

D. FELIPE MACÍAS VÁZQUEZ, CATEDRÁTICO DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA DE LA FACULTAD DE BIOLOGÍA Y D^a CARMEN NIETO OLANO, PROFESORA COLABORADORA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

CERTIFICAN:

Que el presente trabajo titulado **“Evaluación de Impacto Ambiental de Parques Eólicos en Galicia”**, que para optar al grado de Doctora en Ciencias Biológicas presenta ANA MARÍA GARCÍA ARRESE, ha sido realizada bajo nuestra dirección en el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Biología (Universidad de Santiago de Compostela).

Considerando que representa trabajo de Tesis, autorizo su presentación ante la Comisión de Doctorado de la Universidad de Santiago de Compostela.

Y para que conste, expedimos el siguiente certificado en Santiago de Compostela, a 14 de Abril de 2005.

Fdo.: Dra. D^a. Carmen Nieto Olano

Dr. D Felipe Macías Vázquez



DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA

FACULTAD DE BIOLOGÍA

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

DE PARQUES EÓLICOS EN GALICIA

ANA MARÍA GARCÍA ARRESE

A porta de un muiño

Póñome a considerar

As voltas que da o rodicio

E aínda as que ten que dar

López y Lorenzo (1930) en B. Bas (1991)

*“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto,
y pensar lo que nadie más ha pensado”*

Albert Szent-Gyargi (1893-1986). Bioquímico

ÍNDICE

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	9
CAPITULO I. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	13
I.1. INTRODUCCIÓN.....	15
I.2. LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE EIA.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	141
CAPÍTULO II. LOS PROYECTOS DE PARQUES EÓLICOS.....	143
II.1. EL RECURSO EÓLICO. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO.....	146
II.2. ENERGÍA EÓLICA EN GALICIA.....	158
II.3. DISEÑO, DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS.....	184
BIBLIOGRAFÍA.....	243
CAPITULO III. EL ESTUDIO DEL MEDIO EN LOS ESIA.....	245
III.1. METODOLOGÍA DE LOS ESIA DE LOS PARQUES EÓLICOS.....	249
III.2. RESULTADOS. LA SERRA DO XISTRAL.....	278
BIBLIOGRAFÍA.....	389
CAPITULO IV. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	397
IV.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	399
IV.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENERADOS POR INSTALACIONES EÓLICAS EN GALICIA.....	408
IV.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MATRIZ DE IMPACTOS.....	419
IV.4. FASE DE ABANDONO DE LA ACTIVIDAD.....	425
BIBLIOGRAFÍA.....	426

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTORAS.....	427
V.1. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO.....	429
V.2.IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO.....	454
V.3. IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS.....	468
V.4. IMPACTO PAISAJÍSTICO.....	471
BIBLIOGRAFÍA.....	480
CAPITULO VI. LOS PLANES DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL.....	483
VI.1. GENERALIDADES.....	485
CONCLUSIONES GENERALES.....	495

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El **Programa Mundial del Clima** se creó en 1979 con los objetivos de: impulsar el estudio de los procesos climáticos y de los impactos que a escala global tendría un calentamiento de la Tierra, vigilar la evolución del clima y determinar el grado de implicación del proceso de industrialización. Pero no fue hasta 1988, durante la Conferencia Internacional sobre el Clima celebrada en Toronto cuando se anunció por primera vez un objetivo político de reducir un 20% las emisiones antropogénicas de CO₂ en el año 2005 y un 50% en el año 2025 con respecto a las emisiones del año 1988 (OMM, 1988). Desde entonces se han sucedido los encuentros internacionales sobre el cambio climático, entre otros temas de interés, siendo destacable la aprobación del **Protocolo de Kyoto** el 10 de diciembre de 1997, que ha entrado en vigor el 16 de febrero de 2005, tras la ratificación por parte de Rusia en septiembre de 2004. Constituye un documento internacional de gran relevancia al suponer el compromiso de los países industrializados para la reducción de la emisión de gases responsables del efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso) al objeto de afrontar la amenaza del cambio climático. El Protocolo exigía inicialmente a los países industrializados reducir sus emisiones de gases que causan el efecto invernadero en un promedio de 5% entre los años 2008 y 2012, con relación a las emisiones registradas en 1990. En concreto, la Unión Europea (UE) se comprometió a disminuir en 8% sus emisiones globales de seis gases contaminantes, muy en especial el dióxido de carbono durante el mismo período.

En mayo de 2001 los 15 países de la UE ratificaron el Protocolo de Kyoto, cumpliendo la prioridad más importante de su VI Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente (2001-2010) como un primer paso hacia la meta a largo plazo de una reducción del 70%. Aunque la UE cumplió el compromiso de estabilizar en el año 2000 sus emisiones de CO₂ en los niveles de 1990, los objetivos propuestos requieren medidas adicionales. Puesto que el sector de suministro de energía es el principal responsable de las emisiones de dióxido de carbono, a escala comunitaria se han elaborado y desarrollado propuestas de índole fiscal, de carácter técnico o la implementación de programas de fomento de energías alternativas (Programas Altener, 1993) o de cooperación internacional en el sector de la energía (Synergy, 1997) y el reforzamiento de algunos preexistentes, como el de eficiencia energética (Programa SAVE). Entre las medidas específicas que componen la estrategia del VI Programa destaca el aumento del consumo de materias primas y de energías renovables, entre otras.

Asumiendo como propias las directrices procedentes de la UE, los objetivos del Plan Energético Nacional (1991-2000) (PEN) definidos para atender la nueva situación energética consistieron en: reducción de los costes, diversificación de fuentes, potenciación de los recursos autóctonos y protección medioambiental. El PEN contempla dos programas recogidos en sendos anexos: el Plan General de Residuos Radiactivos y el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE). Este último se puede definir como *“el conjunto de medidas tendentes a lograr una utilización más racional de la energía, bien con actuaciones sobre la demanda que aseguren un menor consumo de energía para los mismos niveles de actividad económica y de bienestar de los ciudadanos, bien con la*

promoción de nuevas modalidades de oferta energética (cogeneración y energías renovables) por agentes distintos a los tradicionales, con efectos beneficiosos sobre el autoabastecimiento, la eficiencia y la conservación del medio ambiente”.

Anteriormente, el desarrollo de las energías renovables en España constituyó una línea importante del Plan de Investigación Energética (PIE 1989), que potenciaba el desarrollo tecnológico de los aerogeneradores con el objetivo de reducir su coste por unidad de potencia instalada. A finales de 1990 había instalados en España algunos parques eólicos de pequeñas dimensiones que suponían una potencia total de 7 MW, pero teniendo en cuenta las buenas condiciones eólicas de algunas áreas geográficas de la Península Ibérica, se estimaba una capacidad teórica total de 12×10^6 MWh con el posible desarrollo espectacular de los sistemas de aprovechamiento eólico, pasando del 0,1% de participación al 2,9%.

El apoyo legislativo a las energías renovables vino dado por la promulgación del Real Decreto 2366/1994 de 9 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas de cogeneración y otras abastecidas por recursos y fuentes de energía renovables, que desarrolla la Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, y del Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. Este último establecía un objetivo mínimo de al menos el 12% para que la energía del país procediera de fuentes renovables en el año 2010, de acuerdo con el objetivo de la Unión Europea.

Sin embargo, el impulso fundamental para el desarrollo de la energía eólica proviene de los gobiernos autonómicos ante las expectativas de desarrollo económico y generación de empleo. En el caso concreto de Galicia, el desmesurado interés por los aprovechamientos eólicos y el exceso de oferta de los promotores exigió la instrumentación y ordenación del recurso desde la Administración por lo que, en un intento de regular la situación, la Xunta de Galicia aprobaba por primera vez en España, el Decreto 205/1995, de 6 de julio, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica, con la vista puesta en una planificación estratégica de largo plazo que garantizara un desarrollo racional del negocio para todas las partes. Dicho Decreto establece que las entidades públicas o privadas interesadas en la implantación y explotación de un parque eólico solicitarán la autorización (art. 10.1) del mismo presentando un estudio de evaluación de efectos ambientales, *“que se realizará conforme a lo dispuesto en el Decreto 327/1991, de 4 de octubre, de evaluación de efectos ambientales para Galicia”* y, si *“por las características del proyecto se viese afectado algún espacio natural incluido en el Registro General de Espacios Naturales de Galicia”*, ... *“se estará a lo dispuesto por el Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación del impacto ambiental para Galicia, presentando, en su caso, el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental”*.

El aprovechamiento del recurso eólico ha sido una práctica común y relativamente extendida en sierras costeras de Galicia, destinado principalmente a la molienda de cereal aunque no faltan testigos de aplicación industrial en áreas muy concretas. Por el contrario, la implementación de los

modernos parques eólicos para obtención de energía eléctrica supone una aplicación tecnológica muy novedosa en nuestro ámbito geográfico, aunque respaldada por décadas de experiencia en varios países del Norte de Europa.

Las posibilidades de expansión de este tipo de aprovechamientos en Galicia han sido enormes debido tanto a la buena disponibilidad y excelente calidad del recurso como a la falta de limitaciones que pudiera poner la Administración sustantiva a su instalación. Desde 1995 y hasta diciembre de 2001 en el Departamento de Edafología e Química Agrícola primero y posteriormente en el Laboratorio de Tecnología Ambiental del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de esta Universidad se han venido elaborando Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) y de Efectos Ambientales (EsEEA) de unos 60 parques eólicos proyectados en sierras costeras (Capelada, Barbanza, Montes da Lagoa, de Paxareiras, de Viveiro y de Vicedo) y del interior de Galicia (Serras do Xistral, da Loba, do Cando, do Faro, Forgoselo, Coriscada, Montes do Buio, de Bustelo, etc.).

La presente Memoria se elabora con el objetivo fundamental de recoger y divulgar la experiencia acumulada a lo largo de los siete años de realización de EsEIA de parques eólicos. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Analizar la evolución y la aplicación de las exigencias normativas que en materia de EIA y durante el período de estudio han sido cada vez más restrictivas,
- Atender a los cambios que las nuevas tecnologías han introducido en los sistemas de aprovechamiento eólico,
- Poner de manifiesto el carácter artesanal de la elaboración de los estudios del medio con la dificultad añadida de que la información ambiental existente en forma cartografiable disponible suele ser genérica y desfasada,
- Plantear una metodología de EIA como elemento indicador de la magnitud e importancia de los impactos ambientales derivados de la instalación de parques eólicos en áreas de montaña de Galicia.
- Recopilar la información genérica contenida en los Planes de Seguimiento y Vigilancia Ambiental, incluyendo la selección de los indicadores ambientales susceptibles de control de eficacia.

La estructura de la presente Memoria se corresponde a la de un EsEIA, aunque se han recogido todas las variantes que han sido introducidas paulatinamente, lo que incluye desde estudios ambientales convencionales de carácter más generalista hasta estudios de evaluación de detalle considerando unidades ambientales sujetas a estricta conservación. Se compone de un total de seis capítulos:

El Capítulo I comprende una primera parte introductoria que revisa el concepto de impacto ambiental, en sus dimensiones social, política y científica, y analiza la política energética y en materia

de medio ambiente de la Unión Europea, desde la crisis del petróleo de principios de los setenta hasta el año 2001. En este mismo Capítulo se recoge el proceso evolutivo de los instrumentos normativos en materia de EIA durante el período de estudio anteriormente referido, sin menoscabo de su actualización en los aspectos de mayor incidencia en el trabajo realizado.

El Capítulo II está dedicado al estudio del recurso, a la descripción de los aprovechamientos tradicionales y de la evolución reciente de las modernas instalaciones. La última parte se refiere a la descripción de proyectos de parques eólicos, abarcando todas las fases de implementación desde la evaluación del recurso y el diseño del parque hasta su construcción, puesta en funcionamiento y fase de abandono.

En el Capítulo III se aborda en primer lugar la metodología de los estudios del medio, que ha resultado muy diferente según la diversidad y valor de los hábitats naturales existentes en los polígonos susceptibles de aprovechamiento eólico. Posteriormente se ha seleccionado como área singular de especial consideración ambiental la Serra do Xistral. En este sentido, cabe señalar que esta zona ha sido sometida a un proceso de evaluación ambiental de carácter adaptativo, que implica un conocimiento exhaustivo de las variables ambientales clave del sistema natural.

El Capítulo IV aborda de manera genérica las fases que comprende el proceso de la evaluación de los impactos y la metodología fundamental empleada en la EIA de parques eólicos por su mejor ajuste a la ponderación de las alteraciones de los componentes ambientales estudiados.

A continuación, el Capítulo V recoge la descripción de los impactos generados por los aprovechamientos eólicos y las medidas correctoras que se han propuesto y aplicado en cada caso para preservar los valores naturales de las áreas de instalación.

Finalmente, en el Capítulo VI se plantean de modo genérico los Planes de Seguimiento y Vigilancia Ambiental, como sistemas de comprobación de los EsEIA, para los indicadores susceptibles de transformación y en su caso, los Planes de Eficacia para corroborar la adecuación de las medidas correctoras propuestas.

CAPITULO I. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

I.1. INTRODUCCIÓN	15
I.1.1. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE IMPACTO AMBIENTAL	15
I.1.2. DEFINICIONES	27
I.1.3. LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DE LA UNIÓN EUROPEA	35
I.1.4. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UNIÓN EUROPEA	42
I.1.5. LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN LA C.A. DE GALICIA	69
I.2. LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE EIA	76
I.2.1. ANTECEDENTES	76
I.2.2. LEGISLACIÓN COMUNITARIA	85
I.2.3. LEGISLACIÓN ESTATAL	92
I.2.4. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA	118
I.2.5. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA DE LA EIA DE LOS PARQUES EÓLICOS EN GALICIA	137
BIBLIOGRAFÍA	141

CAPITULO I. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. INTRODUCCIÓN

Las actividades industriales, ligadas a la capacidad tecnológica de utilización de grandes cantidades de energía y fundamentadas en innovaciones introducidas a partir de los siglos XVI y XVII, se han ido extendiendo y diversificando desde sus inicios gracias al fuerte desarrollo tecnológico del siglo XIX, y han sufrido un proceso acelerado de crecimiento y expansión a partir de la Segunda Guerra Mundial. Paralelamente, las ciencias ambientales han dotado a la definición de impacto de su dimensión científica al ampliar el conocimiento de los efectos de esas actividades, poniendo en evidencia su importancia, esto es, su variedad, extensión, intensidad, persistencia, etc. Como consecuencia de todo ello, las consideraciones o preocupaciones sociales con respecto a dichos efectos también se han ido modificando a lo largo del tiempo, manifestándose en las reivindicaciones del movimiento ecologista, desde los orígenes de este último en los años sesenta y a lo largo de toda su historia, ampliamente documentada. Al mismo tiempo se han desarrollado múltiples acuerdos multilaterales sometidos al Derecho Internacional público que adoptan diversas formas (convenio, convención acuerdo, pacto, compromiso, protocolo, estatuto, concordato o declaración común de intenciones) en relación a distintas cuestiones ambientales. Estos acuerdos vienen a constituir la dimensión política del concepto de impacto y se plasman en disposiciones legislativas, cuyo estudio en relación con la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) constituye la segunda parte del presente capítulo. Por lo tanto, la definición del concepto de Impacto Ambiental está sujeta a un gran número de interpretaciones desde los puntos de vista técnico, social, político y legislativo que han ido evolucionando desde finales de la década de los sesenta hasta la actualidad, tal y como se expone a continuación.

I.1.1. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE IMPACTO AMBIENTAL

Hasta el siglo XVI las reflexiones sobre la naturaleza en la cultura occidental tienen un marcado tinte teológico pero los recursos aportados por la ciencia, especialmente desde los siglos XVI y XVII, con la denominada “Revolución Científica”, inician el distanciamiento entre los métodos de pensamiento científico y la teología, estableciéndose los fundamentos conceptuales e institucionales de la ciencia moderna. En efecto, los descubrimientos, observaciones y desarrollos teóricos de Johannes Kepler (1571-1630) y Galileo Galilei (1546-1642), junto a las contribuciones de René Descartes (1596-1727) allanaron el camino para la obra de Isaac Newton (1642-1727) y su legado de la esencia del método científico: la elaboración de modelos matemáticos simples que, por comparación con fenómenos naturales, hacen surgir nuevas versiones más complicadas de los modelos previos (Sánchez Ron, 2000).

En el siglo XVIII, denominado por los franceses el “Siglo de las Luces” o, según la expresión de Immanuel Kant (1724-1804), el “Siglo de la Ilustración”, el conocimiento científico traspasa fronteras hasta entonces vedadas, consumándose la transposición de la “propiedad” del concepto y estudio de la “verdad” de la religión a la ciencia, de los sacerdotes y teólogos a los científicos y filósofos (Sánchez Ron, 2000). A finales de este siglo, en torno a 1780, James Watt (1736-1819) introduce mejoras sustanciales en la máquina de vapor que Newcomen había construido en 1705, inaugurando una nueva era en la producción de energía mecánica y dando origen a la *Primera Revolución Industrial* que cristalizó a partir de 1815. Al mismo tiempo tuvo lugar un nuevo crecimiento demográfico, sin precedentes, propiciado por los avances sanitarios y el incremento de la producción de recursos alimentarios lo que redujo la alta mortalidad (sobre todo infantil) que caracterizaba a las sociedades preindustriales. Se trata de un proceso limitado a las sociedades pioneras en el proceso de industrialización y luego intensificado y extendido a todo el mundo: En 1650 la población mundial era de unos 500 millones de personas, con una tasa de crecimiento del 0,3% anual (Fraga, 2001), hacia 1825 la población mundial alcanzó los 1.000 millones de personas siendo necesario sólo un siglo más para duplicar esa cifra y siglo y medio más para cuadruplicarla (Pascual Trillo, 2000).

Es precisamente a partir del siglo XVIII cuando se consolida el ideario conservacionista, que plantea críticas radicales al modelo económico en algunas sociedades europeas poseedoras de procesos tecnológicos y de aplicación científica como la electricidad, la máquina de vapor o las posibilidades energéticas de los combustibles fósiles (el carbón primero y luego petróleo y gas), que permiten aumentar el flujo de materiales y energía a través del sistema socioeconómico (Urteaga, 1987) y, en consecuencia la emisión de sustancias contaminantes o la producción de residuos. El binomio economía y ecología/medio ambiente es indisoluble, demostrado en abundantes episodios históricos, casi siempre de índole local, de una relación que perdura hasta nuestros días. Esta relación ha sido recogida por diversos autores que han sido consultados para la elaboración de este apartado y se refieren a Galicia (Fraga, 2001) o al Estado español (Fernández, 1999; Varillas y Da Cruz, 1981; Casado, 1966). Sirvan de ejemplo, la explotación abusiva de los bosques y de las reservas pesqueras como elementos recurrentes en torno a los que se va fraguando esa relación (Fernández, 1999) o, a modo meramente ilustrativo, los hechos acaecidos el 4 de febrero de 1888, conocido como “el año de los tiros” cuando tuvo lugar la primera manifestación ecologista en España en el desaparecido pueblo de Minas de Río Tinto, provincia de Huelva: Aunque no exenta de reivindicaciones salariales y laborales debido a las duras condiciones de trabajo en la explotación minera, la protesta partió del vecino pueblo de Zalamea debido a los humos producidos por el proceso de “cementación artificial”, un sistema rudimentario para obtener cobre puro consistente en quemar el mineral en grandes pilas de leña (“teleras”), que lanzaban a la atmósfera toneladas de gases tóxicos (“los humos o la manta”, esto es, gases de óxidos de As, S y lluvia ácida), que hacían irrespirable el aire en las propias minas, provocando daños en las cosechas y alcanzando incluso a Huelva capital (Fernández, 1999).

El término “Ecología” fue utilizado por primera vez en el año 1866 por Haeckel y su etimología señala expresamente una ciencia dedicada al estudio del ambiente (casa *-oikos-*) donde habitan y se reproducen los organismos vivos. En principio se definió en función de un organismo y como disciplina se encuadraba en el campo de la Biología como “la ciencia de las relaciones del organismo con el medio” (definición reducida hoy a lo que algunos denominan como autoecología). Posteriormente sería la “biología de los ecosistemas” en la definición de Margalef (1977) y finalmente, terminará desligándose de su origen biológico original al ser considerada por otros ecólogos como la “ciencia de los ecosistemas”.

A principios del siglo XX los conocimientos en el campo de la Biología eran considerables, en relación a la capacidad de los organismos de transformar la energía y su proyección fisiológica y ecológica, a la importancia de la Termodinámica y su aplicación a los procesos vitales en todos sus niveles de organización, y a la dinámica de poblaciones. Estas últimas poseen propiedades (tasas de natalidad y mortalidad, supervivencia o fertilidad) de las que carecen los individuos aislados y que varían de unos lugares a otros según las circunstancias. Se sabía también que las poblaciones constituyen asociaciones bien definidas, con cierto grado de organización, llegando a ser consideradas poco menos que grandes organismos, idea que llevó a Tansley a publicar una revisión en 1935. En ella, además de contemplar conceptos (comunidad biológica, sucesión ecológica, clímax, factores bióticos), indicaba que las interacciones entre las especies variaban, así como las relaciones de éstas con el entorno físico, del que es imposible separarlas, comportándose el conjunto como un “sistema” en el sentido que daban los físicos a este término. De esta forma nace científicamente el concepto de “ecosistema“, o sistema ecológico, unidad de estudio de la Ecología que se basa en interrelaciones, intercambios de diferente tipo e intensidad (materia y energía) dentro y entre sistemas biológicos y entre éstos y los sistemas físicos que configuran el hábitat. El máximo nivel de conceptualización del término se alcanzó mucho más tarde, representado por el ecosistema Tierra, entendido como un sistema dotado de capacidad de autorregulación, en la teoría Gaia de Lovelock (1993, 1995).

Mientras tanto, en la España del siglo XIX y hasta el año 1936 se impone un modelo de investigación de carácter tradicional, taxonómico y descriptivo como fórmula para alcanzar el objetivo considerado entonces prioritario de completar el conocimiento básico de la naturaleza (Casado, 1966). A principios del siglo XX proliferan diversas instituciones (Sociedades, Institutos, Estaciones Biológicas, Observatorios, etc.) que apoyan, estimulan y divulgan la cultura científica y ecológica; este bagaje de conocimientos servirá de apoyo al conservacionismo que emerge a principios de los setenta (Fernández, 1999) en forma de asociaciones, constituyendo lo que a partir de mediados de la década de los setenta comenzó a conocerse por movimiento ecologista (Varillas y Da Cruz, 1981).

El **ecologismo** es un concepto moderno que pretendía evidenciar la existencia de riesgos ambientales, cuyo origen a finales de los sesenta está claramente definido en la bibliografía. Hansen y Jørgensen (1991) señalan como la causa de la eclosión de problemas ambientales, tres factores referidos al creciente nivel de contaminación y la crisis ambiental real que, a su vez, ha provocado la aparición

de nuevas formas de pensamiento relativas a las relaciones entre especie humana y naturaleza y entre tecnología y sociedad. Se trata de: 1.- el ya mencionado crecimiento de la población mundial que, considerada en conjunto, no tiene asegurado un adecuado estándar de condiciones vitales básicas, 2.- un intenso aumento del nivel de vida en los países desarrollados en correspondencia con una mayor producción y 3.- el desarrollo tecnológico que ha supuesto la modificación de los métodos de producción y el estilo de vida en los países desarrollados, basado en el concepto “usar y tirar”.

El movimiento ecologista apunta como factores decisivos en el nacimiento del moderno ecologismo el desarrollo de la Ecología, que aportó un valioso conocimiento científico, y la revolución cultural y política de los sesenta, época que se caracterizó por la toma de conciencia de una generación que no había intervenido en la II Guerra Mundial, que gozaba de un óptimo nivel de vida, con posibilidades de consumo y acceso a la educación superior, y que cuestionó ciertos aspectos del modelo económico y social como por ejemplo, la propuesta convencional de progreso (Fraga, 2001). Por su parte, Fernández (1999) considera como elementos tanto o más decisivos que el confuso ideario de los sesenta: el desarrollismo industrial, la construcción de algunas infraestructuras, el programa nuclear o la crisis energética de 1973 y en definitiva, la degradación acelerada de la naturaleza. En la misma línea, Varillas y Da Cruz (1981) apuntan como un equívoco del ecologismo español el que su nacimiento sea considerado como un mero reflejo de lo que estaba ocurriendo en otros países del entorno geográfico, pues los pioneros en Francia, Alemania, Gran Bretaña o España no tenían noticias exactas unos de otros y de hecho, al margen de las estructuras organizativas que se desarrollaron años después, ha sido característica del movimiento ecologista la continua dinámica de creación y extinción de grupos, lo que ha permitido una gran agilidad de respuesta ante problemas concretos mediante la creación de coordinadoras o plataformas para temas específicos, por lo que en muchas ocasiones se encuentran estrechamente ligados a los movimientos vecinales.

A estos factores creemos necesario añadir además la expansión masiva de los medios de comunicación audiovisual en esa misma década, con su permanente contribución a la difusión, en general, de sucesos que ocurren a muchos kilómetros de distancia y, en particular, de un gran número de cuestiones referidas al medio ambiente, creando los consiguientes estados de opinión y bajo diversas ópticas: naturalismo, catástrofes “naturales” en grado variable e impactos de gran magnitud, como accidentes industriales, efectos de la contaminación, incendios, etc., lo que ha inducido a la población a alinearse en tres grandes tendencias, básicamente, catastrofistas, desarrollistas y los que, aún sin saber cómo, defienden el planteamiento del desarrollo sostenible.

En 1970 se funda en España la primera asociación ecologista, denominada Asociación Española para la Ordenación del Territorio y el Medio Ambiente (AEORMA), como asociación nacional con delegaciones en distintas áreas geográficas, a la que suceden otras muchas de ámbito regional (término utilizado como sinónimo del más actual, autonómico) fundamentalmente y en menor medida provincial, cuyo seguimiento (nacimiento, trayectoria, actividades, etc.) entre 1970 y 1979 realizan con orden cronológico Varillas y Da Cruz (1981). El estudio de la evolución de estos

colectivos, tan dinámica, permite identificar los referentes fundamentales de cada época, aunque como señala Fernández (1999), los problemas ambientales nacen, se reproducen y casi nunca mueren:

Así, en las **décadas de los sesenta y setenta** las preocupaciones sociales en España se centraron en torno a las repercusiones (impacto, efectos) de la contaminación atmosférica sobre la salud humana, con un considerable retraso en comparación con lo acontecido en otros países europeos y en evidente consonancia con el retraso en la consecución de un nivel de desarrollo industrial similar. Sirva de ejemplo recordar el grave episodio de *smog* que tuvo lugar en Londres en 1952 en el que murieron 200 personas y el número de enfermedades respiratorias superó los doscientos mil casos (Díaz Fierros, 2001). Sin las consecuencias de la protesta de Río Tinto en 1888, entre 1962 y 1969 tuvieron lugar en Erandio (Vizcaya) reuniones vecinales y la primera protesta importante contra la contaminación atmosférica de varias industrias de la zona (Remetal e Indumetal), con un saldo de dos muertos, varios heridos y numerosos detenidos. Entre 1970 y 1979 se registraron situaciones de alerta permanente en Barcelona, Madrid, Valencia, Cartagena, Huelva, Avilés, Langreo, Bilbao, etc. con niveles de hasta cuarenta veces por encima de los límites permitidos, aparte de escapes y nubes tóxicas concretas, con las consiguientes protestas sociales (Fernández, 1999).

En esa misma década, en 1972, el movimiento ecologista adquirirá su dimensión internacional a raíz de:

- La publicación del primer informe que el Club de Roma encargó a un equipo de especialistas en análisis y dinámica de sistemas, dirigido por Dennis Meadows, “*Los límites del crecimiento*”, también conocido como “**Informe Meadows**”, que constituye el primer estudio de ámbito global sobre las relaciones entre crecimiento, tecnología y medio ambiente, incidiendo particularmente en la limitación del crecimiento motivada por el agotamiento de los recursos (lo que hoy se denominaría una tesis neomalthusiana). Mediante la modelización de sistemas dinámicos se introdujo una nueva forma de deducir consecuencias futuras de las tendencias actuales, concluyendo que, bajo los sistemas de uso y desarrollo imperantes, las reservas de los principales recursos no alcanzarían para un siglo más (Pascual Trillo, 2000) y proponiendo la compatibilidad entre la actividad económica con la calidad medioambiental mediante la limitación del crecimiento económico (doctrina del crecimiento cero). Dicho informe creó la base para la proliferación de los grupos medioambientalistas y para que tuvieran un respaldo científico (Varillas y Da Cruz, 1981) generando un gran debate internacional que perdura hasta el momento actual, sobre el crecimiento y la sociedad en todo el mundo, ejerciendo un considerable efecto político (Ortega y Rodríguez, 1994).
- La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo entre los días 5 y 16 de junio de 1972, conocida como “**Conferencia de Estocolmo**”. La descripción que sigue a continuación se ha tomado de Ortega y Rodríguez (1994), quienes consideran que es el acto internacional relacionado con el medio ambiente que más

trascendencia ha tenido y que mayor influencia ha ejercido en las políticas de medio ambiente de todo el mundo. Existen tres textos relacionados con la conferencia:

1. El *informe FOUNEX*, presentado un año antes del desarrollo de la conferencia como documento preparatorio de la misma. Plantea una perspectiva general sobre el medio ambiente, reconociendo la universalización del problema y teniendo en cuenta la situación de los países desarrollados y la de los países en vías de desarrollo.

2. La *Declaración de Estocolmo* es el texto central de la conferencia, de carácter breve y conciso, se divide en dos partes. La primera es una proclama compuesta de siete puntos en la que se reconocen los problemas del hombre en sus relaciones con el entorno y se establecen una serie de metas globales y generales. En la segunda parte se exponen veintiséis principios inspiradores de las políticas de medio ambiente y desarrollo en todos los países y regiones del mundo.

3. El *Plan de Acción* adoptado constituye el desarrollo operativo de la declaración. El texto consta de tres partes: en la primera y a modo de introducción se establecen los tipos generales de acción que conforman el plan, la segunda consta de ciento nueve recomendaciones y en la tercera se expone resumidamente el plan de acción propiamente dicho cruzando la información obtenida en las dos partes anteriores.

Según la bibliografía anteriormente referida, tras la aprobación por las Cortes de la Ley de Energía Nuclear de 1964, elaborada a medida por técnicos de la Junta de Energía Nuclear, entran en funcionamiento las centrales nucleares de primera generación: Zorita (Guadalajara), Santa María de Garoña (Burgos) y Vandellós I (Tarragona) en 1968, 1971 y 1972 respectivamente. A pesar de que el mismo año de su puesta en funcionamiento, concretamente el 30 de junio de 1968, el reactor de Zorita alcanza por primera vez la situación crítica, constituye la etapa dorada del sector debido a la escasa contestación social. Pero el Plan Energético Nacional (PEN) de 1975 encenderá la chispa del movimiento antinuclear, cuyos orígenes se registran en 1973 en el País Vasco, coincidiendo con un momento de aguda politización en los últimos años del régimen franquista, lo que determina la confluencia de otros sectores de la población en el denominado movimiento ecologista. Además de las tres centrales citadas y de otras siete en construcción que saldrían adelante salvo en el caso de Lemóniz (Lemóniz I y II), el PEN de 1975 incluía un total de 37 grupos nucleares. El movimiento antinuclear continuaría sus movilizaciones y manifestaciones a lo largo de los ochenta y aún de los noventa, convirtiendo los riesgos de las centrales nucleares, el peligro implicado en el almacenamiento de residuos radiactivos y el uso militar de la energía nuclear (aglutinando así a los colectivos y movimientos pacifistas), la entrada de España en la OTAN, la presencia de buques propulsados por combustible nuclear en puertos españoles, etc. en objeto de debate político de primera magnitud y núcleo de atracción en torno al cual se articuló en buena medida el movimiento ecologista. La frase

“¿Nuclear? No, gracias” constituye una consigna emblemática de este movimiento que fue traducida a todas las lenguas europeas.

Por esas mismas fechas y alrededor de diversas iniciativas y problemas ambientales surgen también en Galicia organizaciones ambientalistas como la Sociedade Galega de Historia Natural (SGHN) y entre los años 1974 y 1975 se gestiona la creación de la Asociación para la Defensa Ecológica de Galicia (ADEGA), la primera organización del Estado español en incorporar la palabra “ecológica” en su nombre, que vio la luz finalmente en 1976. Entre los objetivos principales de esta última se encontraba el promover la manifestación social contra los proyectos de fábricas de pasta de papel, de la central nuclear de Xove y del vertido de residuos radiactivos en la Fosa Atlántica.

Si en los años sesenta y setenta las preocupaciones sociales más relevantes en lo que respecta a los impactos producidos por la actividad industrial sobre el medio ambiente y principalmente sobre la salud pública fueron, en términos generales, la contaminación atmosférica (dioxinas en Seveso, 1976) y los problemas derivados del uso de la energía nuclear (Palomares, 1966; Harrisburg, 1979; el vertido de residuos en la Fosa Atlántica entre 1967 y 1983), en los **años ochenta** se constata una mayor inquietud sobre la protección de los espacios naturales y de las especies animales y vegetales en peligro de extinción y, en general, sobre la “salud” del medio ambiente (estimulada de forma incipiente por la celebración en 1970 del Año Europeo de la Conservación de la Naturaleza). Cabe reseñar que, aunque anteriormente se habían celebrado reuniones gubernamentales con la firma de distintos tratados internacionales de marcado carácter conservacionista, se refieren o bien a la conservación de algunos aspectos parciales del medio ambiente o bien al reconocimiento de la complejidad de los procesos que suceden en el seno de la biosfera. Entre los 38 acuerdos suscritos por España hasta el año 1980 (Ortega y Rodríguez, 1994) destacan con este cariz conservacionista los que se recogen en la Tabla I.1.

A partir de este momento la preocupación ambiental se incrementa vertiginosamente: A lo largo de la década de los ochenta el movimiento antinuclear evoluciona para centrarse en los objetivos de evitar las pruebas nucleares y en las posibles consecuencias del tratamiento, transporte y eliminación de residuos nucleares en el continente europeo (Fernández, 1999), haciéndose más evidente la extensión de los impactos a escala continental con el accidente de Chernobil (1986) y con los impactos derivados de la lluvia ácida sobre lagos, bosques y sistemas agrícolas. Aunque los efectos de este fenómeno eran bien conocidos en el entorno de las explotaciones mineras, por ejemplo en Río Tinto, la primera evidencia que se obtiene de su alcance internacional data de 1972, cuando se presentó una ponencia sueca en la Conferencia de Estocolmo sobre los daños a suelos y lagos como consecuencia del transporte de contaminantes a larga distancia. Al inicial escepticismo en la comunidad científica siguieron 15 años de intenso estudio que condujeron a la aceptación de que las emisiones de las plantas productoras de energía constituían una causa significativa del daño a grandes distancias y que los mecanismos exactos de su comportamiento eran considerablemente más complejos de lo que en principio se creía, constituyendo un fenómeno que había emergido como un

serio problema en Estados Unidos y Japón en los años 70, agravándose en el Reino Unido en los 80. Esta fue la primera cuestión o problema ambiental sobre el que el trabajo científico resultó crucial para determinar las causas y su conexión con los impactos tangibles, que adquirieron así su dimensión científica (Mackerron, 1999).

Tabla I.1. Acuerdos de índole conservacionista suscritos por España hasta 1980.

▪ Convenio para la protección de los pájaros útiles a la agricultura (París, 18 de octubre de 1950). ▪ Tratado antártico (Washington, 1 de diciembre de 1959). Protocolo sobre protección del medio ambiente (Madrid, 4 de octubre de 1991). ▪ Convenio sobre conservación del atún del Atlántico (Río de Janeiro, 14 de mayo de 1966) ▪ Convenio relativo a humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar, 2 de febrero de 1971). Protocolo de enmienda (París, 3 de diciembre de 1982). ▪ Convención sobre protección del patrimonio mundial, cultural y natural (París, 23 de noviembre de 1972). ▪ Convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertido de desechos y otras materias (hecho en Londres, México D.F., Moscú y Washington, el 29 de diciembre de 1972). ▪ Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (Washington, 3 de marzo de 1973). ▪ Convención para la protección del Mediterráneo contra la contaminación, Protocolo sobre la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo causada por vertidos desde buques y aeronaves, Protocolo sobre cooperación para combatir en situaciones de emergencia la contaminación del mar Mediterráneo causada por hidrocarburos y otras sustancias perjudiciales, hechos en Barcelona el 16 de febrero de 1976. Protocolo sobre protección del Mediterráneo contra la contaminación de origen terrestre (Atenas, 17 de mayo de 1980). Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo (Barcelona, 10 de junio de 1995 y Montecarlo, 24 de noviembre de 1996). ▪ Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (Bonn, 23 de junio de 1979). ▪ Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (Berna, 19 de septiembre de 1979). ▪ Convención sobre la conservación de los recursos vivos marinos antárticos (Canberra, 20 de mayo de 1980).

Consecuentemente, los tratados internacionales firmados a lo largo de la década de los 80 y en los primeros años de los 90 (Tabla I.2, tomados de Ortega y Rodríguez, 1994) implican la cooperación en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales que traspasan las fronteras nacionales, alcanzando dimensiones continentales (contaminación atmosférica de largo alcance, desertificación), cuando no, mundiales (agujero de la capa de ozono o cambio climático), lo que supuso entablar negociaciones intergubernamentales muy complejas pero necesarias, y para los que la labor científica ha sido fundamental a la hora de establecer las causas.

Tabla I.2. Acuerdos internacionales suscritos por España en la década de los 80.

▪ Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (Ginebra, 13 de noviembre de 1979). Protocolo relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP) (Ginebra, 28 de septiembre de 1984). Protocolo relativo a la lucha contra las emisiones de óxido de nitrógeno o sus flujos transfronterizos (Sofía, 31 de octubre de 1988). Protocolo relativo a la lucha contra las emisiones de compuestos orgánicos volátiles o sus flujos transfronterizos (Ginebra, 18 de noviembre de 1991). Protocolo relativo a reducciones adicionales de las emisiones de azufre (Oslo, 14 de junio de 1994). ▪ Convención sobre la conservación de los recursos vivos marinos antárticos (Canberra, 20 de mayo de 1980) ▪ Convenio de las maderas tropicales (Ginebra, 18 de noviembre de 1983). Convenio de las maderas tropicales de 1994 (Ginebra, 26 de enero de 1994). ▪ Convenio para la protección de la capa de ozono (Viena, 22 de marzo de 1985). Protocolo relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (Montreal, 16 de septiembre de 1987). ▪ Convención sobre pronta notificación de accidentes nucleares (Viena, 26 de septiembre de 1986). ▪ Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica (Viena, 26 de septiembre de 1986). ▪ Convenio sobre control de movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (Basilea, 22 de marzo de 1989). ▪ Convenio sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos (Londres, 30 de noviembre de 1990). ▪ Convenio sobre evaluación del impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo (Espoo, el 25 de febrero de 1991). ▪ Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (Nueva York, 9 de mayo de 1992). ▪ Convenio sobre la diversidad biológica (Río de Janeiro, 5 de junio de 1992). ▪ Convenio para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del nordeste (París, el 22 de septiembre de 1992). ▪ Convenio de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en países afectados por sequía grave o desertificación en particular en África (París, 17 de junio de 1994).

En 1980 se utiliza por primera vez el término “desarrollo sostenible” en el contexto de la **Estrategia Mundial para la Conservación** elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) con el asesoramiento y apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y del Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund, WWF), con la colaboración de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization, FAO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO). Inicialmente se presenta una fase de diagnóstico previa al desarrollo del contenido central de la estrategia y se establecen ocho principios básicos que deben tenerse en consideración en la política de medio ambiente, haciendo hincapié en la acción internacional en los campos del derecho y la cooperación.

La idea central de este texto es la posibilidad de armonizar la política de desarrollo con la conservación de los recursos vivos, siempre que se lleve a cabo una gestión integrada de los mismos. Hasta este momento no se había expuesto de manera convincente que la conservación de los recursos naturales no era un obstáculo para el desarrollo, sino un factor imprescindible para que el desarrollo pudiera sostenerse a largo plazo, en lugar de ser un fenómeno simplemente pasajero. Pretende además, proporcionar una orientación política de cómo desarrollarlo con tres objetivos básicos: 1.- Mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales, 2.- Preservar de la diversidad genética, y 3.- Asegurar el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas.

En la Asamblea General de la ONU de 1983 se creó la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo, integrada por ministros, científicos, diplomáticos y legisladores y cuya dirección se encomendó a la entonces jefa de la oposición en Noruega, Gro Harlem Brundtland. Reunida por primera vez en 1984 después de cuatro años de intenso trabajo y de consultas a cientos de expertos en todos los campos relacionados con la economía y la ecología en 1987, vio la luz el denominado **Informe Brundtland “Nuestro Futuro Común”**, cuyo objetivo era conocer las contradicciones que se dan a escala global entre la realidad física del medio ambiente y la socioeconómica del desarrollo. A partir de la investigación y del análisis de los datos recabados se concluye sobre la total interconexión de ambos subsistemas, desenmascarando las artificiales distinciones que les suelen atribuir las instituciones académicas, económicas y políticas.

Se plantea como meta el desarrollo viable, sostenible o sustentable, que ha servido de base para fijar la pauta a cualquier acción de gobierno posterior. Es definido por la Comisión como aquel que abre nuevas vías de crecimiento económico compatible con la cohesión social y con la protección del medio ambiente, vías que satisfagan las necesidades del presente pero sin comprometer la supervivencia de los ecosistemas y de las generaciones futuras, permitiendo el acceso global a una digna calidad de vida. Se trata por lo tanto de un concepto dinámico, por tratarse de un proceso de cambio en el que “la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación de los progresos tecnológicos y las modificaciones de las instituciones concuerdan con las necesidades presentes y futuras”. Un análisis detallado de este concepto bajo distintos puntos de vista (ecológico, social y económico) se puede encontrar en Montes Ponce de León (2001).

Para su logro se proponen toda una serie de cambios en el sistema de valores y de metas sociales, en los incentivos económicos y en los procesos que dominan la toma de decisiones, mediante la introducción de mandamientos que empiezan a aparecer en las declaraciones y programas de incidencia ambiental, aunque rara vez constituyen bases de fundamento socioeconómico, como por ejemplo:

- Integrar la política de Medio Ambiente en las otras políticas de desarrollo y reglamentaciones basadas en la efectividad y en criterios de preservación del Medio Ambiente a largo plazo.

- Extender el procedimiento de la EIA a los grandes proyectos de ley y a los programas nacionales de inversiones.
- Valorar los recursos y reservas naturales, implantando gravámenes para controlar la contaminación y el empleo de recursos, que en último término deberá pagar el usuario (el principio de “quien contamina, paga”).
- Controlar el crecimiento de la población, partiendo de la estabilización del tamaño de la población a un nivel compatible con la capacidad de producción del ecosistema.
- Modificar los patrones de producción y consumo para mantener y aumentar la calidad y cantidad del stock de los recursos escasos y de los factores que contribuyen al bienestar. Promover las tecnologías limpias, sobre todo las ecotecnologías, el ahorro y energía con tecnología punta.
- Información, educación y participación del público en general además del público interesado.

En estas mismas fechas, a mediados de la década de los ochenta, se plantea la necesidad de revisar en profundidad la anteriormente mencionada Estrategia Mundial para la Conservación elaborando una nueva para la siguiente década. El resultado fue un documento mucho más complejo que el anterior, presentado oficialmente el día 5 de junio de 1991, a cuya elaboración contribuyeron la UICN, el PNUMA y el WWF, junto a un elevado número de organizaciones colaboradoras. Se trata de la **Estrategia Mundial para la Conservación de los años noventa**, cuyo contenido se divide en cuatro partes: las bases de la estrategia, las direcciones estratégicas de actuación, los ámbitos territoriales y productivos y, por último, la ejecución de la estrategia.

Entre las diferencias más notables con respecto a la anterior cabe destacar que mientras en la Estrategia de los ochenta los objetivos se contemplan como las bases para la consecución del objetivo prioritario, el desarrollo sostenible (que sustituye al principio “quien contamina, paga” imperante en la década anterior), en la nueva Estrategia la consecución de este objetivo se basará en la aplicación de estrategias de población y desarrollo económico, incorporando los componentes social y económico de forma mucho más explícita y tratándolos con mayor profundidad que en la formulación anterior. Ello se debe a una evolución natural del pensamiento conservacionista que ha asumido que las relaciones sociales y económicas son elementos fundamentales que se deben tener en cuenta en la política ambiental (Ortega y Rodríguez, 1994). Además, incide de forma más contundente en la necesidad de que se asuman los problemas del medio ambiente internacionalmente, en la promoción de la educación ambiental y en el tratamiento conjunto de los términos desarrollo y conservación. En el referido documento se tratan temas muy de actualidad, como el calentamiento de la atmósfera, la modificación global del clima, el debilitamiento de la capa de ozono, las lluvias ácidas y las diferencias norte - sur, no recogidos en la anterior estrategia.

Una vez reconocida y asumida la relación entre el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental, los movimientos sociales y ecologistas iniciaron una serie de acciones encaminadas a dar

publicidad a los problemas ambientales de difícil solución. La acción ecologista de los años noventa estará cada día más condicionada por lo que ocurre en lugares lejanos del planeta y centrada en las cuestiones económicas, sociales y ambientales ya referidas, junto a los problemas “clásicos” de índole proteccionista (extinción de las ballenas, diversidad), antinuclear (explosiones nucleares en Mururoa, transporte de residuos nucleares), gestión de residuos (incineración de residuos, productos tóxicos y mareas negras) (Fernández, 1999) y a otros más recientes, como la manipulación genética o los disruptores endocrinos. Además se irá constatando un fenómeno de internacionalización con el desarrollo de grandes estructuras organizativas, como Greenpeace, con delegaciones en muchos países.

Veinte años después de la emblemática “Conferencia de Estocolmo” y como resultado del denominado “Informe Brundtland” la Asamblea General de las Naciones Unidas convocó la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo** (CNUMAD en español) en Río de Janeiro (Brasil) del 3 al 14 de junio de 1992, conocida también como “Cumbre de Río de Janeiro” o “Cumbre de la Tierra”. Convocó a 178 Gobiernos, incluyendo 108 Jefes de Estado y de Gobierno, y promovió el encuentro paralelo de 1.400 organizaciones no gubernamentales (ONG) en el denominado Forum Global, donde participaron diferentes sectores sociales (García Añón, 1992). En dicha cumbre se abrieron a la firma dos instrumentos con fuerza jurídica obligatoria para los países firmantes, el **Convenio sobre la Diversidad Biológica** (Río de Janeiro, 1992), ya citado en los párrafos precedentes y la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** (Nueva York, 1992), que constituye el primer instrumento internacional vinculante que aborda el problema del cambio climático con el objetivo de estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases con efecto invernadero a unos niveles que impidan que las actividades humanas afecten peligrosamente al sistema climático mundial. Para alcanzar ese objetivo se establecen una serie de principios y compromisos de carácter general pues por tratarse de un Convenio-marco se dejan las obligaciones más específicas a futuros instrumentos legales.

Además, en la Cumbre de Río se iniciaron negociaciones con miras a una **Convención de lucha contra la desertificación** (que quedó abierta a la firma en octubre de 1994 y entró en vigor en diciembre de 1996) y finalmente, se han generado tres grandes acuerdos que habrían de determinar las directrices futuras:

- La **Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**, un conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y las obligaciones de los Estados.
- El **Programa de Acción Agenda 21**, un plan de acción mundial con más de 2.500 recomendaciones prácticas que trata de instrumentar el desarrollo sostenible en una estrategia operativa mundial
- La **Declaración de principios relativos a los bosques**, una serie de directrices para la ordenación más sostenible de estos ecosistemas.

Actualmente los compromisos asumidos en convenios internacionales implican la exigencia de introducir el principio de desarrollo sostenible como marco de referencia para el desarrollo de las políticas medioambientales en los países firmantes. El proceso de aplicación debe iniciarse con el conocimiento del estado del medio ambiente, seguido por el análisis de los problemas ambientales que supongan serias amenazas para los recursos naturales y la salud humana. Los sectores que afectan al medio ambiente con mayor intensidad son: Agricultura, transporte, industria y, de especial interés en la elaboración de esta Memoria, el sector de la energía, identificado como la principal fuerza motriz del cambio climático y de los problemas relacionados con la contaminación atmosférica. En este sentido, las principales amenazas radican en los problemas ambientales que han recibido la categoría de globales, esto es, aquellos que con independencia del lugar en que se generan repercuten sobre el bienestar o las posibilidades de crecimiento económico de los habitantes del planeta, como la pérdida de diversidad biológica, el cambio climático, el deterioro de la capa de ozono y la contaminación de las aguas internacionales.

A modo de RESUMEN, puede establecerse que el concepto de impacto y su consideración social han sufrido una evolución a lo largo del tiempo, desde los inicios de la actividad industrial y paralelamente a la magnitud de sus efectos sobre la salud humana y sobre el deterioro del medio ambiente como sustento del desarrollo. Los avances medioambientales conseguidos en los últimos años en el sector industrial han sido consecuencia de la respuesta de los poderes públicos a las inquietudes de los movimientos ciudadanos, informados por científicos e investigadores, y no a las preocupaciones de los responsables de las industrias, que han tenido que ir incorporando las consideraciones medioambientales en sus sistemas de producción según se lo ha ido exigiendo la legislación.

La diversidad y la importancia de los impactos generados por las diferentes actividades humanas se han trasladado en los años 50 y 60 desde la escala local, como casos de contaminación puntual o residuos que en una marcada economía desarrollista pueden afectar a una gran área geográfica, hasta alcanzar la escala regional (lluvia ácida, riesgo nuclear) y mundial planetaria (agujero de la capa de ozono, cambio climático) a finales del siglo XX, lo que constituye una magnificación de los hechos y la constatación de una crisis ambiental, que ha provocado la introducción de las consideraciones ambientales a nivel sociopolítico, reflejada en la creciente profusión de acuerdos internacionales y legislación ambiental específica.

