo que permitan un asentamiento de las partículas en el suelo.

Las medidas de vigilancia se centrarán en las labores de aseguramiento de ejecución de las medidas anteriormente dichas y por tanto, verificar la mínima afección que producen los contaminantes.

Por otra parte, la maquinaria genera una serie de contaminantes a la atmósfera pero de menor densidad de impacto que el polvo, por tanto limitando el paso de vehículos y teniendo un buen informe sobre los datos de emisiones proporcionados durante la ITV, nos aseguramos del correcto funcionamiento de la maquinaria y por tanto del desarrollo medioambiental de la obra.

### 10.2.2. Niveles sonoros

Para evitar molestias a la fauna o a los trabajadores de la obra incluso de los municipios cercanos, es vital establecer un umbral sonoro en el que la maquinaria y los vehículos no lo superen y así puedan desarrollarse el hábitat exterior en condiciones aceptables.

La generación de ruido en la obra se debe básicamente a la maquinaria como he comentando anteriormente y a las actuaciones dentro de la obra.

El ruido generado por la maquinaria, en la mayoría de los casos depende del estado en el que se encuentre. Para evitar el empleo de maquinaria que se exceda en el nivel de decibelios por encontrarse en mal estado, es posible realizar labores de vigilancia.

### 10.2.3. Hidrología superficial

En principio las labores de mantenimiento de la maquinaria se deberá hacer en talleres habitados para estos vehículos. Si no fuera posible esto, se prepararía un Plan de Vigilancia de las Tareas de Mantenimiento para controlar los vertidos accidentales en los suelos de la obra y más si hay zonas de agua próximas.

En este plan se incluirán la ubicación de las plantas de manipulación de maquinaria y también las actuaciones que se van a desarrollar para el control de los residuos generados por estos equipos, que a la vez se incluirán en el Plan de Gestión de residuos que destaca el control de estos residuos generados y su importante manipulación y vertido en sitios especializados para ello como bien está desarrollado en el apartado de medidas correctoras.

Se vigilará que durante la fase de construcción no hayan modificaciones excesivas en las redes y sistemas de drenaje natural a causa del movimiento de tierras y la ejecución de las diferentes actuaciones en obra. No solo se vigila para el drenaje natural del cauce, sino también para controlar la erosión superficial y genere un arrastre de sólidos. Deberá ser revisado con periodicidad, sobretudo en épocas de lluvia es vital que aseguren un correcto funcionamiento mediante la limpieza de sedimentos y reposición de daños.

Por último, se procederá al control y vigilancia de la limpieza del cauce para que el curso natural no tenga ningún problema.

#### **10.2.4. Suelos**

Las medidas planteadas en apartados anteriores para el control del vertido de maquinaria en cuanto a la hidrología son similares a los que tenemos que aplicar en los suelos.

En las actuaciones de movimiento de tierra se deberá controlar aunque sea visualmente la retirada cautelosa de suelo vegetal y comprobar el buen acopio de estos.

Se deberá comprobar que en la ejecución de los trabajos de obra se planifique de tal manera que las capas superficiales no queden al descubierto y se vean afectadas por los procesos erosivos.

De igual forma se vigilarán los procesos de inestabilidad del suelo. Se prestará especial atención a terraplenes y desmontes en el camino de acceso y se verificará si los caminos están lo suficientemente compactados como para poder soportar un camión de transporte de secciones de aerogeneradores.

#### **10.2.5. Flora y vegetación**

Se hará especial hincapié en la protección vegetal y forestal frente al riesgo de incendios intencionados o no.

Para la restauración vegetal, se vigilarán los procesos de hidrosiembra y plantación, controlando los aspectos que tienen relación en este apartado con la maquinaria, producción y ejecución:

- Como primera medida de control se establecerán diferentes zonas de delimitación a partir del jalonamiento.
- Se comprobarán la procedencia de las diferentes plantaciones, semillas y abonos y si cumplen con los certificados de garantía del fabricante.
- A lo largo de las tareas de plantación se recogerán datos de su fecha, de las condiciones ambientales, de las condiciones de trabajo, observaciones, etc.
- Se tendrá que planificar aparte todo lo relacionado con las tareas de hidrosiembra y plantaciones para evitar que el terreno quede desnudo y minimizar los daños en este estado.
- Existirá en obra un equipo de vigilancia para evitar que se produzcan algún daño a las siembras y plantaciones.
- Cuando finalicen las labores de hidrosiembra y plantaciones se procederá aleatoriamente a supervisar la ejecución de estas. Además se tendrá que asegurar la ejecución correcta de las labores de mantenimiento

#### 10.2.6. Fauna

En la fase de construcción se harán muestreos previos a la ejecución de la obra creando medias protectoras o trasladando los ejemplares que puedan verse afectados a lugares cercanos en caso que fuera necesario.

Se obligará al personal de obra a circular con cuidado con la maquinaria para proteger el hábitat. También se establecerán horas de trabajo específicas para que no afecte por completo a los animales.

#### 10.2.7. Medio socioeconómico

Otro tema importante a tener en cuenta es la seguridad del personal que trabaja en obra. Siempre debemos evitar en cualquier medida el riesgo de accidentes del personal de obra y el ajeno a esta. Las medidas adoptar vendrán especificadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo que vendrá adjuntado al proyecto y deberá cumplirse sin excepción.



Habría que poner atención especial a las diferentes carreteras auxiliares que tendremos en la obra o en los accesos para evitar colisiones. Por tanto deberemos señalizar adecuadamente los puntos más conflictivos incluso los de mayor volumen de tránsito para evitar hechos indeseados.