1.1.2. DEFINICIONES

La terminología aplicada a los trabajos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se ha visto enriquecida desde los inicios de su aplicación y en la actualidad existe una gran profusión de términos relacionados entre sí y aparentemente similares (Estudio, Evaluación, Estimación y Declaración de Impacto Ambiental, Evaluación Ambiental Estratégica, etc.), que corresponden a distintas acepciones

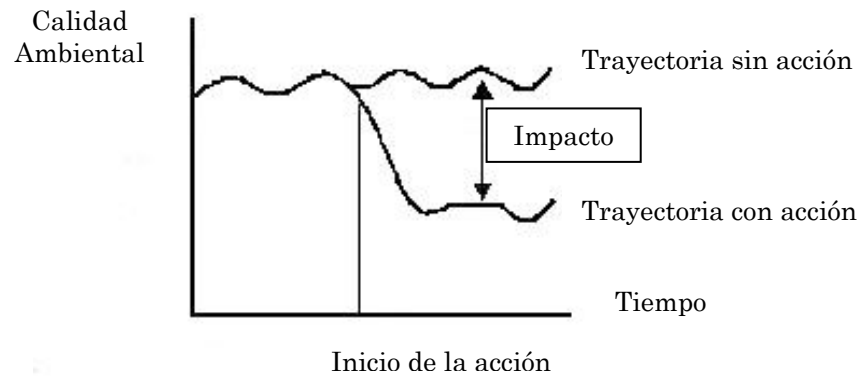
o interpretaciones según el ámbito de aplicación a que se destinen sea administrativo, técnico, económico o social.

Impacto ambiental (IA)

Según indica Martín Cantarino (1999), generalmente se denomina impacto ambiental o, a modo de sinónimo, efecto ambiental, a las modificaciones introducidas por cualquier acción o actividad que genere una acción o actividad capaz de producir una alteración o un cambio en el medio ambiente o en alguno de sus componentes o variables. La acción o actividad se puede referir a proyectos de ingeniería, programas, planes, leyes o disposiciones administrativas con implicaciones ambientales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los sistemas naturales no son estáticos, cambian de forma más o menos perceptible con el paso del tiempo incluso sin la influencia humana, debido por ejemplo, al cambio de las estaciones o por motivo de fenómenos catastróficos. En consecuencia, el empleo de los términos alteración o cambio en esta definición de impacto resulta inoperante en el procedimiento de evaluación y hace a esta definición de IA tan extendida merecedora de algunas puntualizaciones. Así, Wathern (1988) diferencia entre los cambios naturales o inducidos por la actividad humana en el medio ambiente (efectos) de las consecuencias de dichos efectos (impactos). Algunos especialistas como Gómez Orea (1994) también diferencian entre la modificación o alteración de un factor (efecto) y la valoración de dicho efecto, su interpretación en términos de salud y bienestar humano (impacto). Este mismo autor señala que, de forma implícita, el Reglamento también parece diferenciar ambos términos utilizando calificativos de tipo descriptivo para los primeros (temporal, recuperable, simple), y de carácter valorativo (moderado, severo, crítico,...) para los segundos. Pero de considerar la distinción implícita que se desprende del texto del Reglamento, expresiones como identificación de impactos o valoración de impactos, ampliamente utilizadas para designar fases muy concretas de la EIA, quedarían vacías de contenido o serían redundantes.

Por otro lado, estas distinciones son innecesarias, en primer lugar porque el concepto de impacto se restringe exclusivamente a los efectos debidos a las acciones o actividades humanas que se pretenden evaluar y en segundo lugar porque la medida en que se produce un mayor o menor impacto viene dada por la importancia que dicho cambio o alteración puede tener en el sistema o variable ambiental y no por la mayor o menor alteración objetiva, que puede no ser significativa. Dicho de otra forma, el impacto ambiental es una alteración de una determinada variable ambiental dotada de importancia para el ambiente o en cuanto que puede modificar, en la forma que sea, la calidad del medio (Martín Cantarino, 1999) y, por consiguiente, para evaluar las consecuencias de una acción es necesario comparar la calidad ambiental del ambiente o de sus variables con y sin dicha acción (Estevan Bolea, 1977; Gómez Orea, 1994). En la Figura I.1, elaborada a partir de Martín Cantarino (1999) se ha representado un impacto ambiental negativo, pues se aprecia una mengua de la calidad ambiental con el tiempo.

Figura I.1. Definición de Impacto Ambiental negativo.



Esta definición de impacto ambiental conduce al planteamiento de la cuestión sobre cuáles son los factores, elementos o variables ambientales que deben considerarse en una evaluación. Teniendo en cuenta por un lado el gran número de variables del medio que pueden ser potencialmente afectadas por causa de una única acción de proyecto y, por otro, la variabilidad en el número y magnitud de los efectos producidos por las distintas actividades humanas que se pueden ocasionar sobre un único componente del medio, se desprende que el número de impactos potenciales, derivados de la interacción entre “proyecto” y “medio ambiente“, puede llegar a ser muy elevado.

De la Figura I.1 se deduce que un impacto tiene una componente temporal, representado en el eje de la abscisas (no en vano se trata de la variación de la calidad ambiental en función del tiempo) y además, una componente espacial, cuya variabilidad se manifiesta al considerar un mismo proyecto ubicado en distintos ámbitos geográficos y con diferentes aptitud y capacidad de acogida.

Para aumentar aún más el grado de complicación debemos tener en cuenta que no siempre se dispone de un profundo conocimiento de todos los sistemas naturales, no tanto en lo que respecta a los elementos que los componen como de las interacciones entre ellos. Por este motivo en muchos casos el término impacto ambiental se utiliza como alternativa a la expresión riesgo ambiental con el significado de impacto más la probabilidad de su ocurrencia, especialmente en el caso de tecnología, acciones de proyecto o productos novedosos.

Un grado de variabilidad similar presentan las controversias suscitadas desde el punto de vista político o social ante las cuestiones ambientales y, en consecuencia, la polémica referida a la delimitación de impacto ambiental que se pueden manejar, aunque la idea intuitiva subyacente a este concepto esté bien establecida. El problema fundamental con el que se tropieza a la hora de abordar esta enorme variabilidad de las cuestiones ambientales es la inexistencia de un modelo y mucho menos de un índice de fácil medida que ayude a definir los impactos o alteraciones de forma genérica o abstracta, común a todos ellos. Mackerron (1999) lo imputa a dos razones fundamentales: Por un lado, el conocimiento de la extensión del daño físico producido por las diferentes formas de impacto ambiental es incompleto e incierto, especialmente cuando los impactos se manifiestan a escala global,

siendo el paradigma actual el caso del cambio climático. Por otro lado, no existe manera de comparar directamente el daño causado por distintos impactos negativos, por ejemplo, intrusión visual, emisiones de dióxido de azufre o residuos nucleares, mientras que los intentos de cuantificar en términos económicos los daños ambientales derivados de las distintas y variadísimas actividades industriales han sido hasta el momento insatisfactorios y bastante controvertidos (Jacobs, 1991).

Al contrario de lo que ocurre con otros elementos relacionados, las disposiciones legislativas relativas a la EIA no contienen una definición explícita de impacto ambiental, aunque sí referencias a la expresión “efectos ambientales” o “efectos sobre el medio ambiente”, obviando la diferenciación de Wathern (1988). Como se verá más adelante, las Directivas europeas en materia de EIA hacen referencia a los proyectos públicos y privados que puedan “tener un impacto importante sobre el medio ambiente”, incluyendo listas de proyectos y otorgando a los Estados la facultad de establecer estándares ambientales para la conservación y mantenimiento de los ecosistemas en función de criterios definidos.

El **Real Decreto 1131/1988** de 30 de septiembre que desarrolla el Reglamento sobre Evaluación de Impacto Ambiental es el documento normativo en el que se recogen las definiciones de los diferentes aspectos técnicos relacionados con la EIA, constituyendo la norma más útil en la práctica de EIA. Dicho Reglamento tampoco contiene una definición expresa del concepto de impacto ambiental, pero además de la referencia en su artículo 5 a “los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente”, define de forma implícita en el artículo 10 los impactos como “los efectos notables previsibles de las actividades proyectadas sobre los aspectos ambientales”, cuya identificación derivará del estudio de las interacciones entre las acciones del proyecto y las características específicas de los aspectos ambientales afectados en cada caso concreto. En el Anexo I, Conceptos técnicos, establece que efecto notable es *“aquel que se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos, excluyendo los efectos mínimos”* (que son aquellos para los que se puede demostrar que no es notable). Incluye una clasificación de impactos en función de: la variación de la calidad ambiental, la relación causa-efecto, la interrelación de acciones, el momento en que se manifiesta, la persistencia del impacto, la capacidad de recuperación, la periodicidad y la necesidad de aplicación de medidas correctoras. A mayor abundamiento y en una clasificación que no pretende ser exhaustiva ni excluyente, Conesa y col. (1995) consideran otros tipos de impactos (fugaz, parcial, extremo, etc.) que pueden contribuir a una descripción más detallada de los mismos, aunque cabe mencionar que corresponden a categorías o tipos no contemplados por la legislación vigente.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Las definiciones de este concepto son muy abundantes, coincidiendo básicamente en el objetivo de evaluación y diferenciándose ampliamente en sus referencias a los contenidos y al

procedimiento. Así por ejemplo, la definición de Munn (1979) se refiere a la necesidad “de identificar y predecir el impacto sobre el medio ambiente, sobre la salud de las personas y seres vivos de las propuestas de legislación, políticas, programas, proyectos y procedimiento operacionales y para interpretar y comunicar la información obtenida sobre los impactos”. La definición de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa es tan escueta que no especifica nada: “Una evaluación del impacto de una actividad sobre el ambiente”. El Departamento de Medio Ambiente del Reino Unido (1989) la define como “Una técnica y un proceso por el que la información sobre los efectos ambientales de un proyecto se recoge a partir de la suministrada por el promotor y de otras fuentes y es tenida en consideración por la autoridad de planeamiento para decidir autorizar un proyecto”.

A partir de estas definiciones se deduce que el término EIA permite varias aproximaciones que no son sino interpretaciones del mismo concepto interdependientes entre sí, que se aplican en distintos ámbitos o momentos del procedimiento. Conesa y col. (1995) hacen notar que en la literatura especializada se encuentra frecuentemente la expresión “Evaluación del Impacto Ambiental” denominando a cuatro conceptos distintos:

- Al procedimiento jurídico-administrativo, que constituye el concepto más globalizador.
- Al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) o de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) que, en realidad, es un elemento parcial de la EIA
- A la parte del EsIA que estima o evalúa la magnitud de los impactos y,
- A la evaluación o valoración de resultados de la EIA, que constituye el núcleo fundamental del informe final.

El Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre que aprueba el Reglamento sobre Evaluación de Impacto Ambiental, define en su artículo quinto: “Se entiende por EIA el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad, causa sobre el medio ambiente”. Se trata de una definición que, a nuestro entender, parece más ajustada a la de Estudio de Impacto Ambiental, recogiendo solamente uno de los aspectos que implica la EIA.

En conjunto, la EIA es un proceso que atiende a dos vertientes complementarias: Por un lado establece el procedimiento administrativo-legal para la aprobación, modificación o rechazo de un Proyecto o actividad, por parte de las distintas Administraciones Públicas competentes. Por otro, trata de proponer un método de análisis encaminado a predecir las alteraciones que el Proyecto o actividad puede producir en la salud humana y en el Medio Ambiente (EsIA). Su carácter multidisciplinar obliga a abordar la consideración de los impactos ambientales desde un punto de vista global pero abarcando los diferentes aspectos, facilitando una información integrada de los posibles impactos sobre el medio natural y sobre el medio social.

Además, cada día resulta más necesario contar con la participación ciudadana en el proceso de decisión, puesto que los grandes proyectos (puertos, autopistas, carreteras, aeropuertos, gasoductos, líneas eléctricas, grandes industrias, desarrollo urbano) plantean conflictos frecuentes en parte por la ocupación y uso del territorio y en mayor medida aún por el desconocimiento de los efectos de las acciones de proyecto. Las EIA permiten establecer y mantener un diálogo con los distintos grupos sociales, facilitando el conocimiento de todos los aspectos de la acción y con una mayor transparencia administrativa. Para ello, el procedimiento de la EIA incluye también un proceso de estudios y consultas que evalúa o considera de forma comprensible los efectos sobre el medio ambiente de una actividad, analizando las posibles alternativas y con la participación del público interesado.

Las EIA se consideran el instrumento idóneo para la implantación de políticas ambientales preventivas y por tanto, la clave de la gestión ambiental. Según el momento en que se incluye la EIA en el proceso general de toma de decisiones, se suele hablar de enfoque reactivo, semiadaptativo o adaptativo, encontrándose ejemplos explicativos de los tres en lo que se refiere a la EIA de los parques eólicos en Galicia:

Así, a pesar de tratarse de proyectos incluidos en un plan previo denominado Plan Sectorial Eólico de Galicia (1997), la EIA de la gran mayoría de estos proyectos ha respondido inicialmente al enfoque reactivo, al haber sido sometidos a evaluación ambiental caso a caso, una vez obtenido el permiso de explotación. Se trata de un método de escasa eficacia por su carácter corrector local de la actuación prevista.

La escasez de información sobre el medio natural, que en la actualidad es muy somera, constituye uno de los principales obstáculos para la adopción de un enfoque más elaborado, como el semiadaptativo, en el que la decisión (aceptación, modificación o rechazo) sobre el proyecto en cuestión es tomada al mismo tiempo que se efectúa la EIA. Este enfoque es el que se ha introducido en los parques eólicos proyectados en la Serra do Xistral, en los que fue necesario realizar exhaustivos trabajos de campo para la delimitación de las unidades ambientales de mayor interés, lo que supuso una notable mejora con respecto al planteamiento anteriormente desarrollado.

Considerando que todo proyecto debe estar incluido en un plan previo, el tipo de enfoque adaptativo responde a la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental Estratégica del plan en que se enmarca el proyecto o actividad considerada. La información contenida en el plan, encauza hacia los aspectos más destacados y conflictivos, agiliza la EIA y el proceso de protección ambiental se aplica de forma homogénea con mejores resultados. La actualización del Plan Eólico Sectorial de Galicia (2001) prevé la realización de este tipo de estudios, pero no para el conjunto de las instalaciones proyectadas en Galicia, sino en lo que se refiere a los proyectos que comprende cada uno de los Planes Empresariales de los distintos promotores, en ocasiones situados en distintos ámbitos geográficos.

Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

El Reglamento 1131/1988 indica que el EsIA es un documento técnico de carácter interdisciplinar incorporado al procedimiento administrativo de la EIA, que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del que se produce la Declaración de Impacto Ambiental. Está destinado a *“identificar, describir y valorar de manera apropiada, y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto produciría sobre los distintos aspectos ambientales”*. Igualmente el EsIA permite corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre una determinada localización, en un entorno dado, aplicando **medidas correctoras** ajustadas, optimizando su coste, lo que supone una mayor flexibilidad que la aplicación rígida de la legislación general y una mejor adaptabilidad a las necesidades ambientales.

En definitiva, constituye un elemento de análisis orientado a formar un juicio objetivo sobre las consecuencias de los impactos derivados de la ejecución de una determinada actividad, que interviene de manera esencial en todo el proceso de EIA en cuanto que facilita una información integrada de los posibles impactos sobre el medio natural y sobre el medio social en el procedimiento administrativo que es la EIA. Su elaboración implica conocer bien tanto el entorno en que se va a ubicar el proyecto, como las consecuencias ambientales del mismo, lo que sólo se puede conseguir con el estudio previo a la evaluación del impacto.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Es el pronunciamiento administrativo del organismo o autoridad competente en materia de medio ambiente, en base al EsIA, alegaciones, objeciones y comunicaciones resultantes del proceso de participación pública y consulta institucional. Permite comunicar a los demás el resultado de una evaluación, incluyendo las alternativas al proyecto o acción y en el que se determina, respecto a los impactos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada. En caso afirmativo indica las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del Medio Ambiente a los recursos naturales, es decir, las medidas protectoras, correctoras y compensadoras que no tienen por qué ser idénticas a las previstas en el EsIA, así como las condiciones temporales y económicas y cuantas otras consideraciones hayan sido estimadas y consensuadas en la evaluación de impacto ambiental, lo que permite modificar el proyecto inicial. La DIA constituye por lo tanto, un instrumento idóneo al servicio de una toma de decisión basada en un conocimiento amplio e integrado de los impactos o incidencias ambientales, pero no es por sí misma un instrumento de decisión.

Su valor en el ordenamiento jurídico español es vinculante a los efectos ambientales y en caso de discrepancia entre el órgano administrativo sustantivo (el que tiene capacidad para autorizar administrativamente la actividad proyectada) y el órgano administrativo de medio ambiente (el que tiene capacidad para emitir la DIA), la normativa prevé que la resolución sea efectuada por instancias

superiores, el Consejo de Ministros en la administración del Estado y las juntas de consejeros o sus órganos de gobierno equivalentes en la administración autonómica.

Estimación del Impacto Ambiental (EtIA)

Es el pronunciamiento del organismo o autoridad competente en materia de medio ambiente, en base al EsIA y mediante procedimiento abreviado, en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales (Conesa y col., 1995).

Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)

Se trata de un procedimiento que tiene por objeto la evaluación de las consecuencias ambientales que determinadas políticas, planes y programas pueden producir en el territorio, en la utilización de recursos naturales y en definitiva, en el logro de un desarrollo sostenible y equilibrado (Estevan Bolea, 1991). El objetivo fundamental es introducir los aspectos ambientales en el mismo momento en que se elaboran los planes y programas que concretan las políticas de desarrollo nacional y regional y se refiere, en todo caso, a las acciones promovidas por los Poderes Públicos.

En la actualidad recibe un gran interés y persigue la superación de algunas de las limitaciones de la EIA, que puede verse reducida a la mera valoración de proyectos cuando estos se enmarcan en planes más amplios y ambiciosos susceptibles de introducir factores de inercia y sinérgicos prácticamente imposibles de alterar con estas técnicas y procedimientos administrativos (Pascual Trillo, 2000). Aunque hasta hace poco tiempo no era un procedimiento administrativo reconocido a escala estatal, con la promulgación de la Directiva 2001/42/CE algunas comunidades autónomas lo han introducido en su normativa, desarrollando algunas aplicaciones, como por ejemplo, en el Plan Forestal de Andalucía o en el Plan Eólico de Castilla y León.

En lo que respecta al contenido de esta Memoria, cabe señalar que si bien en Galicia hasta ahora no se han realizado, que se sepa, procesos de EAE de manera formal, para realizar los EsIA de los proyectos de parques eólicos ubicados en áreas geográficas catalogadas en el Registro de Espacios Naturales de Interés de Galicia y posteriormente en la Red Natura 2000, se elaboró un estudio previo de distribución y composición de Hábitats Naturales protegidos con el fin de preservar las zonas de mayor interés ambiental, compatibilizando la conservación con el aprovechamiento eólico. La reciente modificación del Plan Sectorial Eólico de Galicia introduce la necesidad de que los promotores realicen una evaluación de sus Planes Empresariales, a tenor de lo dispuesto en el Decreto 80/2000, de 23 de marzo, de planes y proyectos sectoriales de incidencia supramunicipal (DOG núm. 75, de 17 de abril de 2000), lo que constituye la implantación parcial de este procedimiento, aplicándolo a áreas de aprovechamiento afectadas por 2 ó más proyectos pertenecientes a un mismo promotor.

I.1.3. LA POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DE LA UNIÓN EUROPEA

La pertenencia a la Unión Europea condiciona sobremanera la política de medio ambiente de los Estados miembros, que se caracteriza por un intenso dinamismo, principalmente en lo que se refiere a los últimos años. La integración intersectorial del medio ambiente es una de las cuestiones prioritarias dentro de la política general de la U.E en la actualidad, si bien los tres tratados constitutivos:

- Tratado constitutivo de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA), firmado en París el 18 de abril de 1951,
- Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (CEEa), firmado en Roma el 25 de marzo de 1957, y
- Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea (CEE), firmado en Roma el 25 de marzo de 1957,

destacan por la ausencia de referencias explícitas a las materias de índole medioambiental. Lo más próximo que se puede encontrar en el campo de la salud laboral - y pública en el segundo caso - son los artículos 54 y 55 del Tratado de la CECA y el Capítulo III del Título II del Tratado Euratom (art. 30 á 39), referente a la protección sanitaria (Alonso García, 1993).

El **Tratado de Roma**, constitutivo de la Comunidad Económica Europea (CEE, 1957), establece en su Preámbulo como uno de sus objetivos fundamentales “la mejora constante de las condiciones de vida y de trabajo” de los ciudadanos. El texto no contempla referencia alguna a la protección del medio ambiente ni competencias específicas en la materia. En aquel momento las decisiones políticas europeas estaban orientadas a la reconstrucción de la economía y a garantizar la paz necesaria para lograr intercambios comerciales en una comunidad de países. A partir de la década de los sesenta, paralelamente al crecimiento de la conciencia social respecto de la problemática ambiental, las instituciones comunitarias van adoptando diversas actuaciones respecto del medio ambiente, aunque con un carácter subsidiario frente a la necesidad de establecer una normativa para la protección de los consumidores y supeditadas al objetivo general de garantizar la libre circulación de mercancías entre los estados miembros.

El desarrollo de la legislación ambiental se fundamenta en cuatro artículos del Tratado de Roma (MOPT, 1992): el artículo 2, que plantea la necesidad de un desarrollo armonioso de las actividades económicas; el artículo 36, que menciona, entre las razones que pueden invocar los Estados miembros para prohibir o restringir la libertad de importación, exportación o tránsito de bienes, las relativas a la “protección de la salud y vida de las personas y animales, preservación de los vegetales y la protección del patrimonio artístico, histórico o arqueológico”; el artículo 100 que contempla la posibilidad de adopción, por unanimidad del Consejo, de directivas para la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros que incidan directamente en el establecimiento o el funcionamiento del mercado común y, por último, el artículo

235 que autoriza al Consejo, también por unanimidad y a propuesta de la Comisión previa consulta del Parlamento, a adoptar las disposiciones pertinentes sobre materias no previstas en los tratados cuando determinada actuación resulte necesaria para lograr cualquiera de los objetivos comunitarios, aunque el tratado no haya previsto los poderes de acción necesarios al respecto.

De este modo, se dictó la primera directiva europea en materia de medio ambiente, la **Directiva 67/548** sobre clasificación, etiquetado y embalaje de sustancias peligrosas (DOCE L 196/1, 1967), a la que siguieron la **Directiva 70/157**, de 6 de febrero de 1970, sobre aproximación de legislaciones relativas al nivel sonoro admisible y al dispositivo de escape de los vehículos a motor (DOCE L 42/16, 1970, de 23 de febrero) y la **Directiva 70/220**, de 20 de marzo, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de medidas que deben adoptarse contra la contaminación del aire causada por los gases procedentes de los motores de explosión con los que están equipados los vehículos a motor (DOCE L 76/1, 1970, de 6 de abril).

Simultáneamente se hizo patente la imposición de una intervención enérgica y de medidas globales para proteger al medio ambiente de la Comunidad de cara a las exigencias del crecimiento económico, lo que fue reflejándose en los programas de acción comunitarios en materia de medio ambiente, cuyo nacimiento y evolución de contenidos se expone a continuación:

Con anterioridad a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano que tuvo lugar en Estocolmo en junio de 1972, la Comisión dio sustantividad propia a la protección del medio ambiente como política comunitaria en la comunicación CES (71) 2616 final, de 22 de julio de 1971, que consideraba la preservación de los recursos naturales y condiciones de vida como elementos integrantes de una noción correcta de desarrollo económico (Alonso García, 1993). Después de la Conferencia de Estocolmo en junio de 1972, que contó con presencia de la Comisión y el Consejo, en la que se expusieron los problemas ambientales de la Comunidad y las acciones previstas por los Estados en este campo, tuvo lugar la Cumbre de París, celebrada los días 19 y 20 de octubre de ese mismo año en la que el Consejo declaró que *“La expansión económica debe traducirse en una mejora de la calidad tanto como del nivel de vida. Se consagrará una atención particular a (...) la protección del medio ambiente, con objeto de colocar el progreso al servicio de los hombres”*, e invita a las instituciones a establecer, antes del 31 de julio de 1973, un programa de acción con un calendario preciso.

Un mes más tarde, el Consejo de Europa aprueba el **I Programa de Acción Quinquenal en Materia de Medio Ambiente** (1973-1977) mediante la Declaración del Consejo de 22 de Noviembre de 1973 (DOCE 112, del 20 de diciembre de 1973). Constituye a la vez una declaración del Consejo de la Comunidad y de los representantes de los Gobiernos de los Estados Miembros en el seno del Consejo y el punto de partida de la política ambiental comunitaria. En él se exponen los principios y prioridades que orientarán su política posterior, junto con las medidas a adoptar por la Comunidad en

los años siguientes, dirigidos a controlar los efectos de las perturbaciones y de los contaminantes más graves y a la mejora del Medio Ambiente.

Sin embargo, en líneas generales se trata de un plan corrector con escasas medidas preventivas, debido sobre todo a la falta de conocimientos de los efectos de los contaminantes, sobre el estado del medio ambiente en general y de las consecuencias de las actividades (urbanismo, agricultura, etc.), por lo que el carácter de “declaración de intenciones”, inherente a este tipo de documentos, concebidos desde su inicio sin fuerza jurídica o legislativa, está especialmente marcado en el caso del I Programa. De hecho, en el texto se reconoce la existencia de lagunas en los conocimientos científicos, en los métodos de análisis y medición, en los datos estadísticos, en los conocimientos económicos, en particular en lo que se refiere al coste de los efectos nocivos causados por la contaminación y el de las medidas destinadas a combatirla, por lo que la finalidad de las acciones que abarca el Programa está en consonancia con esta situación. Sirva de ejemplo que algunos de los objetivos definidos en la Sección 1 del Capítulo 5 (Acciones específicas en determinados sectores de la industria) consisten en:

- Investigar (...) los procedimientos, técnicas o cualquier otro medio mediante los que se pueda disminuir, eliminar o prevenir la emisión de sustancias contaminantes o las perturbaciones, y
- Estudiar las modalidades prácticas de aplicación de estos procedimientos

Son especialmente significativos, y aún más descriptivos de la situación del estado de conocimientos, los objetivos incluidos en el Capítulo 1 (Evaluación de los riesgos de la contaminación para la salud humana y el medio ambiente), que consisten en “reunir una bibliografía lo más completa posible relativa a los efectos de los contaminantes considerados y proceder al análisis crítico de dichas informaciones” y “normalizar o armonizar los métodos e instrumentos de medición con el fin de poder comparar los resultados de las mediciones de la contaminación iniciadas en la Comunidad”.

En el **II Programa** de Acción Ambiental (1977-1981), adoptado por Resolución del Consejo de 17 de mayo de 1977 (DOCE 139, del 13 de junio de 1977), a modo de actualización y continuación del anterior y basado en los mismos principios pero abordados con mayor profundidad, se estima conveniente reforzar el carácter preventivo de las acciones para proteger el Medio Ambiente en lo que atañe a contaminación, ordenación del espacio y gestión de residuos y, de manera más específica, se plantea ya la necesidad de implantar el procedimiento necesario para efectuar EIA.

El **III Programa** de Acción en Materia de Medio Ambiente, PAMMA, (1982-1986), adoptado por Resolución del Consejo de 7 de febrero de 1983 (DOCE 46, del 17 de febrero de 1983), es considerado especialmente importante porque, entre otros motivos, pretende la elaboración de una estrategia global para la protección del medio ambiente y de los recursos naturales en la U.E., introduciendo un nuevo enfoque de la política comunitaria medioambiental, de acuerdo con los planteamientos de la Estrategia Mundial para la Conservación de marzo de 1980 ya comentada, y haciendo especial hincapié en el carácter preventivo de la auténtica política ambiental. De esta manera,

el III Programa hace prioritaria la prevención, frente al control, de la contaminación y de los efectos negativos sobre el medio ambiente, siendo destacable además que, en el mismo se establece una relación positiva entre medio ambiente y generación de empleo.

Durante la vigencia de este III PAMMA se aprueba la Directiva 85/337/CEE, de 27 de junio, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE núm. L 175, de 5 de julio de 1985), el contexto político experimenta un cambio sustancial y ya no se pone en duda que la protección del medio ambiente desempeña una función primordial en el conjunto de las políticas comunitarias. En consecuencia, el **IV PAMMA** (1987-1992), aprobado por Resolución del Consejo de 15 de octubre de 1989 (DOCE 328, de 7 de diciembre de 1987), introdujo cambios importantes en la orientación de la política ambiental comunitaria. Bajo los principios operativos de prevención, subsidiaridad y de “quien contamina paga”, destaca el planteamiento de estrategias a largo plazo en cuestiones de Medio Ambiente e insiste en la línea de integración de la protección ambiental en las políticas económica, industrial, agrícola y social como condición inherente al desarrollo económico: Inicialmente los esfuerzos se centrarían en las propias políticas y actuaciones comunitarias y, dada la importancia de los proyectos y programas financiados por los fondos estructurales y otros fondos comunitarios, la Comisión tenía previsto elaborar procedimientos internos, basados en la Directiva 85/337/CEE, que garantizaran la protección del medio ambiente en los procesos de valoración y aprobación de propuestas financiadas por dichos fondos.

Los aspectos económicos y laborales de las políticas y medidas de medio ambiente reciben especial atención en este IV Programa y son considerados desde distintos puntos de vista (relaciones coste – beneficio, a corto y largo plazo, competitividad empresarial, introducción de legislación, etc.). En todo caso, las medidas a adoptar en esta materia deben ser evaluadas de forma exhaustiva y estructurarse para que su repercusión en el empleo sea lo más positiva posible. Al mismo tiempo se plantea la reformulación del principio establecido “quien contamina paga”, que había originado el calambur “pagando se puede contaminar”, iniciándose la participación activa del sector industrial en la adopción de medidas anticontaminantes.

La adopción de los cuatro Programas comunitarios dio origen a casi doscientos actos legislativos que cubren, entre otros, contaminación de la atmósfera, el agua, el suelo, gestión de residuos, normas de seguridad en relación con los productos químicos y la biotecnología, evaluación de impacto ambiental y protección de la naturaleza.

Coincidiendo con la ya referida “Cumbre de la Tierra”, celebrada en junio de 1992, la U.E. considera que, aunque se han realizado grandes avances, son necesarias una política más ambiciosa y una estrategia más eficaz en materia de medio ambiente debido a:

- La lenta pero inexorable degradación del medio ambiente de la Comunidad, tal y como se expone en el Informe Dobris (véase más adelante, apartado I.1.4.).

- Las presiones derivadas del aumento de la competencia internacional y de las tendencias generales que registran la actividad y el desarrollo comunitarios, sobre los recursos naturales.
- Los problemas planetarios de cambio climático, la deforestación y la crisis energética, los problemas de subdesarrollo y la evolución política y económica de Europa central y oriental, que están haciendo aumentar las responsabilidades de la Comunidad a nivel internacional.

Esta nueva estrategia se recoge en el V Programa Comunitario de Acción en materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (**V PAMMA**), “Hacia el Desarrollo Sostenible” (DOCE N° C 138/1, de 17 de mayo de 1993), proyectado para el período 1992-2000 y aprobado el 18 de marzo de 1992. En la práctica este programa inicia un proceso de integración de las cuestiones ambientales en cinco sectores económicos clave para los que, insistiendo en la falta de obligación jurídica, se establecen una serie de objetivos a largo plazo a los que hay que tender para conseguir la meta última del desarrollo sostenible. La selección de los cinco sectores (industria, energía, transporte, agricultura y turismo) obedece a varios motivos: La resolución de los problemas que plantean es más eficaz a nivel comunitario, su impacto ambiental, potencial o real, es especialmente significativo y por su misma naturaleza, pueden desempeñar un papel decisivo en la consecución de un desarrollo sostenible.

A finales de 1995 la Comisión realizó una revisión del programa identificando los logros efectuados y las acciones prioritarias que deben abordarse para acelerar las políticas ambientales e impulsar el proceso de desarrollo sostenible. Según el referido informe, publicado en 1996, se había cumplido el 70% de los compromisos del V PAMMA en la primera fase de 1992-95, las previsiones iniciales se quedaron desfasadas y los esfuerzos deberían concentrarse en los fenómenos globales, como el cambio climático, regionales (Acidificación) y de carácter local (cuestión urbana, calidad del aire, contaminación sonora, desechos urbanos, conservación y uso sostenible de la biodiversidad, gestión integrada del agua y del litoral).

De cara a los siguientes diez años el Consejo de Europa fijó los principios y prioridades del **VI Programa** de Acción de la Comunidad Europea en Materia de Medio Ambiente “Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos” (DOCE N° 29/2001, de 24 de enero de 2001) en la reunión celebrada en Bruselas el 30 de marzo de 2000. Entre dichas prioridades sigue ocupando un lugar destacado la necesidad de la integración de los criterios ambientales en otras políticas comunitarias, a la vez que se destacan los problemas relacionados con el cambio climático, la biodiversidad, el uso y gestión eficientes de los recursos naturales, la gestión adecuada de los residuos, la seguridad medioambiental y la degradación de suelos, entre otros.

Los programas de acción medioambiental han constituido, y continúan asumiendo ese papel en la actualidad, el eje del desarrollo de la Política Ambiental Comunitaria y hasta 1987 los tres primeros programas de acción ambiental han sido los instrumentos de dicha política medioambiental (Borrell, 1995 en Santa María, 1999). Sin embargo, no se contará con una base jurídica específica para el desarrollo de las acciones hasta el 1 de julio de 1987, momento en el que entra en vigor el **Acta**

Única Europea de 1987 (DOCE L 169, 29.6.1987; BOE núm. 5, de 3 de julio de 1987) que, por primera vez, proporcionaría poderes reales a la Comunidad para avanzar en materia de protección del medio ambiente, la salud humana y el uso prudente y racional de los recursos naturales al incorporar formalmente la competencia comunitaria medioambiental al derecho originario de la Comunidad (Reyes López y col, 2001).

En la Tercera parte del Tratado (Acta Única), consagrado a los fundamentos de la política de la Comunidad, se añade un título específico sobre medio ambiente, el Título VII. Comprende los artículos 130R (define los objetivos a alcanzar en el ámbito del medio ambiente y los principios de la política ambiental comunitaria), 130S (establece los procedimientos de toma de decisiones) y 130T (permite a los Estados miembros adoptar medidas ambientales de mayor grado de protección que las decididas a nivel comunitario), cuyos contenidos, como no podía ser de otra forma, están en plena consonancia con los fundamentos de la política ambiental desarrollada a través de los Programas de Acción. Así, los objetivos específicos establecidos en materia de medio ambiente en el Acta Única (art. 130.R.1) son: a) La conservación, protección y mejora de la calidad del medio ambiente, b) La protección de la salud de las personas y c) La utilización prudente y racional de los recursos naturales.

De forma similar, los principios medioambientales, previstos en el artículo 130 R.2, son: a) de acción preventiva, b) de corrección preferente en la fuente misma de los ataques al medio ambiente, c) el de quien contamina paga y d) el de la necesidad de integración de la protección ambiental como componente de las demás políticas. La acción comunitaria deberá considerar (art. 130 R.3) los datos científicos y técnicos disponibles, las condiciones del medio en las diversas regiones, las ventajas y cargas que puedan resultar de la acción o de la falta de acción y el desarrollo económico y social de la Comunidad en su conjunto, así como el desarrollo equilibrado de sus regiones. Antes de algunas consideraciones sobre cooperación internacional a que se refiere en el artículo 130 R.5, el artículo 130 R.4 reconoce el principio de subsidiariedad, al establecer que la Comunidad actuará en asuntos de medio ambiente cuando los objetivos puedan conseguirse en mejores condiciones en el plano comunitario que en el de los Estados miembros, lo que indica que la acción debe proponerse al nivel jerárquico más bajo posible que garantice su ejecución.

Para cumplir dichos objetivos se definen tres tipos de medidas preventivas de tal importancia que deben ser adoptadas por unanimidad, en virtud del principio de integración. Se trata de:

- Disposiciones de protección medioambiental de naturaleza esencialmente fiscal.
- Medidas concernientes al fomento de los recursos, a la afección a los suelos (excepto gestión de residuos) y medidas de carácter general, así como a la gestión de los recursos hidráulicos.
- Medidas que afectan sensiblemente a la elección entre diferentes fuentes de energía y a la estructura general del aprovisionamiento energético de un estado miembro.

Del resto de las normas introducidas por el Acta Única, el apartado tercero del artículo 100 A establece que las propuestas de la Comisión deberán basarse en niveles de protección ambiental

elevados cuando se refieran a la aproximación de las legislaciones nacionales en materia de salud, seguridad, protección del medio ambiente y protección de los consumidores, obligando a aspirar a altos estándares de calidad ambiental, una cuestión susceptible de suscitar conflictos debido a la ocasionalmente excesiva dependencia de tecnologías punteras (MOPT, 1992). Cabe destacar que la protección del medio ambiente es el único ámbito de actuación de la política comunitaria al que se impone la exigencia casi fundamental del principio de integración, extendiendo la aplicación del procedimiento de cooperación a la elaboración de legislación medioambiental.

El **Tratado de la Unión Europea** o “Tratado de Maastrich”, por el que la CEE pasa a denominarse Comunidad Europea, fue firmado el 10 de diciembre de 1991 por los Jefes de Estado y de Gobierno de los países de la Comunidad europea, ratificado por los Estados miembros el 7 de febrero de 1992 y con entrada en vigor el 1 de noviembre de 1993, viniendo a condicionar la política de la Unión en materia de medio ambiente por varios motivos. En primer lugar, añade dos principios más al Acta Única, que hoy figuran en el artículo 174.2 del Tratado de Amsterdam: a) el de cautela, como complemento de la acción preventiva y b) el de calidad de la protección, al señalarse como objetivo comunitario el alcanzar un nivel elevado de protección al medio ambiente. Además, el artículo 2 establece como objetivo principal de la Comunidad la promoción de un desarrollo armonioso y equilibrado de las actividades económicas en el conjunto de la Comunidad que respete el medio ambiente, así como un alto grado de convergencia de los resultados económicos, un alto nivel de empleo y de protección social, la elevación del nivel y de la calidad de vida, la cohesión económica y social y la solidaridad entre los Estados miembros (en definitiva, el crecimiento sostenible), considerando necesaria “una política en el ámbito del medio ambiente” (art. 3k) de forma específica.

Este Tratado mantiene el Título XVI, relativo al Medio Ambiente, y profundiza en el artículo 130R estableciendo que “las exigencias de la protección del Medio Ambiente deben integrarse en la definición y realización de las otras políticas de la Comunidad” para alcanzar un grado de protección elevado, regulando de forma precisa la política ambiental de la Comunidad y creando un Fondo de Cohesión al objeto de financiar programas y proyectos de infraestructuras y medio ambiente.

Posteriormente, el **Tratado de Amsterdam** por el que se modifican el Tratado de la UE, los Tratados constitutivos de las Comunidades Europeas y determinados actos conexos (del 2 de octubre de 1997, en vigor desde el 1 de mayo de 1999; Instrumento de ratificación por parte de España, BOE núm. 109, de 7 de mayo de 1999), ha consolidado el artículo 2, referido al desarrollo sostenible, crea un nuevo artículo 6 retomando el concepto fundamental del antiguo 130R y mantiene un Título dedicado al Medio Ambiente, el XIX.

En conclusión, si el Acta Única supuso la ampliación de la competencia comunitaria al medio ambiente, los Tratados posteriores suponen la plena incorporación de la perspectiva y de la dimensión del medio ambiente en la integración política europea, un proceso que se inició en la Cumbre de Luxemburgo de diciembre de 1997 con el objetivo de desarrollar lo dispuesto en el Tratado de

Amsterdam, a la vez que constituye un tema recurrente en la Cumbre de Cardiff (15–16 de junio de 1988) y en los Consejos Europeos de Viena (11-12 de diciembre), Colonia (junio de 1999) y Helsinki (diciembre de 1999), por ejemplo. En esta última se decidió que todas las estrategias sectoriales deberían estar definidas para la reunión de **junio de 2001** (cumbre de Göteborg, durante la presidencia sueca de la UE) y se pidió a la Comisión la preparación de un proyecto de **Estrategia europea de desarrollo sostenible**, un instrumento de conjunto para un desarrollo económico, social y ecológicamente sostenible, objeto de análisis en el Consejo Europeo de junio de 2001.

I.1.4. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA U.E.

La **Agencia Europea de Medio Ambiente** (AEMA) fue creada mediante el Reglamento del Consejo núm. 1.210/90, de 7 de mayo, al objeto de proporcionar a la Comunidad y a los Estados miembros el apoyo técnico y científico necesario y la mejor información ambiental a escala europea disponible para los procesos de toma de decisiones e información y participación pública. El objetivo último, elaborar y aplicar políticas eficaces y acertadas en materia de medio ambiente, va más allá del mero control y seguimiento de la situación actual. Este organismo comenzó a funcionar en noviembre de 1994 y durante la Tercera Conferencia de Ministros de Medio Ambiente celebrada en Sofía en octubre de 1995 presenta un documento sobre el medio ambiente del conjunto de los países europeos titulado “Medio Ambiente en Europa. El Informe Dobris” que recogía una evaluación del estado del medio ambiente europeo hasta 1992 (AEMA, 1995). Ante la buena acogida del citado informe, AEMA elabora un segundo informe para la siguiente conferencia celebrada en Aarhus (Dinamarca) en junio de 1998, “Medio ambiente en Europa: Segunda evaluación” centrado en los 12 problemas medioambientales clave detectados en el informe Dobris (Tabla I.3).

Tabla I.3. Problemas medioambientales clave detectados en el informe Dobris (Tomado de Santa María Beneyto, 1999)

Cambio climático	Residuos
Acidificación	Ozono troposférico
Productos químicos	Agotamiento del ozono estratosférico
Biodiversidad	Aguas continentales
Medio ambiente marino y de litoral	Degradación del suelo
Medio ambiente urbano	Riesgos naturales y tecnológicos

También identifica los sectores socioeconómicos clave que inciden sobre el medio ambiente europeo: transporte, energía, industria y agricultura, cubiertos en grado variable por las políticas de intervención. Con respecto al uso de la energía, se considera la principal fuerza motriz del cambio climático y de los problemas relacionados con la contaminación atmosférica. Mientras en Europa occidental se registra un aumento anual de la eficiencia energética del 1%, en Europa oriental el consumo de energía ha disminuido un 23% desde 1990, como consecuencia de la reestructuración

económica, aunque se prevé un aumento en cuanto comience la recuperación. Por otro lado, la convergencia económica podría traducirse en un mayor consumo de energía y una mayor emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos procedentes de los sectores industria, transporte y hogares, haciendo necesarias nuevas medidas para promover la eficiencia energética en la producción y uso de la energía.

De los 12 problemas fundamentales que amenazan al medio ambiente, presenta particular interés el cambio climático, cuyas causas se plantean en esta Memoria como la base de fundamento de los cambios introducidos en la consideración y tratamiento de los problemas ambientales y en los programas energéticos de la Comunidad Europea, principalmente en lo que a la promoción de las fuentes de energía renovables, en adelante FER, se refiere.

El efecto invernadero es un fenómeno natural cuyos fundamentos físicos y las implicaciones probables para la atmósfera de los gases implicados fueron establecidos a finales del siglo XIX por Arrhenius. Los principales gases con efecto invernadero del sistema terrestre son el vapor de agua y el dióxido de carbono, por ese orden. Las actividades humanas no modifican directamente la concentración del primero en la atmósfera a nivel global y, por otro lado, la cantidad de vapor presente en la atmósfera es capaz de absorber la práctica totalidad de la radiación térmica emitida dentro de sus bandas de absorción. Las medidas experimentales indican que la temperatura media de la corteza terrestre está subiendo en los últimos años, así como la concentración de CO₂ atmosférico, concretamente un 26% en los dos últimos siglos.

Este gas se produce en la combustión de materias primas esenciales para la sociedad actual, empleadas en la producción de calor y de electricidad, en el transporte y en procesos domésticos e industriales. Como consecuencia, cada año se emiten alrededor de 80 Gt (10⁹ toneladas) de CO₂ que se suman a las 800 Gt que ya existen en la atmósfera (modificado de Montes Ponce de León, 2001). Hasta hace algunos años este incremento anual era inferior y se veía contrarrestado por la absorción que tiene lugar en un proceso de equilibrio medioambiental mediado por la biomasa vegetal y por la disolución en el agua de los océanos. Según las medidas experimentales más recientes, estos dos mecanismos de absorción del CO₂ no parecen ser suficientes en la actualidad para absorber el exceso de dióxido de carbono, dando lugar al crecimiento de su concentración atmosférica y por consiguiente, a un posible efecto invernadero. Aunque en el momento presente no existen evidencias científicas de que este fenómeno se produzca exactamente como se ha indicado, de acuerdo con los indicios existentes cabe preguntarse qué sucedería de continuar el aumento de la concentración de CO₂ al mismo ritmo que en la actualidad si dicho aumento es responsable del aumento de la temperatura terrestre por efecto invernadero (Montes Ponce de León, 2001).

Durante la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, celebrada en Génova en 1979, la Organización Meteorológica Mundial creó el **Programa Mundial del Clima** con el objetivo de impulsar el estudio de los procesos climáticos y de los impactos que a escala global tendría un

calentamiento de la Tierra, así como vigilar la evolución del clima e intentar determinar el grado de implicación del proceso de industrialización en el problema. Pero no fue hasta la Conferencia Internacional sobre el Clima celebrada en 1988 en Toronto, cuando se anunció por primera vez un objetivo político de reducir un 20% las emisiones de CO₂ en el año 2005 y un 50% en el año 2025 con respecto a las emisiones del año 1988 (OMM, 1988). En ese mismo año, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon en Ginebra el **Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)**, un organismo en el que participan miles de expertos de más de 120 países, dando así respuesta a la resolución adoptada en la Asamblea de las Naciones Unidas sobre las recomendaciones contenidas en el informe Brundtland y reflejando la voluntad de la comunidad internacional de afrontar la amenaza del cambio climático provocado por los gases con efecto invernadero.

El IPCC está estructurado en tres grupos de trabajo y una sección con sede en Japón y su objetivo fundamental es proporcionar asesoramiento científico-técnico y socioeconómico a la comunidad mundial, concretamente, una investigación sobre la gravedad, las causas y las posibles consecuencias del cambio climático mundial, así como la elaboración de previsiones para el futuro y la formulación de estrategias para mitigar sus efectos.

El **primer informe de evaluación del IPCC** fue presentado en verano de 1990 y debatido en la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima, celebrada en Ginebra en ese mismo año, lo que significó la confirmación política de la necesidad de abordar seriamente el problema, para lo que se requería un instrumento jurídico internacional. Según el mencionado informe, el aumento de CO₂ es responsable del 55% del incremento del efecto invernadero en la década de los 80 mientras que el 45% restante se debe al incremento de los gases invernadero más minoritarios: metano (con una contribución del 15%), óxido nitroso (6%) y los CFCs (24%) y algunos de compuestos desarrollados para sustituirlos en los usos industriales (HCFCs y HFCs). Estos compuestos absorben radiación correspondiente a las bandas del espectro electromagnético entre 3 y 25 micras, esto es, precisamente en la ventana de emisión que definen los dos gases dominantes (vapor de agua y CO₂), por lo que poseen un importante papel en la temperatura de la atmósfera planetaria (Martín Chivelet, 1999).

Este primer informe supuso un hito crucial en la consideración política internacional de esta cuestión al afirmar en sus conclusiones que las emisiones producidas por las actividades humanas aumentaban sustancialmente las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, potenciando el efecto invernadero natural y previendo una serie de consecuencias como un aumento de la temperatura media global y la elevación del nivel del mar, de seguir el crecimiento continuado de las emisiones de esos gases. También se señalaban importantes incertidumbres desde el punto de vista científico acerca de la evolución futura del clima debido a la escasa capacidad de los modelos climáticos utilizados y así, el aumento de 0,5 °C registrado durante el siglo anterior *“es coherente tanto con la predicción resultante de la aplicación de los modelos climáticos en relación con los gases de efecto invernadero como con la variabilidad climática natural”* al nivel de conocimientos de aquel

entonces. De cualquier forma, recomendaba la reducción en más del 60% de las emisiones de gases de larga presencia en la atmósfera debidas a las actividades humanas para estabilizar sus concentraciones a los niveles actuales, mientras el metano requeriría una reducción del 15 al 20% (Rivera, 2000) y, concretamente, los países industrializados debían reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero antes del año 2000 a sus niveles del 1990, aunque no se estipulaba nada acerca de la situación posterior a esa fecha.

El cambio climático fue, junto con la biodiversidad, la defensa de los bosques y el desarrollo sostenible, uno de los cuatro grandes temas a tratar en “Cumbre de Río de Janeiro” o “Cumbre de la Tierra” (CNUMAD), celebrada en 1992. Como consecuencia de dicha Cumbre y de la Agenda 21 nació la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** el 9 de mayo de ese mismo año (1992) en Nueva York, entrando en vigor tras su ratificación el 21 de marzo de 1994. Un poco más tarde, en 1996, se publica el **segundo informe de evaluación del IPCC** sobre el cambio climático, uno de cuyos objetivos consistía en intentar discernir la influencia antropogénica en el clima terrestre. Según este documento, las concentraciones atmosféricas de CO₂, CH₄ y N₂O habían aumentado de forma significativa, en aproximadamente un 30, 145 y 15% (valores de 1992), respectivamente, siguiendo unas tendencias que podían ser atribuidas en gran medida a las actividades humanas, como la utilización de combustibles fósiles, los cambios de usos de suelo y la agricultura. La contribución del CO₂ al calentamiento es del 64% (una cifra ligeramente superior al 55% establecido en el informe anterior), siendo las del CH₄ y N₂O, del orden de 19,2% y 5,7%, respectivamente. De mantener las emisiones de CO₂ en los niveles de 1994, la tasa de aumento de las concentraciones atmosféricas sería tal que podría alcanzarse una concentración de 500 partes por millón en volumen (ppmv), esto es, aproximadamente el doble de la concentración de CO₂ de la época preindustrial (280 ppmv a finales del siglo XIX).

Aún reconociendo la limitada capacidad de predicción de los modelos climáticos para cuantificar el efecto antropogénico a pesar de las mejoras técnicas pues *“las señales esperadas se encontraban aún emergiendo del nivel de base que constituye la variabilidad natural y debido a la existencia de incertidumbres en factores clave”* (como los efectos de retroalimentación debidos al vapor de agua, nubosidad, albedo de hielo y nieve, circulación oceánica y las interacciones superficie terrestre- atmósfera), en el referido informe se establece que: *“el balance de evidencias sugiere que hay una influencia humana discernible en el clima global”* (a saber). Informaba sobre el aumento general de la temperatura global de entre 0,3 y 0,6°C desde finales del siglo XIX, siendo los últimos años los más cálidos desde al menos el año 1860; sobre la subida de entre 10 y 25 cm. del nivel del mar durante los 100 años anteriores, atribuyéndolo en gran parte al aumento global de la temperatura media terrestre. Finalmente, establecía la necesidad de limitar sustancialmente las emisiones de los gases con efecto invernadero con el fin de estabilizar sus concentraciones en la atmósfera.

En el seno de la **III Conferencia de las Partes** de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en la capital japonesa, fue aprobado el **Protocolo de Kyoto** el

10 de diciembre de 1997, documento internacional de gran relevancia por el que los países industrializados se comprometieron por primera vez a poner en marcha una reducción de la emisión de gases responsables del efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso) al objeto de afrontar la amenaza del cambio climático.

El citado Protocolo fue firmado por España y por la U.E. en su conjunto a finales de abril de 1998, en el marco de la VI Reunión de la Comisión para el Desarrollo Sostenible de la ONU, celebrada en Nueva York, y en el año 1999 por Estados Unidos y Rusia, el segundo productor global de este tipo de gases. El Protocolo tiene como objetivo reducir, estabilizar o limitar el crecimiento de los gases con efecto invernadero correspondiendo a los países desarrollados reducir las emisiones de seis tipos de gases referidos a su equivalente en CO₂ en un 5,2% de media, con diferentes cuotas que son del 7% para Estados Unidos, 6% para Japón, en un 8% por debajo de los niveles de 1990 hasta el periodo 2008-2012 para los países de la U.E., entre un 5 y un 8% los países de Europa central y oriental, mientras la Federación Rusa y Ucrania se comprometieron a estabilizar sus emisiones en los niveles de 1990. No obstante, el Protocolo no ha logrado imponer este reparto con carácter obligatorio.

Conforme a ello, la Unión Europea ha asumido el compromiso de reducir en un 8% el conjunto de seis gases en el horizonte 2008-2012, aunque el horizonte previsto inicialmente por la UE era el del año 2010. Los años de referencia de las emisiones son los siguientes:

- El Dióxido de carbono (CO₂), el Metano (CH₄) y el Óxido nitroso (N₂O): se toma 1990 como año de referencia de emisiones.
- Los Hidrofluorcarburos (HFCs), los Perfluorcarburos (PFCs) y el Hexafluoruro de azufre (SF₆): puede optarse en este grupo entre 1990 y 1995 como año de referencia.

La tendencia de los tres últimos gases va en aumento y, al no conocerse aún productos sustitutivos, la Comisión Europea previó que el cumplimiento global del 8% obligaba a lograr una reducción del 12-13% en los tres primeros gases, aunque en principio se pensaba en un 10%. Según el Acuerdo alcanzado (tras cerca de seis meses de debates) en el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la Unión Europea, que se celebró en Luxemburgo en junio de 1998, el reparto de cargas entre los Estados miembros de la UE tendría en cuenta las siguientes normas:

- 8 de los países más contaminantes, Austria, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Italia, Luxemburgo, Países Bajos y Reino Unido, reducirán sus emisiones.
- 4 países europeos, con tasas de emisión per cápita de CO₂ por debajo de la media comunitaria, contribuirán al esfuerzo común limitando su incremento previsto inicialmente, como es el caso de España, cuyas posibilidades de aumento, hasta del 15% con respecto a los niveles de 1990, son inferiores a las de Portugal, Grecia e Irlanda.

El Protocolo de Kyoto contempla tres tipos de **mecanismos de flexibilidad**, destinados a facilitar a los países desarrollados el cumplimiento de sus obligaciones de emisiones. Por un lado, el

comercio de emisiones, mediante el cual los países podrán transferir parte de su “cuota” de emisión a otro país, o adquirirla. Los otros dos mecanismos se refieren a proyectos internacionales específicos mediante los que un país invierte en otro produciendo una reducción de emisiones, que se contabilizan a favor del país inversor. Según el mecanismo de la **aplicación conjunta**, tanto el inversor como el receptor son países con compromisos de limitación de emisiones. En el caso del **Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL)**, el receptor es un país en desarrollo, que de esta manera obtiene financiación adicional y tecnología para proyectos destinados al desarrollo sostenible y la reducción de sus emisiones, mientras el país desarrollado añadirá la reducción de emisiones certificada a su cantidad atribuida.

Paralelamente a este Acuerdo, la Conferencia Paneuropea de Ministros de Medio Ambiente celebrada en Aarhus (junio de 1998), puso de manifiesto que el cambio climático representa la mayor amenaza global al medio ambiente, a la salud pública y a la prosperidad de las naciones, destacando por ello la trascendencia que comporta el cumplimiento de los compromisos de Kyoto. Sin embargo, en las sucesivas Conferencias de las Partes: IV en Buenos Aires (1988), V en Bonn (1999), VI en La Haya (2000) persistieron las diferencias entre los distintos grupos de países, debido a las dificultades de muchos de ellos para cumplir las obligaciones fijadas y a pesar de la existencia de una voluntad común de avanzar en el proceso de ratificación y entrada en vigor del Convenio para el cumplimiento de los compromisos de Kyoto. En febrero de 2001, durante el tránsito hacia la segunda cumbre de la VI Conferencia de las Partes, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) presentaba su Tercer Informe, con los resultados sobre los efectos del cambio climático en las diferentes zonas del mundo, anunciando que el calentamiento previsto es mayor de lo que se ha venido considerando hasta la fecha. La situación por la que atraviesa el Protocolo de Kyoto venía a complicarse aún más con la decisión de la nueva presidencia de Estados Unidos de retirarse del mismo, si bien la UE asumía el cumplimiento de sus propios compromisos.

Finalmente, en la cumbre correspondiente a la **VII Conferencia de las Partes** del Convenio sobre el Cambio Climático, celebrada en Marrakech (Marruecos), del 29 de octubre al 9 de noviembre de 2001 se alcanza por fin el mínimo exigido, 55 países cuyas emisiones iguallen al 55% de las emisiones de CO₂ producidas en el año 1990, para que el acuerdo internacional pueda entrar en vigor en el año 2002.

En la reunión del IPCC celebrada en La Haya en noviembre de 2000 (IPCC, 2001) se han expuesto los siguientes argumentos en apoyo del cambio climático: Incremento de $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ de la temperatura media de la superficie terrestre desde el año 1.860; del contenido medio de calor del océano, equivalente a unos $0,04^{\circ}\text{C}$ por década en los 300 m más superficiales; del nivel medio del mar en el siglo XX (entre 10 y 20 cm.) y de las precipitaciones en las latitudes superiores del hemisferio norte en el siglo XX (0,5 al 1% por decenio). Por otro lado, han disminuido: la superficie helada de los mares del hemisferio norte en un 10-15% desde el año 1.950, la capa de nieve en un 10 % desde finales de la década de los sesenta y la extensión de los glaciares.

La Comisión Europea designó en el año 1997 a un grupo de expertos para realizar una Evaluación del Impacto Previsto del Cambio Climático en Europa. Las conclusiones del “**Informe ACACIA**” resultante se presentaron a finales de enero de 2000 Toledo (España). El estudio realizado viene a constatar el incremento de las temperaturas anuales en Europa entre 0,1 y 0,4 grados centígrados en cada decenio, calentamiento progresivo que es más acusado en los países europeos mediterráneos. El sur de Europa se calienta a una tasa 2 veces mayor que el norte del continente, lo que conlleva consecuencias importantes, como la posible desaparición en Europa de los inviernos clasificados como fríos, el aumento de la frecuencia e intensidad de las olas de calor, de los riesgos de inundaciones en gran parte del continente y de las sequías en el sur, etc., en definitiva, un panorama que avala la necesaria aplicación de políticas medioambientales más drásticas y la necesidad de un cambio de mentalidad de productores y usuarios.

La estrategia comunitaria sobre el cambio climático se concreta, básicamente en el denominado **Programa Europeo del Cambio Climático (PECC)**, anunciado por primera vez por la Comisaria Wallström en el Parlamento Europeo en octubre de 1999 y puesto en marcha mediante la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo de 8 de marzo de 2000, sobre *políticas y medidas comunitarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero*, en la que se detallan las principales componentes del programa. Diferentes grupos técnicos de trabajo se dedicaron a la preparación de propuestas políticas a discutir por la Comisión con el Consejo de Ministros, en campos prioritarios como **la energía, el transporte, los gases industriales**, así como en el **intercambio de emisiones** (compraventa de los derechos de emisión entre países) que será uno de los pilares de la estrategia.

En el **VI Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente (2001-2010)** (DOCE N° 29/2001, de 24 de enero de 2001) la U.E. establece como la prioridad más importante, la ratificación y aplicación del Protocolo de Kyoto, como un primer paso hacia la meta a largo plazo de una reducción del 70%. Indica además que la UE ha cumplido el compromiso de estabilizar en el año 2000 sus emisiones de CO₂ en los niveles de 1990, gracias a las excepcionales reducciones registradas en Alemania y el Reino Unido, pero no se pueden reducir para el 2010 sin adoptar medidas adicionales. De hecho, se prevé un aumento considerable de las emisiones de CO₂ de hasta el 40% en el sector del transporte, que en la actualidad representa prácticamente el 30% de las emisiones totales (habiéndose estimado en un 25% en la evaluación del V programa de acción). El VI Programa plantea una estrategia basada en distintos tipos de medidas, entre las que se destacan, junto a otras de carácter intersectorial, la investigación e información a ciudadanos y empresas:

- **Medidas específicas** para aumentar la eficiencia energética, el ahorro de energía, el consumo de materias primas y energías renovables y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂.

- **Integración** de los objetivos relativos al cambio climático en políticas sectoriales comunitarias; en lo que se refiere al sector energético, la promoción del gas natural, descarburar los combustibles fósiles y conseguir que en el año 2010 el 12% de la electricidad se genere a partir de fuentes de energía renovables, así como la promoción de sistemas de generación combinada de calor y electricidad, de modo que el suministro combinado de estas dos últimas represente el 18% de la producción de electricidad.

Así, los compromisos internacionales referidos a la estabilización, limitación o reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero fueron asumidos desde el primer momento por la U.E., tomándolos en consideración por ejemplo, en el Consejo Europeo de Dublín celebrado en junio de 1990, que instó a adoptar cuanto antes objetivos y estrategias para limitar tales emisiones. Este compromiso constituye un objetivo plenamente integrado, no ya en el VI Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente, como se acaba de exponer, sino también en el V Programa de Acción de 1993 “Hacia el Desarrollo Sostenible” (DOCE N° C 138/1, de 17 de mayo de 1993), que incluye entre sus temas principales el cambio climático; o en el programa plurianual de fomento de la eficacia energética de la Comunidad SAVE II (adoptado Decisión 96/737/CE de 16 de diciembre; DOL 335, de 24 de diciembre de 1996), cuyos orígenes se remontan a la Decisión 89/364/CEE del Consejo de 5 de junio de 1989, por la que se adopta un programa comunitario de actuación para mejorar la eficacia del uso de la electricidad (DOL 157, de 9 de 6 de 1989, p. 32).

En 1993 la U.E. puso en marcha un mecanismo de seguimiento de las emisiones de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero en la Comunidad, por la **Decisión 93/389/CEE** del Consejo de 24 de junio de 1993 (DO L 167, de 9 de julio de 1993), ampliado posteriormente a los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, junto a un mecanismo de evaluación de los avances realizados, por la Decisión 1999/296/CE del Consejo de 26 de abril de 1999 (DO L 117, de 5 de mayo de 1999).

El IV Programa Marco para Acciones Comunitarias del I+D (ver más adelante) con vigencia entre los años 1994 y 1998, dedicó 352 millones de ecus a la investigación sobre el medio ambiente y clima. Configura la Red Europea para la Investigación sobre el Cambio Global con los objetivos de: fomentar la cooperación científica, la recogida, el análisis y la distribución de información y la formación de expertos, así como actividades divulgativas. Además, se ha creado la Red Europea de Apoyo al Clima (REAC) por iniciativa de los Servicios Meteorológicos o Hidrológicos Nacionales de Europa occidental.

Como preparación a una acción efectiva a nivel comunitario para combatir el cambio climático, la Comisión Europea había publicado anteriormente una comunicación sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y un Libro Verde sobre un sistema de comercio de derechos de emisión de la UE (COM (2000) 87 final). En este contexto, la Comisión inició un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC; COM (2000) 88 final) a

partir de cuyos resultados se formularían propuestas concretas en materia de política energética, transportes, industria y agricultura y en relación con el sistema de comercio de derechos de emisión de la UE.

La política energética de la UE

El sector de suministro de energía es el principal responsable de las emisiones de dióxido de carbono, con un porcentaje cercano al 35% en el año 1995, seguido de porcentajes similares (20%) en las emisiones procedentes de la industria, el transporte y los hogares y el comercio (según el informe de AEMA presentado en Aarhus, Dinamarca, en junio de 1998). Por ello, a escala comunitaria se han elaborado y desarrollado propuestas en diversas áreas de actuación en el campo de la energía, de índole fiscal y técnica. Entre las primeras cabe destacar: un impuesto sobre la energía y el carbón (introducido en Austria, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Noruega y Suecia) o un impuesto sobre las emisiones de CO₂, cuya aplicación apenas ha avanzado desde 1992 debido a las distintas posturas de los Estados miembros; la implementación de programas de fomento de energías alternativas (Programas Altener, 1993), de cooperación internacional en el sector de la energía (Synergy, 1997) o el reforzamiento de algunos preexistentes, como el de eficiencia energética (Programa SAVE). En cuanto a las medidas de carácter técnico, se encuentran: la potenciación de instalaciones combinadas de calefacción y electricidad, el cambio de combustibles del carbón al gas natural y/o madera y otras medidas referidas al transporte y al fomento de la absorción de carbono mediante la reforestación. En noviembre de 1997, poco antes de la Conferencia de Kyoto, la Comisión de la UE asumió globalmente el objetivo de duplicar antes del 2010 la cuota de las fuentes de energía renovables hasta el 12% de la producción de energía primaria.

Sin embargo, los impactos sobre el entorno medioambiental y social derivados de las actividades industriales y de la generación y creciente uso de la energía no parecen ser el único (y desde luego tampoco el principal) aspecto que marca este cambio en el modelo energético tradicional; en la orientación actual hacia las fuentes de energía renovables de la política europea en sus vertientes medioambiental y energética existen otras consideraciones de indudable efecto socioeconómico, algunas de ellas tenidas en cuenta desde hace más de tres décadas:

A) Por un lado, se percibe una relación neta positiva entre la protección del medio ambiente, la economía y el empleo, siendo destacable que la aplicación de políticas ambientales estrictas haya servido para dinamizar la creación de empresas dedicadas a desarrollar tecnologías anticontaminantes y para convertir a los países que las desarrollan en líderes de la exportación de estas tecnologías. La introducción de tecnologías limpias, las medidas de conservación de los recursos naturales y de energía, unidas a las inversiones previstas en los planes de desarrollo regional, pueden suponer importantes beneficios económicos en términos de nuevos “empleos verdes”. A título ilustrativo se reseñan algunas normas promulgadas en distintas fechas en las que se apunta esta

posibilidad, inicialmente como un incentivo a los esfuerzos en investigación y posteriormente como una oportunidad ante el enorme potencial económico que supone:

Así, ya el Reglamento 1302/78 del Consejo de 12 de junio de 1978, relativo al apoyo financiero a proyectos de explotación de fuentes de energía alternativas (DO L 158, de 16 de junio de 1978, p. 3), hacía referencia en su preámbulo a que la ejecución de los proyectos contemplados podría conducir al desarrollo de una industria comunitaria cualificada que pudiera generar mercados potenciales de cierta importancia fuera de la Comunidad. Esta idea se reitera en el Reglamento 3640/85 del Consejo de 20 de diciembre de 1985, dirigido a promover mediante ayuda financiera, proyectos de demostración y proyectos pilotos industriales en el ámbito de la energía (DO L 350, de 27 de diciembre de 1985, p. 29) y en la Decisión 94/806/CE del Consejo, de 23 de noviembre de 1994, por la que se adopta un programa específico de investigación y desarrollo tecnológico (IDT), incluida la demostración, en el campo de la energía no nuclear (1994-1998), al indicar que *“el programa puede suponer una importante contribución a la reactivación del crecimiento, al fortalecimiento de la competitividad y al desarrollo del empleo en la Comunidad, tal como se indica en el Libro blanco sobre crecimiento, competitividad y empleo, particularmente si se desarrollan y se utilizan en mayor medida las tecnologías energéticas eficaces”* (DO L 334, de 22 de diciembre de 1994, p. 87).

B) Por otro lado, el movimiento internacional contra el cambio climático, liderado por la UE, ha supuesto un respaldo considerable a las actuaciones, orientaciones y estrategias que ha venido desarrollando en las dos últimas décadas en materia de política energética, cuyo objetivo fundamental ha sido siempre el “abastecimiento seguro y duradero en condiciones económicas satisfactorias” en el incierto mercado internacional de la energía. El impulso dado a las energías renovables viene justificado por la potencialidad de estas fuentes para paliar la inseguridad en el abastecimiento del petróleo, un recurso agotable y concentrado desde el punto de vista geográfico, cuyos precios se ven influidos por las tendencias del mercado, por la situación sociopolítica de las regiones productoras, por las decisiones estratégicas de los países exportadores como la OPEP, o por las variaciones en los tipos de cambio (Delgado Medina, 2001).

Además, la Comunidad Europea ha sido y es dependiente en extremo con respecto a las fuentes de energía exteriores a la misma, una situación que ha mostrado una fuerte tendencia a agravarse debido al crecimiento en el consumo de energía. De hecho, en el año 2000 la situación energética se caracterizaba por una fuerte dependencia exterior: se importa el 50% de los recursos energéticos de la Comunidad y alcanzarán el 70% en el 2030 (según el Libro Verde titulado “Hacia una estrategia europea de seguridad en el abastecimiento energético”, presentado por la Comisión de las Comunidades Europeas en noviembre de 2000), y ello a pesar de los esfuerzos realizados por la Comunidad en las últimas décadas en materia de política energética, cuya evolución en relación con el proceso de expansión de las energías renovables se expone a continuación.

Desde finales de los años 60 y a lo largo de la década de los 70 la UE articula una estrategia basada fundamentalmente en el establecimiento de reservas, en el ahorro energético y en el fomento de los recursos existentes en la Comunidad. Sirva de ejemplo la **Directiva 68/414/CEE** del Consejo, de diciembre de 1968, por la que se obliga a los Estados Miembros de la CEE a mantener un nivel mínimo de reservas de petróleo crudo y/o productos petrolíferos (DO L 308, de 23 de diciembre de 1968), promulgada ante la posibilidad de que pudiera producirse de forma inesperada una reducción del suministro de petróleo y productos petrolíferos procedentes de terceros países y que podría tener graves consecuencias en la actividad económica de la Comunidad. Establece que los Estados deben mantener de forma permanente un nivel de reservas de productos petrolíferos equivalente al menos, a 65 días del consumo medio interno diario durante el año natural precedente; este periodo de referencia fue prorrogado a 90 días por la Directiva 72/425/CEE del Consejo de 19 de diciembre de 1972, por la que se modifica la Directiva del Consejo de 20 de diciembre de 1968 referida (DO L 291, de 28 de diciembre de 1972, p. 154). También se instrumentan procedimientos relacionados con el establecimiento, registro, vigilancia y transporte de reservas almacenadas en otro Estado miembro (Decisión 68/416/CEE del Consejo de 29 de diciembre de 1968, relativa a la celebración y ejecución de los acuerdos gubernamentales especiales relativos a la obligación de los Estados miembros de mantener un nivel mínimo de reservas de petróleo crudo y/o productos petrolíferos; DO L 308 de 23 de diciembre de 1968, P. 19) y ya en plena crisis se publica la **Directiva 73/238/CEE** del Consejo, de 24 de julio de 1973, relativa a las medidas destinadas a atenuar los efectos producidos por las dificultades de abastecimiento de petróleo crudo y productos petrolíferos (DO L 228, de 16 de agosto de 1973) con el objeto de armonizar los poderes de los Estados y favorecer la coordinación de las medidas nacionales previstas o adoptadas por los Estados miembros en caso de dificultad de abastecimiento.

El elevado grado de dependencia de la Comunidad respecto de las energías importadas de terceros países y especialmente el petróleo, que alcanzó el 63% en 1973, en la situación que presentaba el mercado mundial de la energía en aquellos años, comprometía en ese momento “*el equilibrio económico de la Comunidad y el desarrollo del progreso económico*”, haciendo necesario elaborar con urgencia una política energética que “*asegurara un abastecimiento seguro y duradero en condiciones económicas satisfactorias*“. A tal fin fue publicada la **Resolución del Consejo, de 17 de septiembre de 1974**, relativa a la nueva estrategia de política energética para la Comunidad (DO C 153, de 9 de septiembre de 1974, p. 1), que contiene una serie de orientaciones generales, y la **Resolución del Consejo, de 17 de diciembre de 1974** (DO C 153, de 9 de julio de 1975, p. 2) en la que se detallan los objetivos a alcanzar hasta el año 1985:

Los objetivos generales consisten en la reducción en 1985 hasta menos del 50% y, si fuera posible hasta el 40%, la dependencia respecto de la energía importada, lo que requiere la modificación de la estructura de abastecimiento de la Comunidad.

Los objetivos específicos se concretan en:

1) En lo que se refiere a demanda de energía:

- Reducir la tasa de crecimiento del consumo de energía de forma que se alcance en 1985 un nivel de consumo inferior en un 15% a las previsiones establecidas en enero de 1973, para lo que se adoptarán medidas de uso racional y de ahorro de energía, sin interferir en los objetivos de desarrollo económico y social, y
- Modificar la estructura del consumo de energía intensificando el uso de recursos seguros, como por ejemplo la energía nuclear que según se estima permitirá a la electricidad cubrir el 35% del consumo de energía en 1985.

2) En cuanto a la oferta de energía y con el fin de reforzar la seguridad en el abastecimiento, recurriendo a los recursos de la Comunidad, los objetivos para 1985 eran:

- Mantener el nivel de producción comunitaria de hulla (180 Mtep), incrementar las posibilidades de importación de carbón (40 Mtep) y alcanzar los 30 Mtep en la producción de lignito y hulla.
- Desarrollar la búsqueda y la producción comunitaria de gas natural para alcanzar los 175 Mtep y, si fuera posible, los 225 Mtep.
- Disponer de un parque de centrales nucleares con una potencia instalada de 160 Gwe y si fuera posible, de 200 Gwe.
- Aprovechar o desarrollar las instalaciones hidráulicas y geotérmicas para que su contribución a la oferta de energía alcance los 45 Mtep.
- Limitar el consumo de petróleo en los sectores en que pueda reemplazarse por otras fuentes de energía, desarrollar la búsqueda y producción comunitaria para alcanzar los 180 Mtep y reducir la importación hasta 540 Mtep; el objetivo propuesto por la Comisión para las otras fuentes de energía permitiría reducir esta cantidad hasta los 420 Mtep. La proporción del petróleo importado respecto al total de las necesidades de energía se situaría respectivamente en un 38 o un 28% y en un 75% o un 70% respecto al consumo del petróleo (98% en 1973).
- Garantizar una mejor utilización de las energías renovables y a largo plazo, sustituirlas por nuevas formas de energía mediante una política de investigación y desarrollo tecnológico.

Las referencias al necesario esfuerzo en desarrollo, investigación e innovación tecnológica de las energías renovables se encuentran en las dos anteriores Resoluciones del Consejo ya referidas, de 17 de septiembre de 1974 y de 17 de diciembre de 1974, y en relación con el ahorro energético, en otras disposiciones de esa misma década, como por ejemplo en la **Resolución del Consejo, de 13 de febrero de 1975**, relativa a los medios que deben aplicarse para alcanzar los objetivos de la política energética comunitaria adoptados por el Consejo el 17 de diciembre de 1974 (DO C 153, de 9 de septiembre de 1975 p. 6), simultaneándose con las medidas relativas a la potenciación de los recursos de la Comunidad (combustibles sólidos, energía nuclear e hidrocarburos) y con la reducción del

consumo de productos petrolíferos (**Decisión 77/706/CEE del Consejo de 7 de noviembre de 1977**, por la que se establece un objetivo comunitario de reducción del consumo de energía primaria en caso de dificultades de abastecimiento de petróleo crudo y productos petrolíferos; DO L 292, de 16 de noviembre de 1977, p. 9), cuyas modalidades de aplicación se establecen en la **Decisión 79/639/CEE de la Comisión de 15 de junio de 1979** (DO L 183 de 19 de julio de 1979, p. 1).

Sin abandonar los objetivos prioritarios de reducción del consumo, las fuentes de energía nuevas y renovables irán adquiriendo un peso creciente en la estrategia energética de la Comunidad como consecuencia del creciente apoyo al desarrollo tecnológico que, a su vez, se concibe como soporte de la estrategia energética: En la reunión de París celebrada los días 19 y 20 de octubre de 1972 los Jefes de Estado y de Gobierno expresaron su voluntad de definir objetivos y asegurar el desarrollo de una política en el ámbito científico y tecnológico, lo que desembocó finalmente en la adopción de un programa de investigación y desarrollo (I+D) en el campo de la energía adoptado por la Decisión 75/510/CEE del Consejo (DO L 213, de 2 de septiembre de 1975, p. 1). Los resultados positivos que produjo abrieron perspectivas en relación a los objetivos perseguidos, por lo que tuvo continuidad en los años siguientes y prácticamente hasta la actualidad, de forma independiente como el adoptado por la Decisión 79/785/CEE del Consejo, de 11 de septiembre de 1979, para el periodo (1979-1983) (DO L 231, de 13 de septiembre de 1979) y encuadrados posteriormente en los correspondientes Programas Marco.

Los Programas Marco de acciones comunitarias de investigación, demostración y desarrollo tecnológico se establecieron con el objetivo general de promover el desarrollo científico y técnico y su difusión, sistematizando y optimizando la acción comunitaria en materia de investigación, desarrollo y demostración mediante la adopción y revisión periódica de líneas directrices o indicaciones generales que faciliten el desarrollo de objetivos técnicos y científicos. Se desarrollan mediante programas concretos relativos a cada una de las acciones que lo componen, precisando las modalidades de realización, su duración y los medios que se estimen necesarios. Son de especial interés para la presente Memoria los **Programas de investigación y desarrollo dentro del campo de la energía no nuclear** (en adelante, Programas I+D) (Tabla 1.4), concretamente los aspectos relacionados con la energía eólica.

Paralelamente, los proyectos de demostración en el sector de la energía han recibido apoyo económico debido a los riesgos financieros y a las importantes inversiones que pudiera entrañar la aplicación de técnicas de carácter innovador. La idea central que inspira el establecimiento y la aplicación de este tipo de ayuda se sintetiza en que dichas ayudas refuerzan la confianza en la explotación de estas fuentes de energía, favoreciendo de esta manera su uso en la Comunidad. De hecho, los requisitos de los proyectos con vistas a su financiación resultan ser muy exigentes, siendo condición imprescindible el que hubieran superado la fase de investigación y que sus perspectivas de viabilidad industrial y comercial hubieran quedado suficientemente demostradas mediante estudios e investigaciones previas; de forma similar, los objetivos de los proyectos a evaluar son ambiciosos y

concretos en lo que respecta a la solución de los problemas técnicos y socioeconómicos, como se verá más adelante. Las ayudas se instrumentalizaban mediante diversos Reglamentos referidos al ámbito de aplicación según las directrices y los objetivos de la política energética y que junto a los Programas Marco y los Programas I+D se recogen siguiendo un orden cronológico en la Tabla I.4.

Tabla I.4. Programas Marco de acciones comunitarias de investigación, demostración y desarrollo tecnológico de la Comunidad y sus correspondientes Programas de investigación y desarrollo dentro del campo de la energía no nuclear y Reglamentos en los que se prevé la financiación de proyectos.

Programas Marco	Programa investigación y desarrollo energía	Reglamentos CEE (ayuda financiera)
	Decisión 75/510/CEE del Consejo (DOL 213, 2-9-1975)	Nº 1302/78 (fuentes de energía alternativas) (DOL 158, 16-6-1978) Nº 1303/78 (ahorro de energía) (DOL 158, 16-6-1978)
	(1979-1983). Decisión 79/785/CEE del Consejo (DOL, 231 13-9-1979)	Nº 1971/83 (licuefacción y la gasificación de combustibles sólidos) (DOL 195, 19-7-1983), modificado por Reglamento. Nº 2125/84 (DOL 196, 26-7-1984). Nº 1972/83 (fuentes de energía alternativa, al ahorro de energía y a la sustitución de hidrocarburos) (DOL 195, 19-7-1983), modificado por Reglamento. Nº 2126/84 (DOL 196, 26-7-1984)
I PM (1984-1987). Resolución 83/319/CEE (DOL 208, 4-8-1983)	(1985-1988). Decisión 85/198/CEE del Consejo (DOL, 83 25-3-1985)	Nº 3640/85 (proyectos de demostración y proyectos piloto industriales en el ámbito de la energía) (DOL 350, 27-12-1985). Nº 3639/85 (hidrocarburos) (DOL 350, 27-12-1985)
II PM (1987-1991). Decisión 87/516/Euratom, CEE (DOL 302, 24-10-1991; completada en DOL 89, 6-4-1988)	(1989-1992). Decisión 89/236/CEE del Consejo “JOULE” (DOL 98, 11-4-1989)	
III PM (1990-1994). Decisión 90/221/Euratom, CEE (DOL 117, 8-5-1990) adaptada por la Decisión 93/167/Euratom, CEE (DOL 69, 20-3-1993)		
IV PM (1994-1998). Decisión 1110/94/CE (DOL 126, 18-5-1994; modif. DOL 86, 4-4-1996 y DOL 347, 18-12-1997)	(1994-1998). Decisión 94/806/CEE (DOL 334, 22-12-1994)	
V PM (1998-2002). Decisión 182/1999/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DOL, 26 1-2-1999)	(1998-2002). Decisión 1999/21/CE, Euratom (DOL 7, 13-1-1999). (1998-2002). Decisión 1999/170/CE (DOL 64, 12-3-1999)	

En 1980 se establecen los nuevos objetivos de política energética de la Comunidad por **Resolución del Consejo, de 9 de junio de 1980**, relativa a los objetivos de política energética de la Comunidad para 1990 y a la convergencia de las políticas de los Estados miembros (DO C 149, de 18 de junio de 1980 p. 1). El grueso de los objetivos suponen básicamente un reforzamiento de la estrategia energética del año 1974, estando centrados en:

- Reducir el consumo del petróleo
- Cubrir por medio de combustibles sólidos y de energía nuclear del 70 al 75% de las necesidades de energía primaria para la producción de electricidad, y
- Seguir una política de precios de energía compatible con la realización de los objetivos energéticos adoptados a nivel de la Comunidad.

Pero esta Resolución contiene también una referencia expresa al estímulo del uso de las fuentes de energía renovables, de forma que *“se incremente su contribución al abastecimiento de energía de la Comunidad”* y, consecuentemente, también se realiza un esfuerzo creciente en investigación, desarrollo y demostración durante los años siguientes, a pesar de la mejora en la situación energética mundial pues *“la Comunidad considera que no hay que cejar esfuerzos dirigidos a economizar la energía y a diversificar el aprovisionamiento energético comunitario”*. Por ello, el estímulo al uso de las renovables se recoge entre los objetivos científicos y técnicos del primer Programa Marco (1984-1987), englobándolo junto al desarrollo de la energía nuclear de fisión, la fusión termonuclear controlada y el uso racional de la energía bajo el término “Mejora de la gestión de recursos energéticos”, dotándolo con un presupuesto de 1.770 millones de Ecus (el 47,2% del total del Programa Marco). La mayor parte de esta cantidad, el 29,4% (520 mE), se dedica al uso racional de la energía, siendo inferiores las cantidades asignadas a fusión termonuclear (480 mE; 27,1%), energía nuclear de fisión (460 mE; 26%) y energías renovables (310 mE; 17,5%).

La partida económica destinada al Programa I+D correspondiente a los años 1985-1988 (adoptado por Decisión del Consejo 85/1981/CEE de 12 de marzo de 1985; DOL 83 de 25-3-85, p.16) experimentó un sustancioso aumento en relación con el programa anterior, vigente entre 1979 y 1983 (Decisión 79/795/CE del Consejo de 11 de septiembre de 1979; DOL 231 de 13 de septiembre de 1979, p.30). Este aumento se refiere tanto al presupuesto total como al subprograma denominado “Desarrollo de energías renovables” (Tabla I.5). A este último, que incluye las energías de la biomasa, solar, eólica y geotérmica, se dedica el 66,5% de los 139 mE que constituyen el presupuesto aplicable, siendo destacable la existencia de algunas diferencias significativas con respecto al anterior programa I+D (1979-1984). Así, no sólo la dotación presupuestaria para el desarrollo e investigación de renovables es mayor (92,5 frente a 64 mE), sino que también lo es en proporción al total del programa (66,5 frente al 60,9%).

Tabla I.5. Distribución presupuestaria de los Programas I+D entre 1979 y 1988.

Subprogramas	1979-83 mE (%)	1985-88 mE (%)
Conservación/Uso racional de la energía	27 (25,7)	46,5 (37,5)
Renovables (solar, biomasa, eólica)	46 (43,8)	71,5 (51,4)
Geotérmica	18 (17,1)	21,0 (15,1)
Total renovables	64 (60,9)	92,5 (66,5)
Producción y utilización de H ₂	8 (7,6)	-
Análisis y estrategias	6 (5,7)	-
TOTAL	105 (100)	139 (100)

También cabe resaltar el abandono (temporal, hasta 1994) de la producción y utilización del hidrógeno, que contaba anteriormente con 8 mE (7,6% del presupuesto del programa 1979-83), y un aumento de la partida dedicada a la energía geotérmica (de 18 á 21 mE), aunque su cuota en el programa disminuye del 17,1 al 15,1%. El subprograma 3. Energía eólica, orientado a la evaluación de los recursos eólicos en Europa, a la experimentación de aerogeneradores y el desarrollo de tecnologías y prototipos, cuenta con unos 18 mE, una cifra ligeramente inferior a los destinados a investigación en biomasa (20mE), geotérmica (21 mE) y solar (33,5 mE).

De forma similar, los reglamentos promulgados para la financiación de proyectos de demostración también prevén mayores cuantías económicas y una definición más precisa de los requisitos de los proyectos. Los relacionados con la energía eólica son:

- El Reglamento (CEE) 1302/78, está dedicado exclusivamente a la explotación de fuentes de energías alternativas, entendiendo como tales cualquier fuente potencial de energía, excepto la energía nuclear y los combustibles fósiles explotados por técnicas convencionales. Incluye una lista no exhaustiva y sin pretensión de reflejar prioridades, de proyectos relacionados con la energía mecánica del oleaje, maremotriz y la energía cinética del viento, junto a la geotérmica, la licuefacción y gasificación de los combustibles sólidos y la explotación de la energía solar, sin más especificaciones.
- El Reglamento (CEE) 1972/83 comprende tres grandes grupos de proyectos: Explotación de fuentes de energía alternativas, Ahorro energético y Sustitución de hidrocarburos. El primer grupo abarca, junto a los proyectos enumerados en el párrafo anterior, los relacionados con la energía hidroeléctrica inferior a 3.000 kW. Los proyectos de energía eólica y oceánica se reúnen en un único capítulo, debiéndose enfocar a la generación de energía eléctrica descentralizada para el suministro directo a los usuarios y centralizada para volcar a redes de suministro, incluyendo también los aspectos de la integración de parques eólicos en un sistema de distribución de energía; sus campos de aplicación serán la producción de electricidad, el calentamiento de invernaderos, calefacción doméstica, en industria y agricultura, producción

de agua caliente doméstica y otras aplicaciones como secado, refrigeración, bombeo, riego y desalinización. La dotación presupuestaria para el año 1983 era de 70 mE, ampliada hasta los 215 mE para los años 1983 á 1985, según lo establecido en el Reglamento (CEE) 2126/84 de 23 de julio que modifica al anterior.

- El Reglamento CEE 3640/85 dispone de un total de 360 mE a distribuir en los cuatro años de vigencia (1986-89) en los tres grandes grupos contemplados en el Reglamento de 1983 más un grupo adicional de proyectos relacionados con la licuefacción y gasificación de los combustibles sólidos. Cabe destacar el abandono de proyectos relacionados con la energía mecánica de olas y mareas, mientras que en la evaluación de los proyectos de energía eólica se tenían en cuenta, junto a su carácter innovador, las soluciones técnicas que permitieran reducir de forma sustancial los costes de inversión y explotar al máximo los recursos eólicos disponibles, concediendo especial atención a los aspectos relacionados con el entorno, en su carácter técnico y administrativo (licencia de instalación, conexión a la red eléctrica, etc.) en el ámbito de la producción de electricidad y otras aplicaciones. Estos requisitos se pueden interpretar como indicativos de un cierto grado de madurez de los sistemas de conversión de energía eólica.

Como consecuencia de los resultados ventajosos obtenidos a raíz de la puesta en marcha y desarrollo de estos programas de investigación y demostración y a la vista de sus posibilidades futuras, las fuentes de energía renovables (FER) experimentan un notable impulso a partir del año 1986, llegando a constituir uno de los aspectos fundamentales de la estrategia energética y política de la Comunidad. Así, la **Resolución 86/925(01) del Consejo** de 16 de septiembre de 1986, relativa a los nuevos objetivos de política energética comunitaria para 1995 y a la convergencia de las políticas de los Estados miembros (DO C 241, de 25 de septiembre de 1986, p.1), sitúa a las FER entre los objetivos principales para examinar la convergencia y la cohesión de las políticas energéticas de los Estados miembros. Dicha norma establece una serie de objetivos horizontales, referidos a la seguridad del abastecimiento, la mejora del balance energético de la Comunidad, la promoción de las innovaciones tecnológicas y la búsqueda de soluciones equilibradas para la energía y el medio ambiente. Propone para la Comunidad en conjunto y hasta 1995 los siguientes objetivos sectoriales a modo de líneas directrices indicativas en lo que respecta a sus aspectos cuantitativos:

a) La utilización aún más eficaz de la energía en todos los sectores, mejorando el rendimiento de la demanda final de la energía (esto es, la proporción entre la demanda final de energía y el Producto Nacional Bruto) en al menos un 20%.

b) La limitación del consumo de petróleo al 40% para lo que las importaciones petrolíferas netas deberían mantenerse en menos de 1/3 del consumo total de energía de la Comunidad.

c) Mantener la parte del gas natural en el balance energético, promocionar el consumo de combustibles sólidos y reducir a menos del 15% la parte de hidrocarburos en la producción eléctrica.

d) Mantener el desarrollo de las energías nuevas y renovables, incluida la hidroeléctrica tradicional, en particular por medio de la continuidad del esfuerzo emprendido y la acentuación de las modalidades de difusión de los resultados y de la nueva puesta en práctica de proyectos exitosos. Se indica además que *“la contribución de las energías nuevas y renovables a la sustitución de los combustibles tradicionales debería aumentar sustancialmente a fin de que estas energías puedan desempeñar un papel significativo en el balance energético total”*.

Poco tiempo después, el Consejo adoptó una orientación comunitaria de desarrollo de las fuentes nuevas y renovables de energía por **Resolución del 26 de noviembre de 1986** (DO C 316, de 9 de diciembre de 1986, p. 1), con los objetivos de: a) buscar el aprovechamiento óptimo de la explotación de estas fuentes en la Comunidad, según su disponibilidad en cada Estado miembro; b) rentabilizar los esfuerzos y permitir a todos los empresarios potenciales a escala comunitaria beneficiarse de las experiencias adquiridas, facilitando la cooperación industrial y la extensión de los mercados, y c) elaborar acciones que garanticen la coherencia a escala comunitaria de las medidas nacionales de carácter legislativo, financiero e informativo, así como acciones tendentes a estimular el recurso a las fuentes nuevas y renovables de energía asentadas, en todo caso, en sus perspectivas últimas de viabilidad económica.

Resulta también significativo que en su **Recomendación de 9 de junio de 1988** sobre el desarrollo de la explotación de las energías renovables en la Comunidad (DOL 160, de 28 de junio de 1988, p.46) el Consejo exhortara a los Estados miembros a: establecer legislaciones, procedimientos administrativos o ambos para superar los obstáculos que impedían el desarrollo de la explotación de las energías renovables; a continuar los programas de investigación y experimentación prestando especial atención al desarrollo de las energías renovables, perfeccionando los inventarios nacionales de recursos renovables de energía y facilitando el intercambio de información sobre su desarrollo, y a fomentar la cooperación entre las industrias productoras de equipos de explotación, teniendo en cuenta las perspectivas últimas de viabilidad económica antes de promover una determinada forma de energía renovable.

En su sesión del 29 de octubre de 1990, el Consejo (Ministros de Energía y Medio Ambiente) acuerda que la Comunidad y sus Estados miembros tomarán medidas para conseguir globalmente la estabilización de las emisiones totales de CO₂ para el año 2000 en el nivel registrado en 1990, en el supuesto de que otros países importantes asumiesen compromisos similares, un objetivo al que podría contribuir un incremento significativo de la utilización de las energías renovables. El Consejo considera que el desarrollo de las energías renovables ofrece ventajas económicas inducidas en términos de empleos y de mantenimiento *in situ* de las poblaciones locales y explica la falta de competitividad de determinadas fuentes de energía, reflejada en la pequeña cuota de mercado con que participan, al menos en parte porque el sistema de precios no tiene en cuenta el coste ecológico de las principales fuentes de energía tradicionales.

Partiendo de estas consideraciones, tres años después promulga la Decisión 93/500/CEE del Consejo de 13 de septiembre de 1993, relativa al fomento de las energías renovables en la Comunidad (DOL N° 235, de 18 de septiembre de 1993, p. 41), que supone el nacimiento de los programas plurianuales **Altener**. Fueron concebidos inicialmente como un instrumento para el fomento de las energías renovables en la Comunidad, de forma independiente y complementaria a las acciones incluidas en los correspondientes Programas Marco de investigación, desarrollo tecnológico y demostración. Por medio de estos programas los esfuerzos en investigación y desarrollo en materia de energías renovables adquieren un cierto grado de independencia, lo que podría considerarse indicativo de su importancia en la estrategia energética de la Comunidad.

La implementación del Programa **Altener**, al que se destinan 40 mE durante cinco años (1993 á 1997) explica el descenso de las dotaciones presupuestarias asignadas a los correspondientes Programas I+D en lo que se refiere:

- Al presupuesto total, con 122 mE para el Programa (1969-1992) denominado **JOULE** (adoptado por Decisión 89/236/CEE de 14 de marzo de 1989; DOL 98 de 11 de abril de 1989, p. 13)
- Al subprograma “**Energías renovables**” cuya asignación se reduce prácticamente a la mitad, tanto en lo que se refiere al presupuesto total (47 mE) como en porcentaje (38,5%) del total del programa, en comparación con el anterior Programa I+D (1985-88).

Por el contrario, la ejecución de los proyectos de demostración al amparo del programa **Thermie** para el periodo 1990-92 (Reglamento (CEE) 2008/90, de 29 de junio de 1990; DOL 185, de 17 de julio de 1990, p.1) supone un importe total de 350 mE, de los que un mínimo de 87,5 millones se destinan al subprograma dedicado a las energías renovables.

En otro orden de cosas, el programa **Altener** estimaba una reducción de 180 TM de CO₂ para el año 2005 a escala comunitaria mediante la consecución de los siguientes objetivos indicativos:

A. Aumentar la contribución de las energías renovables a la cobertura de la demanda total de energía del 4% aproximado del año 1991 al 8% en el año 2005, para lo que la producción de energías renovables debería pasar de los 43 Mtep de 1991 a cerca de 109 Mtep en el año 2005.

B. Triplicar la producción eléctrica a partir de las energías renovables (excluyendo las grandes centrales hidroeléctricas), por lo que la capacidad de las centrales deberán pasar de 8 GW y 2 TWh en 1991 a 27 GW y 80 TWh en el 2005.

C. Obtener para los biocarburantes una parte de mercado del 5% del consumo total de los vehículos a motor, lo que implica la producción de 11 Mtep.

Para conseguir estos objetivos, el programa financiaba cuatro tipos de acciones (muy similares en su definición a los establecidos en el programa de eficiencia energética **SAVE**) en el ámbito de las renovables, básicamente estudios, evaluaciones y otras medidas destinadas a:

- a) Definir normas o especificaciones técnicas;
- b) Ampliar o crear infraestructuras, incluyendo actividades de formación e información y medidas sectoriales, sobre todo proyectos piloto, elaboración de planes locales de desarrollo, etc.
- c) Crear una red de información para promover una mejor coordinación entre las actividades nacionales, comunitarias e internacionales mediante el establecimiento de los medios de comunicación apropiados y que permita evaluar el efecto de las acciones contempladas.
- d) Evaluar la viabilidad técnica y las ventajas económicas y medioambientales de explotar industrialmente la biomasa con fines energéticos, en particular la producción de calor y electricidad.

A raíz de la puesta en marcha y desarrollo del primer programa **Altener** en el año 1993 y hasta la adopción del segundo en el año 1998, la actividad institucional relacionada con las energías renovables fue muy intensa: Tras la publicación del “Libro verde por una política energética de la Unión Europea” (COM(94) 659 final) de 11 de enero de 1995 y del Libro Blanco de 13 de diciembre de 1995, “Una política energética de la Unión Europea” (COM(95) 682), en los que la Comisión expresaba su opinión sobre el futuro de la política energética de la Comunidad y sobre el papel de las renovables, el Parlamento exhortó a la Comisión a aplicar un plan de acción comunitaria de fomento de las energías renovables en su Resolución de 4 de julio de 1996 (DO C 211, de 22 de julio de 1996). Las enseñanzas extraídas del programa **Altener** desembocaron en la presentación unos meses después del Libro Verde de 20 de noviembre de 1996 titulado “Energía para el futuro: las fuentes de energía renovables” que supone el inicio de un proceso para desarrollar y continuar aplicando una estrategia comunitaria y un plan de acción sobre fuentes de energía renovables que representara una importante oportunidad para alcanzar los objetivos de Kyoto manteniendo los niveles de desarrollo económico, expuestos en el Libro Blanco de 1997 “Energía para el futuro: fuentes de energía renovables” (COM(97) 599 final). Se trata de una contribución del 12% de las FER al consumo terrestre bruto de energía en la U.E. para el año 2010, un objetivo apoyado por el Consejo en su Resolución de 8 de junio de 1998 sobre fuentes de energía renovables (DO C 198, de 24 de junio de 1998, p. 1), que significa que los Estados miembros deberán estimular la expansión de las fuentes de energías renovables en función de su propio potencial y que a la larga contribuirán a una mayor explotación del potencial disponible, una mejor contribución a la reducción del CO₂, una reducción de la dependencia energética, el desarrollo de la industria y la creación de empleo. Con el aumento de empleo de las fuentes de energía renovable se esperaban beneficios económicos importantes, perfilándose importantes salidas a la exportación en razón de la capacidad de la UE para suministrar equipos y servicios técnicos y financieros.

A la vista del Libro Blanco de la Comisión “Una política energética de la Unión Europea” de diciembre de 1995, el Parlamento invitó a la Comisión a establecer un programa de ayudas destinadas a fomentar las energías sostenibles en su Resolución de 14 de noviembre de 1996 (DOC 362, de 2 de diciembre de 1996, p. 279), pidiendo expresamente la rápida adopción de un programa **Altener II**

reforzado en su Resolución del 15 de mayo de 1997 (DOC 167, de 2 de junio de 1997, p. 160). No en vano, se estimaba que las emisiones de CO₂ provocadas por el consumo de energía en la Comunidad aumentarían en un 3% entre 1995 y 2000 y el programa **Altener**, junto al de eficiencia energética (**SAVE**), había sido reconocido por la Comunidad como un elemento importante de la estrategia comunitaria para la reducción de las emisiones de CO₂.

Las renovables constituían ya por aquel entonces una importante fuente de energía en la UE, muy favorecidas por la posibilidad que tenían los Estados miembros de promover la penetración prioritaria en el mercado, de la electricidad generada a partir de este tipo de fuentes, según se establece en la **Directiva 96/92/CEE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de diciembre de 1996 sobre normas comunes para el mercado de la electricidad (DOL 27, de 30 de enero de 1997, p. 20). A mayor abundamiento, el desarrollo de un sector europeo de FER representaba un considerable potencial comercial, abriendo vastas posibilidades de exportación de tecnología y de creación de empleo. Puesto que la consecución de estos objetivos sólo sería posible con el desarrollo libre y a gran escala de las renovables, consecuentemente, al primer programa **Altener** se le da continuidad en los siguientes programas plurianuales, complementando las acciones contenidas en el V Programa Marco (1998-2002), mediante:

- El programa **Altener II** (1998-1999), adoptado por Decisión 98/352/CE del Consejo de 18 de mayo de 1998 (DOL 159 de 3 de junio de 1998, p. 53) y dotado con 22 millones de ecus, derogado posteriormente por el programa
- **Altener** (1998-2002), financiado con 77 millones de euros, adoptado por Decisión 646/2000/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de febrero de 2000 (DOL 79 de 25 de octubre de 2000, p. 1).

Los objetivos específicos de estos programas suponen cambios muy sustanciales en comparación con los establecidos en el primero, estando orientados básicamente hacia una utilización más intensiva y a escala comercial de las renovables, habida cuenta del grado de madurez tecnológica alcanzado en las últimas décadas:

a) crear las condiciones necesarias, en particular jurídicas, socioeconómicas y administrativas, para la aplicación del plan de acción comunitario sobre las energías renovables, lo que incluye instrumentos y mecanismos de mercado como los contenidos en el Libro Blanco de la Comisión de 26 de noviembre de 1997 y una campaña de lanzamiento, y

b) fomentar la inversión pública y privada en la producción y consumo de energía a partir de fuentes renovables.