### 10.3. Programa de vigilancia ambiental en fase de explotación

En la fase de explotación deberemos comprobar que:

- Las medidas protectoras y correctoras adoptadas durante la fase de construcción hayan sido pasado un tiempo efectivas en el caso de la implementación de la vegetación. Si se diera el caso de que no se cumple con los objetivos previstos, se planteará un refuerzo o complementación de las medidas ya adoptadas.

- Asegurarse de las labores de conservación y mantenimiento de las obras relacionadas sobretodo con la cubierta vegetal, como riegos, resiembras etc.

- Intentaremos detectar las afecciones no desarrolladas en el Estudio de Impacto Ambiental y intentar manejarlas para que posteriormente podamos resolverlas.

Cuando finalicen las obras de la fase de construcción, se detallaran las ubicaciones de las zonas restauradas para que en la fase de explotación haya una mejor organización para facilitar las inspecciones y el seguimiento periódico previsto.

#### 10.3.1 Niveles sonoros

Una vez la explotación ya esté en marcha, las únicas infraestructuras que generarán ruido serán los propios aerogeneradores y los diferentes vehículos que se acerquen en alguna ocasión a realizar labores de mantenimiento . por tanto en esta fase no destacaremos mucha afección por parte de los decibelios generados por la infraestructura o por su mantenimiento.

Se estudiará estos niveles con los establecidos en el Estudio de Impacto Ambiental para ver si las medidas son las correctas y si no se intentará paliarlas de forma inmediata y eficaz.

### 10.3.2. Hidrología

En cuanto a la hidrología, se vigilará periódicamente que las labores de limpieza, mantenimiento de las cunetas y obras de drenaje estén en condiciones óptimas para que la cuenca fluya como lo hacía originalmente.

Se vigilará en ocasiones especiales como son periodos excepcionales de lluvia extremas o cada 2 años más o menos.

### 10.3.3. Suelos

Los controles de vigilancia se centrarán en que los suelos replantados y revegetados no hayan sufrido procesos erosivos básicamente. Se tendrá constancia de cada una de las especies que hemos plantado en la fase de construcción para paliar los efectos sobre el medio ambiente y se hará un informe de cómo ha afectado de manera directa o indirecta al terreno.

### 10.3.4. Flora y vegetación

El control de la puesta en práctica de las medidas se llevará a cabo visualmente con cierta periodicidad de muestreo.

Se controlará que se cumpla el mantenimiento descrito en las medidas correctoras y protectoras en cuanto a vegetación se refiere correspondiente en especial a riegos y si sucediera, el control de enfermedades, podas, etc.

En cuanto a la revegetación, verificaremos que se cumplen los siguientes parámetros:

- Nivel de implantación que ha adquirido la vegetación en el territorio.
- Se darán valores correspondientes sobre la correcta germinación de semillas. Con ellos se podrán caracterizar las áreas con deficiencias proponiéndose en este caso operaciones correctoras viables.
- La eficacia de revegetar como protector de la erosión del medio.
- Evolución edáfica de los suelos.
- Se anotará de manera general las observaciones acerca del desarrollo de la vegetación espontánea. Esto proporcionará información sobre las especies de rápida adaptación al medio que podrán ser utilizadas en otras zonas que requieran actuaciones especiales de rapidez inmediata.

- El equipo que se encarga de la vigilancia podrá recomendar cambios en las diferentes vegetaciones si no presentan resultados que se requieran.

#### 10.3.5. Fauna

En la fase de funcionamiento de la infraestructura se recogerán con la periodicidad indicada datos sobre las afecciones producidas por los aerogeneradores a la fauna, teniendo especial atención al apartado avifaunístico.

Se anotarán tanto la zona exacta del choque y la estructura eólica que lo ha generado. También se recogerán datos sobre la especie que ha sufrido colisión, así como el momento en que lo sufrió.

Finalmente se elaborará un informe mensual en donde recalcará los registros producidos para establecer una secuencia en espacio y en tiempo de estos hechos.

#### 10.4. Programa de vigilancia ambiental en fase de abandono

El programa de vigilancia ambiental en la fase de abandono es prácticamente similar al de la fase de construcción ya que son las mismas acciones o muy parecidas. Por tanto debemos controlar la en el proceso de desmontaje de la obra lo mismo que se hacía en la construcción, seguramente tendrá menos afecciones ya que es más llevadero pero aún así más vale aplicar las mismas medidas de vigilancia para no llevarse sorpresas y más cuando estamos concluyendo definitivamente la infraestructura.

## 11. Bibliografía

Villarrubia M. (2004). Energía eólica. Barcelona: Ediciones Ceac

Rodríguez Amenedo. José Luis (2003). Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica. Alcorcón: Rueda

Romero. I. (2012). Introducción a la evaluación de impacto ambiental. Valencia : Universitat Politècnica de Valencia

Evaluación de la calidad del aire en la Comunidad Valenciana. Año 2010. Generalitat Valenciana

Ficha de actuación municipal Morella. Año 2014. Generalitat Valenciana

Mapa acuífero nº 55 "Javalambre-Maestrazgo"

Mapa geológico de Morella, fuente Instituto Geológico y Minero en España

### Enlaces web:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_e%C3%B3lica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica)

AEE: Asociación Empresarial Eólica ([www.aeolica.org](http://www.aeolica.org))

[www.atlaseolico.idae.es](http://www.atlaseolico.idae.es) (Mapa eólico de la CV)

Agencia Valenciana de la energía (Plan eólico de la CV)

[sigpac.magrama.es](http://sigpac.magrama.es) (Mapa topográfico )

[terrasit.gva.es](http://terrasit.gva.es) (Mapa interactivo Terrasit)

Banco de datos de la biodiversidad de la Comunidad Valenciana

*Junio 2015*

César García Aznar