Se indicaba también que estos dos objetivos específicos contribuirían a alcanzar los objetivos y prioridades globales de la Comunidad, como la limitación de las emisiones de CO₂, el aumento de la proporción de las energías renovables en el balance energético, la disminución de la dependencia de las importaciones de energía, la seguridad del abastecimiento, el fomento del empleo, el desarrollo

económico, la cohesión económica y social y el desarrollo regional y local, entre otras cosas, fortaleciendo el potencial económico de las regiones remotas y periféricas. El programa **Altener** (1998-2002) incorpora también como objetivo que el 12% del consumo bruto de energía en la Comunidad en el año 2010 (establecido en el Libro Blanco de 1997) proceda de energías renovables, lo que requería estrategias específicas de cada uno de los Estados miembros y una aproximación integral de las políticas sectoriales.

A la vista de estos objetivos, se comprende que las acciones a financiar son radicalmente diferentes de las contempladas en el primer programa. Sin olvidar las relativas al desarrollo de estructuras de información, educación y formación, el impulso del intercambio de experiencias y las medidas de control, seguimiento y evaluación del propio programa, el grueso de las acciones se centran en los aspectos de índole social, económica y mercantil que contribuyan a la superación de los obstáculos no técnicos existentes, concretamente:

a) Estudios y otras acciones destinadas a aplicar y complementar otras medidas adoptadas para aumentar el potencial de las energías renovables, como la preparación de estrategias sectoriales y de mercado; la elaboración de normas y de certificación; facilitar la agrupación para hacer compras conjuntamente; análisis comparativos, basados en proyectos relativos a la repercusión en el medio ambiente y la evolución de los costes y beneficios a largo plazo, entre la utilización de energías clásicas y renovables; el análisis de las condiciones jurídicas, socioeconómicas y administrativas, incluido el estudio de la posible utilización de medidas económicas y/o incentivos fiscales, que sean más propicias para la penetración en el mercado de las energías renovables; la preparación de la legislación adecuada que promueva unas condiciones favorables a las inversiones y de métodos más perfeccionados, para evaluar los costes y las ventajas que no se reflejan en los precios del mercado;

b) Proyectos piloto de interés comunitario encaminados a crear o ampliar las estructuras y los instrumentos necesarios para el desarrollo de las energías renovables en lo que se refiere a la planificación local y regional, las herramientas de planificación, concepción y evaluación y los nuevos productos financieros e instrumentos de mercado;

c) Acciones focalizadas destinadas a facilitar la penetración de las FER y de los correspondientes conocimientos técnicos en el mercado, para facilitar la transición entre la demostración y la comercialización y fomentar la inversión prestando asistencia y asesoramiento en la preparación y presentación de proyectos de aplicación;

A efectos prácticos **Altener** (1998-2002) se diferencia de los anteriores en que se ejecutará no de forma independiente, sino dentro del Programa Marco plurianual de las actividades en el sector de la energía y medidas afines (1998-2002), establecido por Decisión 1999/21/CE, Euratom del Consejo de 14 de diciembre de 1988. Este Programa Marco es el resultado de las labores de coordinación del conjunto de programas existentes en el sector de la energía, por lo que comprende, además del **Altener** ya referido:

- Programa Marco plurianual de actividades en el sector de la energía (1998-2002)
- Programa plurianual de fomento de la eficacia energética (1998-2002) **SAVE II**, que se desarrollará en cooperación estrecha con otros proyectos que tengan por objeto directo fomentar la eficacia energética (**JOULE** y **THERMIE**) para evitar solapamientos.
- Programa plurianual de medidas tecnológicas para el fomento de la utilización limpia y eficiente de los combustibles sólidos (1998-2002), **CARNOT**.
- Programa plurianual destinado a fomentar la cooperación internacional en el sector de la energía **SYNERGY**.

La consecución práctica del objetivo de obtener un 12% del consumo energético bruto a partir de fuentes renovables para el año 2010 se traduce en un porcentaje específico del consumo de electricidad generada a partir de renovables de un 22,1%. En otras palabras, el Libro Blanco contiene una proyección del desarrollo de la electricidad de FER necesario para alcanzar el objetivo global del 12%, según la cual, es necesario duplicar la electricidad de FER, que pasará de 337 TWh (14,3%) en 1995 a 675 TWh (23,5%) en 2010. El análisis de los objetivos de los Estados miembros relevó que eran insuficientes para alcanzar colectivamente el objetivo global del 12%, por lo que se procedió a redefinirlos.

Desde el punto de vista jurídico se estudió la conveniencia de establecer a escala comunitaria objetivos obligatorios de consumo de electricidad de FER para todos los Estados miembros, lo que podría facilitar el logro del referido 12% del Libro Blanco y de esta manera asegurar una contribución significativa al cumplimiento de los compromisos de la UE respecto al Protocolo de Kyoto. Pero, al mismo tiempo resultaba deseable mantener un amplio grado de flexibilidad que permitiera a los Estados miembros determinar la estrategia más adecuada en función de las circunstancias de cada uno de ellos y, llegado el caso, adaptarla a la luz de los acontecimientos futuros. Puesto que, en todo caso, era importante que la utilización de la electricidad de FER aumentara significativamente en todos los Estados miembros, el Consejo de la Unión Europea adoptó de manera definitiva la **Directiva 2001/77/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad (DO N° L 283 de 27/10/2001 p. 0033 – 0040).

Esta Directiva supone el compromiso por parte de los Estados miembros de respetar los objetivos nacionales de consumo de electricidad producida a partir de FER, instaurar un sistema de certificación de origen de energía eléctrica “verde” y crear condiciones justas que favorezcan el acceso prioritario de la electricidad producida por FER, respetando las reglas de la competencia. Concretamente, las obligaciones de los Estados, descritas en el artículo 3, suponen:

- Fijar y cumplir anualmente los objetivos nacionales en términos de porcentaje de consumo de electricidad correspondientes a los diez años siguientes, que serán proporcionales al objetivo

fijado hasta el 2010 teniendo en cuenta los valores de referencia que figuran en el anexo de la Directiva (y se recogen en la Tabla I.6).

- Publicar cada año los objetivos nacionales de consumo futuro junto a las medidas adoptadas o previstas a escala nacional para su consecución, y
- Publicar cada dos años un informe en el que se analice el grado de cumplimiento de los objetivos, considerando los factores climáticos que puedan afectar a su realización, y en el que se indique la medida en que las acciones emprendidas son conformes con el compromiso nacional en materia de cambio climático.

Tabla I.6. Objetivos indicativos de los Estados miembros para la contribución de la electricidad de FER al consumo bruto de electricidad en 2010

Estado	Porcentaje*	TWh	Estado	Porcentaje*	TWh
Austria	78,1	55,3	Italia	25,0	89,6
Bélgica	6,0	6,3	Luxemburgo	5,7	0,5
Dinamarca	29,0	12,9	Países Bajos	12,0	15,9
Francia	35,0	33,7	Portugal	45,6	28,3
Finlandia	21,0	112,9	España	29,4	76,6
Alemania	12,5	76,4	Suecia	60,0	97,5
Grecia	20,1	14,5	Reino Unido	10,0	50,3
Irlanda	13,2	4,5	Unión Europea	22,1	674,9

*: Consumo de electricidad FER en porcentaje del consumo bruto total de electricidad de 3,058 TWh, previsto en la hipótesis base.

La Directiva no exige a los Estados miembros reconocer la adquisición de una garantía de origen procedente de otro Estado miembro, ni la correspondiente compra de electricidad como contribución al cumplimiento de la obligación de una cuota nacional, pero para facilitar el comercio de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables e incrementar la transparencia para la elección de los consumidores, se requiere una garantía de origen de esta última que permita a los productores demostrar, en su caso, que la electricidad que venden ha sido generada a partir de FER. A tal efecto, las garantías de origen indicarán la fuente de energía a partir de la cual se haya generado la electricidad, especificando las fechas y lugares de generación y en su caso, precisando la capacidad de las centrales hidroeléctricas.

Los Estados miembros deberán garantizar también el acceso prioritario de la electricidad generada a partir de fuentes renovables a las redes de distribución, asegurando la homologación de forma exacta y fiable en los dos años siguientes a la entrada en vigor de la Directiva y el cálculo transparente y no discriminatorio de los costes de conexión de los nuevos productores. También deben mejorar y acelerar los procedimientos de autorización aplicables a los centros de producción de energía.

Como se ha mencionado anteriormente, a pesar de la adopción de los programas **Altener**, las energías renovables siguen teniendo cabida en los restantes programas de investigación, desarrollo y demostración (Programas Marco) en lo que respecta a objetivos técnicos y científicos, aplicaciones, presupuestos y financiación de proyectos. Así, para alcanzar los principales objetivos para la acción comunitaria en el campo de la energía y junto a otras medidas, los trabajos de investigación y desarrollo de las energías renovables se orientan de modo que alcancen rápidamente su nivel óptimo de contribución a la política energética comunitaria y en torno a la introducción de las renovables a gran escala, junto a la utilización racional de la energía y la producción de energía a partir de combustibles fósiles de manera más eficaz y más limpia (IV Programa Marco).

El **V Programa Marco de I+D de la Unión Europea (1998-2002)**, adoptado por la Decisión nº 182/1999/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de diciembre de 1998 (DOCE Serie L 26, de 1.2.1999), aporta como novedad la inclusión como una de las acciones clave, basadas en problemas concretos, la Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en el ámbito de las energías, el medio ambiente y la gestión sostenible de los recursos de los ecosistemas, por ser considerados aspectos fundamentales para la ejecución de las políticas de la UE. Aunque las IDT en materia de medio ambiente y de energía están estrechamente relacionadas continúan siendo ámbitos distintos y cada uno de ellos requiere medidas financieras y administrativas específicas.

En el programa de “Energía” se definen como acciones clave:

i) los sistemas energéticos menos contaminantes, incluidos los renovables, cuyo objetivo fundamental es reducir al mínimo el impacto medioambiental de la producción y utilización de energía en Europa, para lo que se requiere la investigación de alternativas más limpias, en particular las renovables, centrándose de forma prioritaria en:

- La generación a gran escala de electricidad, calor o ambos
- El desarrollo y demostración, también para la producción descentralizada, de las principales fuentes de energía nuevas y renovables (biomasa, pilas de combustible, eólica en aplicaciones terrestres y en el mar, solares) y la mejora de su eficacia
- La integración de fuentes de energía nuevas y renovables en los sistemas energéticos

ii) Energía económica y eficiente para una Europa competitiva con el fin de proporcionar un abastecimiento energético fiable, eficiente, seguro y económico en beneficio de sus ciudadanos, del funcionamiento de la sociedad y de la competitividad de su industria. Deberá actuarse en cada una de las fases del ciclo energético -producción, distribución y utilización final- por lo que se hace hincapié en las tecnologías para la utilización final racional y eficiente de la energía, para el almacenamiento, transmisión y distribución de la energía a distintas escalas y en la elaboración de estudios sobre abastecimiento y demanda de sistemas económicos/medioambientales /energéticos y sobre sus interacciones, así como análisis de rentabilidad (basados en los costes de todo el ciclo de vida) y de eficacia de todas las fuentes de energía.

Cabe destacar el especial énfasis que el V Programa Marco pone en la participación efectiva de las pequeñas y medianas empresas en los programas comunitarios, debido al papel que juegan en el desarrollo económico y social en el nacimiento de nuevas actividades económicas, creación de empleo y competitividad.

Perspectivas de futuro

Las perspectivas de desarrollo y de utilización cada vez más generalizada de las fuentes de energía renovables son excelentes tanto si se considera un escenario mundial como a nivel europeo, debido en primer lugar a su potencialidad intrínseca para resolver los principales problemas del modelo energético vigente y a que en la actualidad existe una tecnología muy madura y relativamente bien desarrollada en el ámbito comercial, al menos en algunos sectores como el eólico. Así, la ONU (2000) en su informe mundial de energía (www.undp.org/seed/eap/activities/wea) estimaba que la cuota de renovables puede alcanzar un 40% en el año 2050 y el 80% en el 2100. De forma similar, las previsiones de la Asociación de la Industria Eléctrica (AIE) en el año 2000 indicaban que las fuentes de energía primaria que experimentarían mayor crecimiento en el período 2000-2020, serían las renovables.

El informe de evaluación del V Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible: “Hacia un desarrollo sostenible” (COM(1999) 543 final) de la UE ha puesto de manifiesto que las tendencias actuales de crecimiento y consumo de productos energéticos en la UE en general, y especialmente en algunos sectores como el transporte, no están en consonancia con los compromisos de la Comunidad en materia de cambio climático, siendo necesario un recurso más frecuente a las fuentes de energía renovables, junto a una mayor eficacia energética y en última instancia, una reducción de la demanda de energía y transporte. Aunque el objetivo último es evitar los costes potenciales del cambio climático para la economía europea, a corto plazo será posible conseguir beneficios económicos inmediatos como consecuencia de un menor despilfarro energético y de un mayor avance tecnológico. Ese mismo documento considera que pese a la aprobación por parte de la Comunidad de medidas en materia de conservación de la energía, eficiencia energética y fuentes renovables, como los programas **ALTENER** y **SAVE**, los fondos asignados son inferiores a los inicialmente propuestos y han tenido escasas repercusiones frente a la magnitud del problema por no constituir una verdadera política energética de la Comunidad en conjunto. Cabe recordar que, basándose en los contenidos de este informe de evaluación, el VI Programa en Materia de Medio Ambiente de la UE recoge como objetivo para el año 2010 que el 12% de la electricidad se genere a partir de fuentes de energía renovables y que el suministro combinado de calor y electricidad represente el 18% de la producción de electricidad.

Por otro lado, la publicación del Libro Verde de la Comisión de 29 de noviembre de 2000 “Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético” (COM (2000) 769 final) ha situado a las energías renovables en el punto de mira del mercado energético. En dicho documento se

elabora una estrategia energética a largo plazo, hasta el 2030, basada en que la producción comunitaria es insuficiente para cubrir las crecientes necesidades energéticas de la UE y en la doble presión de las preocupaciones ambientales (cambio climático) y del nuevo funcionamiento del mercado basado en la integración. La inseguridad del abastecimiento, junto a la triplicación de los precios del petróleo desde el año 1999 y la creciente dependencia energética de la UE, que se estima alcanzará el 70% en el 2030, son otros argumentos de gran fuerza que inciden en la apuesta europea por las renovables.

Así, el consumo energético actual está cubierto en un 41% por petróleo, un 22% por gas natural, un 16% por combustibles sólidos (carbón, lignito, turba), un 15% por energía nuclear y un 6% por energías renovables, de las cuales, el 4% corresponden a energía hidroeléctrica. Sin intervención, en el año 2030 el balance energético seguirá descansando en los combustibles fósiles: 38% de petróleo, 29% gas natural, 19% combustibles sólidos y sólo un 6% de energía nuclear y un 8% de energías renovables. La energía procedente de fuentes renovables es muy atractiva debido a consideraciones ambientales y geopolíticas, y ha aumentado su contribución a la producción de energía ligeramente desde un 5% en 1990 hasta aproximadamente un 6%, representando un 14% de la producción de electricidad a lo largo de la década de los noventa. Sin embargo, esta cifra enmascara el aumento real, superior al 30% (Tabla I.7) en la producción de renovables debido al crecimiento de la demanda en ese mismo periodo (cabe destacar sin embargo que en valor absoluto supone un aumento de 65 á 85 millones de Tep, incluida la hidroeléctrica). Y tampoco refleja el creciente interés de las instituciones financieras y del sector energético convencional, que han venido realizando sustanciosas inversiones en los últimos años.

Tabla I.7. Producción de energía a partir de fuentes renovables en Europa, por sectores (tomado de Libro Verde Hacia una estrategia europea para la seguridad en el abastecimiento. Documento técnico)

Sector	1989	1996	1997	1998	Aumento 89/98 (%)
Eólica	46	417	631	1.037	2154
Solar	146	294	318	347	138
Hidroeléctrica	21.859	24.814	25.452	26.262	20
Geotérmica	2.215	2.747	2.815	2.992	35
Biomasa	39.979	47.777	52.552	54.175	36
Producción energía primaria (ktep)	64.242	76.051	84.816	84.816	32
Generación electricidad (GWh)	273.290	321.436	334.642	352.805	29

Los mayores obstáculos al desarrollo de las fuentes de energía renovables son de índole estructural y financiero. Estructural por cuanto el sistema económico y social ha sido concebido y desarrollado de forma centralizada en torno a las energías convencionales (carbón, petróleo, gas natural y nuclear) y sobre todo, en torno a la producción eléctrica. Los obstáculos de carácter financiero, el problema más importante, se deben al requerimiento de grandes inversiones iniciales en algunos casos, al igual que ha sucedido históricamente con otras energías (el carbón, el petróleo o la

energía nuclear). Precisamente, una de las posibilidades de financiación de las FER propuestas en el referido Libro Verde consiste en someter las fuentes de energía más rentables como la energía nuclear, el petróleo o el gas, a alguna forma de contribución al desarrollo de las renovables.

Junto a diversas cuestiones de carácter técnico y práctico, otro de los obstáculos con los que se enfrentan las fuentes de energía renovables es el elevado coste de su tecnología, por lo que con una inversión adecuada en investigación, desarrollo, demostración y promoción tecnológica con vistas a su comercialización a corto, medio y largo plazo, las renovables tienen la capacidad de resolver muchos de los inconvenientes que debe afrontar el suministro energético europeo a largo plazo y ello de una manera aceptable desde los puntos de vista ambiental y económico. Sirva a modo de ejemplo el caso de la energía eólica que, ayudada por los avances tecnológicos, ha visto reducido sus costes de forma drástica a lo largo de la década de los noventa, según una tendencia que continúa en la actualidad. Por si este argumento no fuera suficiente para invertir esfuerzos en el desarrollo de las FER, el Libro Verde considera esencial que la posición actual de Europa en lo que se refiere a la fabricación, desarrollo y consumo de este tipo de tecnología siga mejorando, lo que permitirá a la UE mantener su liderazgo en el mercado mundial y contribuir a la apertura de mercados de rápida expansión tanto dentro de la UE como fuera de ella, sobre todo en los países menos desarrollados en los que se espera un fuerte crecimiento del consumo energético (y según el modelo energético actual, emisiones de CO₂).

Por otro lado, de continuar las pautas económicas establecidas por la política actual, la contribución de las renovables al consumo de energía primaria no podrá llegar a ser significativa, siendo necesario el establecimiento de incentivos fiscales y el cambio del sistema de precios. De hecho, en la actualidad las fuentes de energía renovables no son competitivas y su disponibilidad en el mercado energético no está equiparado con los procesos de obtención energética convencionales porque no se tienen en cuenta ni los costes ambientales y sociales, ni las subvenciones que favorecen a las energías convencionales, incluida la energía nuclear. El incremento selectivo de los precios de la energía, discriminando en función del origen, tal y como se establece en la nueva Directiva 2001/77/CE relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad, en el actual contexto de liberación del mercado energético y con una estrategia comercial adecuada, podría permitir utópicamente la elección libre por parte del consumidor de su fuente de abastecimiento y de esta manera favorecer la expansión de las fuentes renovables de energía.

I.1.5. LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN LA C. A. DE GALICIA

La situación energética de Galicia fue expuesta de forma pormenorizada en el documento titulado “Libro blanco de la Energía de Galicia” (Consellería de Industria, 2000; existe una actualización del año 2003), editado por la Xunta de Galicia, del que se toman los datos básicos que se

comentan en este apartado, referidos a energía primaria, energía disponible, consumo interno y exportación:

Las principales fuentes de **energía primaria de origen autóctono** que se explotan en Galicia son: el carbón; el agua, que se utiliza para la generación de energía hidráulica; la biomasa, los residuos y el viento (energía eólica) que, en conjunto, sumaban un total de 3.090 kilotoneladas equivalentes de petróleo en el año 1998, como se muestra en la Tabla I.8. De dicha Tabla se puede destacar la importancia del carbón con 1.750 ktep (lo que equivale al 56,64% del total) que, junto con la energía hidráulica (635 ktep) representan el 77,19% de la energía primaria gallega. Biomasa (330 ktep) y residuos (310 ktep) contribuyen con porcentajes muy similares, del orden del 10%. Los porcentajes restantes son poco significativos, próximos al 1% y corresponden a la energía eólica (30 ktep) y minihidráulica (35 ktep). Atendiendo a la definición de Fuente de Energía Renovable (FER) se puede establecer que el 45,2% de la energía primaria autóctona es de carácter renovable y supone un total de 1.340 ktep.

Tabla I.8. Distribución de las fuentes de energía primaria en Galicia (Consellería de Industria, 2000).

Producto energético	Autóctona		Importación		Total	
	ktep	Porcentaje	Ktep	Porcentaje	ktep	Porcentaje
Carbón	1.750	56,64	1.480	18,55	3.230	29,18
Hidráulica	635	20,55			635	5,74
Minihidráulica	35	1,13			35	0,32
Biomasa	330	10,67			330	2,98
Residuos	310	10,03			310	2,80
Eólica	30	0,98			30	0,27
Petróleo			6.400	80,20	6.400	57,81
Electricidad			80	1,00	80	0,72
Gas			20	0,25	20	0,18
TOTAL	3.090	100	7.980	100	11.070	100

Al igual que sucede en los países de su entorno, Galicia necesita importar recursos de origen fósil para cubrir las necesidades de su demanda energética. Las **importaciones de energía primaria** equivalen en conjunto a 7.980 ktep y como productos energéticos mayoritarios se encuentran el petróleo y, en menor medida, el carbón. La importante presencia del petróleo en el cómputo total (80,20 %) con 6.400 ktep obedece a la extensa aplicación de este combustible a los usos de transporte. Seguirían en orden decreciente de importancia los 1.480 ktep de carbón (18,55 % de las importaciones de energía primaria) que se consumen en las centrales térmicas de As Pontes y Meirama para la generación de energía eléctrica y con el fin de descender sus emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera. Los porcentajes de electricidad (80 ktep) y gas (20 ktep) apenas suman el 1,25% de las importaciones restante.

Por lo tanto, la disponibilidad de energía primaria en Galicia en 1998 alcanza los 11.070 ktep de los cuales la mayor parte, el 72,08%, son de importación, mientras los productos autóctonos sobrepasan ligeramente la cuarta parte. De esta energía primaria más de la mitad, concretamente el 57,8%, corresponde a los productos petrolíferos (con 6.400 ktep), mientras los carbones autóctono y de importación suman 29,18% y el resto de las fuentes apenas alcanzan el 6% en el mejor de los casos. Se aprecia por tanto que la importación de combustibles fósiles reduce considerablemente la proporción de energía procedente de fuentes renovables hasta el 12,12%

La energía primaria es sometida en la mayoría de los casos a una serie de procesos de rendimiento variado, para ser transformada en energía disponible, esto es, la energía que finalmente sirve a los usuarios para cubrir sus demandas. Los **rendimientos ponderados** de dichas transformaciones varían entre los valores mínimos de 30 – 38% para los carbones autóctono e importado, respectivamente; 71 y 80% para biomasa y residuos, respectivamente y el 85 – 86% de gas y petróleo. Los valores de rendimiento correspondientes a las energías eólica e hidráulica se consideran de 100% debido a la naturaleza inagotable de estas fuentes y a que no se valoran las pérdidas de los procesos de transformación. Con valores intermedios de rendimiento energético se sitúan la biomasa (71%) y los residuos (80%). Considerada en conjunto, la **eficiencia** del sector energético gallego es del 71%, un valor relativamente elevado debido en buena parte a la alta rentabilidad de los procesos transformadores a que son sometidos los productos petrolíferos, y en claro contraste con la generación de energía eléctrica en las centrales térmicas de carbón.

Una vez conocidas la disponibilidad de energía primaria y los rendimientos de dichos productos, puede calcularse la **energía disponible**, que alcanza las 7.870 ktep. Como era de esperar, la mayor parte de esta energía procede de la importación, concretamente el 78,3% del total, equivalente a 6.160 ktep, mientras la energía disponible de origen autóctono constituye las 1.710 ktep restantes (21,7%), como se puede observar en la Tabla I.9. La proporción de toda esta energía disponible en la Comunidad que tiene su origen en fuentes renovables (hidráulica, biomasa, residuos y eólica) alcanza las 1.183 ktep, lo que supone el 15% del total.

Por otro lado, la energía disponible se comercializa en distintas formas (Electricidad, Calor y productos petrolíferos) en la manera en que se muestra en la Figura I.2, en la que destaca la importancia porcentual de los productos petrolíferos, con 4.550 ktep, lo que supone el 57,8% de la energía disponible total, una proporción similar a la que representaban en la energía primaria total.

Con respecto a la disponibilidad para electricidad y calor (3.320 ktep en conjunto), los productos energéticos que se aplican son cualitativamente los mismos que definen la distribución de la energía primaria y según su origen, los productos de origen autóctono con un 51,6% sobrepasan ligeramente a los de importación (48,4%), tal y como se recoge en la Tabla I.10.

Tabla I.9. Distribución de las fuentes de energía disponible en Galicia (Consellería de Industria, 2000).

Producto energético	Autóctona		Importación		Total	
	ktep	Porcentaje	Ktep	Porcentaje	ktep	Porcentaje
Carbón	527	30,82	563	9,14	1.090	13,85
Hidráulica	635	37,13			635	8,07
Minihidráulica	35	2,05			35	0,44
Biomasa	235	13,74			235	2,99
Residuos	248	14,50			248	3,15
Eólica	30	1,75			30	0,38
Petróleo			5.500	89,29	5.500	69,89
Electricidad			80	1,30	80	1,02
Gas			17	0,28	17	0,22
TOTAL	1.710	100	6.160	100	7.870	100

Figura I.2. Distribución de la energía disponible (Elaborado a partir de Consellería de Industria, 2000)

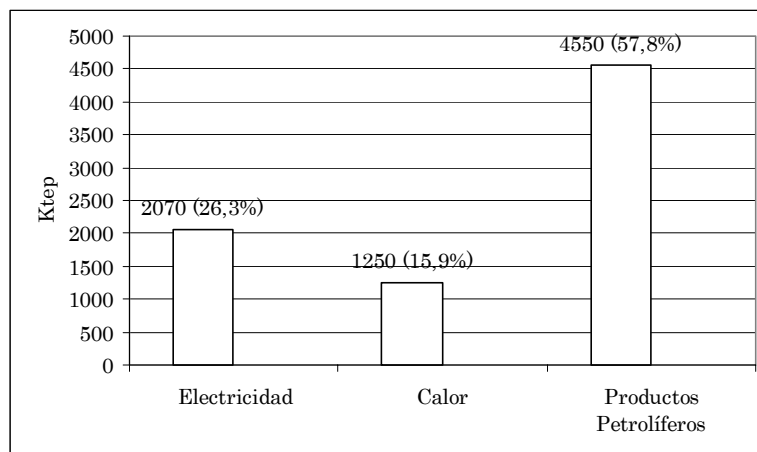


Tabla I.10. Origen de la electricidad y calor disponibles en Galicia (Consellería de Industria, 2000).

Disponibilidad	Producto	Ktep	%	Procedencia (%)
Electricidad 2.070 Ktep	Productos petrolíferos	950	28,6	Importación (48,4%)
	Carbón	563	16,9	
	Electricidad	80	2,4	
	Gas	17	0,5	
Calor 1.250 Ktep	Carbón	527	15,9	Autóctona (51,6%)
	Hidráulica	635	19,1	
	Minihidráulica	35	1,1	
	Biomasa	235	7,1	
	Residuos	248	7,5	
	Eólica	30	0,9	
	Total	3.320	100	

Además, la disponibilidad energética para estos dos productos, generados mayoritariamente a partir de productos fósiles, es del 61,9 % del total, siendo destacable la producción de 950 ktep de electricidad a partir de productos petrolíferos. De la Tabla I.10 se puede deducir también que en el mercado interior de electricidad, el porcentaje disponible de origen marcadamente renovable es del 28,2 %.

El **consumo interno de energía** en Galicia alcanzó los 4.300 ktep en 1998 (Tabla I.11), consistiendo fundamentalmente en 1.850 Ktep de productos petrolíferos que se dedican casi exclusivamente al transporte (43% del total consumido), y en proporciones muy similares de calor (1.200 ktep) y electricidad (1.250 ktep), ambos del orden del 28%.

Tabla I.11. Distribución de la energía disponible, consumo energético y exportación (Consellería de Industria, 2000).

	Energía disponible		Consumo		Exportación	
	ktep	Porcentaje	ktep	Porcentaje	ktep	Porcentaje
Electricidad	2.070	26,3	1.200	27,9	870	24,4
Calor	1.250	15,9	1.250	29,1	-	-
Productos petrolíferos	4.550	57,8	1.850	43,0	2.700	75,6
TOTAL	7.870	100,0	4.300	100,0	3.570	100,0

A partir de los datos de energía disponible y consumida se pueden establecer dos hechos fundamentales. Por un lado, si se consideran las 1.710 ktep de energía autóctona disponible (Tabla I.8) resulta que esta Comunidad presenta un déficit de 740 ktep de energía disponible para el consumo de electricidad y calor, que en conjunto suponen 2.450 ktep. El grado de autoabastecimiento para ambos conceptos es, por tanto del 69,8% ($= 1.710 \cdot 100 / 2.450$), pero si se considera el consumo energético total, lo que viene a incluir los productos petrolíferos, el índice de autoabastecimiento desciende hasta el 39,7% ($= 1.710 \cdot 100 / 4.300$). Por otro lado, al comparar las energías totales disponible y consumida se encuentra un exceso de energía que se destina a la **exportación**, mayoritariamente (75,6% de la energía exportada total) en forma de productos petrolíferos (2.700 ktep) y casi la cuarta parte en forma de electricidad (870 ktep), lo que en conjunto supone una suma total de 3.570 ktep.

La energía exportada representa el 45% del total de la energía disponible que Galicia pone en el mercado y al referirla exclusivamente a la energía eléctrica se cifra en 42%, lo que confirma el carácter exportador de energía eléctrica final de esta Comunidad, posibilitado por el volumen de las importaciones de productos energéticos y por la alta capacidad de Galicia para generar energía final a partir de recursos primarios, autóctonos e importados, en sus centrales energéticas. Además, la energía eléctrica exportada supone el 26,2% de la energía disponible que Galicia oferta para el consumo eléctrico y calorífico, debido a que la demanda gallega de calor está cubierta con productos no energéticos, pues de otra forma las exportaciones no serían viables. En lo que se refiere a los productos

petrolíferos, el consumo gallego es de 1.850 ktep en transporte y de 950 ktep para generar electricidad, lo que le permite exportar el 49% (2.700 ktep) del total de los 5.500 ofertados al mercado.

Situación energética actual y perspectivas de futuro.

Desde el punto de vista económico los más de 11.000 ktep de energía primaria que gestionó Galicia en 1998 representan un 10% del total del Estado y casi un 1% del total de la Unión Europea. El sector energético en Galicia tiene, como cualquier otra región del entorno un considerable valor estratégico y representa más del 8% del PIB gallego y más del 25% del valor añadido de su industria. Por este motivo, una vez realizado el análisis detallado de la situación energética actual y que se ha expuesto en forma resumida en los párrafos precedentes, la Consellería de Industria (2.000) realiza una llamada de atención sobre los puntos débiles del sistema, estableciendo como referencia las directrices generales que avanza la Unión Europea en su Libro Blanco de la Energía y en la “Propuesta de directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad” (Doc 500PC0279)), llegando a las siguientes consideraciones básicas sobre el sector:

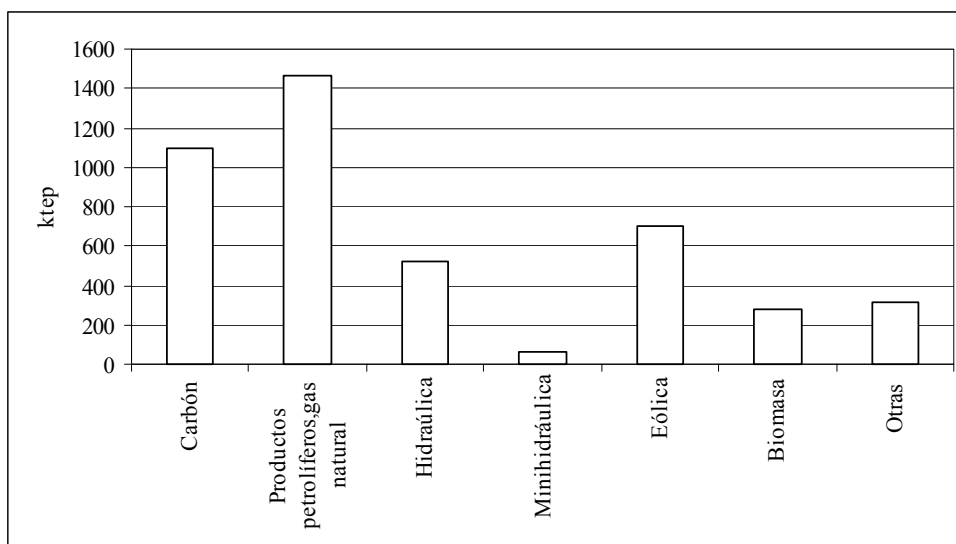
- En lo que respecta a la energía primaria autóctona existe una alta dependencia del carbón, con expectativas de agotamiento en los próximos 5 – 8 años y emisor de residuos contaminantes a la atmósfera.
- Las energías renovables deben constituir el núcleo principal de desarrollo energético de Galicia con vistas a la diversificación de las fuentes de suministro, estabilizar el sistema y reducir la dependencia exterior.
- La dependencia exterior es casi exclusivamente de carbón y petróleo (este último utilizado en el transporte) y debe diversificarse mejorando la presencia del gas natural.
- Galicia gestiona una importante cantidad de productos energéticos debido a la gran capacidad de transformación de sus instalaciones, que le permiten exportar electricidad y productos derivados del petróleo. Sin embargo, los procesos transformadores productivos deben mejorar su rendimiento a lo largo de toda la cadena de flujos.

En la próxima década la demanda de energía en Galicia tenderá a crecer a un ritmo similar al actual. Según los crecimientos económicos y con la adopción de una política energética que fomente el uso racional de la energía, la demanda energética para el año 2005 se cifra en 5.400 ktep. Se prevé además que la gestión energética incremente en un 34% la generación de energía y un 71% la potencia instalada.

Considerando las tendencias evolutivas en explotación, actual y futura de recursos autóctonos e importados, fósiles y no renovables, el panorama energético del 2010 viene a indicar como el hecho más significativo, un fuerte aumento de la explotación de los recursos eólicos (Figura I.3). La producción de energía a partir de este recurso en 1998 con una potencia instalada de 257 Mw. fue de

30 ktep y en el 2000 ascendió a 120 ktep, dentro de un potencial disponible de unos 1.500 ktep. La instalación de los 3.000 Mw. previstos en el Plan Eólico de Galicia supone una energía final disponible en forma de electricidad de 700 ktep. De este modo, aunque los recursos importados seguirán teniendo una amplia participación en el total gestionado por Galicia, hasta un 58% equivalente a 2.562 ktep entre carbón, productos petrolíferos y gas natural; el 42% de la energía restante será de origen autóctono y de carácter renovable, por lo que Galicia sobrepasa el valor mínimo de consumo bruto equivalente al 12% de la energía total a partir de fuentes renovables establecido en la “Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables en el mercado interior de la electricidad” (Doc 500PC0279).

Figura I.3. Estimación de la energía y su origen en Galicia en el año 2010.



I.2. LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE EIA

I.2.1. ANTECEDENTES

El objetivo básico y fundamental de la EIA es prevenir el deterioro irreversible de los sistemas ambientales durante las diferentes fases de diseño e implementación de un proyecto con repercusiones sobre el medio ambiente. Los métodos tradicionales de elaboración, evaluación y autorización de proyectos no consideraban las implicaciones de estos últimos sobre el medio, ni mucho menos la conservación, protección o el uso racional de los recursos, estando basados exclusivamente en aspectos de índole económica y técnica. Este hecho viene a ser, a años vista, un reflejo o consecuencia de la política “desarrollista” preponderante en los países del denominado primer mundo durante las décadas de los años 50 y 60, períodos en los que el desarrollo tecnológico disponible generó graves problemas ambientales, en algunos casos de carácter irreversible.

La necesidad de implantar los EsIA deriva de la falta de adaptación de los métodos tradicionales a la situación de los años setenta, que requería considerar además los aspectos sociales de un proyecto o acción en desarrollo en términos de costes y beneficios para la población. Esto hizo necesario disponer de nuevas técnicas y metodologías de evaluación que permitiesen ponderar los efectos del desarrollo sobre el medio natural y social, difíciles de identificar y cuantificar, ya durante la fase de preparación de las decisiones. Si bien los estudios de incidencias ambientales se vienen realizando en los países más industrializados desde fechas anteriores al año 1970 adolecían sin embargo de un carácter marcadamente técnico, característica ésta propia del tratamiento de los temas ambientales en sus comienzos: Dichos estudios apenas consideraban los impactos físicos que no fueran los relativos a la sostenibilidad del propio proyecto y es que el conocimiento de los componentes ambientales era muy restringido, limitado a determinados ámbitos técnicos, científicos o de la administración pública.

Por lo tanto, la idea subyacente a los EsIA data de fechas anteriores a 1970, pero es a partir de esta década cuando se han empezado a realizar con cierto rigor. Las EIA, tal y como se entienden en la actualidad en lo que respecta a idea, concepto y contenido, aparecen en Estados Unidos al promulgar el Senado la National Environmental Policy Act de 1969, que entró en vigor el 1 de enero de 1970, conocida como NEPA. Es la Ley Nacional de Política Ambiental estadounidense, que constituye el origen de las estructuras administrativas, técnicas y económicas del país en materia ambiental y fue el primer instrumento legislativo en requerir evaluaciones de impacto ambiental. El principal objetivo de esta ley era asegurar que los problemas ambientales recibieran la debida atención en todos los niveles de planificación y de ejecución de las acciones gubernamentales y sentaba las bases para que las agencias federales incluyesen un informe detallado de cada propuesta de proyecto o acción que pudiera afectar a la calidad del medio ambiente.

En la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano** (Estocolmo, 1972), se consolida esta tendencia ante la incipiente y preocupante situación ambiental del planeta, instándose a los gobiernos a que reconsideren sus políticas de desarrollo y las orienten en una doble dirección: plantear la EIA como un procedimiento necesario en los proyectos y actuaciones que supongan efectos perjudiciales para el medio ambiente, tanto a nivel nacional como a nivel mundial y disminuir el desequilibrio existente entre los países industrializados y los del tercer mundo (Forcada Delgado, 2000).

En el ámbito de la actual Unión Europea, los antecedentes sobre legislación en materia de EIA son numerosos y tienen su origen en la aprobación del **I Programa de Acción Quinquenal en Materia de Medio Ambiente (1973-1977)**, formulado poco después de la Conferencia de Estocolmo y en noviembre de ese mismo año. Como se ha recogido en los apartados precedentes, este primer programa contempla un plan corrector con escasas medidas preventivas, pero uno de sus objetivos está dirigido a *"prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar las contaminaciones y perturbaciones"*. Y es que entre los principios básicos de la política ambiental se encuentra el de *"evitar, desde un principio, la creación de contaminación o perturbaciones en vez de combatir sus efectos ulteriores"* (principio de prevención), teniendo en cuenta lo antes posible *"la incidencia de todos los procesos técnicos de planificación y decisión sobre el medio ambiente"*, por lo que es conveniente *"evaluar las consecuencias que sobre la calidad de la vida y el medio natural ejercen las medidas, adoptadas o previstas a escala nacional o comunitaria que puedan afectarles"*.

A partir de este momento, los dos siguientes programas de acción comienzan a recoger, de forma más explícita, la necesidad de disponer de una herramienta que tenga en cuenta los efectos sobre el Medio Ambiente, así:

En el **II Programa de Acción (1977-1981)**, adoptado por Resolución del Consejo de 17 de mayo de 1977 (DOCE 139, del 13 de junio), se plantea ya la necesidad de implantar el procedimiento preciso para efectuar las evaluaciones de impacto ambiental previas a la ejecución de cualquier proyecto (Título IV), junto a las medidas de carácter general relativas a la protección y mejora del Medio Ambiente, los aspectos socioeconómicos, la cartografía ecológica, las acciones de divulgación, sensibilización, investigación y difusión de conocimientos.

Puesto que algunos Estados miembros, paralelamente a la tendencia esbozada en Estados Unidos, ya habían introducido disposiciones específicas que hacían obligatoria la evaluación sistemática de las incidencias sobre el medio ambiente de ciertos planes y proyectos, la Comisión fue encargada de emprender una investigación sobre la armonización de las disposiciones legales y reglamentarias, con el objeto de conocer si sería necesario un procedimiento a nivel comunitario. A tal fin, la Comisión examinaría las distintas modalidades de aplicación de los procedimientos de evaluación en la Comunidad y en los Estados miembros, sus ventajas e inconvenientes, haciendo

especial hincapié en que dichos procedimientos no retrasaran injustificadamente los programas de inversiones ni entorpecieran los procedimientos administrativos de planificación y de autorización.

El **III Programa de Acción (1982-1986)**, adoptado por Resolución del Consejo de 7 de febrero de 1983 (DOCE 46, del 17 de febrero de 1983), destaca entre los subprogramas prioritarios la implantación del procedimiento para la realización de evaluaciones de impacto ambiental, junto a la integración de la dimensión ambiental en las demás políticas y la reducción de la contaminación. En efecto, dicho documento establece que el carácter preventivo de la política medioambiental se vería reforzado mediante la integración de la dimensión del medio ambiente en los procesos de concepción y decisión de las demás políticas y, para ello, el procedimiento de EIA constituye una herramienta privilegiada que debería *"introducirse en todas aquellas actividades humanas que puedan provocar efectos significativos sobre el medio ambiente, como las obras públicas y privadas, los planes de ordenación territorial, los programas económicos y de desarrollo regional, los productos nuevos, las nuevas tecnologías y las disposiciones legales"*.

En el año 1975 comenzaron los trabajos de la Comisión para la elaboración de una Directiva europea en materia de EIA cuya historia legislativa, resumida a partir del trabajo de Glasson y col. (1999) constituye, en palabras de Wathern (1988), un ejemplo extremo de la dificultad que entraña la formulación y adopción de una política comunitaria común. Después de cinco años de trabajo y tras la redacción de 20 borradores, la Comisión Europea presentó una propuesta de Directiva de la Comisión Europea al Consejo del 16 de junio de 1980 para introducir la evaluación de las incidencias sobre el medio ambiente en los procedimientos administrativos existentes en materia de autorización de nuevas obras industriales y de infraestructuras agrícolas (DOC, 169 de 6 de julio de 1980, p.14). Incorporaba una serie de aspectos a destacar, como la elaboración de la EIA previa a la autorización de proyectos, la cooperación entre la administración y los promotores con el fin de que la información sobre los impactos fuera fluida, la consulta a los organismos administrativos con competencias en medio ambiente, la consulta a otros estados miembros en caso de efectos transfronterizos y, finalmente, la información y la posibilidad de consultas al público en materias relacionadas con el desarrollo del proyecto. Además, constituye un documento en el que se pretendía conciliar diversos aspectos (Lee y Wood, 1984; Tomlinson, 1986 en Glasson y col., 1999):

- Beneficiarse de la experiencia de la NEPA estadounidense, pero con el objetivo de desarrollar políticas adecuadas a las necesidades europeas.
- Intentar que la EIA fuera aplicable a todas las acciones susceptibles de producir impactos en el medio, pero asegurándose de que el procedimiento fuera practicable
- Asegurarse de que la EIA fuera lo suficientemente flexible para adaptarse a los acuerdos y necesidades institucionales de los distintos estados miembros y, al mismo tiempo, lo suficientemente uniforme para evitar o prevenir discrepancias ante la amplia variabilidad de interpretación de los procedimientos.

- Armonizar los tipos de proyectos susceptibles de ser sometidos a EIA, las obligaciones de los promotores y los contenidos de la EIA se consideraron de la mayor importancia.

Dicha propuesta sirvió de base a la Directiva 85/377/CEE y en cuya elaboración se tuvo en cuenta, según Ortega y Rodríguez (1994): el asesoramiento de los profesores de la Universidad de Manchester Norman Lee y Cristopher Wood, la Instrucción del Consejo de Calidad Ambiental de la Environmental Protection Agency (EPA) estadounidense y, para la elaboración de los anexos, las listas de actividades sujetas y exentas de evaluación propuestas por el Instituto Batelle. También otros organismos emitieron dictamen sobre la propuesta de la Directiva de la Comisión, así la Unión de la Industria de las Comunidades Europeas (UNICE) y el Centro Europeo de la Empresa Pública (CEEP).

En marzo de 1982 y después de considerar los múltiples puntos de vista de los diferentes estados miembros, la Comisión publicó las enmiendas del borrador de la Directiva, en la idea de que fuera aprobada en noviembre de 1983. Sin embargo la aprobación definitiva fue retrasada por el gobierno danés, reticente a la inclusión de proyectos adoptados mediante acto legislativo nacional específico (Glasson y col., 1999), proyectos que, junto a los destinados a fines de defensa nacional, son excluidos expresamente del ámbito de la Directiva. Finalmente, 10 años después de los primeros trabajos de investigación de la Comisión y de tantos borradores de los que, según Wathern (1988) se ha perdido la cuenta (“sobre unos 20” según Haigh, 1983 y “no más de 50” Milne, 1986), el 7 de marzo de 1985 el Consejo de Ministros llegó a un acuerdo y fue oficialmente adoptada como Directiva del 27 de junio de 1985, entrando en vigor el 3 de julio de 1988 y otorgando a los Estados un periodo de transposición de 3 años a partir de su notificación.

Sin dejar de lado la toma de conciencia sobre el carácter transnacional de los problemas ambientales y la intención de impedir el progresivo deterioro del medio físico europeo, hay un factor de carácter exclusivamente político que resulta fundamental en el establecimiento de una base jurídica común a los países europeos en materia de medio ambiente (MacKerron, 1999) y que, al mismo tiempo, explica el dilatado proceso de su elaboración. Concretamente se trataba de que varios estados miembros o tenían legislación propia desde 1976, como Francia e Irlanda (Martín Mateo en Alonso García, 1993) o preparaban su propia legislación, de modo que los estándares ambientales variaban ampliamente entre los diferentes países, lo que constituía un serio obstáculo en el camino hacia la plena integración de la Unión Europea por sus negativas consecuencias sobre la competitividad empresarial y el libre comercio entre los estados miembros. Algunos Estados, entre ellos Alemania, Dinamarca y Holanda, poseían una normativa ambiental estatal relativamente restrictiva y mostraron sus recelos al considerar que la política comunitaria se basaba principalmente en la armonización de las legislaciones para conseguir el mercado único, lo que llevaría, en un proceso natural, a rebajar los estándares nacionales de protección de medio ambiente. Por ello, apoyaron contundentemente el desarrollo de un nivel básico de exigencias ambientales común a todos los países de la Unión que recogiera los requerimientos de sus propios sistemas de EIA (Glasson y col., 1999), postura de signo contrario a la que mantenían otros países, singularmente España, contrarios a la evaluación de

estándares (Alonso García, 1993). El motivo sería no tanto el costo que el EsIA añade al proyecto, variable según los autores, como por la barrera administrativa no cuantificable, que supone someter esos proyectos, de enorme trascendencia económica, al proceso de discusión pública (Alonso García, 1993).

Como es natural Estados Unidos, el país pionero y que más ha avanzado en esta materia, es el que mejor ha institucionalizado las declaraciones de impacto ambiental. La mayoría de los países industrializados han establecido una normativa y unos procedimientos para regular la EIA y muchos de ellos han tomado como modelo para implantar, en mayor o menor medida, la normativa, los procedimientos o las técnicas de evaluación de los EE.UU., aún con notables diferencias en muchos de esos casos. Los motivos fundamentales de la consideración de la NEPA como modelo radican en que esta norma legal constituye un instrumento novedoso de articulación de la política ambiental y porque de su desarrollo posterior ha surgido un cúmulo de experiencias previas, en forma de éxitos y fracasos. Por este motivo se considera interesante hacer un breve resumen descriptivo de los puntos más interesantes que aporta dicha ley y de los avatares de su desarrollo.

Historia legislativa de la NEPA

La historia legislativa de la NEPA, recogida en Glasson y col. (1999), es interesante porque explica muchas de los obstáculos con los que se encontró su aplicación y toca algunos de los temas principales que intervienen en el desarrollo de un sistema de EIA. A principios de los años 60 se discutieron en el Senado y en el Congreso estadounidenses varias propuestas para establecer una política ambiental nacional y todas ellas incluían la consideración del concepto de política ambiental unificada y la creación de un comité de alto nivel para promoverla. En febrero de 1969 se sometió al Senado el Proyecto de Ley S1075 que proponía un programa de investigación ecológica financiada a nivel federal y la creación del Consejo de Calidad Ambiental (CCA). Un Proyecto de Ley similar (HR6750) fue igualmente sometido a la deliberación del Congreso y proponía la formación de un CCA y una breve declaración sobre política ambiental nacional. Las discusiones que surgieron en ambas cámaras se enfocaron hacia tres puntos fundamentales:

- La necesidad de una declaración sobre política ambiental (que luego desembocó en el Título I de la NEPA).
- La declaración inicial de que “cada persona tiene un derecho fundamental e inalienable a un medio ambiente sano”, expresada de forma más suave en el artículo 10 que viene a decir que “cada persona debería disfrutar de un medio ambiente sano”
- Los instrumentos de desarrollo de la Ley, similares a los propuestos en la Ley de Mejora de la Calidad de las Aguas, que requería que los funcionarios federales preparasen informes detallados sobre los probables impactos ambientales de cualquier proyecto o acción de gran envergadura. Estos se plasmaron en el artículo 102 (2 C) de la NEPA, que obliga a la realización de un EIA. La redacción inicial del Proyecto de Ley incluía una “recomendación”

al respecto que estaría sujeta posteriormente a una revisión por parte de los responsables de la protección ambiental más que un informe detallado sujeto a una revisión por diferentes agencias. Finalmente, la “evaluación detallada” sería objeto de revisión externa y sugerencias. La disponibilidad pública de los informes detallados fue el punto fundamental de la implementación de la Ley en sus primeros años de aplicación.

En claro contraste con la legislación decretada en Estados Unidos en las décadas de los 70 y 80 la NEPA es una ley corta, constituida sólo por dos títulos, sencilla y exhaustiva, que establecía una política nacional encaminada a la protección del medio ambiente (Título I, sección 101), requería la preparación de informes de impacto sobre las principales acciones federales que tuvieran un efecto significativo sobre el medio ambiente (Título I, sección 102) y creaba el Consejo de Calidad Ambiental (Título II).

El Consejo de Calidad Ambiental

El principal objetivo del Consejo de Calidad Ambiental (Council on Environmental Quality, CEQ) era convertirse en el ejecutor de la política medioambiental federal, terreno en el que llevaron a cabo algunos de los principales avances: En los primeros años de su existencia desarrolló un exhaustivo programa ambiental, realizando enmiendas a algunas de las principales leyes ambientales existentes en ese momento, sentando las bases de la mayor parte de la legislación ambiental y, como se verá mas adelante, desarrollando las directrices que regulaban el procedimiento de información de los impactos ambientales.

El Consejo, formado por tres expertos en materia medioambiental, se creó en el seno de la ejecutiva presidencial, con varias funciones de asesoramiento y consejo al Presidente en materia de medio ambiente, entre ellas, la elaboración del informe sobre la calidad ambiental que el Presidente debe someter anualmente al Congreso. Junto a éstas también realiza la supervisión y dirección de proyectos de investigación, la revisión y coordinación de programas y actividades del Gobierno federal, el desarrollo y la recomendación de políticas de carácter nacional para la mejora de la calidad ambiental, así como la recogida y tratamiento de la información ambiental para la elaboración de estudios sobre la situación actual y las tendencias futuras.

El Consejo de Calidad Ambiental tuvo un gran peso en el desarrollo de normativa y directrices políticas con respecto al control de contaminación y otras actividades no contaminantes (por ejemplo, urbanismo), en la educación ambiental y como supervisor principal del procedimiento de evaluación ambiental, sobre todo en caso de discrepancias entre distintas agencias. Pero el fuerte crecimiento de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) junto con el recorte de plantilla del CEQ redujo posteriormente el papel político del Consejo, de modo que la EPA comenzó a intervenir activamente en campos que inicialmente, eran responsabilidad exclusiva del Consejo, con el resultado de una reducción paulatina de las áreas de actuación de este último.

De todas formas el papel de la EPA como supervisora de las Evaluaciones de impacto ambiental de las acciones y proyectos de otras agencias federales se perfiló desde el momento en que el Congreso añadió la sección 309 a la Ley de Aire Limpio, que establecía que la EPA debería informar todos los Estudios de impacto y que dichos informes serían públicos y que serían transmitidos al CEQ si los impactos fueran “insatisfactorios ambientalmente”. Al amparo de esta Ley de Aire Limpio la EPA estableció un programa estructurado para revisar los proyectos de agencias federales.

La Evaluación de Impacto Ambiental al amparo de la NEPA

Las disposiciones del Título I son las que determinan fundamentalmente la EIA en EE.UU.:

- La sección 101 incluye requerimientos de naturaleza sustantiva, estableciendo que el Gobierno federal asume la responsabilidad para “crear y mantener las condiciones para que personas y naturaleza puedan convivir en productiva armonía y satisfacer las necesidades sociales, económicas y otras de las generaciones de americanos presentes y futuras” Para ello el gobierno debe emplear todos los medios posibles, “en concordancia con otras consideraciones esenciales de política nacional”, con vistas a la minimización del impacto ambiental negativo y para preservar y mejorar el ambiente mediante planes y programas federales.
- Los requerimientos de la sección 102 se refieren a los procedimientos, por los que las agencias federales deben realizar análisis completos de todos los efectos ambientales motivados por la ejecución de planes o proyectos. Estos se fundamentan en tres métodos:
 - 1) La utilización de una “aproximación sistemática e interdisciplinar” para asegurar que las ciencias sociales, naturales y ambientales sean integradas en el planeamiento y en la toma de decisiones.
 - 2) La identificación y desarrollo de procedimientos y métodos de modo que “a los valores ambientales actualmente no cuantificados se les dé la consideración apropiada en la toma de decisiones junto con las consideraciones económicas y técnicas habituales”.
 - 3) La inclusión en cada recomendación o informe sobre propuestas de legislación u otras acciones federales de un informe detallado realizado por el funcionario responsable sobre: a) el impacto ambiental de la acción propuesta, b) cualquier efecto ambiental adverso que no pueda ser evitado por la implementación del proyecto, c) alternativas del proyecto, d) la relación entre los usos locales a corto plazo del medio ambiente y el mantenimiento y mejora de la productividad a largo plazo, y e) cualquier utilización irrecuperable o irreversible de recursos derivada de la implementación de la acción propuesta.

- La sección 103 requiere que las agencias federales revisen sus reglamentos y procedimientos para su adhesión a la NEPA y sugerían cualquier medida correctora necesaria.

La interpretación de la NEPA y la dimensión social de la EIA

La eficacia de la NEPA como ley planteaba algunos problemas de interpretación cara a su aplicación. Por ello el Consejo de Calidad Ambiental formuló el mismo año de su entrada en vigor las directrices provisionales para su interpretación, labor que continuó en los años 1971, 1973, si bien las agencias federales las consideraban de carácter marcadamente discrecional. En 1978 durante el mandato del presidente Carter se promulgó la Orden Ejecutiva 11992 por la que el Consejo establecía los Reglamentos de desarrollo de la NEPA. Dicha Orden fue publicada con el objetivo fundamental de hacer de la NEPA un instrumento más útil para la toma de decisiones y para el público, reduciendo los trámites burocráticos y los retrasos y haciendo especial énfasis en los temas ambientales y en las alternativas de los proyectos.

Los tribunales de justicia estadounidenses se adherían firmemente a estas directrices según se iban promulgando por cuanto facilitaban la interpretación de la Ley. Sin embargo, en los primeros años de su aplicación el motor principal del desarrollo de la NEPA tuvo su origen precisamente en las decisiones y fallos de los tribunales. Merece la pena destacar que las interpretaciones que en materia de EIA realizaban los jueces y tribunales ocasionalmente ponderaban en demasía los efectos indirectos de los proyectos y actividades federales, tales como el aumento de la densidad de tráfico o el desarrollo secundario. Así, por ejemplo, la propuesta de construir una biblioteca John F. Kennedy en la Universidad de Harvard fue retirada debido a que en el informe de impacto ambiental se preveían aumentos de la congestión y de la contaminación del aire. En los primeros años 70 se sucedieron abundantes decisiones judiciales y pleitos basadas en la NEPA. Este activo papel de los tribunales reforzó el poder de los movimientos ecologistas que llegaron a provocar a través de la vía judicial el rechazo, el retraso o la modificación de muchos de los proyectos, algunos de ellos propuestos por la Agencia de Protección Ambiental. Ello sirvió de ejemplo a otros países sobre la forma en que no se debe establecer un proceso de EIA.

Sin embargo, hay coincidencia de opinión en que se ha abusado de la NEPA para facilitar el rechazo social a determinados proyectos o iniciativas que incomodaban a algún sector de la población amparándose en la preocupación medio ambiental. Así tras las campañas de protesta de distintos grupos étnicos contra las desigualdades que resultaban de la distribución de residuos e incineradoras, se estableció un grupo de trabajo dentro de la EPA para elaborar recomendaciones que tuvieran en cuenta la justicia ambiental en las minorías y en los grupos sociales de escasos ingresos (Casa Blanca, 1994). Además, cada agencia federal debe proporcionar la oportunidad de que las comunidades contribuyan al proceso de la NEPA, identificando los efectos potenciales y las medidas correctoras en la consulta con las comunidades afectadas y mejorando el acceso a las reuniones y a los documentos de interés.

La situación legislativa en otros países

Desde la promulgación de la NEPA se han extendido diversos sistemas de EIA en muchos países del mundo, comenzando por los países más desarrollados como Canadá en 1973, Australia en 1974, Alemania en 1975, Francia en 1976 y más tarde también en los países menos desarrollados (Glasson y col. 1999). La aprobación de una Directiva europea relativa a la EIA en 1985 obligó a los Estados miembros a trasponer la norma, transcurrida una moratoria de tres años. Casi al mismo tiempo, el afloramiento antiguos conflictos culmina con la declaración de independencia y la constitución de nuevos estados en la Europa del Este. En ellos, se manifestó la necesidad de equipararse a los países de la U.E., incluso en los sistemas de protección del medio ambiente, en algunos casos francamente deteriorado dada la precaria situación económica y el uso de tecnologías desfasadas. Durante los años 90 se promulgaron normas de protección y defensa ambiental que incluyen algunas de las prescripciones establecidas en el procedimiento de la EIA. En esas mismas fechas también se observa un amplio crecimiento en el número de regulaciones y directrices establecidas en África y Sudamérica, de modo que a finales de 1996 más de 100 países poseían sistemas de EIA (Sadler, 1996).

Con respecto a la escasa normativa internacional no comunitaria en materia de EIA destacan tres textos que se comentan someramente a continuación (tomado de Razquin Lizarraga, 2000): En primer lugar el **Convenio de Espoo (Finlandia) sobre la EIA en el medio ambiente en un contexto transfronterizo**, de 25 de febrero de 1991. Dicho convenio fue aprobado por la Comunidad Europea mediante decisión del Consejo de 15 de octubre de 1996, y ratificado por España por Instrumento de 1 de septiembre de 1996 (BOE nº 261, de 31 de octubre de 1997). Las determinaciones de este Convenio se han incorporado recientemente a la Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997, como se verá más adelante. Posteriormente, en 1992 tiene lugar en Río de Janeiro la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) de 7 de mayo de 1992, conocida también como “Cumbre de Río de Janeiro” o “**Cumbre de la Tierra**”, cuyo Principio 17 prevé la realización de EIA para cualquier actividad que pueda producir impacto ambiental negativo considerable y esté sometida a una decisión de una autoridad nacional. Finalmente, el **Convenio sobre la diversidad biológica**, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 y ratificado por Instrumento de 16 de noviembre de 1993, que entró en vigor en general y para España el 29 de diciembre de 1993, establece en su artículo 14 (“Evaluación de impacto y reducción al mínimo de impacto ecológico”) que “Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la EIA de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos, y cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos”.

1.2.2. LEGISLACIÓN COMUNITARIA

El estudio de la legislación en materia de EIA se encuadra en el marco jurídico general del denominado Derecho Ambiental, por lo que, en los casos en que se considere oportuno, se hará referencia a este último. En cuanto a las instancias políticas y administrativas que ostentan competencias en materia de EIA, son La Unión Europea, el Estado y las Comunidades Autónomas, a las que se puede añadir el Derecho enmarcado en las organizaciones internacionales (Razquin Lizarraga, 2000; Reyes López y col., 2001).

La concurrencia de varios ordenamientos jurídicos (comunitario, estatal y autonómico), en los que tienen cabida instrumentos normativos de distinto peso y referidos todos ellos a los diversos aspectos que abarca Derecho Ambiental, contribuye a crear una cierta confusión en torno a la legislación en materia de EIA. Además, la promulgación de normativas de ámbito sectorial con requerimientos ambientales, en las legislaciones estatal y autonómica fundamentalmente, se caracteriza por un fuerte dinamismo que se refleja en continuas modificaciones, principalmente en las dos últimas décadas, por lo que las revisiones de esta materia difícilmente estarán actualizadas en el pleno sentido de este término. Pero la existencia de distintas fuentes normativas se hace coherente considerando diversos niveles de competencias que se disponen, en la expresión de Razquin Lizarraga (2000), en un triple círculo normativo, a modo de “círculos concéntricos”, cada vez más intenso o exigente a partir de los “mínimos”, primero europeo y luego estatal. Así, en el ámbito comunitario europeo el nuevo artículo 176 TCE (antiguo 130T) posibilita que los Estados miembros establezcan medidas de mayor protección, mientras en el ámbito interno el artículo 149.1.23 de la Constitución atribuye al Estado la competencia respecto a la legislación básica en materia de medio ambiente, sin perjuicio de que las Comunidades Autónomas puedan dictar normas adicionales de protección.

El análisis que sigue a continuación toma como punto de partida la normativa europea, por su carácter básico y por el principio de primacía del Derecho comunitario sobre el Derecho interno.

La Comunidad Europea está dotada de una serie de poderes que sobrepasan los de cualquier otra organización internacional debido a que desde su nacimiento en los años 50, los Estados miembros han delegado una parte importante de sus poderes mediante la transferencia de ciertas competencias a la Comunidad. Los tratados constitutivos definen los ámbitos para los que la Comunidad tiene competencias exclusivas para determinar la política a seguir o, como en el caso de la protección del medio ambiente, competencias compartidas con los Estados Miembros (Hertig, 1999). En general, la ejecución del derecho comunitario corresponde a los Estados y en esta función actúan como administración comunitaria sin perjuicio de que la distribución de competencias para su ejecución sea una cuestión interna de cada uno de los Estados (principio de autonomía institucional); la Comunidad se reserva un papel de supervisión que corresponde a la Comisión en su calidad de guardián del derecho originario y del derivado, conforme al artículo 155 del Tratado (Reyes López y col., 2001).

El Derecho derivado, que se fundamenta en el Derecho recogido en los Tratados básicos, se proyecta a través de tres instrumentos jurídicos: Reglamentos, Directivas y Decisiones que se establecen en el artículo 189 del Tratado de la CEE, en el artículo 14 del Tratado de la CECA y en el artículo 161. De entre los diferentes tipos de instrumentos legislativos que regulan las acciones comunitarias, la Directiva constituye la principal herramienta de la política comunitaria en materia de medio ambiente. Obliga al Estado miembro destinatario por lo que se refiere al resultado que deba conseguirse, respetando sin embargo, la competencia de las Autoridades Nacionales en cuanto a objetivos, normas y procedimientos, y permitiendo a los Estados un cierto grado de flexibilidad durante el proceso de transposición de estas disposiciones a sus propios sistemas de administración y derecho, en un período determinado, normalmente 18-24 meses.

La **Directiva del Consejo 85/337/CEE**, de 27 de junio, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE núm. L 175, de 5 de julio de 1985), modificada posteriormente por la Directiva 97/11/CEE del Consejo de 3 de marzo de 1997 (DOCE núm. L 73, de 14 de marzo de 1997), refleja la estrategia de la Comunidad tendente a evitar contaminantes o daños, más que combatir posteriormente sus efectos, recogida en los Programas de Acción en Materia de Medio Ambiente de 1973 y de 1977, consagrada en el III Programa de 1983 y reafirmada en el IV Programa de Acción (1987-1992).

La Directiva regula la evaluación de las repercusiones que determinados proyectos públicos y privados puedan tener sobre el medio ambiente (art. 1), establece la obligación de someter a EIA determinados proyectos previamente a su autorización (art. 2) con algunas excepciones (art. 1.4, 1.5 y 2.3), así como el contenido de la evaluación (art. 3). El procedimiento (art. 5 á 10) se refiere a la información que debe suministrar el promotor (art. 5), el dictamen de las autoridades ambientales sobre la solicitud de autorización y la información y consulta al público (art. 6), la consulta en su caso a otros Estados miembros cuyo medio ambiente pudiera ser afectado por el proyecto (art. 7), la obligación de tomar en consideración las informaciones recogidas en el marco del procedimiento de autorización (art. 8), la información pública sobre el contenido y las condiciones, en su caso, y motivación de la decisión (art. 9) y el respeto del secreto de empresa y secreto comercial (art. 10). Finalmente, se establecen las obligaciones de información y transposición para los Estados miembros (art. 11 y 12), dejando a salvo la posibilidad de que éstos fijen normas más severas en cuanto al campo de aplicación y al procedimiento (art. 13). Los Estados dispusieron de un plazo de transposición de 3 años que expiró el 3 de julio de 1988 (art. 12.1).

Los proyectos que se contemplan en la normativa comunitaria como objeto de EIA se recogen en la Tabla I.12. Como se puede apreciar se trata de nueve tipos de proyectos que conllevan la producción de impactos de gran magnitud en todos los casos y que se podrían clasificar en dos grupos: Por un lado, aquellos que requieren un alto índice de ocupación de suelo, producen sustancias contaminantes a lo largo de toda su vida y tienen importantes consecuencias desde el punto de vista socioeconómico (al pertenecer a sectores económicos estratégicos como energía, transporte y

comercio, necesitar una abundante mano de obra y fuertes inversiones). Por otro lado, en el segundo grupo se reúnen actividades de gestión de sustancias muy perjudiciales para el medioambiente y para la salud de las personas (sustancias radiactivas, amianto, residuos tóxicos y peligrosos).

Tabla I.12. Proyectos incluidos en el Anexo I de la Directiva 85/337/CEE de 27 de junio relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE núm. L 175, de 5.7.1985).

1. Refinerías de petróleo bruto (con la exclusión de las empresas que produzcan únicamente lubricantes a partir de petróleo bruto), así como las instalaciones de gasificación y de licuefacción de al menos 500 toneladas de carbón de esquistos bituminosos al día.
2. Centrales térmicas y otras instalaciones de combustión con potencia térmica de al menos 300 MW, así como centrales nucleares y otros reactores nucleares (con exclusión de las instalaciones de investigación para la producción y transformación de materias fisionables y fértiles en las que la potencia máxima no pase de un kW de duración permanente térmica).
3. Instalaciones destinadas exclusivamente al almacenamiento permanente o a eliminar definitivamente residuos radiactivos.
4. Plantas siderúrgicas integrales.
5. Instalaciones destinadas a la extracción de amianto, así como el tratamiento y transformación del amianto y de los productos que contienen amianto: para los productos de amianto-cemento, una producción anual de más de 20.000 toneladas de productos terminados; para las guarniciones de fricción, una producción anual de más de 50 toneladas de productos terminados, y para otras utilizaciones de amianto, una utilización de más de 200 toneladas por año.
6. Instalaciones químicas integradas.
7. Construcción de autopistas, autovías, líneas de ferrocarril de largo recorrido, aeropuertos con pistas de despegue y aterrizaje de una longitud mayor o igual a 2.100 metros.
8. Fuentes comerciales; vías navegables y puertos de navegación interior que permitan el acceso a barcos superiores a 1.350 toneladas.
9. Instalaciones de eliminación de residuos tóxicos y peligrosos por incineración, tratamiento químico o almacenamiento en tierra.

Cabe destacar que la propuesta inicial de la Comisión del 16 de junio de 1980 al Consejo (DOC, 169 de 6 de julio de 1980, p.14), ya comentada, contemplaba la inclusión de mayor número de proyectos evaluables que finalmente no fueron incluidos en el anexo I del texto definitivo de la Directiva. Entre ellos se encuentran los proyectos de infraestructuras agrícolas que, para la Comunidad Autónoma de Galicia constituyen un sistema de ordenación del monte no sujeto a ningún control medioambiental.

Modificación de la Directiva 85/337/CEE: Nueva Directiva (97/11/CE)

El artículo 11 de la Directiva 85/337/CEE prevé una revisión sobre su aplicación y su eficacia al cabo de cinco años de su promulgación. El 2 de abril de 1993 la Comisión aprueba el informe sobre la aplicación de la Directiva 85/337/CEE, que pone de manifiesto la necesidad de introducir disposiciones destinadas a aclarar, completar y mejorar las normas relativas al procedimiento de evaluación, con el objetivo de garantizar que la Directiva se aplique de forma cada vez más armonizada y eficaz. Aunque se mostraba una cierta satisfacción general sobre la implementación de

las cuestiones básicas de la Directiva EIA, emergía una cierta preocupación en lo concerniente a lo incompleto de la lista de proyectos que debían someterse a EIA, a las insuficientes consultas y participación pública, a la falta de información sobre alternativas y, sobre todo, a la heterogénea implementación de la Directiva entre los distintos estados miembros debido a la flexibilidad de la propia norma (Glasson y col., 1999).

El proceso de revisión generó un profundo debate entre la Comisión y los Estados Miembros y el Consejo de la Unión Europea acordó su modificación con el fin de obtener mayores beneficios del procedimiento de evaluación. De hecho, ya el texto de la vieja directiva planteaba la necesidad de: *“establecer umbrales para la selección de los proyectos evaluables ..., elaborar un informe relativo a la aplicación y la eficacia de la norma..., y someter al Consejo a la valoración de propuestas suplementarias... con vistas a una aplicación coordinada de la directiva”*.

Así, el Consejo de la Unión Europea acordó modificar la Directiva vigente, primero a través de una **propuesta de Directiva** (94/C,130/07) cuyos objetivos fueron: Obtener mayores beneficios del procedimiento de evaluación, no alterar el alcance de las obligaciones de los Estados, mejorar el contenido de los estudios y completar la lista de proyectos susceptibles de evaluación de incidencias ambientales. De esta manera, el contenido de los EsIA debería incluir una descripción de los efectos directos e indirectos del proyecto propuesto sobre el medio ambiente debido a:

- La existencia del proyecto
- La utilización de recursos naturales
- La emisión de contaminantes, sustancias nocivas y residuos
- Los métodos utilizados para evaluar los efectos sobre el medio ambiente.

También estaría reflejada en el estudio la información obtenida en las consultas previas, y su contenido se haría público en todos los casos, facilitándose la comprensión de los efectos ambientales del proyecto.

Teniendo en cuenta los principios establecidos en el Tratado de Maastrich y con vistas a la adopción de una nueva directiva en materia de EIA, el Consejo de la UE alcanzó una Posición Común, el 25 de Junio de 1996 (CE nº 40/96, 96/C 248/05) en la que se definieron las modificaciones concretas que debían introducirse en el reglamento vigente. Con la promulgación de la **Directiva relativa a la prevención y al control integrados de contaminación**, de 24 de septiembre de 1996 (96/61/CE) se introduce la obligación de adoptar las medidas adecuadas para prevenir y corregir los efectos contaminantes de instalaciones existentes sobre la atmósfera, agua, suelo, incluida la generación de residuos en su conjunto, atendiendo a todas las actividades de la instalación. Establece un método de trabajo similar y complementario en cuanto a sus objetivos, a las actuales EIA de proyectos de nueva instalación, para el que los Estados miembros pueden establecer el mismo procedimiento de cumplimiento.

Finalmente, vistos la propuesta de la Comisión y los dictámenes del Comité Económico y Social y del Comité de Regiones y de conformidad con el procedimiento establecido en los artículos 130S y 189C del Tratado Constitutivo de la CE, se promulgó la nueva **Directiva (97/11/CE)** de 3 de marzo de 1997, por la que se modifica la anterior Directiva (85/337/CEE) relativa a la EIA de los proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente (DOCE núm. L 73 de 14 de marzo de 1997), conteniendo las propuestas y modificaciones que se concretan en:

- Establecer un procedimiento administrativo único para cumplir los requisitos relativos a la presente Directiva de EIA y a la de prevención y control integrados de la contaminación, mencionada anteriormente.
- Ampliar sustancialmente el Anexo I en el que se incluyen los proyectos sujetos a evaluación ambiental obligatoria, al mencionar 21 categorías de proyectos en vez los nueve relacionados en la antigua Directiva. Siguen siendo proyectos de gran envergadura y susceptibles de producir grandes impactos, pero se desarrollan algunos puntos para darle mayor claridad y coherencia.
- Ampliar los tipos de proyectos susceptibles de ser evaluados, introduciendo umbrales por debajo de los cuales algunos proyectos estarían exentos de ser sometidos a EIA.
- Reformular los principios generales que deben regular la selección aplicable a los proyectos del Anexo II mediante un estudio caso por caso, en función de cada tipo de proyecto o estableciendo estándares ambientales y los criterios de selección incluidos en el Anexo III, que la Directiva 85/337/CEE dejaba a la consideración de los Estados.
- Ampliar el contenido obligatorio de los EsIA y otorgar a los Estados la posibilidad de exigir un estudio de contenido obligatorio en la medida en que se considere que la información es pertinente en una fase dada del procedimiento o sea razonable exigírsela al promotor habida cuenta entre otras cosas, de los conocimientos y métodos de evaluación existentes. Además, se amplían los requisitos de información por parte del promotor (Anexo IV), incluyendo la obligación de informar de las posibles alternativas, y se permite la posibilidad de que el promotor pueda obtener la opinión de la autoridad competente sobre el contenido y alcance de la información que debe suministrar.
- Modificar también el contenido de los estudios de EIA, reforzando el número de factores ambientales susceptibles de estudio y las interacciones entre ellos.
- Modificar la EIA de proyectos transfronterizos al incorporar a la legislación comunitaria las principales disposiciones del Convenio sobre Evaluación de Impacto en el Medio Ambiente, hecho en Espoo (Finlandia), firmado por la CE en 1991 y ratificado por España el 1 de septiembre de 1997

- Incluir en la decisión de conceder o denegar la autorización de desarrollo de proyecto una descripción de las principales medidas para evitar, reducir y si es posible, compensar los principales efectos negativos.
- Adaptar una parte del articulado para otorgar a la nueva Directiva mayor coherencia interna con el resto de la legislación relevante en materia de medio ambiente, asegurando su aplicación efectiva en todos los Estados.
- Por último se estimó apropiado introducir la obligación de la Comisión de informar tras cinco años de aplicación de la nueva Directiva, para asegurar la posibilidad de aumentar la coordinación en su aplicación cuando convenga.

Los Estados miembros acatarán el mandato de la nueva directiva estableciendo las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido a más tardar el 14 de marzo de 1999, informando inmediatamente de ello a la Comisión.

Cabe señalar que con respecto a los proyectos incluidos en su Anexo II, la Directiva 85/337/CEE establecía que los Estados miembros determinarían si deben ser sometidos a EIA mediante la selección de determinados tipos de proyectos o el establecimiento de criterios y umbrales establecidos por el Estado miembro, lo que viene siendo causa de incertidumbre y disparidad entre legislaciones de los distintos Estados, tanto si se establecen umbrales o criterios (que pueden ser diferentes en los distintos Estados), como si no (con lo que la determinación de sometimiento a EIA debe hacerse caso por caso). En línea con la jurisprudencia comunitaria establecida a partir de la sentencia de 2 de mayo de 1996, del Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas y confirmando que los Estados no pueden eximir por anticipado del procedimiento de EIA a bloques o grupos enteros de proyectos incluidos en el citado anexo, la nueva directiva resuelve la cuestión estableciendo umbrales o criterios que permitan conocer *a priori* si es o no necesaria la mencionada evaluación. Dichos umbrales o criterios se recogen en el Anexo III y se refieren a:

1. Características de los proyectos, que deberán considerarse desde el punto de vista del tamaño del proyecto, su acumulación con otros proyectos, la utilización de recursos naturales, la generación de residuos, contaminación y otros inconvenientes y el riesgo de accidentes, considerando en particular las sustancias y las tecnologías utilizadas.

2. Ubicación de los proyectos, considerando la sensibilidad medioambiental de las áreas geográficas que puedan verse afectadas por los proyectos y teniendo en cuenta, en particular:

- el uso existente del suelo,
- la relativa abundancia, calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales,
- la capacidad de carga del medio natural, con especial atención a: a) humedales, b) zonas costeras, c) áreas de montaña y de bosque, d) reservas naturales y parques, e) áreas clasificadas o protegidas por la legislación de los Estados miembros; áreas de protección

especial designadas por los Estados miembros en aplicación de las Directivas 79/409/CEE (Directiva Aves) y 92/43/CEE (Directiva Hábitats), f) áreas en las que se han rebasado ya los objetivos de calidad medioambiental establecidos en la legislación comunitaria, g) áreas de gran densidad demográfica y h) paisajes con significación histórica, cultural y/o arqueológica.

3. Características del potencial impacto, a considerar en relación con los criterios anteriores y teniendo presente en particular: la extensión del impacto (área geográfica y tamaño de la población afectada), el carácter transfronterizo, la magnitud y complejidad, la probabilidad del impacto y su duración, frecuencia y reversibilidad.

La evaluación de efectos de determinados planes y programas

El Quinto Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente: Hacia un desarrollo sostenible (1992), completado por su revisión posterior mediante la Decisión nº 2179/98/CE del Consejo, ratifica la importancia del procedimiento de EIA en la consecución del desarrollo sostenible y alude a la necesidad de expandir su aplicación a las políticas, planes y programas. El Convenio sobre Diversidad Biológica y el Convenio de la Comisión Económica para la Europa de las Naciones sobre la EIA de proyectos transfronterizos alentaban a las Partes a la integración de los aspectos ambientales en la adopción de planes y programas, lo que determinó la preparación de un protocolo vinculante en materia de evaluación medioambiental estratégica.

El Consejo Europeo adoptó una posición común al respecto, la (CE) 25/2000, de 30 de marzo de 2000 (DOCE Serie C, 137, de 16 de mayo), previa a la promulgación de la **Directiva 2001/42/CE de 27 de junio de 2001 por la que se establece la EIA obligatoria de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente**, en materias relacionadas con la agricultura, los bosques, la pesca, la energía, la industria, el transporte, la gestión de residuos, la gestión del agua, las telecomunicaciones, el turismo, la planificación urbana y territorial, y los que impliquen el desarrollo de proyectos incluidos en los Anexos I y II de la Directiva 97/11/CE. La evaluación también será obligatoria para los proyectos que puedan afectar a lugares en los que se requiera una evaluación según los artículos 6 ó 7 de la Directiva 92/43/CEE, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (art. 3, apdo. 2). Se trata de obtener una evaluación global de los diferentes impactos que podrían generar distintos proyectos sobre un sistema ambiental y en consecuencia, proponer medidas atenuantes más eficaces y de mayor alcance.

Los Estados miembros determinarán si un plan o programa de los incluidos en los apartados 3 y 4 del artículo 3 puede tener efectos significativos sobre el medio ambiente, mediante un estudio caso por caso o especificando tipos de planes y programas según los criterios establecidos en el Anexo II. El informe medioambiental pertinente identificará, describirá y evaluará los probables efectos significativos de la aplicación del plan o programa en el medio ambiente, así como las alternativas razonables. La información que se habrá de facilitar se menciona en el Anexo I.

Los Estados miembros deben tener en cuenta, cuando proceda, el hecho de que las evaluaciones se realizarán en diferentes niveles de una jerarquía a fin de evitar duplicaciones. Además, en el proceso de toma de decisiones, previamente a la adopción y tramitación de un plan o programa, se tendrá en cuenta el informe ambiental, garantizando mediante una declaración la manera en que se han integrado los aspectos medioambientales.

Los Estados miembros adaptarán la presente Directiva antes del 21 de julio de 2004 y, en un plazo de dos años, informarán a la Comisión sobre su aplicación y eficacia.

I.2. LEGISLACIÓN ESTATAL

Probablemente, la legendaria Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 pueda considerarse el primer instrumento normativo que contempló consideraciones de carácter ambiental en sentido genérico, al establecer en su articulado el procedimiento de dominio y uso de las aguas continentales en función de los componentes del sistema hidrológico: alveolo, cauces, ribera, márgenes. En esta Ley se formulaban los primeros principios de conservación del medio natural, ya que establecía por un lado un sistema de control de calidad de agua mediante la vigilancia ejercida por la “Policía de Aguas” y por otro, regulaba el régimen de usos y aprovechamientos con limitación para los caudales de concesión y un orden de preferencia en las autorizaciones que curiosamente, era sustancialmente diferente al actual: 1. Abastecimiento a poblaciones, 2. Abastecimiento a ferrocarril, 3. Riegos, 4. Canales de navegación, 5. Molinos y otras fábricas y 6. Estanques, viveros y criaderos para peces.

Al suscribir el Tratado de Adhesión a las Comunidades Europeas, con efectos a partir del 1 de enero de 1986, España no formuló ninguna cláusula de salvaguardia, lo que significa aceptar el compromiso de cumplir todas las disposiciones ambientales de la CEE, en virtud de los artículos 392 y 395 del Acta relativa a las condiciones de adhesión y a las adaptaciones de los Tratados (DO 1985, L 302 p. 23). En consecuencia, y puesto que en ese momento la normativa española distaba mucho de cumplir las exigencias de la legislación comunitaria, la producción normativa en los años siguientes al ingreso incrementó considerablemente, promulgándose un buen número de disposiciones protectoras del medio ambiente, entre las que se destacan, en materia de EIA, una norma con rango de Ley, el **Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental**, (BOE núm. 155, de 30 de junio de 1986), que ha constituido la norma básica estatal en esta materia (hasta la promulgación del RD Ley 6/2001, de 8 de mayo). Dicha norma incorpora la Directiva del Consejo 85/337/CEE de 27 de junio relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente al Derecho interno estatal, cuyos preceptos tienen el carácter de legislación básica estatal (a tenor de lo dispuesto en el artículo 143.1.23ª de la Constitución). Inicialmente, recogía en su único anexo un listado compuesto por las actividades comprendidas en el Anexo I de la Directiva, con la misma definición, junto con cinco actividades del Anexo II de la Directiva: 1) primeras repoblaciones cuando entrañen riegos de graves transformaciones ecológicas negativas, 2) puertos deportivos, 3) grandes presas, 4) extracción a cielo

abierto de hulla, lignito u otros minerales y 5) aeropuertos de uso particular. Sin embargo, no adopta ningún criterio, ni definición de circunstancias de magnitud o localización para exigir EIA a actividades no incluidas en su Anexo, aspectos muy criticados en círculos técnicos y jurídicos españoles y comunitarios (Gómez Orea, 1994).

El mencionado Real Decreto Legislativo 1302/1986 ha sido objeto de desarrollo por el **Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación del Impacto Ambiental** (BOE núm. 239, de 5 de octubre de 1988) y se completa con otras normas posteriores que adicionan nuevos supuestos al sometimiento a EIA.

Entre las novedades que aportan ambos documentos (MOPT, 1989) se pueden señalar:

A) Especifican la necesidad de redactar un Programa de vigilancia ambiental (art. 7 RD, art. 2 RDL) no explicitado en la norma comunitaria, que establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental y en las que se basa la autorización del proyecto.

B) Incluye en el articulado la exigencia de un resumen de las principales alternativas e indicación de las principales razones de la elección concreta (art. 12.1. c RDL y art. 8 RD) que sí constan en el Anexo III de la Directiva, referido al contenido del EsIA.

C) Define y desarrolla procedimientos de transmisión de información en las formas que se comentan a continuación:

- La Administración pondrá a disposición del titular del proyecto los informes y cualquiera otra documentación que obre en su poder cuando estime que pueden resultar de utilidad para la realización del EsIA (art. 2.2 RDL).
- El órgano ambiental, previamente a la redacción del EsIA, efectuará un proceso de “consultas a las personas, Instituciones y Administraciones previsiblemente afectadas por la ejecución del proyecto, con relación al impacto ambiental que, a juicio de cada una, se derive de aquél, o cualquier indicación que estimen beneficiosa para una mayor protección y defensa del medio ambiente, así como cualquier propuesta que estimen conveniente respecto a los contenidos específicos a incluir en el EsIA, requiriéndoles la contestación en un plazo máximo de treinta días” (art. 13 RD). El resultado de las consultas se facilitará al promotor del proyecto, junto con la consideración de los aspectos más significativos que deben tenerse en cuenta en la realización del EsIA (art. 14 RD).
- El acuerdo motivado del Gobierno sobre supuestos excepcionales se hará público, informándose además a la Comisión de las Comunidades Europeas de los motivos que justifican tal exención (Disposición Adicional segunda del RDL,

- En el caso de que un proyecto tenga repercusiones sobre el medio ambiente de otro Estado miembro de las Comunidades Europeas, el Gobierno, le pondrá en conocimiento del estudio de impacto ambiental y de la declaración de impacto (art. 6.1. RDL, art. 23 RDL).
- El estudio de impacto ambiental será sometido al trámite de información pública (art. 15 RD, art. 3, art. 4. RDL), que está claramente delimitada en el tiempo: debe llevarse a cabo una vez realizado el estudio y antes de evacuar la Declaración de Impacto Ambiental (esto es, antes de la autorización del proyecto). En todo caso, la DIA será pública (art.4.3 RDL).

De esta manera se desarrollan las posibilidades de difusión y participación establecidas en el RDL. La introducción de las consultas previas, aún siendo de carácter facultativo, significa un avance normativo importante, en línea con las directrices en materia de EIA recomendadas por las instancias internacionales y en el convencimiento de que la incorporación de la opinión interesada en etapas tempranas de evaluación, lejos de suponer un obstáculo o dilación al proyecto, elimina dificultades en el momento de la ejecución, cuando las modificaciones son más dificultosas y caras y cuando se producen de hecho las auténticas dilaciones y paradas a las obras.

D) El procedimiento queda claramente definido en el Reglamento tanto en lo que se refiere a la identificación del promotor, órganos sustantivo y ambiental, contenidos de los estudios, información que debe aportar el promotor, como en lo que concierne a las distintas fases del mismo: procedimiento, momentos, plazos, etc., resumido y esquematizado en MOPT (1989).

Aunque la fecha de entrada en vigor del Reglamento, 6 de octubre de 1988, es la que hay que considerar como punto de partida efectivo de la EIA en el Estado español, existen antecedentes normativos que preveían la incorporación del análisis de las consecuencias ambientales en determinadas actividades. Destaca así el **Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP)** (Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre), cuyo antecedente inmediato está en el Reglamento y Nomenclátor de establecimientos Incómodos, Insalubres y Peligrosos de 1925, por ser la norma jurídica más relacionada con la evaluación de impacto ambiental. El objeto de este Reglamento es, como expresa su art. 1 *“evitar que las instalaciones, establecimientos, actividades, industrias o almacenas sean oficiales o particulares, públicos o privados, a todos los cuales se aplica indistintamente la denominación de actividades, produzcan incomodidades, alteren las condiciones normales de salubridad e higiene del medio ambiente y ocasionen daños a la riqueza pública o privada o impliquen riesgos graves para las personas o los bienes”*. Según dicha norma, toda solicitud de licencia municipal (en la actualidad competencia de los órganos correspondientes de las Comunidades Autónomas, conservando el Municipio las facultades de vigilancia y control de las actividades autorizadas) para el establecimiento de las actividades comprendidas por el Reglamento se acompaña de una *“memoria descriptiva en que se detallen las características de la actividad, su posible repercusión sobre la sanidad ambiental y los sistemas correctores que se propongan utilizar, con expresión de su grado de eficacia y garantía de seguridad”* (art. 29). La Comisión Provincial de

Servicios Técnicos era el organismo encargado, entre otras funciones de *“proponer a los Alcaldes las medidas que estimen pertinentes en aquellos casos en que, sin que exista petición de la parte interesada, consideren oportuno la implantación de determinadas medidas correctoras en actividades ejercidas en los respectivos términos municipales”* (art. 7 b).

Si bien el RAMINP es la primera norma española que incorpora la expresión “medio ambiente”, junto con el Decreto de 16 de agosto de 1968 sobre Régimen de Poblaciones con alto nivel de contaminación atmosférica o perturbaciones por ruidos o vibraciones, las medidas de protección que establece no tienen por finalidad proteger los elementos que integran el medio ambiente sino exclusivamente velar por la salud humana, como evidencia su anexo 2, que determina las concentraciones máximas permitidas en el ambiente interior de las explotaciones industriales (Reyes López y col. 2001).

A raíz de la toma de conciencia internacional sobre la necesidad de salvaguardar el medio ambiente propuesta por la Conferencia de Estocolmo se establecieron otras normas que contenían disposiciones que sí hacen referencia a la evaluación de efectos, de impacto, etc. de ámbito sectorial, en materia de aguas, minería y contaminación atmosférica. Son las siguientes:

- **Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas** (BOE nº 176, de 24 de julio de 1973), que establece en su artículo 5.3 que el *“Ministerio de Industria realizará los estudios oportunos para fijar las condiciones de protección del ambiente, que serán imperativas en el aprovechamiento de los recursos objeto de esta Ley y se establecerán por Decreto ...”*. La correspondiente Delegación Provincial del mencionado Ministerio impondrá cuando procedan las *“condiciones oportunas en orden a la protección del medio ambiente”* junto con la autorización de la explotación (art. 17.2), mientras *“todo titular o poseedor de derechos mineros reconocidos en esta Ley será responsable de los daños y perjuicios que ocasione con sus trabajos, así como de los producidos a aprovechamientos colindantes por intrusión de labores, acumulación de agua, invasión de gases y otras causas similares y de las infracciones que cometa de las prescripciones establecidas en el momento del otorgamiento para la protección del medio ambiente”* (art. 81).
- **La Orden de 18 de octubre de 1976 (Ministerio de Industria), sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial** (BOE núm. 290, de 3 de diciembre de 1976) establece en su art. 2.1 que es competencia de la Dirección General de Promoción Industrial y Tecnología, entre otras, *“El estudio de los proyectos de nuevas industrias potencialmente contaminadoras de la atmósfera y ampliación de las existentes, al objeto de enjuiciar la eficacia de las medidas correctoras previstas, y evaluar el impacto ambiental de tales actividades”*.

El art. 8.4. establece que *“El Ministerio de Industria podrá solicitar cualquier información complementaria que estime necesaria para enjuiciar la incidencia que la*

instalación proyectada pueda tener sobre el nivel de contaminación de la zona e, incluso, podrá exigir, cuando exista presunción de que los niveles de inmisión de la zona están próximos a ser rebasados o puedan producirse otros perjuicios importantes sobre el medio ambiente atmosférico, la presentación de un estudio de impacto ambiental, realizado por un Centro Homologado de Estudios de la Contaminación Atmosférica, de acuerdo con lo previsto en el artículo 45 de esta Orden, y ajeno a la Empresa industrial promotora del proyecto” y en el que se analizarán la incidencia de las emisiones de la industria sobre las masas arbóreas o cultivos agrícolas que existieran.

La Dirección General de Promoción Industrial y Tecnología podrá elaborar, de acuerdo con las Direcciones Generales sectoriales del Departamento, planes o programas sectoriales o regionales de reducción de la contaminación atmosférica, *“con el fin de corregir el impacto ambiental de las actividades industriales a nivel sectorial o regional”* (art. 54).

- **El Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, por el que se dictan normas sobre restauración de espacio natural afectado por actividades mineras** (BOE nº 274, de 15 de noviembre de 1982. Desarrollado por Orden de 20 de noviembre de 1984, BOE nº 285, de 28 de noviembre de 1984) hacía mención expresa del *“estudio del impacto ambiental de la explotación sobre los recursos naturales de la zona y medidas previstas para su protección”* (art. 3.2.d) como uno de los contenidos del Plan de restauración, junto con el requerimiento de información detallada sobre el lugar previsto para las labores mineras y su entorno (art. 3.1). En el caso de aprovechamientos o concesiones anteriores sus titulares, en el plazo máximo de un año, debían presentar ante la Dirección Provincial del Ministerio de Industria y Energía o el órgano competente de la Comunidad Autónoma un *“estudio de impacto ambiental en el que, partiendo del estado actual de la explotación, se consideren posibles alternativas en orden a la restauración de las áreas que aún no han sido objeto de explotación”* (art. 9).
- **Real Decreto 1116/1984, de 9 de mayo, sobre restauración del espacio natural afectado por explotaciones de carbón a cielo abierto y el aprovechamiento racional de estos recursos energéticos** (BOE nº 141, de 13 de junio de 1984). Complementado mediante Orden de 13 de junio de 1984, por la que se dictan normas para la elaboración de los planes de explotación y restauración (BOE nº 143, de 15 de junio de 1984). Tiene por objeto la regulación del contenido mínimo de los planes de explotación y de restauración en las explotaciones de carbón a cielo abierto. El art. 3.2 determina el contenido de los planes de restauración que comprenderá, entre otras cosas, *“un estudio del impacto ambiental de la actividad sobre los recursos naturales de la zona y el medio en general, evaluándose los efectos transitorios y definitivos, con el fin de planificar la restauración y protección ambiental necesaria”*. Igualmente, dentro del plan de restauración se debe incluir el programa de restauración que comprenderá fundamentalmente medidas correctoras: acciones a seguir para el acondicionamiento de los terrenos afectados, la protección ambiental y de la población,

debiendo desarrollar al menos, cuestiones referidas a estabilidad del suelo y acondicionamiento superficial del terreno (por revegetación o de otro tipo), protección de las aguas y del paisaje y corrección de las agresiones al medio físico, socioeconómico o cultural, así como lucha contra el polvo, ruido y vibraciones.

- **La Orden de 13 de junio de 1984, por la que se dictan normas para la elaboración de los planes de explotación y restauración** (BOE nº 143, de 15 de junio de 1984) establece que *“se realizará un estudio de impacto ambiental dirigido a identificar y predecir los efectos debidos a la explotación minera sobre los recursos naturales, el medio ambiente y socioeconómico de la zona, así como sobre el paisaje, evaluándose los efectos transitorios y definitivos, con el fin de tomar las medidas de prevención posibles y planificar la restauración y protección ambiental necesaria”* (art.3). Cabe destacar que según esta norma, el estudio de impacto ambiental se contempla exclusivamente desde el punto de vista de los impactos, pues el plan de restauración ya obliga a la realización de un exhaustivo estudio sobre el medio físico, socioeconómico y cultural afectado por la explotación y a elaboración de un detallado Programa de restauración.
- **La Ley 29/1985 de 2 de agosto, de Aguas** (BOE nº 189 de 8 de agosto; c.e. BOE nº 243 de 10 de octubre). En esta primera redacción de la Ley el art. 90 establecía que *“En la tramitación de concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico y pudieran implicar riesgos para el medio ambiente será preceptiva la presentación de una evaluación de sus efectos”*. Posteriormente fue desarrollada por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1983, de 3 de agosto, de Aguas (BOE núm. 103, de 30 de abril de 1986) y modificada por la **Ley 46/1999, de 13 de diciembre** (BOE de 14 de diciembre) que, en la nueva redacción del art. 90 incluye además que *“Sin perjuicio de los supuestos en que resulte obligatorio conforme a lo previsto en la normativa vigente, en los casos en que el Organismo de cuenca presuma la existencia de un riesgo grave para el medio ambiente, someterá igualmente a la consideración del órgano ambiental competente la conveniencia de iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental”*. El art. 118 de la Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (BOE núm. 298, de 14 de diciembre de 1999) indica que *“Los proyectos de obras hidráulicas de interés general se someterán al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en los casos establecidos en la legislación de evaluación de impacto ambiental”*, sin añadir novedad ni supuesto adicional.
- **El Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1983, de 3 de agosto, de Aguas** (BOE núm. 103, de 30 de abril de 1986) incluye disposiciones referidas posibles efectos negativos sobre las precipitaciones en otras áreas

debidas a actuaciones públicas o privadas tendentes a modificar el régimen de lluvias, que se concretan en que el Organismo de Cuenca elevará propuesta al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (art. 3)

Para una serie de usos comunes especiales, como por ejemplo navegación y flotación o el establecimiento de barcas de paso y sus embarcaderos, se requiere autorización administrativa previa, *“pudiendo recabar del interesado el Organismo de cuenca proyecto justificativo u otra documentación complementaria que estime necesaria para conceder la autorización y, en especial, la presentación de un estudio, elaborado por técnico responsable, sobre la evaluación de los efectos que pudieran producirse sobre el medio ambiente, la salubridad y los recursos pesqueros, así como sobre las soluciones que, en su caso, se prevean”* (art. 52).

Los art. 236 á 239 desarrollan el art. 90 de la Ley 29/1985 de 2 de agosto, de Aguas, estableciendo el requerimiento de un estudio de la evaluación de los efectos de obras o actividades en el dominio público hidráulico, que, a juicio del Organismo de cuenca, se consideren susceptibles de contaminar o degradar el medio ambiente, causando efectos sensibles en el mismo” (art. 237.1), redactado por un titulado superior competente y con los siguientes contenidos: a) Descripción y establecimiento de las relaciones causa-efecto. b) Predicción y cálculo en su caso de los efectos y cuantificación de sus indicadores. c) Interpretación de los efectos. d) Previsiones a medio y largo plazo y medidas preventivas de efectos indeseables (art. 237.2). En el caso de que la supuesta contaminación o degradación del medio implicase afección de aguas subterráneas, el estudio incluirá la evaluación de las condiciones hidrogeológicas de la zona afectada, del eventual poder depurador del suelo y del subsuelo, y de los riesgos de contaminación y de alteración de la calidad de las aguas subterráneas por el vertido, determinando si la solución que se propone es adecuada, especialmente si se tratase de vertidos directos o indirectos (art. 237.3).

Los estudios de evaluación de efectos medioambientales contenidos en las peticiones de concesiones o autorizaciones, como documentos que forman aparte de los correspondientes expedientes, se verán sometidos a la tramitación normal regulada para éstos, debiendo ser recabados los informes correspondientes, en relación con la afección a la salud o al medio ambiente, si por la índole de la obra o acción previstas por el peticionario, así lo estimara el Organismo de cuenca (art. 238)

Los programas, planes, anteproyectos y proyectos de obras o acciones a realizar por la propia Administración, deberán también incluir los correspondientes estudios de evaluación de efectos medioambientales, atendiendo a la entidad y contenido descritos en el art. 237, cuando razonablemente puedan presumirse riesgos para el medio ambiente, como consecuencia de su

realización. Asimismo, deberán incorporarse dichos estudios a los expedientes de todas las obras de regulación de caudal (art. 239).

En relación a la restricción que introduce el art. 137 del Reglamento en el sentido de que la evaluación sólo será obligatoria “a juicio del Organismo de cuenca” Alonso García (1993) apunta que es claramente ilegal si se entiende que es el hecho mismo de afectar al medio ambiente, y no que el Organismo así lo estime, lo que debe hacer obligatoria la evaluación. Indica además que el juez que revise la denegación de la necesidad de EIA no tiene porqué estar al “juicio técnico” (siempre, obviamente, puramente político) del Organismo, sino interpretar objetivamente el alcance del artículo 90 de la Ley.

- **El Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas** (BOE nº 176, de 24 de julio de 2001) enumera como uno de sus principios generales la compatibilidad de la gestión pública del agua con la ordenación del territorio, la conservación y protección del medio ambiente y la restauración de la naturaleza. En su art. 98 prevé que *“en la tramitación de concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico que pudieran implicar riesgos para el medio ambiente, será preceptiva la presentación de un informe sobre los posibles efectos nocivos para el medio, del que se dará traslado al órgano ambiental competente para que se pronuncie sobre las medidas correctoras que, a su juicio, deban introducirse como consecuencia del informe presentado. Sin perjuicio de los supuestos en que resulte obligatorio, conforme a lo previsto en la normativa vigente, en los casos en que el Organismo de cuenca presuma la existencia de un riesgo grave para el medio ambiente, someterá igualmente a la consideración del órgano ambiental competente la conveniencia de iniciar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental”*.

Dedica el artículo 129 a la EIA, pero sin aportar novedad con respecto a la legislación vigente: *“Los proyectos de obras hidráulicas de interés general se someterán al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en los casos establecidos en la legislación de evaluación de impacto ambiental”*. En cuanto a la declaración de una obra hidráulica como de interés general, establece (art. 131.3) que deberá ponderarse la adecuación del proyecto a las exigencias medioambientales, teniendo especialmente en cuenta la compatibilidad de los usos posibles y el mantenimiento de la calidad de las aguas.

- **Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos** (BOE nº 120 de 20 de mayo de 1986), derogada por la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE de 22 de abril), fue desarrollada por el **Real Decreto 833/1988**, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 20/1986 (BOE nº 182 de 30 de julio de 1988). Este último hace referencia (art. 26.3) al Estudio de impacto ambiental, sin aportar novedades con respecto a la legislación vigente.

Ampliación del listado de actividades sujetas a EIA

La regulación básica estatal en materia de EIA (Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, desarrollado por el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre) se completa posteriormente con las previsiones incorporadas en la legislación sectorial, que en ocasiones contiene normas específicas o adiciona nuevos tipos de proyectos que deben someterse obligatoriamente a una EIA:

1. - La **Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras** (BOE nº 182 de 30 de julio de 1988) expresa en su artículo 9 que los proyectos de autopistas y autovías que supongan un nuevo trazado y las nuevas carreteras deberán incluir la correspondiente EIA, acorde con la normativa básica.

El Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE nº 228, de 23 de septiembre de 1994) especifica en sus artículos 23 á 27 los contenidos de los estudios de planeamiento, previo e informativo, del anteproyecto y del proyecto de construcción que deben incluir, entre otros, datos medioambientales, EIA o análisis ambiental, costes ambientales o las condiciones establecidas en la declaración de impacto ambiental, según el caso. Dedicar el artículo 31 a la EIA, estableciendo en el artículo 31.2 su requerimiento en el caso de *“actuaciones no incluidas en planeamiento urbanístico vigente que modifiquen el trazado de la carretera preexistente en una longitud acumulada de más de 10 Km.”* y en el artículo 31.3 que *“aquellas actuaciones con reserva en el planeamiento urbano vigente, en las que no sea exigible el procedimiento de EIA contendrán un análisis ambiental de la única opción reservada y el correspondiente proyecto de medidas correctoras”*.

2. - La **Ley 4/1989 de 27 de marzo, de Conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres** (BOE nº 74, de 28 de marzo de 1989), establece en su disposición adicional segunda que deben someterse a EIA *“las transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal arbustiva o arbórea y supongan riesgo potencial para las infraestructuras de interés general de la Nación y, en todo caso, cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a 100 has”*. Además, prevé que los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales tendrán como una de sus determinaciones mínimas la *“Concreción de aquellas actividades, obras o instalaciones públicas o privadas a las que deba aplicárseles el régimen de evaluación previsto en el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (art. 4.4.e)”*

3. - La **Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria** (BOE núm. 176, de 23 de julio de 1992) señala en su art. 12.1.c que los Reglamentos de Seguridad establecerán, entre otras cosas, *“Las medidas que los titulares deban adoptar para la prevención, limitación y cobertura de los riesgos derivados de la actividad de las instalaciones o de la utilización de los productos; incluyendo, en su caso, estudios de impacto ambiental”*.

4. - La **Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante** (BOE nº 283, de 25 de noviembre de 1992), modificada por la Ley 62/1997, 26 diciembre (BOE, de 30

diciembre), establece en su artículo 20.2 que “*los proyectos de construcción de nuevos puertos se sujetarán al procedimiento de declaración de impacto ambiental de acuerdo con la legislación aplicable*”, mientras “*los proyectos de ampliación que modifiquen sustancialmente la configuración y los límites exteriores de los puertos estatales deberán incluir un estudio de impacto ambiental y se sujetarán al procedimiento de declaración de impacto ambiental cuando por la importancia de la actuación sean susceptibles de modificar o alterar, de forma notable, el medio ambiente*” (art. 21.2).

El art. 21.4 también establecía que las solicitudes de dragados para la obtención de materiales que se realicen fuera de la zona interior de las aguas del puerto, con destino a rellenos portuarios y los vertidos de productos procedentes de obras portuarias de dragado deberían ir acompañadas de los informes, análisis o estudios necesarios que permitan valorar los efectos de la actuación sobre la sedimentología litoral y la biosfera submarina, así como la capacidad contaminante de los vertidos en su caso. En cuanto a los proyectos de dragado portuarios (art. 62.2), incluso los ejecutados por la Autoridad Portuaria, incluirán un estudio de evaluación de sus efectos sobre la dinámica litoral y la biosfera marina, así como sobre la posible localización de restos arqueológicos cuando proceda, solicitándose informe de las Administraciones competentes en materia de pesca y de arqueología. Sin embargo los art. 21.4 y 62.2 han sido declarados inconstitucionales por sentencia del Tribunal Constitucional 40/1998, 19 febrero (BOE 17 marzo).

5. - Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sistema Eléctrico (BOE nº 285, de noviembre de 1997) en el apartado primero de la disposición adicional duodécima incluye como supuesto evaluable la “*construcción de líneas aéreas de energía eléctrica con una tensión igual o superior a 220 kV y una longitud superior a 15 Km.*”.

Existen además otras disposiciones también posteriores al Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, que hacen referencia a la evaluación de impacto o de sus efectos sobre el medio ambiente, aunque no necesariamente modifican el citado RDL ni añaden nuevos supuestos.

Las modificaciones del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de EIA

El 14 de diciembre de 1999 la Comisión Europea interpuso ante el Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas una demanda contra el Reino de España por la inadecuada incorporación de la Directiva 85/337/CEE. El motivo fue la falta de inclusión dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto legislativo 1302/1986 de varios de los grupos de proyectos que figuraban en el anexo II de la norma comunitaria (asunto C747/99).

Asimismo, el 15 de septiembre de 2000 la Comisión Europea presentó una nueva demanda por la no transposición de la Directiva 97/11/CE en el plazo fijado (14 de marzo de 1999). Con el objeto de incorporar plenamente al Derecho interno la Directiva 85/337/CEE con las modificaciones introducidas por la Directiva 97/11/CEE del Consejo de 3 de marzo de 1997 se aprobó el **Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de**

6 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (BOE nº 241, de 7 de octubre). El Congreso de los Diputados, en su sesión de 19 de octubre de 2000, acuerda su convalidación y su tramitación como Proyecto de Ley por el procedimiento de urgencia en la Resolución de 19 de octubre de 2000 (BOE nº 256, de 25 de octubre). De resultas de esta tramitación parlamentaria siete meses más tarde el Gobierno español promulga la **Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986**, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (BOE núm. 111, de 9 de mayo), que aporta novedades puntuales al contenido del Real Decreto - Ley 9/2000, en especial la regulación de las infracciones. Por su superior rango legislativo, la nueva Ley 6/2001 anula el Real Decreto-Ley 9/2000 (salvo en su apartado dos), modifica determinados artículos del RDL 1302/1986, que sigue vigente en la parte que no se oponga a la nueva Ley, sustituye el anexo del RDL por el Anexo I de la Ley 6/2001 y se introducen dos nuevos anexos enumerados como II y III. Más adelante se realiza la comparación entre estas dos normas, una vez estudiados los aspectos más relevantes introducidos por la Ley 6/2001, que se comentan a continuación:

1. Ampliación del listado de proyectos sujetos a EIA obligatoria

Al adaptar enteramente al Derecho español la Directiva 97/11/CE, la Ley 6/2001 amplía los proyectos que deben ser sometidos a evaluación de impacto ambiental obligatoria (Anexo I) o con EIA condicionada (Anexo II), estableciendo clasificaciones de los mismos en 9 grupos, siguiendo la estructura del Anexo II de la Directiva 97/11/CEE (Tabla I.13).

Tabla I.13. Grupos de actividades en los anexos I y II de la Ley 6/2001

	Anexo I	Anexo II
Grupo 1	Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería	
Grupo 2	Industria extractiva	Industrias de productos alimenticios
Grupo 3	Industria energética	Industria extractiva
Grupo 4	Industria siderúrgica y del mineral. Producción y elaboración de metales	Industria energética
Grupo 5	Industria química, petroquímica, textil y papelera	Industria siderúrgica y del mineral. Producción y elaboración de metales
Grupo 6	Proyectos de infraestructuras	Industria química, petroquímica, textil y papelera
Grupo 7	Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua	Proyectos de infraestructuras
Grupo 8	Proyectos de tratamiento y gestión de residuos	Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua
Grupo 9	Otros proyectos	

En un gran número de proyectos, tanto del Anexo I como del Anexo II, la Ley 6/2001 establece una serie de especificaciones, generalmente umbrales inferiores a los propuestos por la Directiva por encima de los cuales la EIA se hace obligatoria o condicionada, según sea el caso. El

Anexo I de la Ley incluye los proyectos del Anexo I de la Directiva junto a los que se enumeran a continuación, procedentes del Anexo II de la Directiva, indicándose la redacción original (subrayada) y, en su caso, los inicialmente propuestos en la norma comunitaria (entre paréntesis), así como los umbrales o criterios que la legislación estatal ha entendido oportuno considerar atendiendo fundamentalmente a las características de los proyectos y a las áreas de protección especial designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE:

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería

- a) Las primeras repoblaciones forestales de más de 50 has, cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas.
- b) Corta de arbolado con propósito de cambiar a otro tipo de uso del suelo, cuando no esté sometida a planes de ordenación y afecte a una superficie mayor de 20 has. No se incluye en este apartado la corta de cultivos arbóreos explotados a turno inferior a cincuenta años.
- c) Proyectos para destinar terrenos incultos o áreas seminaturales a la explotación agrícola intensiva, que impliquen la ocupación de una superficie mayor de 100 has o mayor de 50 has en el caso de terrenos en los que la pendiente media sea igual o superior al 20 por 100.
- d) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamientos de terrenos, cuando afecten a una superficie mayor de 100 has. No se incluyen los proyectos de consolidación y mejora de regadíos.
- e) Instalaciones de ganadería intensiva que superen las siguientes capacidades:
 - 1.ª 40.000 plazas para gallinas y otras aves (60.000)
 - 2.ª 55.000 plazas para pollos (85.000).
 - 3.ª 2.000 plazas para cerdos de engorde (3.000)
 - 4.ª 750 plazas para cerdas de cría (900).
 - 5.ª 2.000 plazas para ganado ovino y caprino
 - 6.ª 300 plazas para ganado vacuno de leche
 - 7.ª 600 plazas para vacuno de cebo
 - 8.ª 20.000 plazas para conejos

Grupo 2. Industria extractiva

- a) Explotaciones y frentes de una misma autorización o concesión a cielo abierto de yacimientos minerales y demás recursos geológicos de las secciones A, B, C y D cuyo aprovechamiento está regulado por la Ley de Minas y normativa complementaria, cuando se dé alguna de las circunstancias siguientes:

1.^a Explotaciones en las que la superficie de terreno afectado supere las 25 ha).

2.^a Explotaciones que tengan un movimiento total de tierras superior a 200.000 m³/año.

3.^a Explotaciones que se realicen por debajo del nivel freático, tomando como nivel de referencia el más elevado entre las oscilaciones anuales, o que pueden suponer una disminución de la recarga de acuíferos superficiales o profundos.

4.^a Explotaciones de depósitos ligados a la dinámica actual: fluvial, fluvio-glacial, litoral o eólica. Aquellos otros depósitos y turberas que por su contenido en flora fósil puedan tener interés científico para la reconstrucción palinológica y paleoclimática (>150 ha). Explotación de depósitos marinos.

5.^a Explotaciones visibles desde autopistas, autovías, carreteras nacionales y comarcales o núcleos urbanos superiores a 1.000 habitantes o situadas a distancias inferiores a 2 kilómetros de tales núcleos.

6.^a Explotaciones situadas en espacios naturales protegidos o en un área que pueda visualizarse desde cualquiera de sus límites establecidos, o que supongan un menoscabo a sus valores naturales.

7.^a Explotaciones de sustancias que puedan sufrir alteraciones por oxidación, hidratación, etc., y que induzcan, en límites superiores a los incluidos en las legislaciones vigentes, a acidez, toxicidad u otros parámetros en concentraciones tales que supongan riesgo para la salud humana o el medio ambiente, como las menas con sulfuros, explotaciones de combustibles sólidos, explotaciones que requieran tratamiento por lixiviación *in situ* y minerales radiactivos.

8.^a Explotaciones que se hallen ubicadas en terreno de dominio público hidráulico o en zona de policía de un cauce cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o en humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar.

9.^a Extracciones que, aun no cumpliendo ninguna de las condiciones anteriores, se sitúen a menos de 5 kilómetros de los límites del área que se prevea afectar por el laboreo y las instalaciones anexas de cualquier explotación o concesión minera a cielo abierto existente.

b) Minería subterránea en las explotaciones en las que se dé alguna de las circunstancias siguientes:

1.^a Que su paragénesis pueda, por oxidación, hidratación o disolución, producir aguas ácidas o alcalinas que den lugar a cambios en el pH o liberen iones metálicos o no metálicos que supongan una alteración del medio natural.

2.^a Que exploten minerales radiactivos.

3.^a Aquéllas cuyos minados se encuentren a menos de 1 kilómetro (medido en plano) de distancia de núcleos urbanos, que puedan inducir riesgos por subsidencia.

En todos los casos se incluyen todas las instalaciones y estructuras necesarias para el tratamiento del mineral, acopios temporales o residuales de estériles de mina o del aprovechamiento mineralúrgico (escombreras, presas y balsas de agua o de estériles, plantas de machaqueo o mineralúrgicas, etc.).

c) Dragados:

1.º Dragados fluviales cuando se realicen en tramos de cauces o zonas húmedas protegidas designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o en humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar y cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos/año.

2.º Dragados marinos para la obtención de arena, cuando el volumen a extraer sea superior a 3.000.000 de metros cúbicos/año.

Grupo 3. Industria energética

e) Instalaciones industriales para la producción de electricidad, vapor y agua caliente con potencia térmica superior a 300 MW.

i) Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan 50 o más aerogeneradores, o que se encuentren a menos de 2 kilómetros de otro parque eólico.

Grupo 4. Industria siderúrgica y del mineral. Producción y elaboración de metales

c) Instalaciones para la producción de lingotes de hierro o de acero (fusión primaria o secundaria), incluidas las instalaciones de fundición continua de una capacidad de más de 2,5 toneladas por hora.

d) Instalaciones para la elaboración de metales ferrosos en las que se realice alguna de las siguientes actividades:

1.ª Laminado en caliente con una capacidad superior a 20 toneladas de acero en bruto por hora.

2.ª Forjado con martillos cuya energía de impacto sea superior a 50 kilojulios por martillo y cuando la potencia térmica utilizada sea superior a 20 MW.

3.ª Aplicación de capas protectoras de metal fundido con una capacidad de tratamiento de más de 2 toneladas de acero bruto por hora.

e) Fundiciones de metales ferrosos con una capacidad de producción de más de 20 t/ día.

f) Instalaciones para la fundición (incluida la aleación) de metales no ferrosos, con excepción de metales preciosos, incluidos los productos de recuperación (refinado, restos de fundición, etc.), con una capacidad de fusión de más de 4 t para el plomo y el cadmio o 20 t para todos los demás metales, por día.

- g) Instalaciones para el tratamiento de la superficie de metales y materiales plásticos por proceso electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas empleadas para el tratamiento sea superior a 30 metros cúbicos.
- h) Instalaciones de calcinación y de sinterizado de minerales metálicos, con capacidad superior a 5.000 toneladas por año de mineral procesado.
- i) Instalaciones para la fabricación de cemento o de *clinker* en hornos rotatorios, con una capacidad de producción superior a 500 toneladas diarias, o de *clinker* en hornos de otro tipo, con una capacidad de producción superior a 50 toneladas al día. Instalaciones dedicadas a la fabricación de cal en hornos rotatorios, con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día.
- j) Instalaciones para la fabricación de vidrio, incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día.
- k) Instalaciones para la fundición de sustancias minerales, incluida la producción de fibras minerales, con una capacidad de fundición superior a 20 toneladas por día.
- l) Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular, tejas, ladrillos, ladrillos refractarios, azulejos, gres o porcelana, con una capacidad de producción superior a 75 t/día y/o una capacidad de horneado de más de 4 m³ y más de 300 Kg./m³ de densidad de carga/horno.

Grupo 5. Industria química, petroquímica, textil y papelera

- d) Plantas para el tratamiento previo (operaciones tales como el lavado, blanqueo, mercerización) o para el teñido de fibras o productos textiles cuando la capacidad de tratamiento supere las 10 toneladas diarias.
- e) Las plantas para el curtido de pieles y cueros cuando la capacidad de tratamiento supere las 12 toneladas de productos acabados por día.
- g) Instalaciones de producción y tratamiento de celulosa con una capacidad de producción superior a 20 toneladas diarias.

Grupo 6. Proyectos de infraestructuras

- a) Carreteras: 1.º Construcción de (autopistas) y autovías, (vías rápidas) y carreteras convencionales de nuevo trazado, 2.º Actuaciones que modifiquen el trazado de autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales preexistentes en una longitud continuada de más de 10 kilómetros o 3.º Ampliación de carreteras convencionales que impliquen su transformación en autopista, autovía o carretera de doble calzada en una longitud continuada de más de 10 kilómetros.
- b) Construcción de líneas de ferrocarril para tráfico de largo recorrido.
- c) Construcción de aeropuertos con pistas de despegue y aterrizaje de una longitud > 2.100 metros.

d) Puertos comerciales, pesqueros o deportivos.

e) Espigones y pantalanos para carga y descarga conectados a tierra que admitan barcos de arqueo superior a 1.350 toneladas.

f) Obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa, por ejemplo, por la construcción de diques, malecones, espigones y otras obras de defensa contra el mar, excluidos el mantenimiento y la reconstrucción de tales obras, cuando estas estructuras alcancen una profundidad de, al menos, 12 metros con respecto a la bajamar máxima viva equinoccial.

Grupo 7. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua

a) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10.000.000 de metros cúbicos.

b) Proyectos para la extracción de aguas subterráneas o la recarga artificial de acuíferos, si el volumen anual de agua extraída o aportada es igual o superior a 10.000.000 de metros cúbicos.

c) Proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales, excluidos los trasvases de agua potable por tubería, en cualquiera de los siguientes casos:

1.º Que el trasvase tenga por objeto evitar la posible escasez de agua y el volumen de agua trasvasada sea superior a 100.000.000 de m³/año.

2.º Que el flujo medio plurianual de la cuenca de la extracción supere los 2.000.000.000 de metros cúbicos al año y el volumen de agua trasvasada supere el 5 por 100 de dicho flujo.

3.º En todos los demás casos, cuando alguna de las obras que constituye el trasvase figure entre las comprendidas en este anexo I.

d) Plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad sea superior a 150.000 habitantes-equivalentes.

e) Perforaciones profundas para el abastecimiento de agua cuando el volumen de agua extraída sea superior a 10.000.000 de m³.

Grupo 8. Proyectos de tratamiento y gestión de residuos

a) Instalaciones de incineración de residuos peligrosos (definidos en el artículo 3.c) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos], así como las de eliminación de dichos residuos mediante depósito en vertedero, depósito de seguridad o tratamiento químico (como se define en el epígrafe D9 del anexo IIA de la Directiva 75/442/CEE, del Consejo, de 15 de julio, relativa a los residuos).

b) Instalaciones de incineración de residuos no peligrosos o de eliminación de dichos residuos mediante tratamiento químico (como se define el epígrafe D9 del anexo IIA de la Directiva 75/442/CEE), con una capacidad superior a 100 toneladas diarias.

c) Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes.

Grupo 9. Otros proyectos

a) Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal arbustiva, cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a 100 has.

b) Los siguientes proyectos correspondientes a actividades listadas en el anexo I que, no alcanzando los valores de los umbrales establecidos en el mismo, se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de la Directiva 79/409/CEE, del Consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de la aves silvestres, y de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar:

1.º Primeras repoblaciones forestales cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas.

2.º Proyectos para destinar terrenos incultos o áreas seminaturales a la explotación agrícola intensiva que impliquen la ocupación de una superficie mayor de 10 has.

3.º Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluidos proyectos de riego o de avenamiento de terrenos, cuando afecten a una superficie mayor de 10 has.

4.º Transformaciones de uso del suelo que impliquen eliminación de la cubierta vegetal cuando dichas transformaciones afecten a superficies superiores a 10 has.

5.º Concentraciones parcelarias.

6.º Explotaciones y frentes de una misma autorización o concesión a cielo abierto de yacimientos minerales y demás recursos geológicos de las secciones A, B, C y D, cuyo aprovechamiento está regulado por la Ley de Minas y normativa complementaria, cuando la superficie de terreno afectado por la explotación supere las 2,5 has o la explotación se halle ubicada en terreno de dominio público hidráulico, o en la zona de policía de un cauce.

7.º Tuberías para el transporte de productos químicos y para el transporte de gas y petróleo con un diámetro de más de 800 milímetros y una longitud superior a 10 kilómetros.

8.º Líneas aéreas para transporte de energía eléctrica con longitud superior a 3 kilómetros.

9.º Parques eólicos que tengan más de 10 aerogeneradores.

10 Plantas de tratamiento de aguas residuales.

c) Los proyectos que se citan a continuación, cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar:

- 1.º Instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica.
- 2.º Construcción de aeródromos.
- 3.º Proyectos de urbanizaciones y complejos hoteleros fuera de las zonas urbanas y construcciones asociadas, incluida la construcción de centros comerciales y de aparcamientos.
- 4.º Pistas de esquí, remontes y teleféricos y construcciones asociadas.
- 5.º Parques temáticos.
- 6.º Vertederos de residuos no peligrosos no incluidos en el grupo 8 de este anexo I, así como de residuos inertes que ocupen más de 1 ha de superficie medida en verdadera magnitud.
- 7.º Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales.
- 8.º Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 10 kilómetros y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 metros cúbicos/segundo.
- 9.º Concentraciones parcelarias.

Nota: el fraccionamiento de proyectos de igual naturaleza y realizados en el mismo espacio físico no impedirá la aplicación de los umbrales establecidos en este anexo, a cuyos efectos se acumularán las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

2. Proyectos con evaluación ambiental condicionada.

En el artículo 2.1. de la Ley se establece que los proyectos o actividades que figuran en el Anexo II (sujetos a EIA condicionada) solo deberán someterse a EIA cuando, en el ámbito de sus competencias, lo exija la normativa de las Comunidades Autónomas, cuando se alcancen los umbrales fijados por la normativa autonómica de acuerdo con los criterios del anexo III, o cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso, mediante decisión motivada y pública y ajustándose a los criterios establecidos en el anexo III. Las actividades incluidas en el anexo II de la Ley 6/2001, con subrayado en la redacción dada por la Directiva, junto con los umbrales o criterios establecidos por la norma estatal son las siguientes:

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería

- a) Proyectos de concentración parcelaria (excepto los incluidos en el anexo I).
- b) Primeras repoblaciones forestales cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas no incluidos en el anexo I.
- c) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamiento de terrenos cuando afecten a una superficie mayor de 10 has no incluidos en el anexo I, o bien proyectos de consolidación y mejora de regadíos de más de 100 has.
- d) Proyectos para destinar áreas seminaturales a la explotación agrícola intensiva no incluidos en Anexo I.

- e) Instalaciones para la acuicultura intensiva con una capacidad de producción superior a 500 t/año.

Grupo 2. Industrias de productos alimenticios

- a) Instalaciones industriales para la elaboración de grasas y aceites vegetales y animales, d) de cerveza y malta, e) de confituras y almíbares, g) de féculas y h) de harina de pescado y aceite de pescado, siempre que en la instalación se den de forma simultánea las circunstancias siguientes: 1.^a Que esté situada fuera de polígonos industriales, 2.^a Que se encuentre a menos de 500 metros de una zona residencial y 3.^a Que ocupe una superficie de, al menos, 1 ha.
- b) Instalaciones industriales para el envasado y enlatado de productos animales y vegetales. Instalaciones cuya materia prima sea animal, exceptuada la leche, con una capacidad de producción superior a 75 t/día de productos acabados, e instalaciones cuya materia prima sea vegetal con una capacidad de producción superior a 300 t/ día de productos acabados (valores medios trimestrales).
- c) Instalaciones industriales para fabricación de productos lácteos, siempre que la instalación reciba una cantidad de leche superior a 200 toneladas por día (valor medio anual).
- f) Instalaciones para el sacrificio y/o despiece de animales con una capacidad de producción de canales superior a 50 toneladas por día.
- i) Azucareras con una capacidad de tratamiento de materia prima superior a las 300 toneladas diarias.

Grupo 3. Industria extractiva

- a) Perforaciones profundas, con excepción de las perforaciones para investigar la estabilidad de los suelos, en particular: 1.º Perforaciones geotérmicas, 2.º Perforaciones para el almacenamiento de residuos nucleares y 3.º Perforaciones para el abastecimiento de agua.
- b) Instalaciones industriales en el exterior para la extracción de carbón, petróleo, gas natural, minerales y pizarras bituminosas.
- c) Instalaciones industriales en el exterior y en el interior para la gasificación del carbón y pizarras bituminosas.
- d) Dragados marinos para la obtención de arena (proyectos no incluidos en el anexo I).
- e) Explotaciones (no incluidas en el anexo I) que se hallen ubicadas en terreno de dominio público hidráulico para extracciones superiores a 20.000 metros cúbicos/año o en zona de policía de cauces y su superficie sea mayor de 5 has.
- f) Dragados fluviales (no incluidos en el anexo I) si el volumen de producto supera los 100.000 m³.

Grupo 4. Industria energética

- a) Instalaciones industriales para el transporte de gas, vapor y agua caliente; transporte de energía eléctrica mediante líneas aéreas (no incluidos en el anexo I), con longitud superior a 3 kilómetros.
- b) Fabricación industrial de briquetas de hulla y de lignito.

- c) Instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica (cuando, según lo establecido en el anexo I, no lo exija cualquiera de las obras que constituyen la instalación).
- d) Instalaciones de oleoductos y gasoductos (proyectos no incluidos en el anexo I), excepto en suelo urbano, que tengan una longitud superior a 10 kilómetros.
- e) Almacenamiento de gas natural sobre el terreno. Tanques con capacidad unitaria superior a 200 tm.
- f) Almacenamiento subterráneo de gases combustibles. Instalaciones con capacidad superior a 100 m³.
- g) Instalaciones para el procesamiento y almacenamiento de residuos radiactivos no incluidas en el anexo I.
- h) Parques eólicos no incluidos en el anexo I.
- i) Instalaciones industriales para la producción de electricidad, vapor y agua caliente con potencia térmica superior a 100 MW.

Grupo 5. Industria siderúrgica y del mineral. Producción y elaboración de metales

- a) Hornos de coque (destilación seca del carbón).
- b) Instalaciones para la producción de amianto y para la fabricación de productos basados en el amianto (proyectos no incluidos en el anexo I).
- c) Instalaciones para la fabricación de fibras minerales artificiales.
- d) Astilleros.
- e) Instalaciones para la construcción y reparación de aeronaves.
- f) Instalaciones para la fabricación de material ferroviario.
- g) Instalaciones para fabricar y montar vehículos de motor y fabricación de motores para vehículos.
- h) Embutido de fondo mediante explosivos o expansores del terreno.

Grupo 6. Industria química, petroquímica, textil y papelera

- a) Tratamiento de productos intermedios y producción de productos químicos.
- b) Producción de pesticidas y productos farmacéuticos, pinturas y barnices, elastómeros y peróxidos.
- c) Instalaciones de almacenamiento de productos petroquímicos y químicos (no incluidos en anexo I).
- d) Fabricación y tratamiento de productos a base de elastómeros.

Grupo 7. Proyectos de infraestructuras

- a) Proyectos de zonas industriales.
- b) Proyectos de urbanizaciones y complejos hoteleros fuera de las zonas urbanas y construcciones asociadas, incluida la construcción de centros comerciales y aparcamientos (no incluidos en anexo I).

- c) Construcción de líneas de ferrocarril, de instalaciones de trasbordo intermodal y de terminales intermodales (proyectos no incluidos en el anexo I).
- d) Construcción de aeródromos (proyectos no incluidos en el anexo I).
- e) Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 m³ o que requieran la construcción de diques o espigones (proyectos no incluidos en el anexo I).
- f) Tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas similares de un determinado tipo, que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de pasajeros.

Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua

- a) Extracción de aguas subterráneas o recarga de acuíferos cuando el volumen anual de agua extraída o aportada sea superior a 1.000.000 de metros cúbicos (proyectos no incluidos en el anexo I).
- b) Proyectos para el trasvase de recursos hídricos entre cuencas fluviales cuando el volumen de agua trasvasada sea superior a 5.000.000 de metros cúbicos. Se exceptúan los trasvases de agua potable por tubería o la reutilización directa de aguas depuradas (proyectos no incluidos en el anexo I).
- c) **Construcción de vías navegables, puertos de navegación interior, obras de encauzamiento** y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 2 kilómetros y no se encuentran entre los supuestos contemplados en el anexo I. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana.
- d) Plantas de tratamiento de aguas residuales superiores a 10.000 habitantes-equivalentes.
- e) Instalaciones de desalación o desalobración de agua con volumen nuevo o adicional superior a 3.000 m³/día.
- f) Instalaciones de conducción de agua a larga distancia cuando la longitud sea mayor de 40 kilómetros y la capacidad máxima de conducción sea superior a 5 metros cúbicos/segundo (proyectos no incluidos en el anexo I).
- g) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla, siempre que se dé alguno de los siguientes supuestos:

1.º Grandes presas según se definen en el Reglamento técnico de seguridad de presas y embalses, cuando no se encuentren incluidas en el anexo I.

2.º Otras instalaciones destinadas a retener el agua, no incluidas en el apartado anterior, con capacidad de almacenamiento, nuevo o adicional, superior a 200.000 metros cúbicos.

Grupo 9. Otros proyectos

- a) Pistas permanentes de carreras y de pruebas para vehículos motorizados.
- b) Instalaciones de eliminación de residuos no incluidas en el anexo I.

- c) Depósitos de lodos.
- d) Instalaciones de almacenamiento de chatarra, incluidos vehículos desechados e instalaciones de desguace.
- e) Instalaciones o bancos de prueba de motores, turbinas o reactores.
- f) Instalaciones para la recuperación o destrucción de sustancias explosivas.
- g) Pistas de esquí, remontes y teleféricos y construcciones asociadas (proyectos no incluidos en el anexo I).
- h) Campamentos permanentes para tiendas de campaña o caravanas.
- i) Parques temáticos (proyectos no incluidos en el anexo I).
- j) Recuperación de tierras al mar.
- k) Cualquier cambio o ampliación de los proyectos que figuran en los anexos I y II, ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución que puedan tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, es decir, cuando se produzca alguna de las incidencias siguientes: 1.^a Incremento significativo de las emisiones a la atmósfera, 2.^a de los vertidos a cauces públicos o al litoral, 3.^a de la generación de residuos, o 4.^a en la utilización de recursos naturales. 5.^a Afección a áreas de especial protección designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o a humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar.
- l) Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos y que no se utilicen por más de dos años.

Nota: el fraccionamiento de proyectos de igual naturaleza y realizados en el mismo espacio físico no impedirá la aplicación de los umbrales establecidos en este anexo, a cuyos efectos se acumularán las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

Cabe señalar que la construcción de vías navegables y puertos de navegación interior, que figuran en el Anexo I de la Directiva especificando “que permitan el paso de barcos de arqueo superior a 1.350 toneladas, queda recogida en el anexo II de la Ley 6/2001, sin especificar límite de tonelaje.

3. Contenido del Estudio de Impacto Ambiental

En lo que se refiere al contenido del EsIA, se introduce una modificación relativa a la necesidad de proponer las “medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales ”significativos”. Sin embargo, esta exigencia no se traslada al contenido de la decisión o autorización final del desarrollo del proyecto tal y como se establece en la nueva directiva.

4. Órganos competentes y otros aspectos.

La evaluación de los proyectos corresponde al órgano ambiental de la misma Administración (General del Estado o Comunidad Autónoma) a la que pertenezca la competencia sustantiva para la

aprobación o autorización del proyecto siendo, en todo caso, el órgano sustantivo el responsable de dicha autorización y del control de su ejecución. Según la nueva redacción dada al art. 5, el Ministerio de Medio Ambiente será órgano ambiental en relación con los proyectos que deban ser autorizados o aprobados por la Administración General del Estado. Cuando se trate de proyectos distintos a los anteriores, será órgano ambiental el que determine cada Comunidad Autónoma en su respectivo ámbito territorial. En virtud del Real Decreto 1415/2000, de 21 de julio, por el que se desarrolla la nueva estructura orgánica básica del Ministerio de Medio Ambiente (BOE núm. 175, de 22 de julio), modificado por el Real Decreto 376/2001, de 6 de abril, con el fin de incorporar las nuevas funciones derivadas de la modificación de la legislación de impacto ambiental, corresponde a la Secretaría General de Medio Ambiente formular las declaraciones de impacto ambiental de competencia estatal y la resolución sobre los proyectos del anexo II del RDL 1302/1986 que deban someterse al procedimiento de EIA.

Recogiendo la exigencia de la necesaria colaboración entre las distintas Administraciones pública, señalada por la STC de 22 de enero de 1998, el nuevo artículo 5 también determina que, cuando corresponda a la Administración General del Estado formular la declaración de impacto ambiental, será consultado preceptivamente el órgano ambiental de la Comunidad Autónoma en donde se ubique territorialmente el proyecto. Anteriormente, la única consulta obligatoria era a la Dirección General de Conservación de la Naturaleza (antes, Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza), cuando el proyecto pudiera afectar a la conservación de la flora o de la fauna, espacios naturales protegidos o terrenos forestales, según el art. 13 del RD 1131/1988 aprobatorio del Reglamento para la ejecución del RDL 1302/1986.

En caso de discrepancia entre el órgano competente sustantivo y el órgano administrativo de medio ambiente resolverán, según la Administración que haya tramitado el expediente, el Consejo de Ministros o el órgano de gobierno de la Comunidad Autónoma correspondiente o, en su caso, el que dicha Comunidad haya determinado (art. 4.2.).

Otra novedad de la Ley 6/2001, en aplicación de las modificaciones establecidas en la nueva Directiva comunitaria, es la posibilidad que tiene el promotor o titular del proyecto de obtener la información que obre en poder del órgano ambiental cuando resulte de utilidad para la realización del EsIA y solicitar la opinión del órgano ambiental en relación con el alcance del estudio de impacto ambiental, con carácter previo a su elaboración (art. 2.2).

Finalmente, hay que considerar que la Ley 9/2000 introduce una nueva disposición final tercera en el Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de EIA consistente en que, tratándose de proyectos que corresponda autorizar o aprobar a la Administración General del Estado y no sujetos a EIA conforme al RDL pero que, sin embargo, deban someterse a la misma por indicarlo la legislación de la Comunidad Autónoma en donde deban ejecutarse, la citada evaluación se llevará a cabo de conformidad con el **procedimiento abreviado** que a tal efecto se establezca

reglamentariamente por el Estado. Cabe destacar la ausencia de referencias a esta disposición en la Ley 6/2001. La práctica diaria demuestra una delegación de la función de control ambiental desde el Estado hacia las Comunidades Autónomas para este tipo de proyectos.

5. EIA en un contexto transfronterizo.

La preocupación en el contexto internacional acerca de la importancia de la EIA viene reflejada por la elaboración del Convenio sobre Evaluación de Impacto en el Medio Ambiente en un contexto transfronterizo, hecho en Espoo (Finlandia) y ratificado por España el 1 de septiembre de 1997. En este aspecto y siguiendo igualmente el criterio de la Directiva, la Ley 6/2001 establece que cuando un proyecto pueda tener repercusiones significativas sobre el medio ambiente de otro Estado miembro de la Unión Europea, se seguirá el procedimiento regulado en el referido Convenio (art. 6).

6. Infracciones

Un nuevo aspecto a considerar en la Ley 6/2001 es la inclusión de un nuevo art. 8 bis, sobre el régimen de infracciones, clasificadas en muy graves, graves y leves y art. 8 ter. que especifica las correspondientes cuantías de sanción.

Comparación entre el Real Decreto-Ley 9/2000 y la Ley 6/2001.

Al realizar la comparación de los proyectos incluidos en los respectivos Anexos I se deduce que el Real Decreto-Ley 9/2000 poseía un carácter más restrictivo en comparación con la nueva Ley 6/2001. Así, hay una serie de proyectos que pasan del anexo I del RDL al anexo II de la Ley 6/2001, por ejemplo los que se indican a continuación.

- Instalaciones de acuicultura intensiva con una capacidad de producción >500 t/año
- Vías navegables y puertos de navegación interior que permitan el paso de barcos de arqueo superior a 1.350 t, aunque en la Ley 6/2001 no establece límite de tonelaje.
- Todos los proyectos incluidos en el Grupo 6. Industrias de productos alimenticios:

* Instalaciones industriales para la elaboración de grasas y aceites vegetales y animales, de cerveza y malta, de confituras y almíbares, de féculas o de harina de pescado y aceite de pescado siempre que en la instalación se den de forma simultánea las circunstancias siguientes: Que esté situada fuera de polígonos industriales, que se encuentre a menos de 500 m de una zona residencial y que ocupe una superficie mayor o igual a 1 ha.

* Instalaciones industriales para el envasado y enlatado de productos animales y vegetales. Instalaciones cuya materia prima sea animal (excepto leche) con capacidad de producción superior a 75 t/ día de productos acabados, e instalaciones cuya materia prima sea vegetal con una capacidad de producción superior a 300 t/día de productos acabados (valores medios trimestrales).

* Instalaciones industriales para la fabricación de productos lácteos, siempre que la instalación reciba una cantidad de leche superior a 200 t/día (valor medio anual).

* Instalaciones para el sacrificio y/o despiece de animales con una capacidad de producción de canales superior a 50 t/día.

* Azucareras con una capacidad de tratamiento de materia prima mayor de 300 t/día.

Otro conjunto de actividades permanecen en el Grupo 9 del Anexo I cuando se lleven a cabo en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o en humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar. Se trata de:

- Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales.
- Concentraciones parcelarias. Aunque en el párrafo b) del Grupo 9. Otros proyectos indica la relación de *“proyectos correspondientes a actividades listadas en el anexo I que, no alcanzando los valores de los umbrales establecidos en el mismo, se desarrollen en zonas especialmente sensibles”*, cabe destacar que las concentraciones parcelarias no figuran en el anexo I, siendo redundantes las referencias a esta actividad al incluirlas también bajo el epígrafe: *“c) Los proyectos que se citan a continuación, cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles”* del mismo Grupo 9.
- Explotaciones que se hallen ubicadas en terreno de dominio público hidráulico o en zona de policía de un cauce. Se han incluido tanto en el Grupo 2. Industria extractiva como, de forma redundante, en el Grupo 9. Otros proyectos, junto a las explotaciones y frentes de una misma autorización o concesión a cielo abierto de yacimientos minerales y demás recursos geológicos de las secciones A, B, C y D, cuyo aprovechamiento está regulado por la Ley de Minas y normativa complementaria, cuando la superficie de terreno afectado por la explotación supere las 2,5 has.
- Dragados fluviales en tramos de cauces o zonas húmedas protegidas y cuando el volumen extraído sea superior a 20.000 metros cúbicos/año, mientras el RDL exigía la realización de EIA de extracción de minerales mediante dragados, cuando se realicen en zonas húmedas protegidas (lagos, lagunas, humedales y embalses clasificados) y en el resto de embalses, cuando el volumen de lodos extraídos sea mayor de 100.000 metros cúbicos.

La diferencia que se observa en la calificación de “zonas sensibles” constituye otro aspecto que denota el carácter más permisivo de la L 6/2001 en comparación con el RDL 9/2000 pues mientras la primera norma considera *“zonas especialmente sensibles”* como las *“designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o en humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar”*, el RDL 9/2000 hace referencia también:

- En lo que respecta a la construcción de vías navegables tierra adentro, obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales siempre que afecten a cauces que las atraviesen: Humedales; zonas costeras; zonas de montaña y de bosque; reservas naturales y parques; áreas clasificadas o protegidas por la legislación vigente; áreas en las que se hayan rebasado los

objetivos de calidad medioambiental establecidos en la legislación comunitaria; áreas de gran densidad demográfica; paisajes con significación histórica, cultural o arqueológica.

- En relación con la extracción de minerales mediante dragados, especifica el tipo de zonas húmedas protegidas: lagos, lagunas, humedales y embalses clasificados.

Finalmente, en algunos casos se han modificado los umbrales que establecen la obligatoriedad de realizar EIA para un determinado tipo de proyecto (Tabla I.14).

Tabla I.14. Comparación de los umbrales establecidos para EIA obligatoria

Proyecto	RDL 9/2000	L 6/2001
Parques eólicos (número de aerogeneradores)	20	50
Instalaciones industriales para la producción de electricidad, vapor y agua caliente (MW)	100	300
Dragados fluviales en tramos de cauces o zonas húmedas protegidas* (volumen, en m ³)	sin límite (en el resto si volumen de lodos extraídos >100.000 m ³)	>20.000 m ³ /año

*: Designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o en humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar.

En otro orden de cosas, el Real Decreto-Ley 9/2000 aportó un aspecto novedoso que actualmente se mantiene en vigor a pesar de la publicación de la nueva Ley 6/2001. Se refiere a lo dispuesto en el apartado dos del artículo único, por el que se introduce una nueva disposición adicional tercera en el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, con el siguiente contenido: *«Disposición adicional tercera. Tratándose de proyectos, públicos y privados, que corresponda autorizar o aprobar a la Administración General del Estado y no sujetos a evaluación de impacto ambiental conforme a lo previsto en el presente Real Decreto Legislativo que, sin embargo, deban someterse a la misma por indicarlo la legislación de la Comunidad Autónoma en donde deban ejecutarse, la citada evaluación se llevará a cabo de conformidad con el procedimiento abreviado que a tal efecto se establezca reglamentariamente por el Estado.»*. Puesto que la Ley 6/2001 posterior no contiene referencias a procedimientos abreviados, no incluye ninguna Disposición adicional tercera que reemplace a la preexistente, ni contempla ninguna disposición derogatoria, hay que entender que esta Disposición adicional tercera incluida en el Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental continúa en vigor.

En el momento de redactar esta Memoria, la legislación básica del Estado no ha planteado la adopción de las directrices oportunas para la implantación de la Directiva 2001/42/CEE, de 27 de junio, relativa a la evaluación de los efectos de determinados Planes y Programas en el medio ambiente (DOCE de 21 de julio), anteriormente referida, que implicará la realización de evaluaciones ambientales estratégicas y que según su art. 13 deberá transponerse al Derecho interno antes del 21 de julio de 2004. Tal proceder se contempla en el Preámbulo del Real Decreto Ley 9/2000, pero hasta la

fecha no existe normativa básica de evaluación estratégica. De todas formas, cabe señalar que en algunas Comunidades Autónomas se realiza la evaluación ambiental de planes y programas, como por ejemplo en Castilla y León, Murcia, etc.

I.2.4. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

El artículo 149.1.23 de la Constitución Española de 1978 reserva al Estado la competencia exclusiva en materia de “legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas (CCAA) de establecer normas adicionales de protección”. El Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental tiene naturaleza de legislación básica a los efectos del mencionado artículo, naturaleza que no alcanza el Reglamento que lo desarrolla. Para las CCAA del artículo 155 de la Constitución, con competencias legislativas en materia de protección del medio ambiente, el Reglamento tiene sólo carácter de derecho supletorio, mientras para las restantes CCAA, las del artículo 143 de la Constitución, que únicamente pueden legislar o reglamentar sus competencias de gestión, es de aplicación directa.

La práctica totalidad de las CCAA han promulgado normas con rango de Ley o Decreto autonómico en relación a la EIA entre los años 1986 (Baleares) y 1998 (País Vasco), mientras La Rioja, Ceuta y Melilla aún no tienen legislación específica (Hernández y Fungesma, 2000). En algunos casos estas disposiciones permiten una labor más exhaustiva de control ambiental por incluir en sus anexos un mayor número de supuestos evaluables, de forma más acorde con la Directiva 85/337/CEE. Dado que no es previsible que muchas de estas actividades, por tamaño, tipo de proceso o ubicación puedan provocar graves impactos ambientales, se introducen conceptos de evaluación diferentes a la EIA propiamente dicha tal y como viene estipulada en el RDL 1302/1986 de EIA. Se trata de un total de 22 sistemas de evaluación, estudios o informes más simplificados, con una tramitación más sencilla o de contenido del estudio menos exhaustivo (Tabla I.15, tomada de Hernández y Fungesma, 2000).

Tabla I.15. Categorías de evaluación de impacto ambiental (Tomado de Hernández y Fungesma, 2000)

Denominaciones	Estado	And	Ara	Ast	Bal	Can	Cab	C-LM	C-LE	Cat
Evaluación I A	0	0	0	0		0	0	0		0
Evaluación ordinaria I A									0	
Evaluación detallada de I A					0					
Evaluación individualizada de I A										
Estudio detallado de I A										
Informe Ambiental		X			+					
Informe de IA							X			
Evaluación preliminar de I A					X					
Estudio preliminar de I A				X						
Evaluación detallada de I Ecológico						X				
Evaluación básica de I Ecológico						X				
Estudio simplificado de I A										
Estudio Evaluación I A										
Evaluación Efectos ambientales										
Evaluación simplificada I A					X				X	
Evaluación conjunta de I A										
Estudio sobre afecciones medioambientales										
Estimación de I A										
Autorización ambiental										X
Calificación ambiental		+								
Evaluación Incidencia Ambiental										
Licencia Ambiental										X
Comunicación										+

siendo I: Impacto; And: Andalucía; Ara: Aragón; Ast: Asturias; Bal: Baleares; Can: Canarias; Cab: Cantabria; C-LM: Castilla - La Mancha; C-LE: Castilla y León; Cat: Cataluña.

(0):Categorías equiparables o equivalentes a la EIA estatal; (X): Categorías de menor entidad a la estatal, pero de ámbito supralocal; (+): Instrumentos preventivos distintos a la EIA, a realizar respecto de actividades y obras de ámbito local o que no son propiamente evaluaciones.

Tabla I.15 (continuación). Categorías de evaluación de impacto ambiental (Tomado de Hernández y Fungesma, 2000)

Denominaciones	Ext	Gal	Rio	Mad	Mur	Nav	PV	Val	Ceu	Mel
Evaluación I A		0		0	0			0		
Evaluación ordinaria I A										
Evaluación detallada de I A										
Evaluación individualizada de I A							0			
Estudio detallado de I A	0									
Informe Ambiental										
Informe de IA										
Evaluación preliminar de I A										
Estudio preliminar de I A										
Evaluación detallada de I Ecológico										
Evaluación básica de I Ecológico										
Estudio simplificado de I A	X									
Estudio Evaluación I A			X							
Evaluación Efectos ambientales										
Evaluación simplificada I A		X					X			
Evaluación conjunta de I A							X			
Estudio sobre afecciones medioambientales						X				
Estimación de I A								X		
Autorización ambiental										
Calificación ambiental				+	+					
Evaluación Incidencia Ambiental		+								
Licencia Ambiental										
Comunicación										

siendo I: Impacto; Ext: Extremadura; Gal: Galicia; Rio: La Rioja; Mad: Madrid; Mur: Murcia; Nav: Navarra; PV: País Vasco; Val: Valencia; Ceu: Ceuta y Mel: Melilla.

(0):Categorías equiparables o equivalentes a la EIA estatal; (X): Categorías de menor entidad a la estatal, pero de ámbito supralocal; (+): Instrumentos preventivos distintos a la EIA, a realizar respecto de actividades y obras de ámbito local o que no son propiamente evaluaciones.

Las ideas generales que surgen de la normativa de las Comunidades Autónomas han sido sintetizadas por Razquin Lizarraga (2000) quien constata lo siguiente:

- Muchas de ellas, independientemente de su nivel competencial inicial, han dictado normas que regulan la EIA en algún caso sólo con normas reglamentarias y de carácter orgánico-procedimental y en otros, más numerosos, de carácter sustantivo y rango legal.

- Aprecia en general dos fases: una primera en la que se aprueban normas de carácter reglamentario, apegadas en lo sustantivo y procedimental a la legislación estatal, y una segunda en la que se promulgan leyes reguladoras de la EIA.
- Aunque el contenido de la normativa autonómica es dispar, advierte que muchas CCAA regulan la EIA disciplinando el ámbito con inclusión de Anexos de proyectos sometidos a EIA, fijando distintas modalidades de EIA o complementariamente figuras afines de menor intensidad.
- La legislación autonómica reproduce en términos generales la ordenación básica estatal, en lo que se refiere a definición de EIA, esquema de procedimiento y conceptos técnicos, aunque en algunos casos de forma más detallada.
- La mayor novedad de la legislación autonómica supone la ampliación de la lista de actividades o proyectos sometidos a EIA, adicionando nuevas obligaciones en el ámbito de la correspondiente Comunidad Autónoma, que alcanzan en algunos casos a planes y programas, como por ejemplo en los casos de Andalucía, País Vasco y Castilla - La Mancha.

El marco jurídico de la EIA en la Comunidad Autónoma de Galicia

La Comunidad Autónoma de Galicia, en el desarrollo de sus competencias ambientales amparadas por el artículo 149.1.23 de la Constitución y por el artículo 27 de su Estatuto de Autonomía (aprobado por el Real Decreto 1706/1982), que le otorga competencias exclusivas en Ordenación de territorio, urbanismo, ... (art. 27.30) y para establecer “*normas adicionales sobre protección del medio ambiente y del paisaje*” (art. 27.4) procedió en primer lugar a la regulación de la EIA por el **Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de Evaluación de Impacto Ambiental** (DOG nº 188, de 25 de septiembre), que responde a la necesidad de realizar la transposición de la Directiva comunitaria y de la legislación básica estatal y con el fin de “*elaborar una normativa que regule las evaluaciones del impacto ambiental*” tal y como se expresa en su Preámbulo. Posteriormente, complementó esta normativa con el **Decreto 327/1991, de 4 de octubre, sobre el sometimiento a declaración de efectos ambientales de proyectos públicos o privados de ejecución de obras, instalaciones o actividades contempladas en las diferentes legislaciones sectoriales** (DOG núm. 199, de 15 de octubre). En ambos decretos se trasladaron los principios establecidos en la Directiva comunitaria y en la legislación básica ambiental, siendo el segundo un procedimiento de evaluación reducido.

La Ley 1/1995, de 2 de enero, de Protección Ambiental (DOG núm. 29, de 10 de febrero, modificada por la Ley 2/1995, de 31 de marzo) concede la máxima importancia a los procedimientos de evaluación al regularlos en primer lugar dentro de las técnicas y medidas de defensa del medio ambiente (Título II). Establece (art. 5.1) que a los efectos de clasificación de las actividades de acuerdo con su incidencia ambiental (art. 2.a) y de ámbito de protección (art. 4), todos los proyectos, obras y actividades que fuesen susceptibles de afectar al medio ambiente habrán de obtener una autorización, y su otorgamiento derivará de un previo procedimiento que determinará el órgano de la

Administración ambiental, según la clasificación del grado de protección aplicable a los mismos. El ámbito de protección a que se refiere el artículo 4 está constituido por distintos elementos: el medio natural constituido por la población, la fauna, la flora, la diversidad genética, el suelo, el subsuelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje, así como la interrelación entre los elementos antes mencionados, los recursos naturales y culturales, incluido el patrimonio arquitectónico y arqueológico, en cuanto pueden ser objeto de contaminación y deterioro por causas ambientales.

La ley define evaluación (art. 5.3.) como “*la actividad del órgano ambiental competente que tenga por objeto determinar la compatibilidad de un proyecto, obra o actividad con el medio ambiente y, en su caso, las medidas correctoras que es preciso incluir en el proyecto y/o en su desarrollo*”, estableciendo (art. 5.2) tres procedimientos a determinar según el grado de protección aplicable y que se analizan detalladamente en los apartados correspondientes: a) De evaluación del impacto ambiental, b) De evaluación de los efectos ambientales, y c) De evaluación de la incidencia ambiental. Sin embargo, hasta la fecha no se han aprobado normas reglamentarias de desarrollo de la Ley, por lo que, según su Disp. Trans. 2ª, continúan en vigor: El Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas; el Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de EIA para Galicia y el Decreto 327/1991, de 20 de octubre, de evaluación de los efectos ambientales de Galicia.

La ley se refiere al procedimiento de EIA en los artículos 7, 8 y 9, indicando el ámbito de aplicación, que es el conjunto de actividades incluidas en la normativa comunitaria, la legislación básica estatal y la de ámbito autonómico (art. 7). Remite al desarrollo reglamentario la elaboración de un catálogo de las actividades sujetas al trámite de evaluación y el procedimiento de su declaración (art. 8). Por último, dispone que la declaración de impacto será de carácter vinculante para el órgano de competencia sustantiva si la declaración fuese negativa o impusiese medidas correctoras (art. 9), condición contemplada en la legislación de otras comunidades autónomas, pero sólo condicionada a las medidas correctoras de impactos.

Con anterioridad a la promulgación de los decretos de evaluación de impacto ambiental y de efectos ambientales, Galicia contaba con un pequeño número de normas que preveían la protección de algunos elementos naturales y, en algunos casos, incluso la elaboración de EIA. Así, la **Ley 10/1985, de 14 de agosto, de Concentración Parcelaria de Galicia** (DOG núm. 160 de 22 de agosto) establece en su Disp. Adic. 4ª que se comunicará a las “*Direcciones Generales de Producción y Medio Ambiente Natural, con el fin de que puedan preservar las especies nobles y autóctonas en la zona a concentrar*”. Pero tal comunicación no va más allá de la mera información, por lo que no extraña que el Valedor do Pobo, en su informe al Parlamento correspondiente al año 1995 incluyera, a solicitud de grupos ecologistas, una sugerencia (5/1995, de 21 de marzo) sobre la inclusión de la concentración parcelaria en el desarrollo de la Ley Gallega de Protección Ambiental (Sanz Larruga, 1997).

El **Decreto 82/1989 (Galicia), de 11 de mayo, que regula la figura de espacio natural en régimen de protección general** (DOG núm. 104, de 1 de junio de 1989) incluye aquellos que por sus valores o interés natural, cultural, científico, educativo o paisajístico sea necesario asegurar su conservación y no tengan todavía una protección específica (art. 1), junto con las zonas de protección especial para las aves silvestres declaradas según la Directiva (CEE) 409/1979 y las que se declaren en cumplimiento de acuerdos o convenios internacionales asumidos y ratificados por el Estado español en materia de conservación de la naturaleza (Disp. Adic. 4ª). En dichos lugares se podrán seguir llevando a cabo de manera ordenada los usos y actividades tradicionales, requiriéndose para el resto informe preceptivo y vinculante de la Consellería de Agricultura, que será solicitado por el promotor o titular de las acciones, actividades, proyectos u obras a emprender (art.3.1.). *“De preverse efectos negativos que puedan derivarse de las acciones a emprender, la Consellería de Agricultura podrá exigir un informe de incidencia ambiental de las mismas con el fin de evitar el deterioro de los valores que determinaron la inclusión de estos Espacios Naturales en el Registro General”* (art. 3.2.). Cuando la ejecución de esos proyectos, obras o acciones genere una alteración de la realidad física o una pérdida de los valores naturales, culturales, científicos o educativos de los espacios naturales en régimen de protección general, sin que se hubiese sometido el informe de incidencia ambiental, se aplicará el régimen de restitución e indemnización sustitutoria prevista en el artículo 37.2 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres (art. 8.2).

El **Decreto 81/1989 (Galicia), de 11 de mayo, por el que se establecen las medidas de ordenación de nuevas plantaciones con el género eucaliptus** (DOG núm. 104, de 15 de julio de 1989), en el apartado 2.2. indica que *“Las nuevas plantaciones en masa continuas superiores a las 50 has precisarán un estudio de evaluación del impacto ambiental, conforme al Real Decreto legislativo 1302/1986, de 26 de junio, de evaluación del impacto ambiental, y se reservará al menos, un 10% de la superficie para distintas especies, preferentemente otras frondosas”*.

La Evaluación de Impacto Ambiental en Galicia

En Galicia, la EIA está regulada por el **Decreto 442/1990 (Galicia), de 13 de septiembre de 1990, de Evaluación de Impacto Ambiental** (DOG nº 188, de 25 de septiembre de 1990) que responde a la necesidad de realizar la transposición de la Directiva comunitaria y de la legislación básica estatal y con el fin de elaborar una normativa que regule las evaluaciones del impacto ambiental, trasladando los principios establecidos por la citada Directiva comunitaria y la legislación básica estatal, representada por el mencionado Real Decreto legislativo tal y como se expresa en su Preámbulo. El referido Decreto autonómico resulta muy similar al Reglamento estatal aprobado por el RD 1131/1988 y, en consecuencia en la actualidad no está adaptado a la nueva legislación comunitaria o estatal.

El **objeto del Decreto** se establece en el art. 1, referido a la obligación de someter a evaluación del impacto ambiental los proyectos públicos y privados consistentes en la realización de

obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en su anexo I, cuya realización y/o autorización corresponda a la Administración de la Xunta de Galicia.

El órgano administrativo del medio ambiente u **órgano ambiental** inicialmente previsto era la Comisión Gallega del Medio Ambiente de la Consellería de la Presidencia y Administración Pública (art. 2.1), cuya Secretaría General asumía las funciones de la tramitación administrativa de los expedientes en ámbito de su competencia y de la elaboración de los informes técnicos que le requiera la comisión (art. 2.2). Tras el proceso electoral de octubre de 1997 y mediante los Decretos 347/1997, de 9 de diciembre, y 351/1997, de 10 de diciembre, se estableció la nueva estructura orgánica de la Xunta de Galicia y de los distintos departamentos de la misma, que incide en el desarrollo de las actuaciones de la Administración Autonómica en materia de Medio Ambiente con la creación de la Consellería de Medio Ambiente.

El Decreto 482/1997, de 26 de diciembre (DOG, núm. 4, de 8 de enero de 1998; c. e. DOG, núm. 29, de 12 de febrero de 1998) establece la estructura orgánica de la Consellería de Medio Ambiente, modificada posteriormente por los Decretos 122/1999, de 23 de abril (DOG núm. 88, de 10 de mayo de 1999) y por Decreto 64/2001 (Galicia), de 29 de marzo (DOG núm. 64, de 30 de marzo de 2001). El mencionado Decreto establece en su Disp. Adic. 2ª que *“Las funciones y competencias que se atribuyen en la vigente normativa ambiental a la Comisión Gallega de Medio Ambiente, a las Comisiones Provinciales de Medio Ambiente y a la Secretaría General para la Protección Civil y el Medio Ambiente serán ejercitadas por el director general de Calidad y Evaluación Ambiental y por los delegados provinciales de la Consellería de Medio Ambiente”*. El art. 6.1 del Decreto 482/1997 establecía que *“la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental ejercerá las competencias y funciones en materia de control y evaluación de la incidencia que sobre el medio ambiente provoque la actividad humana y el fomento de sistemas y estrategias de corrección de dicha incidencia, así como su puesta en marcha, para el logro de un desarrollo sostenible”*. Se estructura en dos subdirecciones (art. 6.2), de las que la denominada Subdirección General de Evaluación Ambiental ejercerá las funciones de coordinación y gestión de las actuaciones técnicas y administrativas, derivadas de la aplicación de los instrumentos preventivos, que figuran en la Ley de Protección Ambiental de Galicia; las actividades encaminadas al cumplimiento de la normativa específica ambiental gallega y de las adaptaciones de la normativa general, en especial, las relativas a la normativa de ecogestión, ecoauditoría y ecoetiquetado; asimismo, gestionará y realizará el seguimiento de los pactos ambientales (art.6.2.1)

El **contenido de las evaluaciones** se describe en el art. 3. y resulta prácticamente idéntico a lo establecido en el art. 8 del RD estatal en sus distintos apartados: a) Descripción del proyecto y sus acciones, b) Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves, c) Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas, d) Establecimiento de medidas protectoras y correctoras y programa de vigilancia ambiental y e) Documento de síntesis. La excepción es el apartado del art. 10 de RD 1131/1988 relativo a *“los*

procedimientos utilizados para conocer el grado de aceptación o repulsa social de la actividad, así como las implicaciones económicas de sus efectos ambientales”, a lo que no se hace referencia en el Decreto autonómico.

Los tres siguientes artículos establecen las condiciones del **procedimiento administrativo**, lo que implica la información previa al promotor (art. 4), el procedimiento para la declaración de impacto ambiental (art. 5), mientras en el artículo 6 se da una redacción más clara y esquemática del que se ha denominado procedimiento para la declaración de impacto ambiental con dictamen previo, previsto también en el RD 1131/1988.

Con respecto a las funciones de **vigilancia y responsabilidad** (art. 7) el Decreto 442/ 1990 añade, en comparación con el RD, un nuevo supuesto ante el que el órgano sustantivo puede requerir la suspensión de la ejecución de los proyectos: *“Si a pesar de haberse observado las disposiciones del presente Decreto, en la fase de seguimiento se pusiese de manifiesto la existencia de impactos ambientales severos o críticos. En este supuesto elevará simultáneamente el expediente al órgano ambiental para que éste adopte la resolución que sea procedente”*.

Los **proyectos** listados en el Anexo I, es decir, aquellos sujetos obligatoriamente a la realización de EIA son los 12 incluidos en el listado correspondiente al Anexo I del RD 1131/1988, y con las mismas definiciones, a los que se añaden estos dos supuestos:

13. Todas aquellas actuaciones que produzcan una alteración física o una pérdida de los valores naturales culturales, científicos o educativos de los espacios naturales en régimen de protección general incluidos en el Registro General de Espacios Naturales de Galicia.

14. Cualquier actuación que mediante decreto del Consello de la Xunta de Galicia, se considere, con posterioridad a la aprobación del presente Decreto, que debe estar sujeta a EIA ordinaria. Este supuesto se analiza más adelante bajo el epígrafe ampliación de los supuestos evaluables.

En este sentido cabe mencionar que el Registro fue creado en virtud de lo dispuesto en el Decreto 82/1989, de 11 de mayo, que regula la figura de espacio natural en régimen de protección general (DOG núm. 104, de 1 de junio). Incluye las zonas propuestas posteriormente para su inclusión en la Red Europea Natura 2000 por Orden de 28 de octubre de 1999 por la que se declaran provisionalmente las zonas propuestas para su inclusión en la Red Europea Natura 2000, como espacios naturales en régimen de protección especial (DOG, núm. 216, de 9 de noviembre; c. e. DOG núm. 242, de 17 de diciembre), declaración prorrogada por la Orden de 7 de noviembre de 2000 (DOG núm. 220, de 14 de noviembre de 2000). Posteriormente, la Consellería de Medio Ambiente adaptó y revisó la propuesta gallega de lugares de importancia comunitaria, de acuerdo con las directrices impuestas por la Comisión Europea que evaluó las primeras propuestas, publicando la nueva Orden de 7 de noviembre de 2000 por la que se prorroga la declaración provisional de las siguientes zonas propuestas para su inclusión en la Red Europea Natura 2000, como espacios naturales en régimen de

protección general (DOG núm. 220, de 14 de noviembre de 2000), a tenor de lo dispuesto en el artículo 6 del Decreto 82/1989 (Galicia), de 11 de mayo. La Orden de **7 de junio de 2001** de la Consellería de Medio Ambiente declara provisionalmente estos espacios como espacios naturales en régimen de protección general que ocupan en conjunto 324.019 ha de superficie (Figura III.2).

La Evaluación de Efectos Ambientales en Galicia

Regulada por el Decreto 327/1991, de 4 de octubre, sobre el sometimiento a declaración de efectos ambientales de proyectos públicos o privados de ejecución de obras, instalaciones o actividades contempladas en las diferentes legislaciones sectoriales (DOG núm. 199, de 15 de octubre), viene a completar el Decreto 442/1990 de EIA, mediante la creación de un procedimiento más simplificado que el de EIA, para una serie de proyectos y actividades que hacían aconsejable la realización de estudios ambientales. Así, resulta obligatorio (art. 1) para *“todos los proyectos, públicos o privados, de ejecución de obras, instalaciones o cualquier otra actividad contemplada en las diferentes legislaciones sectoriales, tanto de la Comunidad Autónoma de Galicia como del Estado, que precisen o prevean la necesidad de la realización de un estudio ambiental y no estén contemplados en el anexo del Decreto 442/1990, o sus modificaciones o ampliaciones y cuyo proyecto inicial haya sido objeto de declaración”*.

Este nuevo Decreto se diferencia del 442/1990 de EIA en dos cuestiones fundamentales:

1. Las actividades sometidas a este procedimiento se supone que tienen menor incidencia sobre el medio ambiente y si bien no se recogen en ningún listado anexo, Sanz Larruga (1997) indica que según una información procedente de la Secretaría General de la Comisión Gallega del Medio Ambiente, las actividades sometidas a EEA son:

- Carreteras de nuevo trazado. Otras vías no contempladas en el D 1131/1988
- Explotaciones mineras de extracción, clasificación, lavado y almacenamiento de minerales
- Oleoductos, gaseoductos y transportes por tuberías de hidrocarburos y productos químicos
- Depósitos de GLP (más de 500 m³)
- Almacenes de productos petrolíferos (más de 500 m³)
- Almacén de sustancias tóxicas y peligrosas
- Centrales térmicas con potencia inferior a 300 MW
- Minicentrales hidroeléctricas
- Obras de espacios protegidos, zonas húmedas y zonas costeras
- Aterramiento, relleno, drenaje o desecación de zonas húmedas, marismas y lagunas
- Instalaciones de aglomerados asfálticos (tiempo de explotación > 15 meses)
- Instalaciones de colas, barnices y pinturas

- Revestimiento de metales, de galvanizado y tratamiento químico ($> 5 \text{ m}^3$)
- Cementerio de automóviles (de más de 5.000 m^2 ó 30 coches)
- Astilleros, varaderos y talleres de ribera.
- Polígonos industriales
- Instalaciones industriales con potencia superior a 10 MW
- Fibras textiles, del cuero, de la goma, farmacéutica y almacén de estos últimos
- Instalaciones de depuración de aguas residuales (superiores a 10.000 hab.)
- Estaciones de tratamiento de agua potable, depósitos de agua y canalizaciones hidráulicas (más de 10.000 hab.)
- Obras para ganar terrenos al mar o cauces fluviales
- Obras de defensa y regeneración o que incidan en costas y playas
- Obras de encauzamiento y desvío de cauces fluviales (más de 100 m)
- Construcción y ampliación de cualquier tipo de puertos
- Instalaciones destinadas al tratamiento de residuos sólidos urbanos, agropecuarios, industriales o clínicos (más de 10.000 hab.)
- Establecimientos marisqueros y auxiliares
- Pistas y circuitos de carreras
- Campamentos públicos
- Instalaciones recreativas (parques, jardines botánicos, zoológicos) de más de 10 ha.
- Explotaciones ganaderas de cría intensiva de más de 25 UGM y densidad superior a 3 UGM.
- Cría de especies exóticas
- Industrias alimentarias y agroalimentarias
- Industrias forestales
- Industrias de aprovechamientos de algas marinas
- Fábricas de derivados de conchas y moluscos
- Modificaciones o ampliaciones de proyectos que figuren en el D 442/1990.
- Cualquier actividad en espacios protegidos definidos en el anexo de Normas Complementarias y Subsidiarias del planeamiento de las provincias de La Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra

2. El procedimiento de trámite es más simplificado y más breve.

Se reduce notablemente la duración del procedimiento administrativo, tanto en lo que se refiere a su conjunto, como en lo que respecta a los períodos de información pública y de formulación de la declaración de efectos ambientales, que se reducen a la mitad. El procedimiento se compone de los siguientes trámites:

- Presentación del estudio de efectos ambientales por el promotor
- La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental podrá consultar a los organismos e instituciones que se consideren oportunos y solicitar del promotor la corrección del estudio, si procede.
- Trámite de información pública durante 15 días hábiles
- Declaración de efectos ambientales en el plazo de 30 días desde el término del anterior y remisión al órgano sustantivo

El contenido del estudio de efectos ambientales (art. 2) coincide básicamente en todos los aspectos en lo requerido por el Decreto 442/1990, aunque el contenido descriptivo es más simplificado, esquemático y genérico. La vigilancia y seguimiento de la ejecución del proyecto, así como la determinación de las responsabilidades y daños por su incumplimiento, corresponde al órgano sustantivo. En la práctica las exigencias administrativas han ido más allá de lo establecido en este procedimiento de evaluación, requiriendo estudios detallados, información y cartografía a escalas hasta diez veces mayor que la exigida en el texto de la norma.

Finalmente, hay que añadir que en la actualidad esta norma no se ajusta a la legislación básica del Estado ya que existen actividades que tras la transposición de la nueva directiva son de obligada EIA y para el caso de proyectos o actividades no evaluadas directamente se ha de realizar un estudio “caso por caso” o establecer estándares ambientales en función de los criterios establecidos en las normas de rango superior. Además, la legislación básica en ningún caso contemplaba la posibilidad de implantar un procedimiento de evaluación abreviada.

La Evaluación de la Incidencia Ambiental

La regulación sustantiva de las actividades molestas, nocivas, insalubres y peligrosas, también denominadas “actividades clasificadas”, viene regida en Galicia por el R.D. 2414/1961, de 30 de noviembre. La Ley 1/1995 de protección ambiental de Galicia establece en su artículo 13 que este tipo de actividades estarán sometidas al procedimiento de previa evaluación de incidencia ambiental, y las define en los mismos términos que el Reglamento. Las referidas actividades serán todas las que figuren en el nomenclátor que al respecto se apruebe por decreto de la Xunta de Galicia y las que, no estando incluidas en el mismo, merezcan la consideración de molestas, insalubres, nocivas o peligrosas.

El control de las actividades clasificadas ha sido una de las primeras competencias transferidas a Galicia en materia de medio ambiente (RD 212/1979 de traspaso de competencias sobre actividades

clasificadas al ente preautonómico gallego y consolidadas tras la aprobación del Estatuto de Autonomía de Galicia, por el RD 1705/1982, de traspasos de servicios) y su regulación presentaba algunas peculiaridades en el aspecto organizativo (Sanz Larruga, 1997). Por lo que se refiere a dichas actividades eran las **Comisiones Provinciales de Medio Ambiente** las responsables de llevar a cabo las funciones de: Informar sobre los expedientes relativos a las actividades clasificadas en el RAMINP, establecer medidas correctoras y otras complementarias a las normas impuestas en su momento si se comprobaba su ineficacia o insuficiencia para la defensa del ambiente, vigilar el estricto cumplimiento de la legislación en materia de medio ambiente en todos los ámbitos y acordar la realización de inspecciones de las actividades clasificadas antes de la puesta en marcha para la comprobación del cumplimiento de las medidas correctoras y asegurar el correcto funcionamiento de tales medidas, tal como establece el artículo 2 del Decreto 461/1990 (Sanz Larruga, 1997). Como se ha recogido más arriba, la Disp. Adic. 2ª del Decreto 482/1997, de 26 de diciembre, por el que se establece la estructura orgánica de la Consellería de Medio Ambiente, y sus posteriores modificaciones *“Las funciones y competencias que se atribuyen en la vigente normativa ambiental a (...) las Comisiones Provinciales de Medio Ambiente (...) serán ejercitadas por el director general de Calidad y Evaluación Ambiental y por los delegados provinciales de la Consellería de Medio Ambiente”*.

La ley 1/1995 de Protección Ambiental de Galicia atribuye con carácter general, la competencia sobre este procedimiento a la Administración autonómica, que la puede delegar en los ayuntamientos, previa solicitud de los mismos y cuando el Ayuntamiento acredite disponer de medios técnicos, personales y materiales suficientes para el ejercicio de la competencia delegada (art. 15). El artículo 16 describe los contenidos mínimos que debe recoger el acuerdo, referido a competencias que se delegan, fecha del comienzo de la delegación, condiciones a seguir para la instrucción y resolución de los expedientes y control que del ejercicio de la delegación se reserva la Administración autonómica. Así mismo, la Administración autonómica podrá establecer instrucciones técnicas de carácter general relativas al ejercicio de las competencias delegadas, solicitar en todo momento información sobre la gestión ambiental del Ayuntamiento y formular los requerimientos pertinentes para la subsanación de las deficiencias observadas (art. 17), mientras los ayuntamientos informarán a la Administración autonómica de las peticiones sometidas al régimen de evaluación de incidencia ambiental en que intervengan, así como de las licencias otorgadas en cada caso (art. 18). Además, el dictamen de evaluación de incidencia ambiental tendrá efectos vinculantes para la autoridad municipal que ha de otorgar la licencia cuando fuese negativa o impusiese medidas correctoras que no estuviesen en el proyecto y en la memoria que adjunten a la solicitud (art. 19).

Ampliación de los supuestos evaluables

En relación con el supuesto 14 del anexo I del Decreto 442/1990 de EIA, cabe destacar que también en el ámbito autonómico en general y en el caso de Galicia en particular, la legislación sectorial incide en la necesidad de realización de EIA, determinando la adición de nuevos supuestos

sometidos a EIA o un criterio más amplio que el de la legislación estatal. En Galicia, existe una relativa abundancia de disposiciones de carácter sectorial en materias que son competencia exclusiva de la Xunta de Galicia en la que se amplían los supuestos en los que es necesaria la realización de una EIA o un estudio de efectos ambientales:

1. Ley 6/1993, de 11 de mayo, de pesca de Galicia (DOG núm. 101, de 31 de mayo de 1993), establece que *“las actividades que pretendan establecerse o desarrollarse en el contorno litoral o en la zona marítimo-terrestre o en la marítima y que pudiesen implicar peligro o afectar a la calidad de las aguas, así como a la potencialidad de los recursos marinos y su salubridad, requerirán antes de la resolución sobre el otorgamiento de la autorización, concesión o permiso de la actividad una auditoria de impacto ambiental, sin perjuicio de lo que resulte de la aplicación específica de la normativa del medio ambiente”* (art. 20.1) y en general, *“cualquier industria de nueva instalación que pueda verter al mar se dotará de una instalación de depuración, necesitará informe preceptivo y vinculante de la Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura y presentará el correspondiente estudio de impacto ambiental”* (art. 20.2). Además, el art. 73 establece que *“las concesiones, autorizaciones y permisos de actividad para la instalación de explotaciones de acuicultura se sujetarán a la minimización de su impacto ambiental en la medida de lo posible”*.

2. El Decreto 250/1993, de 24 de septiembre, por el que se aprueba el Programa regional de ayudas a medidas forestales en la agricultura (DOG núm. 202, de 20 de octubre de 1993) establece en el art. 13 referido a Evaluación y control de las repercusiones sobre el medio ambiente, que *“las repoblaciones forestales deben someterse a un proceso de evaluación de impacto cuando el turno sea inferior a 18 años y, además, sean primeras repoblaciones que entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas”*. En otras repoblaciones que no sean de eucalipto (reguladas por el Decreto 81/1989 de la Xunta de Galicia) el estudio de impacto ambiental cumplimentará un cuestionario sobre las características básicas a referenciar en los proyectos y el cuestionario de evaluación de impacto ecológico en general que se incluye como anexo VII al citado Decreto. Dicho cuestionario, aplicable a algún tipo de actuación con impacto sobre el medio natural) requiere información acerca de:

F. Influencia local de lo proyectado (mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, contaminación del agua, efectos erosivos, etc., efectos derivados de la introducción de especies, especies vegetales que se verán afectadas, efectos sobre la flora y fauna silvestre y muy singularmente respecto a especies y ecosistemas protegidos, influencia en las poblaciones de vertebrados locales, sobre los usos tradicionales del suelo y efectos cuantitativos y cualitativos sobre otros recursos naturales afectados),

G. Influencia trascendente (movimientos migratorios, anidamientos de aves, etc.),

H. Relación con especies singulares (Proximidad a algún espacio protegido, parque nacional, áreas de influencia socioeconómica, reserva nacional de caza, refugio, etc., a concretar en su caso), y

I. Observaciones al respecto de efectos sobre valores culturales influenciados (históricos, estéticos, florísticos, faunísticos, geográficos y otros).

3. Ley 4/1994, de 14 de septiembre, de Carreteras (DOG núm. 210, de 31 de octubre de 1994) en su art. 18 dispone que *“Los estudios, anteproyectos o proyectos de nuevas carreteras o de variantes de población que hayan de ser sometidos al trámite de información pública habrán de incluir, en todo caso, el correspondiente estudio de impacto ambiental”*. Describe el Estudio previo como *“la recopilación y análisis de los datos necesarios para definir, en líneas generales, las diferentes soluciones de un determinado problema, valorando todos sus efectos”* (art.14.1.b).

4. La Ley 1/1995, de 2 de enero, de protección ambiental (DOG núm. 29, de 10 de febrero de 1995) se ha estudiado de forma más detallada en los párrafos precedentes, por contener disposiciones relativas a las Evaluaciones de Impacto Ambiental, de Efectos Ambientales y de Incidencia Ambiental. Esta Ley fue desarrollada por el Decreto 295/2000, de 21 de diciembre, en relación con el pacto ambiental en la Comunidad Autónoma de Galicia (DOG núm. 2, de 3 de enero de 2001) y, a tenor de lo dispuesto en el art. 32.4 de la Ley 1/1995, por el Decreto 156/1995, de 3 de junio, de inspección ambiental (DOG núm. 106, de 5 de junio de 1995), que establece reglamentariamente el procedimiento de la inspección y su alcance, contenido y efectos.

5. Decreto 205/1995, de 6 de julio, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica (DOG núm. 136, de 17 de julio de 1995) establece que las entidades públicas o privadas interesadas en la implantación y explotación de un parque eólico solicitarán la autorización (art. 10.1) del mismo presentando un *“estudio de evaluación de efectos ambientales, que se realizará conforme a lo dispuesto en el Decreto 327/1991, de 4 de octubre, de evaluación de efectos ambientales para Galicia”* y, si *“por las características del proyecto se viese afectado algún espacio natural incluido en el Registro General de Espacios Naturales de Galicia”*, ... *“se estará a lo dispuesto por el Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación del impacto ambiental para Galicia, presentando, en su caso, el correspondiente estudio de impacto ambiental”*. En el caso de que se presenten varias solicitudes de autorización sobre una misma zona (art. 14) se otorgará, previa confrontación a favor del peticionario que asegure técnicamente *“una mejor relación entre la producción energética y la afección ambiental y que mejor se adapte a la planificación energética”*.

6. La Ley 8/1995, de 30 de octubre, de Patrimonio Cultural de Galicia (DOG nº 214, de 8 de noviembre de 1995) establece en el art. 32.3 que *“en la tramitación de todas las evaluaciones de impacto o efecto ambiental, el órgano administrativo competente en materia de medio ambiente solicitará informe de la Consellería de Cultura e incluirá en la declaración ambiental las consideraciones y condiciones resultantes del referido informe”*. De forma similar, el art. 16.5 de la **Ley 3/1996, de 10 de mayo, de Protección de los Caminos de Santiago** (DOG nº 101, de 23 de mayo de 1996) tiene en cuenta también la regulación de la evaluación de impacto ambiental.

7. Decreto 130/1997, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de ordenación de la pesca fluvial y de los ecosistemas acuáticos continentales (DOG, núm. 106, de 4 de junio de 1997; c.e. DO Galicia núm. 130, de 8 de julio de 1997) que desarrolla la **Ley 7/1992 (Galicia), de 24 de julio, reguladora de la pesca fluvial** (DO Galicia núm. 151, de 5 de agosto de 1992; c.e. DO Galicia núm. 176, de 9 de septiembre de 1992). Determina (art. 60) que la solicitud de creación de nuevos centros de acuicultura, previa concesión de aprovechamiento hidráulico por el organismo competente, se acompañará de un *“Estudio de evaluación de efectos ambientales que se realizará, conforme a lo dispuesto en el Decreto 327/1991, de 4 de octubre, de evaluación de efectos ambientales para Galicia”*. El art. 70 dispone que *“en las masas de agua de especial interés para la riqueza piscícola se someterán al procedimiento de evaluación de impacto ambiental”* ... *“todos los proyectos de realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad ubicada en las mismas que pueda afectar a los valores que motivaron la declaración”*, incluyendo aprovechamientos hidroeléctricos e hidráulicos en general, centros de acuicultura, extracción de áridos, actividades mineras, construcción de infraestructuras y actividades industriales, agropecuarias o de servicios que produzcan vertidos o la alteración del medio acuático.

En cuanto a los aprovechamientos hidráulicos (art. 73), *“la puesta en funcionamiento de instalaciones que supongan la detracción apreciable de caudales de un curso de agua, tras un período de inactividad de más de tres años, requerirá la determinación previa o actualización del caudal ecológico a través de un procedimiento de evaluación de efectos ambientales* (art. 73.4). El art. 76 del Decreto desarrolla el art. 23 de la Ley (Pasos y escalas) e indica en su apartado 4 que *“las solicitudes y los proyectos de todas las presas, diques o canales que se pretendan construir en las masas acuícolas deberán presentar y, en su caso, ejecutar un estudio de evaluación de impacto ambiental o, en su caso, de efectos ambientales, y del régimen natural de caudales”*.

Finalmente (art. 77.3), *“siempre que algún vertido pueda afectar a la riqueza piscícola o al ecosistema fluvial, el órgano competente para la concesión de la autorización administrativa deberá demandar al solicitante la presentación de un estudio que incluya análisis físico, químicos y biológicos que caractericen, a lo largo del año, la calidad del agua en la masa de agua afectada, así como una evaluación de los efectos del vertido y del grado de mantenimiento de unas condiciones mínimas para el desarrollo de la fauna acuática”*.

El art. 25 de la Ley (Alteración de fondos y márgenes) requiere un informe preceptivo de la Consellería de Agricultura, Ganadería y Montes para modificar la vegetación de las orillas y márgenes, siempre que ésta afecte a la zona de servidumbre de las aguas públicas y en el caso de que el informe señale una incidencia negativa de esta modificación sobre las poblaciones piscícolas o la ecología de las aguas, el organismo de cuenca deberá adoptar o proponer al titular del aprovechamiento las condiciones necesarias para evitar el impacto negativo.

Con respecto al Procedimiento sancionador (art. 40 Ley) cabe destacar que “La resolución de los expedientes sancionadores, además de la sanción que en su caso proceda, llevará aparejadas las medidas que se fijen para aminorar o solventar sus efectos negativos” (art. 40.4)

8. Ley 7/1997, de 11 de agosto, de protección contra la contaminación acústica (DOG núm. 159, de 20 de agosto de 1997) modifica el contenido del EsIA, estipulando que *“las actividades que produzcan una perturbación por ruidos o vibraciones deberán someterse al procedimiento de evaluación de incidencia ambiental”* (art. 4.3). Además todas las obras, instalaciones o actividades que *“estén sometidas a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental o de evaluación de efectos ambientales deberán contener un estudio acreditativo de su impacto acústico”* y *“en la declaración que se dicte, que tendrá carácter vinculante, deberán imponerse las medidas correctoras precisas”* (art. 4.8)., haciendo especial hincapié la Disp. Adic. 5.^a en *“todos los estudios, anteproyectos o proyectos de carreteras sometidos al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, así como los de nuevas carreteras”*, que *“deberán contener un estudio de impacto acústico”*.

El art. 21 define la auditoria sobre ruidos y vibraciones como un proceso de evaluación sistemática, objetiva, independiente y periódica en materia de ruidos y vibraciones en las actividades susceptibles de control (art. 21.1) siendo sus objetivos básicos el establecimiento y aplicación, por parte de las empresas o instituciones, de sistemas de gestión internos para la protección contra el ruido y las vibraciones, la evaluación sistemática de los resultados obtenidos que permita establecer y adoptar las medidas complementarias para reducir la incidencia ambiental y la información general sobre el comportamiento de las mismas en materia de ruidos y vibraciones (art. 21.2).

9. Ley 10/1997, de 22 de agosto, de Residuos Sólidos Urbanos de Galicia (BOE núm. 237, de 3 de octubre de 1997) obliga al productor y al poseedor de residuos sólidos urbanos susceptibles de generar efectos nocivos sobre el suelo, flora o fauna, de degradar el entorno o el paisaje, contaminar el aire o las aguas, generar ruidos u olores y, en general, de atentar contra la salud humana o el medio ambiente a realizar o poner las condiciones para que se realice su eliminación conforme a lo preceptuado en la presente Ley y en las circunstancias adecuadas para evitar los mencionados efectos (art. 11).

Establece el contenido del Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de Galicia, que deberá incluir *“Normas técnicas y de protección ambiental que hayan de aplicarse en la ejecución de todas las actuaciones previstas”* (art. 19.2.d), y *“a fin de garantizar una adecuada protección del medio ambiente, de acuerdo con lo señalado en los objetivos de la presente Ley, tanto el Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en su conjunto como cada una de las obras e instalaciones previstas en el mismo serán sometidas a evaluación ambiental por la Comisión Gallega del Medio Ambiente, en los términos que establece la legislación ambiental”* (art. 25.1).

“Dentro del Plan de Residuos Sólidos Urbanos de Galicia se establece un programa de regeneración de espacios degradados al objeto de culminar la protección medioambiental derivada del Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, ya que la acción del mismo quedaría incompleta si,

una vez suprimidas las causas de la contaminación, no se corrigiesen los efectos causados por un largo período de deficiente gestión de los residuos” (33.1). Con tal fin se acometerán las obras e instalaciones necesarias para restituir los terrenos que han sido objeto de vertidos incontrolados o de un inadecuado depósito de los residuos por parte de sus gestores actuales a las condiciones ambientales que poseían antes de la iniciación de estas actividades (33.2).

10. Posteriormente la Ley 10/97 ha sido modificada por el **Decreto 298/2000, de 7 de diciembre, por el que se regula la autorización y notificación de productor y gestor de residuos de Galicia y se crea el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia** (DOG núm. 4, de 5 de enero de 2001; corrección de errores DOG núm. 17, de 24 de enero de 2001). Esta última norma regula los requisitos necesarios para otorgar las autorizaciones de construcción de instalaciones de gestión de residuos urbanos, añadiendo la exigencia de un estudio ambiental quedando sometido el proyecto a la declaración de efectos ambientales para todos los proyectos de eliminación y algunos de valorización, y para las autorizaciones de construcción de instalaciones sometidas a autorización, sin perjuicio de seguir con la misma figura de protección ambiental para las actividades de eliminación de residuos peligrosos prevista en el Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental.

Establece las actividades de eliminación de residuos peligrosos que se someterán a la declaración del impacto ambiental (art. 7.1) y que enumera en el anexo XII, mientras las actividades de valorización de todo tipo de residuos y de eliminación de residuos no peligrosos indicadas en el referido anexo, junto con la construcción de instalaciones de residuos urbanos o municipales, estarán sometidas a declaración de efectos ambientales (art. 7.2) todo ello sin perjuicio de lo dispuesto en el Real Decreto Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

Teóricamente, estarán sujetas a **Evaluación de efectos ambientales**, las actividades de eliminación y valoración de residuos siguientes:

1. Operaciones de eliminación de residuos no peligrosos.

D1 Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo, vertido, etc.).

D2 Tratamiento en medio terrestre (por ejemplo, biodegradación de residuos líquidos o lodos en el suelo, etc.) .

D3 Inyección en profundidad (por ejemplo, inyección de residuos bombeables en pozos, minas de sal o fallas geológicas naturales, etc.).

D4 Embalse superficial (por ejemplo, vertido de residuos líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etc.).

D5 Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente, etc.).

D6 Vertido en el medio acuático, salvo en el mar.

D7 Vertido en el mar, incluida la inserción en el lecho marino.

D8 Tratamiento biológico no especificado en otro apartado del presente anexo y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante alguno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12.

D9 Tratamiento fisicoquímico no especificado en otro apartado del presente anexo y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12 (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, etc.).

D10 Incineración en tierra.

D11 Incineración en el mar.

D12 Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.).

D13 Combinación o mezcla previa a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D12.

D14 Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D13.

D15 Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D14 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de producción).

2. Operaciones de valorización de todo tipo de residuos

R1 Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía.

R2 Recuperación o regeneración de disolventes.

R3 Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluidas las operaciones de formación de abono y otras transformaciones biológicas).

R4 Reciclado y recuperación de metales o de compuestos metálicos.

R5 Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.

R6 Regeneración de ácidos o de bases.

R7 Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.

R8 Recuperación de componentes procedentes de catalizadores.

R9 Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.

R10 Tratamiento de los suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.

R11 Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.

Se someterán a **Evaluación de impacto ambiental** instalaciones de eliminación de residuos peligrosos por incineración, tratamiento químico o almacenamiento en tierra. En cualquier caso:

D1 Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo, vertido, etc.).

D2 Tratamiento en medio terrestre (por ejemplo, biodegradación de residuos líquidos o lodos en el suelo, etc.).

D3 Inyección en profundidad (por ejemplo, inyección de residuos bombeables en pozos, minas de sal o fallas geológicas naturales, etc.).

D4 Embalse superficial (por ejemplo, vertido de residuos líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etc.).

D5 Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente, etc.).

D6 Vertido en el medio acuático, salvo en el mar.

D7 Vertido en el mar, incluida la inserción en el lecho marino.

D8 Tratamiento biológico no especificado en otro apartado del presente anexo y que de como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante alguno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12.

D9 Tratamiento fisicoquímico no especificado en otro apartado del presente anexo y que de como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12 (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, etc.).

D10 Incineración en tierra.

D11 Incineración en el mar.

D12 Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.).

D13 Combinación o mezcla previa a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D12.

D14 Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D13.

D15 Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D14 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de producción).

El art. 9.2 del Decreto especifica la documentación necesaria para la autorización de las actividades de valorización y eliminación de residuos peligrosos o no, para la gestión de vertederos controlados existentes, su ampliación o para la creación de nuevos vertederos controlados, un “*estudio de evaluación ambiental para todas las fases de su gestión, quedando sometido a declaración de efectos ambientales*”.

11. El Reglamento de protección contra la contaminación acústica, aprobado por Decreto 150/1999, de 7 de mayo (DOG núm. 100, de 27 de mayo de 1999) pretende garantizar la aplicación homogénea de la ley en todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia, sin perjuicio de la competencia de los ayuntamientos para dictar ordenanzas sobre ruidos y vibraciones, pero no añade novedad a los que se refiere a la EIA.

12. La Orden de 28 de octubre de 1999 de la Consellería de Medio Ambiente por la que se declaran provisionalmente las zonas propuestas para su inclusión en la Red Europea Natura 2000, como espacios naturales en régimen de protección especial (DOG, núm. 216, de 9 de noviembre; c. e. DOG núm. 242, de 17 de diciembre) inicia el trámite de inclusión en el Registro de los Espacios Naturales de Galicia de los lugares señalados en su anexo (art.1), ante la necesidad de dotarlos de una protección preventiva, por lo que se declaran provisionalmente espacios naturales en régimen de protección general, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 6 del Decreto 82/1989, de 11 de mayo (art. 2). El art. 3.1 establece que en estos espacios se podrán seguir llevando a cabo de forma ordenada los usos y actividades tradicionales y los previstos en el acuerdo del Consello de la Xunta de Galicia de 11 de marzo de 1999; para el resto se requiriere un *informe preceptivo y vinculante* de la Consellería de Medio Ambiente, que será solicitado por el promotor o titular de las acciones, actividades, proyectos u obras que se pretendan emprender” (art. 3.1). “*De preverse efectos negativos que puedan derivarse de las acciones que se vayan a realizar, la Consellería de Medio Ambiente podrá exigir un informe de evaluación ambiental de las mismas*” (art. 3.2). El régimen de protección

de las referidas zonas fue prorrogado por un año más en virtud de la **Orden de 7 de noviembre de 2000** por la que se prorroga la declaración provisional de las siguientes zonas propuestas para su inclusión en la Red Europea Natura 2000, como espacios naturales en régimen de protección general (DOG núm. 220, de 14 de noviembre de 2000). Cabe reseñar que en la Orden de 7 de junio de 2001 se omite la referencia a los usos y proyectos previstos en el acuerdo del Consello de la Xunta de Galicia de 11 de marzo de 1999.

13. Decreto 80/2000, de 23 de marzo, de planes y proyectos sectoriales de incidencia supramunicipal (DOG núm. 75, de 17 de abril de 2000) establece que para declarar la incidencia supramunicipal se tendrá en cuenta, entre otros, los efectos positivos que produzca para el medio ambiente, el paisaje rural y el patrimonio cultural (art. 4). En el suelo rústico de especial protección quedan prohibidas las actuaciones que resulten incompatibles con sus valores ecológicos, medioambientales, paisajísticos, históricos, etnográficos, culturales o cualquier otro que sea objeto de la protección otorgada o con las protecciones derivadas de la legislación sectorial de aplicación (art. 5.3).

Los planes sectoriales determinarán junto con otras, la incidencia sobre el territorio físico, afecciones ambientales y medidas de corrección y minimización de los impactos producidos sobre el medio físico y el paisaje (art. 6.g). Los proyectos tienen por objeto la regulación detallada y pormenorizada de la implantación de una infraestructura, dotación o instalación determinada (art. 9.1), debiéndose ajustar a las determinaciones del correspondiente plan sectorial (art. 9.2) y contendrán entre otros la EIA de la infraestructura, dotación o instalación que se prevé ejecutar, de conformidad con lo dispuesto por la Ley 1/1995, de 2 de enero, de Protección Ambiental de Galicia, y la normativa que la desarrolle (art. 10.j).

I.2.5. JUSTIFICACIÓN NORMATIVA DE LA EIA DE LOS PARQUES EÓLICOS EN GALICIA

La realización de Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) de los parques eólicos en la Comunidad Autónoma de Galicia y su contenido se justifica por la existencia de las directivas operacionales, reglamentos y normas que, a nivel estatal y autonómico, rigen la ejecución de las Evaluaciones de Impacto Ambiental:

La primera Directiva de la Comunidad Europea relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos sobre el medio ambiente (85/337/CEE) fue formulada en junio de 1985. Planteaba en su articulado unos máximos y mínimos de cumplimiento para los Estados Miembros, en lo que se refiere al contenido de los EsIA, (art. 5 y anexo III), y al tipo de proyectos susceptibles de ser evaluados. Así, en su anexo I especificaba una lista de los proyectos que habrían de someterse a EIA de forma obligatoria en todos los Estados, entre los que figuraban como proyectos relacionados con la industria energética únicamente las Centrales Térmicas y otras Instalaciones de Combustión de una potencia calorífica superior a 300 MW, pero ningún tipo de instalaciones semejantes o asimilables a

las instalaciones eólicas proyectadas. En esa misma Directiva se señalaba la posibilidad de que los Estados adoptasen las disposiciones necesarias para que, antes de concederse la autorización, otros proyectos mencionados en el anexo II, que en su caso pudieran tener repercusiones importantes sobre el medio ambiente, como las Instalaciones Industriales para la producción de energía eléctrica, vapor y agua caliente, se sometieran también a la realización de estudios ambientales. En cualquier caso el procedimiento administrativo de evaluación de las repercusiones ambientales podría integrarse en los procedimientos administrativos de autorización existentes en cada Estado, instrumentándose para ello normas en el derecho interno.

Las instalaciones de aerogeneradores eólicos para la obtención de energía eléctrica no figuran en el Anexo I de la nueva Directiva (ni en la propuesta ni en la Posición Común) entre los supuestos de proyectos que han de ser evaluados, pero sí se contemplan en el Anexo II (Apartado 3. Industria energética) con la posibilidad de establecer criterios de selección con el objeto de que los Estados decidan si estos proyectos necesitan o no EIA, atendiendo a sus características, a su localización y a la capacidad de carga del medio natural, con especial atención en zonas costeras, espacios catalogados o parajes de interés. Este último sería el caso en el que pueden contemplarse los análisis ambientales de muchas de las instalaciones previstas en Galicia.

Junto a los instrumentos normativos establecidos por la UE, han sido de gran utilidad el conocimiento y aplicación de los Documentos en Comisión, ya que a través de ellos se formulan los nuevos planteamientos para las propuestas de modificación de las Directivas y Reglamentos.

Hasta hace poco tiempo las normas de transposición al derecho interno estatal de EIA no aportaban ninguna novedad a lo ya establecido por la antigua Directiva, pero la promulgación del **Real Decreto Ley 9/2000**, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de Junio, de EIA y posteriormente la **Ley 6/2001**, de 8 de Mayo de 2001, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental, obligan a realizar EIA de *“las instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan 50 o más aerogeneradores, o que se encuentren a menos de 2 Km. de otro parque eólico”* (Apto. i, Grupo 3 del Anexo I).

En la **Comunidad Autónoma de Galicia** las normas promulgadas al amparo de los textos normativos del Estado establecieron los procedimientos de EIA (Decreto 442/90 de 13 de septiembre) y de Evaluación de Efectos Ambientales (EEA) (Decreto 327/91 de 4 de octubre), alcanzando este último a todos los proyectos que necesitan un estudio ambiental, según lo previsto en las legislaciones sectoriales tanto de la Comunidad Autónoma como del Estado. Posteriormente, la nueva Ley de Protección Ambiental de Galicia (Ley 1/95 de 2 de enero), se establecen las Normas de Defensa, Protección, Conservación y Restauración del Medio Ambiente, asegurando una utilización racional de los Recursos Naturales. Para ello se clasifican los procedimientos de Protección del medio ambiente, pudiendo tratarse de: Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación de Efectos Ambientales y

Evaluación de Incidencia Ambiental. En cualquier caso el procedimiento de estudio y evaluación ambiental administrativa, ha de ser preceptivo para la autorización administrativa y la Declaración Administrativa Ambiental será de carácter vinculante para el órgano de competencia sustantiva (Cap. II, art. 9; Cap. III, art. 12 y Cap. IV, art. 19).

En la actualidad, los Decretos 442/90 de EIA y Decreto 327/91 de EEA se han visto modificados sustancialmente tanto en su alcance como en su contenido con la entrada en vigor de la Directiva 97/11/CE en marzo de 1999 y posteriormente con la promulgación del Real Decreto Ley 6/2001, a tenor de lo dispuesto en la modificación dos por la que se añade una nueva disposición final tercera del RDL de referencia atribuyéndole *“el carácter de legislación básica sobre la protección del medio ambiente, de acuerdo con lo establecido en el artículo 149.1.23ª de la Constitución*. Así, este último RDL constituye *per se* la norma de aplicación para todo el Estado, siendo la normativa autonómica aplicable en lo que no se contraponga con las modificaciones y las exigencias de la normativa estatal y mientras no se promulgue normativa autonómica genérica.

De manera similar, la Comunidad Autónoma de Galicia ha promulgado la Ley 9/2001, de 21 de agosto de conservación de la naturaleza por la que se establece un régimen de protección y declaración de los espacios naturales protegidos, así como los instrumentos de planificación, ordenación de recursos, uso y gestión, incluyendo la catalogación de especies, la protección de fauna y flora silvestres y los sistemas sancionadores de infracciones. Pero cuando en el ámbito geográfico correspondiente al desarrollo del proyecto no existan espacios naturales en régimen de protección preventiva ni espacios naturales protegidos, las posibles medidas de protección derivadas de la aplicación de esta nueva norma resultan inicialmente de carácter genérico.

Por otro lado, la Consellería de Industria y Comercio promulgó el Decreto 205/1995 de 6 de julio, por el que se Regula el Aprovechamiento de energía Eólica en la Comunidad Autónoma de Galicia. Con el fin de lograr un desarrollo armónico de este tipo de aprovechamientos, así como su impacto sobre el tejido industrial y el desarrollo económico regional, dicha norma establece que los parques eólicos de una potencia eléctrica instalada igual o inferior a 100 MW, han de estar incluidos en un Plan Eólico Estratégico, siempre que su implantación se realice en distintos ámbitos de la Comunidad Gallega y sean construidos por un mismo promotor. En este sentido, las empresas promotoras de los proyectos de parques son propietarias de los derechos y obligaciones derivados de la aprobación de los respectivos P.E.E. a desarrollar en el ámbito de la Comunidad Gallega. Este mismo Decreto contempla que para la autorización administrativa de construcción de las instalaciones de un aprovechamiento eólico, es necesaria la realización de un Estudio de Evaluación de Efectos Ambientales, conforme a lo dispuesto en el Decreto 327/1991. Además si por las características del proyecto queda afectado algún espacio natural incluido en el Registro General de Espacios Naturales de Galicia, en tanto no se aprueben las normas de reglamento de la Ley 1/1995 de 2 de Enero, se realizará un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental según lo dispuesto en el Decreto 442/1990,

que será presentado ante la Delegación Provincial de Industria y Comercio con el mencionado proyecto (Art. 12, apto. c).

Este Decreto ha sido derogado por el Decreto 302/2001, de 25 de octubre, por el que se Regula el Aprovechamiento de Energía Eólica en la Comunidad Autónoma de Galicia, que introduce como novedad la necesidad de un informe de incidencia ambiental y de ordenación de territorio (Apto. 1 g del art. 7) para solicitar una autorización de Plan Eólico Empresarial (antes Plan Eólico Estratégico), lo que supone la inclusión de una **Evaluación Estratégica de Impacto Ambiental (EEIA)** desde una norma sectorial. En el caso de proyectos concretos de parques eólicos no modifica las condiciones establecidas en el Decreto 205/95 respecto a los requerimientos para realizar Evaluación de Impacto Ambiental o de Efectos Ambientales.

En todo caso, los proyectos de parques eólicos estarían afectados por el procedimiento de Evaluación de Efectos Ambientales, por tratarse de una actividad incluida en el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP, Decreto 2414/1961 de 30 de Noviembre) y, además, de una actividad industrial, regulada por el Decreto 205/1995 de 6 de junio, en virtud de su aplicación como norma de régimen transitorio según se establece en el Decreto 302/2001, de 25 de octubre.

BIBLIOGRAFÍA Capítulo I

- AEMA, Agencia Europea de Medio Ambiente (1995). Europe's environment. The Döbris Assessment. D.Stanners y P. Bourdeau. Copenhagen.
- Alonso García, E. (1993). El Derecho Ambiental de la Comunidad Europea. Vol. I: El Marco Constitucional de la Política Comunitaria de Medio Ambiente. Aplicación de la legislación ambiental comunitaria. Ed.: Fundación Universidad Empresa - Civitas. Madrid.
- Borrell Fontelles, J. (1995). La política del medio ambiente en la Unión Europea. Presupuesto y Gasto Público, nº 17, pp. 205-214. En Santa María Beneyto (1999).
- Casa Blanca (1994). Memorandum from President Clinton for all heads of all departments and agencies on an executive order on federal actions to address environmental justice in the minority populations and low income populations. Washington DC: White House.
- Casado, Santos (1966). Los primeros pasos de la ecología en España. Ed.: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Residencia de Estudiantes. Madrid.
- Conesa Fernández-Vitora, V. Ros Garro, V., Conesa Ripoll, V., Conesa Ripoll, L. A. (1995). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa. Madrid.
- Delgado Medina, M.L. (2001). Introducción a las energías renovables y su contexto sociopolítico. En: Tecnologías energéticas e impacto ambiental. McGrawHill.
- Departamento de Medio Ambiente del Reino Unido, DOE (1989). Environmental assessment: A guide to the procedures. London
- Díaz Fierros, F. (2001). Coñecemento e evolución do medio físico en Galicia. En: 25 anos de Medio Ambiente e Ecoloxismo na Galiza. M. Soto Castiñeiras (Ed. y Coord.) Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza (ADEGA). Santiago de Compostela.
- Estevan Bolea, M.T. (1977). Las evaluaciones de impacto ambiental. Cuadernos del CIFCA. Ed.: Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales. Madrid.
- Estevan Bolea, M.T. (1989). Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª ed. Fundación Mapfre. Madrid.
- Estevan Bolea, M.T. (1991). Implicaciones económicas de la protección ambiental de la CEE: Repercusiones en España. Informes del Instituto de Estudios de Prospectiva. Secretaría de Estado de Economía. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid.
- Fernández, J. (1999). El ecologismo español. Ed.: Alianza editorial, S.A. Madrid
- Forcada Delgado, E. (2000). El impacto ambiental en la agricultura: Metodologías y procedimientos. Analistas Económicos de Andalucía, S.A.
- Fraga, X.A. (2001). A construción histórica do Ecoloxismo. En: 25 anos de Medio Ambiente e Ecoloxismo na Galiza. M. Soto Castiñeiras (Ed. y Coord.) Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza (ADEGA). Santiago de Compostela.
- García Añón, M. (1992). Política do Medio Ambiente e calidade de vida. En: Políticas Públicas do Medio Ambiente e calidade de vida. Fundación Universitaria de Cultura. Coordinadas Monografías.
- Glasson, J. R. Therivel y A. Chadwick. (1999). Introduction to Environmental Impact Assessment. 2ª edición.
- Gómez Orea, D. (1994). Evaluación de impacto ambiental. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 2ª Ed.
- Haigh, N. (1983). The EEC Directive on environmental assessment of development projects. Journal of Planning and Environmental Law. Septiembre 1983, 585-595. Citado en Wathern (1988).
- Hansen, E.D. y S.E. Jørgersen (1991). Introduction to environmental management. En: Developments in Environmental Modelling, 18. Elsevier Science Publishers, B.V.
- Hernández Fernández, S y Fundación para la Gestión y Protección del Medio Ambiente (2000). La legislación de Evaluación de Impacto Ambiental en España. Proyecto de investigación sobre la suficiencia de legislación y la eficacia de su utilización. Ed.:Fungesma y Mundi-Prensa.
- Hertig, J.A (1999). Études D'Impact sur L'Environnement. Traité de Génie Civil de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Volumen 23. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- IPCC (1990). Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Climate Change. The scientific basis. Contribution of Working Grupo I to the first assessment report on the IPCC. Cambridge University Press.
- IPCC (2001). Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Climate Change. The scientific basis. Contribution of Working Grupo I to the third assessment report on the IPCC. Cambridge University Press.
- Jacobs, M. (1991). The Green Economy. Pluto Press. Londres.
- Lee, N. Y C.M. Wood (1984). Environmental impact assessment procedures within the European Economic Community. En Planning and ecology, R.D. Roberts y T.M. Roberts (eds.), 128-134. Chapman y Hall. Londres. Citado en Glasson y col. 1999.
- Lovelock, J. (1993). Una visión de la vida sobre la Tierra. Ed. Blume, Madrid.
- Lovelock, J. (1995). Las edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo. 2ª ed. Metatemas 29. Tusquets Editores, S.A. Barcelona

- Mackerron, G. (1999). Historical overview. En: Environmental impact of power generation. Issues in Environmental Science and Technology. Eds. R.E. Hester y R.M. Harrison. Royal Soc. of Chemistry.
- Margalef, R. (1977). Ecología. Ed. Omega. Barcelona.
- Martín Cantarino, C.M. (1999). El estudio de impacto ambiental. Textos docentes. Publicaciones Universidad de Alicante
- Martín Chivelet, J. (1999). Cambios climáticos. Una aproximación al sistema Tierra. Ediciones Libertarias. Madrid.
- Martín Mateo, R. (1992). Tratado de Derecho Ambiental, Vol. I. Ed. Trivium. Madrid.
- Milne, R. (1986). Strange fellows from Brussels. New Scientist, 55. Citado en Wathern (1988).
- Montes Ponce de León, J. (2001). Medio ambiente y desarrollo sostenido. Selecta tecnologica 3. Universidad Pontificia de Comillas.
- MOPT (1989). Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 3. Repoblaciones forestales. Ed. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Centro de Publicaciones. Secretaría Técnica.
- MOPT (1992). Medio Ambiente en España. 1991. Monografías de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente.
- Munn R.E. (1979). Environmental impact assessment. Principles and procedures. John Wiley & Sons. London
- OMM, Organización Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization) (1988). Proceedings of the world conference on the changing atmosphere: Implications for global security. Toronto 1988. Report 710. Génova.
- ONU (2000). Informe mundial de energía. (www.undp.org/seed/eap/activities/wea)
- Ortega Domínguez, R e I. Rodríguez Muñoz (1994). Política ambiental. En: Manual de Gestión del Medio Ambiente. Ed.: Fundación Mapfre.
- Pascual Trillo, J.A. (2000). El teatro de la ciencia y el drama ambiental. Una aproximación a las ciencias ambientales. Ed.: Miraguano Ediciones. Madrid
- Razquin Lizarraga, J.A. (2000). La evaluación de impacto ambiental. Ed. Aranzadi S.A. Elcano (Navarra). ISBN: 84-8410-598-9
- Reyes López, M.J., R de Vicente Domingo, J.P. Fernández Gimeno, M.G. Gamborino Martínez y A. Reyes López (2001). Derecho Ambiental Español. Tirant Lo Blanch. Valencia.
- Rivera, A. (2000). El cambio climático: El calentamiento de la Tierra. Ed. DEBATE. Madrid.
- Sadler, B. (1996). Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance. International Study on the Effectiveness of Environmental Assessment. Ottawa: Canadian Environmental Assessment Agency.
- Sánchez Ron, J.M. (2000). La ciencia a través de la historia. En “La ciencia en tus manos” P. García Barenó (dir.). Espasa Calpe y Sociedad Estatal España Nuevo Milenio. Madrid.
- Santa María Beneyto, M.J. (1999). Medio Ambiente en Europa. Retos para un desarrollo sostenible. Publ. Univ. Alicante.
- Sanz Larruga, F.J. (1997). Derecho ambiental de Galicia. Fundación Caixa Galicia. A Coruña.
- Tomlinson, P. (1986). Environmental assessment in the UK: implementation of the EEC Directive. Town Planning Review, 57 (4):458-486. Citado en Glasson y col. 1999.
- Urteaga, L. (1987). La tierra esquilada. Ed.: Serbal/CSIC. Madrid. Citado en Fernández, 1999
- Varillas, B. y H. Da Cruz (1981). Para una historia del movimiento ecologista. Ed.: Miraguano Ediciones. Madrid.
- Wathern, P. (1988). The EIA Directive of the European Community. En: Environmental Impact Assessment. Theory and practice. P. Wathern (ed.). Routledge. Londres.

CAPITULO II. LOS PROYECTOS DE PARQUES EÓLICOS

ÍNDICE

II.1. EL RECURSO EÓLICO. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO	146
II.1.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL RECURSO	146
II.1.2. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA EÓLICA	150
II.1.3. LA CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR	152
II.1.4. DISEÑO BÁSICO DE PROYECTO	154
II.2. ENERGÍA EÓLICA EN GALICIA	158
II.2.1. ANTECEDENTES DE LA EXISTENCIA DE MOLINOS DE VIENTO EN GALICIA	159
II.2.2. DESARROLLO COMERCIAL DE PARQUES EÓLICOS	162
II.2.3. EL PLAN EÓLICO DE GALICIA.	167
II.3. DISEÑO, DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS	184
II.3.1. DISEÑO DE PROYECTOS	184
II.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UN PARQUE EÓLICO	189
II.3.3. ILUSTRACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS	204
II.3.4. EL AEROGENERADOR	222
BIBLIOGRAFÍA	243

CAPITULO II. LOS PROYECTOS DE PARQUES EÓLICOS

Las consideraciones políticas, económicas, sociales y ambientales analizadas en la introducción justifican, en líneas generales, el impulso que han recibido en los últimos años las energías renovables, entre las que destaca la energía eólica debido al notable nivel tecnológico alcanzado. Efectivamente, el desarrollo tecnológico de los sistemas de captación, control, conversión, regulación, etc. ha permitido pasar en relativamente pocos años, de la experimentación con prototipos de turbinas y parques eólicos de pequeña potencia a la implementación de grandes instalaciones con fines plenamente comerciales.

De forma similar a como sucede con otros tipos de proyectos industriales, la ubicación de las instalaciones de aprovechamiento eólico viene determinada por la disponibilidad y calidad del recurso, a cuyo estudio se dedica la primera parte de este capítulo. El estudio del potencial eólico de un emplazamiento constituye parte integrante del diseño técnico de proyecto, hasta el punto de que la viabilidad y rentabilidad de un proyecto depende de su correcta evaluación.

Los aspectos relacionados con el desarrollo de sistemas de aprovechamiento eólico en Galicia son abordados en la segunda parte de este capítulo. Tanto por la abundancia del recurso como por sus condiciones orográficas, una gran parte del territorio gallego cuenta con unas excelentes condiciones de aprovechamiento, evidenciadas tanto por la existencia de numerosos restos históricos en exposiciones adecuadas, como por el enorme interés suscitado entre los promotores de parques eólicos en la década de los noventa, interés que llevó a la administración autonómica a realizar una ordenación del sector con el objeto de racionalizar al máximo el beneficio de las explotaciones de los recursos eólicos.

En la tercera parte de este capítulo se abordan primeramente las cuestiones relativas a diseño de proyectos, descripción de sus componentes y ejecución de proyecto constructivo, cuyo conocimiento resulta imprescindible en el momento de llevar a cabo la EIA. Finalmente, se incluye una descripción del aerogenerador y sus componentes centrada 1) en aquellos aspectos tecnológicos más innovadores que han permitido el diseño y desarrollo de las instalaciones tal y como se realizan en la actualidad, y 2) en las cuestiones de diseño y funcionamiento implicadas en los aspectos medioambientales, algunas de las cuales requieren un mayor desarrollo con el fin de minimizar impactos.

II.1. EL RECURSO EÓLICO. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO

II.1.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL RECURSO

El movimiento de las masas de aire o viento tiene su origen en el calentamiento irregular de la atmósfera por acción de los rayos solares y es, por tanto, una dinámica derivada de la energía solar. El decrecimiento de la intensidad de la radiación con la latitud, junto con la rotación del planeta y el diferente calentamiento de las superficies continentales y oceánicas, son responsables del esquema de la circulación general de la atmósfera. La parte de la atmósfera que circula e interviene en los procesos eólicos tiene un espesor variable entre los 7 km. de los polos y los 17 km. sobre el Ecuador. En esta capa se concentran las cuatro quintas partes de la masa de la atmósfera y, consecuentemente, la mayor parte de su energía cinética, pero para el aprovechamiento de la energía contenida en el viento interesan únicamente sus características a nivel de la superficie terrestre o, a lo sumo, hasta un centenar de metros de ella, donde se identifican los posibles emplazamientos de las máquinas de captación dependiendo de la mayor o menor densidad de energía del viento en cada lugar (Domínguez Garrido, 1994).

El aprovechamiento energético del viento requiere dos fases sucesivas de aproximación al conocimiento del recurso eólico. En primer lugar es imprescindible realizar la valoración energética del viento existente en un área geográfica determinada, con el objetivo de seleccionar los lugares de mayor potencial eólico. Posteriormente, a un nivel de mayor detalle, se debe conocer el comportamiento del viento en la zona concreta donde se quiere construir una instalación eólica. La correcta realización de estas estimaciones es muy importante por su incidencia en el diseño de la disposición de las máquinas del terreno y en la rentabilidad de la instalación pues, por ejemplo, diferencias del orden del 10% en la valoración del viento captado implican diferencias del 30% en la producción energética obtenida. Igualmente, permite establecer el régimen de cargas estructurales que soportan las máquinas, la programación de los trabajos de mantenimiento, la estrategia de operación técnica de los aerogeneradores, etc.

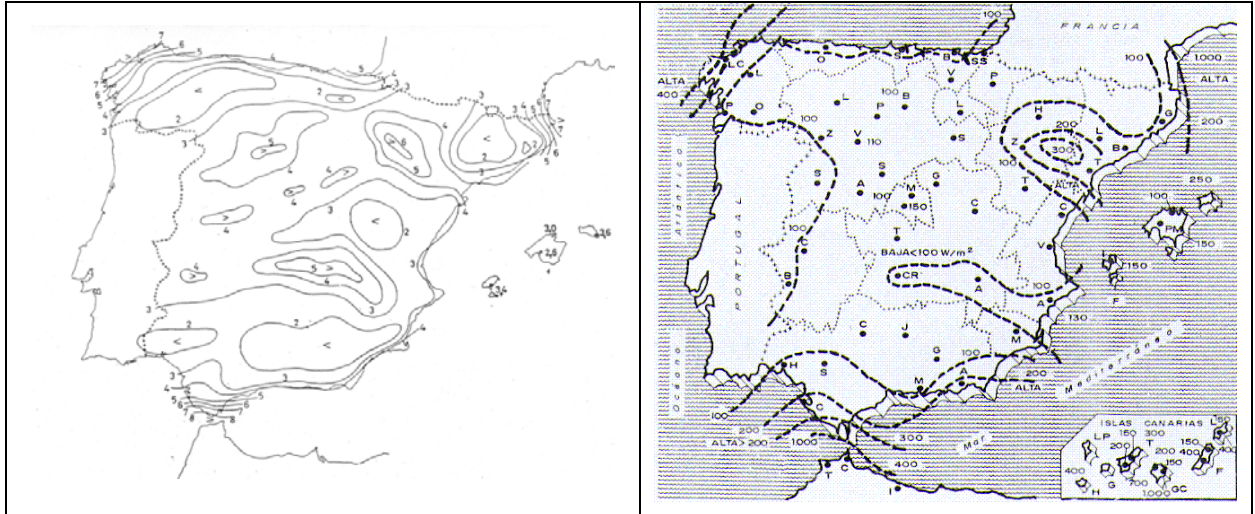
En España, la administración pública ha venido realizando mediciones eólicas desde hace varias décadas y los resultados de estos estudios han permitido establecer mapas eólicos e identificar varias zonas con alto potencial eólico, con una capacidad teórica total de generación eléctrica anual superior a 12×10^6 Mwh. Aunque se trata de estimaciones demasiado groseras para permitir el establecimiento de proyectos concretos, facilitan información sobre las áreas en las que es conveniente realizar un seguimiento más exhaustivo, tanto en lo que se refiere a densidad de puntos de toma de datos como a la duración de los periodos de medida.

La primera prospección eólica que tuvo lugar en España fue realizada en la década de los años 50, por la Comisión Nacional de Energías Especiales. La selección de los 59 puntos de medición incluía los lugares en los que se preveía un alto potencial eólico. Con los datos obtenidos Barasoain y

Fontán (1964) perfilaron el mapa de Velocidad media del viento en España (Figura II.1, izqda.) que revelaba la existencia de áreas con interesantes características eólicas. Se trata de: El extremo noreste, alcanzado por la tramontana de componente norte; el valle del Ebro, con predominio del cierzo de dirección W-NW sobre todo en otoño e invierno; la zona del Estrecho de Gibraltar, con alta frecuencia de vientos de dirección E y W; la zona noroeste, por los vientos del tercer y cuarto cuadrantes; el valle del Duero y la Mancha, también con registro de velocidades medias elevadas y las Islas Canarias, bajo la influencia de los Alisios.

En 1980 se recopilaban todos los datos de las más de 100 estaciones meteorológicas que posee el Instituto Nacional de Meteorología (INM) para elaborar un mapa de potencias medias (Jarabo y col. 2000), que se muestra en la Figura II.1, dcha. (tomado de Hernández González, 1990). Cabe señalar que dichos datos tienen menor interés desde el punto de vista de la energía eólica debido al emplazamiento de las estaciones en ciudades y aeropuertos donde el potencial eólico es bajo, a que en muchas de ellas sólo se registra la velocidad el viento a unas horas determinadas y, además es posible que la velocidad del viento en varias estaciones aeroportuarias se haya sobrestimado con el supuesto fin de proteger la navegación aérea, originando todo ello errores en los cálculos de las velocidades medias (Cardona, 1981).

Figura II.1. Izqda.: Mapa de Velocidad media del viento en España; Dcha.: Mapa eólico español de potencias medias, en W/m^2 de media anual.



Para precisar más los datos de viento se estableció el programa “Mapa Eólico Nacional” (MEN), que es el resultado del Convenio de colaboración suscrito el 22 de julio de 1981 por la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, el Centro de Estudios de la Energía, ASINEL y el INM. La realización del Mapa comprende la instalación de 80 estaciones automáticas, en las que se registra cada 10 minutos los datos de Velocidad del viento y su varianza, Velocidad máxima, Dirección media del viento y desviación típica de sus fluctuaciones, junto con el vector viento medio horario y la constancia. La información se transfiere al sistema informático del INM para su tratamiento. Paralelamente se extrae información horaria sobre Dirección y velocidad medias del

viento y Velocidad máxima de las bandas registradoras de viento del conjunto de las estaciones convencionales situadas en observatorios del INM, incorporándose posteriormente a la base de datos eólica la información trihoraria, en muchos casos resultado de observaciones exclusivamente diurnas y procedente de las estaciones sinópticas del período 1974-1989, para ser sometida al mismo proceso (MEN, 1994).

Evaluación del recurso en instalaciones concretas

Las mediciones del potencial eólico en amplios territorios no resultan demasiado útiles cuando se trata de proyectar una instalación concreta, siendo conveniente medir en el lugar elegido con mayor o menor intensidad, dependiendo del tipo de aplicación que se pretenda instalar. Hay que tener en cuenta que el grado de precisión de las medidas de velocidad del viento requerido para la elaboración de planes eólicos es muy superior al que necesitan las previsiones meteorológicas o la aviación. Dichos datos, obtenidos durante un plazo de 30 años, permiten dibujar la rosa de los vientos, que indica las distribuciones relativas de velocidades y direcciones del viento, informaciones útiles para establecer *a priori*, el potencial eólico de una zona y la disposición de las alineaciones de aerogeneradores sobre el terreno, respectivamente. Sin embargo, aún siendo imprescindibles para la evaluación de las condiciones de viento generales en un área determinada, rara vez son recogidos en el emplazamiento deseado y, aunque en la práctica la interpolación de las rosas de los vientos de las áreas circundantes puede dar resultados seguros, no es prudente adoptar este tipo de suposiciones en el caso de zonas de topografía compleja, con montañas y valles orientadas en diferentes direcciones.

Por otro lado, los modelos eólicos pueden presentar una variación de alrededor de un 10% interanual, al igual que su capacidad energética expresada en términos de velocidades de viento, por lo que es más conveniente disponer de varios años de observaciones para poder obtener una media fidedigna. Normalmente los promotores cuentan con un año de medidas locales y utilizan las observaciones meteorológicas a largo plazo de las estaciones climáticas cercanas para ajustar sus medidas y obtener una media a largo plazo fiable, como se describe a continuación.

En primer lugar se procede a la instalación de una serie de torres anemométricas en las áreas de investigación, emplazamientos escogidos por su representatividad de toda la zona de estudio y por su exposición a las direcciones de vientos dominantes. La elección inadecuada de dichos emplazamientos puede crear falsas expectativas en zonas no suficientemente buenas o puede llevar a descartar instalaciones interesantes por lo que se requiere un período de medidas lo suficientemente largo con el objeto de recoger todas las situaciones posibles y que permita extrapolar el recurso eólico a largo plazo. Debido a la complejidad orográfica de Galicia, la mayoría de los promotores optaron por la instalación de varias estaciones de medida en el ámbito de un mismo parque eólico a fin de cuantificar las variaciones espaciales del potencial eólico.

Las torres anemométricas consisten básicamente en una veleta y uno o dos anemómetros de cazoletas dispuestos en un mástil a la misma altura que el buje de la turbina (normalmente a 10 y a 40

m de altura) y una estación de medida que se encarga de registrar cada 10 minutos o cada hora los datos de velocidad del viento, su dirección y la desviación típica de la velocidad en cada una de las alturas. Estos datos se almacenan en una memoria sólida que ha de ser retirada cada cierto tiempo, variable entre veintiocho días y varios meses, dependiendo del período promedio para el cual ha sido programada. Las velocidades del viento se suelen medir en medias de 10 minutos para que sea compatible con la mayoría de programas estándar, pues se obtienen resultados diferentes si se consideran distintos periodos de tiempo. Una vez obtenidos los datos se procede a su análisis y tratamiento con el fin de obtener los parámetros representativos del potencial energético y su distribución temporal, previa depuración de posibles datos erróneos. La información obtenida permite conocer el comportamiento del viento, que consiste en:

1. Velocidades medias anuales, mensuales y estacionales, y distribución de velocidades. En condiciones medias y con tecnología convencional se puede utilizar la expresión $E = 2,5 A v^3$ (en Kwh./año), en una primera aproximación para evaluar la energía producida, aunque en algunos casos es posible que la energía generada sea hasta un 20% superior a la calculada, dependiendo fundamentalmente del tipo de máquina empleada

2. Direcciones dominantes, que suelen coincidir en la mayoría de los casos estudiados con las direcciones generales del país (NE y SW), y la distribución de velocidades, que comprende resultados sobre frecuencias y velocidades medias en los rumbos considerados.

3. Variación diurna, con el fin de conocer si la capacidad de producción del parque es uniforme a lo largo del día. En general la velocidad del viento varía con la hora al existir un acoplamiento entre el calentamiento de la atmósfera y el movimiento del aire, con un máximo alrededor de las 15 horas (solares) y con un cierto retraso respecto del momento de máxima temperatura que tiene lugar en las horas centrales del día. En las zonas costeras y, en menor medida, en los valles tierra adentro se producen corrientes térmicas de convección de periodicidad diurna, cuya energía puede ser utilizable.

4. Variación vertical, de especial interés en el caso de máquinas de grandes dimensiones. Merece la pena destacar el aumento del coeficiente de variación debido a la sombra de la torre, una información que, en conjunción con los datos de direcciones predominantes, indica la importancia del momento flector al que estará sometido el rotor y permite conocer las cargas de fatiga que sufrirá el aerogenerador.

5. Estadística de ráfagas, referidas a velocidad máxima del viento, con el fin de evaluar la posible amenaza a la seguridad de la turbina.

6. Intensidad de turbulencias, un factor de gran importancia a la hora de evaluar un emplazamiento, pues un valor excesivamente elevado de la misma puede provocar problemas en el sistema de control de los aerogeneradores y problemas de fatiga en diversos elementos de la máquina, reduciendo considerablemente su vida útil. Se calcula el valor medio de la intensidad de turbulencias y se analizan

los valores desglosados por direcciones, atendiendo especialmente a los sectores más problemáticos y teniendo en cuenta que la importancia de la intensidad de turbulencias aumenta con la frecuencia de los vientos.

7. Distribución direccional de la velocidad en toda la zona de estudio y, en particular, en el lugar concreto que ocupa cada uno de los aerogeneradores, lo que posibilita el cálculo de energía producido por cada uno de ellos. Se emplea el modelo computacional de flujo de vientos WAsP, desarrollado por Risoe, que requiere la serie de datos de viento, un mapa digitalizado de la topografía y de la rugosidad superficial del terreno para el emplazamiento considerado y sus alrededores, puesto que el flujo de vientos depende en gran medida de la orografía aguas arriba de la ubicación considerada.

Una vez conocidas las características del recurso en el área de emplazamiento del parque la siguiente fase consiste en constatar la representatividad del periodo estudiado a largo plazo. Para ello, en primer lugar se analizan los valores de velocidad media anual obtenidos en un periodo de 10 años en las estaciones meteorológicas, lo que puede revelar una escasa fiabilidad debido a su reducida disponibilidad, una mala exposición a las direcciones de viento predominantes o a grandes cambios en las velocidades medias anuales, indicativo de cambios significativos de ubicación o de los equipos de medida empleados. La extrapolación a largo plazo se realiza mediante la correlación de los datos horarios correspondientes a una altura de la torre determinada (40 m habitualmente) recogidos en la torre anemométrica instalada en el parque proyectado y una estación de referencia. En el caso de que no exista una estación meteorológica apropiada a tomar como referencia a largo plazo en un radio de 100 km. de la zona de ubicación, se emplean las estaciones que posee la propia empresa promotora en la zona. Si la fiabilidad de la correlación es elevada se obtienen los datos de velocidad del parque proyectado a largo plazo y se puede estimar los parámetros del potencial eólico del emplazamiento.

II.1.2. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA EÓLICA

El proceso de evaluación de la energía que se puede obtener mediante la instalación de equipos eólicos es complejo por lo que en los párrafos que siguen a continuación se recogen únicamente aquellos aspectos básicos que ayudan a comprender el procedimiento de evaluación de potencial eólico de un emplazamiento y especialmente aquellos relacionados con la optimización del diseño de aeroturbinas. Para un análisis más profundo de los cálculos de conversión de la energía eólica, se recomienda por ejemplo Freris (1990) y destacamos los manuales y textos del IDAE referidos al tema por su contenido de carácter más divulgativo.

En primer lugar es fundamental conocer el **potencial teórico o bruto**, esto es, la energía que sería capaz de generar el viento, que se puede calcular a partir de los datos de velocidad del viento. El aerogenerador obtiene su potencia de entrada convirtiendo la fuerza del viento en un par (fuerza de giro) que actúa sobre las palas del rotor. La cantidad de energía transferida al rotor es proporcional a la energía cinética del viento, por lo que depende de la densidad del aire, de la velocidad del viento y del

área barrida por el rotor. Siendo (ρ) la densidad del aire (1,225 Kg./m³) y v es la velocidad del viento (m/s), en teoría, el flujo de potencia (P , en W) que existe en una corriente que atraviesa la superficie del rotor (A , en m²) viene dado por la expresión:

$$P = \frac{1}{2} (\rho) A v^3 = 2,5 A v^3$$

De esta expresión se deduce la importancia de un buen conocimiento de los datos de velocidad de viento en un emplazamiento determinado con el fin de evitar sobrestimaciones de potencia que podrían llegar a hacer inviable un proyecto. En la industria eólica posee mayor valor la descripción de la variación de las velocidades para conocer el **potencial eólico disponible**, parámetro que permite optimizar el diseño de los aerogeneradores con el fin de minimizar los costes de generación y estimar los ingresos por producción de electricidad. La descripción que sigue a continuación se ha tomado de Domínguez Garrido (1994), salvo que se indique otro autor.

La variación de las velocidades de viento en un emplazamiento se describe mediante un histograma de velocidades, representando en abscisas las clases de velocidad y en ordenadas las frecuencias relativas o el número de horas-año correspondientes a cada clase de velocidad. Puesto que resulta más cómodo manejar una distribución continua que un histograma, se suele emplear la curva de distribución de la velocidad para obtener a partir de ella la curva de duración de velocidad, que resulta de representar en abscisas el número de horas - año o el porcentaje de tiempo de observación durante el cual el viento sopla con velocidad mayor o igual que el valor de la ordenada correspondiente. Las curvas de duración de la velocidad para diferentes lugares son muy similares entre sí cuando se representan en función de V/V_m , siendo V_m la velocidad media.

Cuando no se dispone de series temporales de medidas de velocidad suficientemente significativas y sólo se conocen las velocidades medias mensuales y anuales del viento, la energía eólica disponible se puede predecir a partir de los datos de alguna estación próxima mediante la probabilidad de la velocidad de viento, que se puede describir con bastante aproximación mediante la distribución de probabilidades de viento, como por ejemplo, la distribución de Weibull, que tiene la forma:

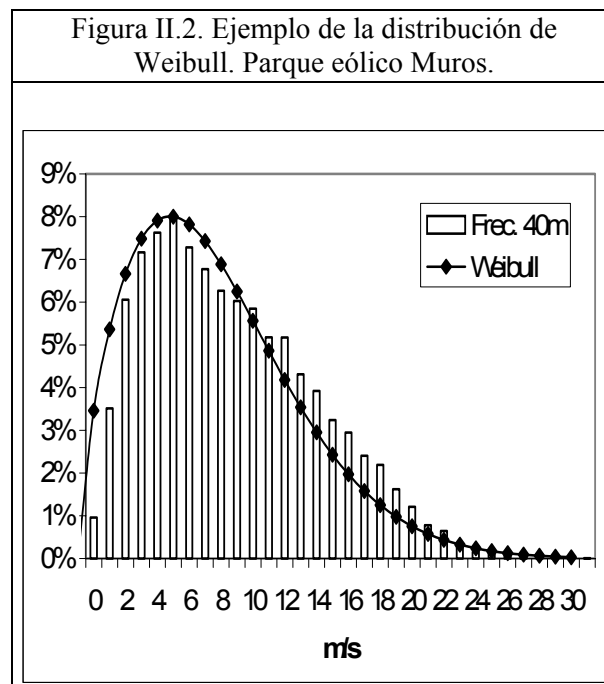
$$F(v) = 1 - \exp(-(V/c)^k)$$

donde $F(v)$ mide la probabilidad de que el viento sople con velocidad menor o igual que v ; c es un factor de escala muy similar a la velocidad y con sus mismas dimensiones y k es un parámetro adimensional que define la forma de la distribución (Figura. II.2).

La distribución estadística de las velocidades del viento varía de un lugar a otro del globo, dependiendo de las condiciones climáticas locales, del paisaje y de su superficie, por lo que la distribución de Weibull puede variar tanto en la forma como en valor medio. Para $k = 2$, se obtiene la denominada distribución de Rayleigh, más sencilla que la anterior, y ampliamente utilizada en las

estimaciones previas del potencial eólico y en la obtención de gráficas de rendimiento de los aerogeneradores.

A partir de la distribución de probabilidad se obtiene matemáticamente la distribución de probabilidad de que la velocidad de viento sea superior a un valor determinado, lo que da lugar a la llamada curva de duración del viento. Esta última se representa multiplicando la probabilidad acumulada por el número de horas del periodo y se puede obtener a partir de la aproximación de la distribución de Weibull o, alternativamente, mediante el tratamiento de los datos reales del viento. Permite conocer el periodo en el que el viento se encuentra por encima de un valor dado o dentro del intervalo de funcionamiento de la aeroturbina, una información de inestimable valor desde el punto de vista energético.



El producto de la potencia de cada velocidad del viento y la probabilidad de cada velocidad del viento a partir de la gráfica de Weibull proporciona la distribución de energía eólica a diferentes velocidades de viento o, lo que es lo mismo, la densidad de potencia, que viene a indicar la potencia eléctrica que un aerogenerador producirá en ese emplazamiento determinado.

II.1.3. LA CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR

Al instalar un sistema de captación la suma de los diversos rendimientos de los subsistemas suponen una determinada pérdida de potencia. Prescindiendo de los rendimientos del tren de potencia situado después del rotor, se define el **coeficiente de potencia** C_p como la relación entre la potencia aprovechada por el rotor o potencia eléctrica disponible, $P_a(v)$, que depende de la velocidad lineal en la punta de la pala y la existente en el viento o potencia eólica de entrada. Esta relación indica la eficiencia con que el aerogenerador convierte la energía del viento en electricidad.

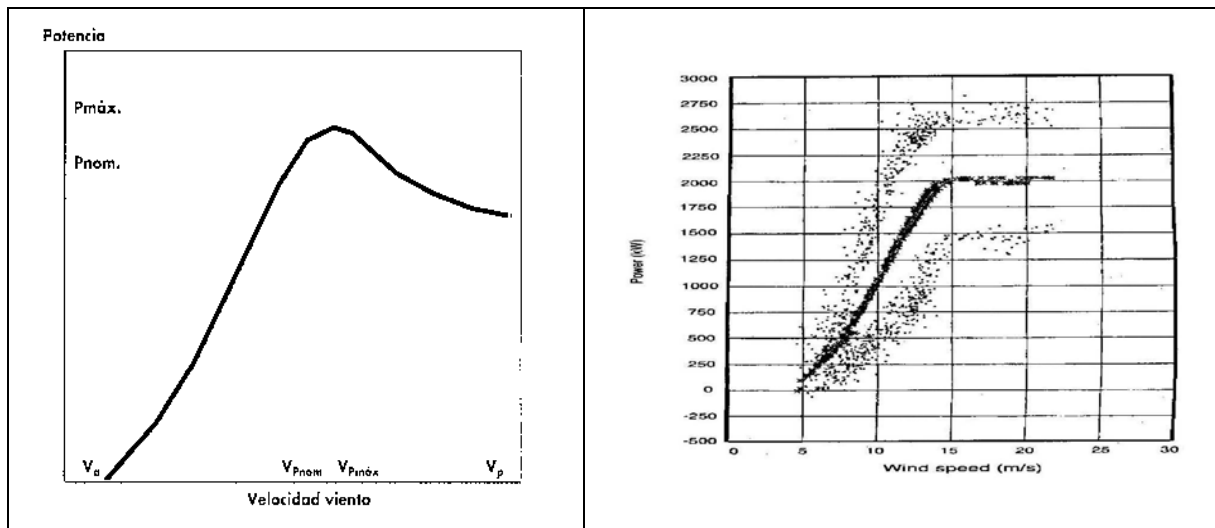
$$C_p = \frac{P_a(v)}{\frac{1}{2}(\rho A) v^3}$$

El coeficiente de potencia (C_p) tiene un máximo teórico valorado en el 59% (16/27), conocido como límite de Betz, y representa la fracción de potencia mecánica que se puede extraer en el rotor respecto a la disponible en el viento. Una explicación simplificada de la existencia de este máximo teórico sería que el aerogenerador desvía el viento incluso antes de que llegue al plano de rotación del rotor y, puesto que la cantidad de aire que pasa a través del área barrida por el rotor debe permanecer constante, el aire ocupará una mayor sección transversal detrás del plano del rotor, disminuyendo su

velocidad (según la ecuación de continuidad). En la práctica el coeficiente de potencia puede alcanzar fácilmente valores superiores al 40%, variando para cada tipo de sistema de captación según la velocidad específica de giro (λ) del rotor que, se define como la relación entre la velocidad lineal en punta de pala y la velocidad del viento incidente. Los primeros aerogeneradores tenían rendimientos del 10% pero los más modernos utilizan sistemas de control para operar siempre con la máxima eficiencia aerodinámica pudiendo alcanzar valores de rendimiento próximos al 50%.

Al contrario de lo que pudiera pensarse, lograr una mayor eficacia técnica no es el objetivo último debido a la gratuidad y carácter perdurable del recurso, aunque sí interesa que la eficiencia sea máxima en el rango de velocidades en el que se encuentra la mayor parte de la energía. La representación gráfica de la potencia $P_a(v)$ aprovechada por la máquina, o potencia eólica disponible, en función de la velocidad de viento, da lugar a la conocida como curva de potencia de la máquina (Figura II.3, izqda.) que se obtiene a partir de medidas anemométricas realizadas *in situ* con la condición de que la velocidad del viento no varíe demasiado rápidamente.

Figura II.3. Ejemplo de curva de potencia de la máquina. Gráfico de la izquierda tomado del IDAE (1996); a la derecha, tomado de Bonus (1999)



Los aerogeneradores se diseñan para funcionar en general en un rango de velocidades de viento entre la velocidad de conexión o arranque ($V_a = 3,5 - 4$ m/s) y la velocidad de desconexión o parada ($V_p = 25$ m/s, en la mayor parte de los casos). Desde 0 a V_a la velocidad del viento es inferior a la de arranque de la máquina, por lo que no se produce energía. Desde V_a hasta V_{pmax} la aeroturbina está generando energía en orden creciente hasta la posición en la que la máquina genera su potencia máxima. Dentro del rango de operación de la máquina, se encuentra su punto de potencia nominal que se corresponde a la velocidad del viento considerada como nominal (V_{Pnom}). Desde la posición de potencia máxima hasta la de freno (V_p) la aeroturbina intenta mantenerse aproximadamente a la potencia nominal sirviéndose de los mecanismos de control y a partir de V_p la aeroturbina se frena automáticamente por razones de seguridad. La mayor o menor adaptación de la aeroturbina a la

potencia nominal dependerá del tipo de turbina: paso fijo, paso variable, velocidad variable, basculación, etc.

En realidad, más que una curva bien definida, el gráfico es una nube de puntos esparcidos alrededor de la línea (Figura II.3, dcha.) debido a las fluctuaciones de la velocidad del viento y a que no es posible medir exactamente la columna de viento que atraviesa el rotor. Por este motivo en la práctica se dibuja el gráfico utilizando los valores promedio de las diferentes medidas para cada velocidad del viento. Debido a la dificultad que entraña realizar medidas exactas de la propia velocidad del viento, pueden existir errores hasta de $\pm 10\%$ incluso en curvas certificadas y además, las curvas de potencia están basadas en medidas realizadas en las mejores condiciones, esto es, en zonas de baja intensidad de turbulencias, con el viento incidiendo directamente hacia la parte delantera de la turbina y en condiciones estándar de altitud, presión y temperatura. Las turbulencias locales y los terrenos complejos (por ejemplo, aerogeneradores situados en una pendiente rugosa), pueden provocar que las ráfagas de viento incidan sobre el rotor desde diversas direcciones, dificultando la reproducción exacta de la curva en una localización dada. De hecho, una curva de potencia no indicará cuanta potencia producirá un aerogenerador a una cierta velocidad del viento media, pues para ello es necesario considerar otros factores como la densidad del aire, dependiente de las condiciones de presión y temperatura (que pueden ser diferentes a las condiciones estándar en las que se establece la curva de potencia), la velocidad real del viento o su constancia.

Para conocer la producción anual de energía de un aerogenerador se necesita calcular el factor de carga de la turbina en una situación concreta, esto es, la relación entre la producción anual de energía y la producción teórica máxima en el caso de que la máquina estuviera funcionando en ese lugar a su potencia nominal durante las 8.766 horas del año, lo que viene a indicar en qué proporción la turbina usa la capacidad nominal de su generador principal. Los factores de carga pueden variar en teoría del 0 al 100, aunque en la práctica el rango de variación va del 20 al 70 por ciento y sobre todo, entre el 20 y el 30 por ciento. Aunque generalmente se preferiría tener un gran factor de carga puede no ser siempre ventajoso desde el punto de vista económico, dependiendo de las condiciones eólicas del emplazamiento y del precio de los distintos modelos de turbinas. Así, la utilización de un generador más potente con el mismo diámetro del rotor, tenderá a disminuir el factor de carga, pero puede significar una producción anual sustancialmente diferente dependiendo de las condiciones eólicas de la localización escogida.

II.1.4. DISEÑO BÁSICO DE PROYECTO

Con el objeto de definir la ubicación exacta de las alineaciones de aerogeneradores en un área susceptible de aprovechamiento eólico conviene considerar los efectos de algunas características del emplazamiento que pueden modificar en gran medida, tanto la trayectoria como la velocidad de viento en las capas más bajas de la atmósfera y, en consecuencia, disminuir la cantidad de energía aprovechable y el rendimiento de la instalación. En la industria eólica se suele tener en cuenta la

orografía del área, que interesa en el caso de los efectos aceleradores como son el efecto túnel y el efecto de la colina, así como la rugosidad del terreno y la influencia de los obstáculos; estos dos últimos factores frenan la velocidad del viento por fricción con la superficie del viento lo que puede ser causa de turbulencias, disminuyendo la posibilidad de utilizar de forma efectiva la energía del viento en un aerogenerador y provocando una mayor carga de fatiga, que se traduce en roturas y desgastes en la turbina.

Para establecer las diferencias entre los conceptos “rugosidad del terreno” y “obstáculos” individuales se consideran individualmente los obstáculos que están a menos de 1.000 m del aerogenerador en las direcciones del viento dominante y el resto como cambios en la rugosidad del terreno. Los obstáculos del viento tales como edificios, árboles, formaciones rocosas, etc. no solo disminuyen la velocidad del viento con la consiguiente reducción en la producción de energía, sino que a menudo crean turbulencias en torno a ellos. La zona de turbulencias o, similarmente, de abrigo del obstáculo puede extenderse hasta una altura de 5 veces superior a la altura del obstáculo ó 20 km. más allá de este último, dependiendo de sus dimensiones y de su forma geométrica, de la distancia a la que se encuentra, de la longitud o clase de rugosidad del terreno que lo separa del aerogenerador y de la porosidad del obstáculo.

En todo caso, se recomienda evitar los obstáculos en unos 2 –3 km. en las proximidades de las turbinas y en particular, si se encuentran en la dirección del viento dominante. Para un estudio más detallado, como es la rosa de las rugosidades, se consideran los obstáculos situados a menos de unos 700 m de las turbinas. Los distintos elementos del parque, como edificios, aerogeneradores y alineaciones de aerogeneradores, van a comportarse como obstáculos para los demás componentes de la instalación, al crear un abrigo en la dirección a favor del viento. De hecho, habrá una **estela** tras la turbina, esto es, una larga cola de viento turbulenta y ralentizada, en comparación con el viento que llega al aerogenerador (Figura II.4), estimándose en un 5% aproximadamente la pérdida de energía debida al denominado efecto parque (Windpower, 2000).

Figura II.4. Aspecto de la estela de un aerogenerador (Tomado de www.lm.dk)



Para evitar una turbulencia excesiva corriente abajo alrededor de las turbinas, cada una de ellas suele estar separada del resto una distancia mínima equivalente a 3-5 diámetros del rotor, que puede

alcanzar los 5–9 diámetros en las direcciones de viento dominante. Por tanto, lo ideal sería poder separar las turbinas lo máximo posible en la dirección del viento dominante aunque en la práctica debe adoptarse un compromiso con el coste del terreno y de la conexión a la red eléctrica, que aconsejan instalar las turbinas lo más cerca posible unas de otras. En varios parques eólicos de Galicia se observa que la distancia media entre turbinas es de 2,3 diámetros de rotor, un valor muy similar a los de mediana y moda (2,2). Oscila entre el valor de 1,7 diámetros como en el proyecto inicial del Parque eólico Paxareiras IID de Eurovento, equipado con turbinas Bonus - 600 con rotor de 44 m de diámetro, y 3,6 en el caso del proyecto de parque eólico de Muras I de Gamesa con turbinas Vestas V-42 de 42 m de diámetro de rotor.

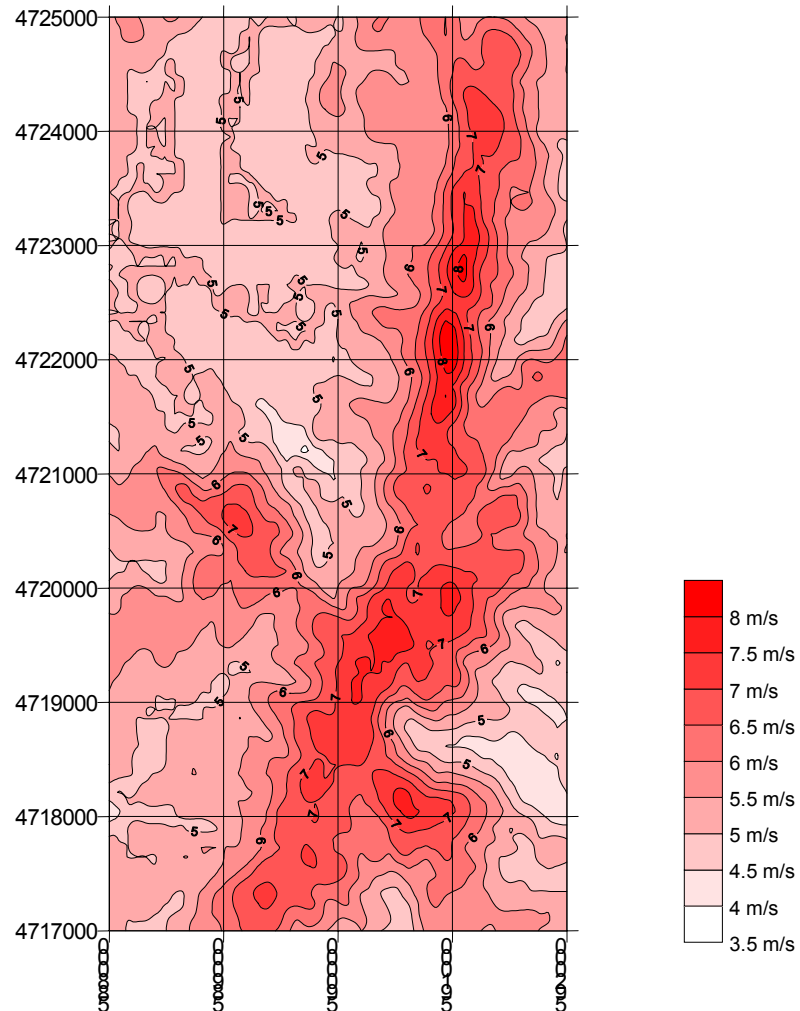
En los casos más complejos, como que los obstáculos no se encuentren en las direcciones de viento dominantes o que haya varias filas de obstáculos que requieran cálculos más elaborados, se utilizan programas informáticos que permiten gestionar toda esa información, como el modelo WAsP de Risø o el programa WindPro del EMD. El más popular es el WasP, creado en 1987 por el Departamento de Energía Eólica y Física Atmosférica del Laboratorio Nacional Risø de Dinamarca como una herramienta para el análisis de datos de viento, generación de mapas eólicos, estimación del clima eólico y establecimiento de las posiciones de las turbinas. En el año 2000 desarrollaron la séptima versión (WindStats 2000) con notables mejoras en comparación con los programas pioneros. Estas herramientas permiten simular el efecto de la topografía local teniendo en cuenta la rugosidad de las superficies asociadas a distintos usos de suelo, aunque cabe insistir en que la presencia de una topografía compleja o a partir de datos no suficientemente extrapolables, podrían restar precisión a los resultados obtenidos. Así se delimitan las áreas de aprovechamiento eólico sobre el terreno, de donde resultan los mapas de isoventas como el que, a modo de ejemplo, se muestra en la Figura II.5.

A continuación se evalúa el funcionamiento de distintos tipos de aerogeneradores, permitiendo de esta manera una mejor valoración de la rentabilidad de la instalación y adaptar las operaciones de explotación y mantenimiento, mientras al suministrador del aerogenerador le permite adecuar la maquinaria al emplazamiento, mejorando su producción o su comportamiento estructural. El proceso que define el número y ubicación de aerogeneradores de un parque eólico se realiza en dos fases sucesivas: en la primera fase se hace una estimación del número de turbinas que fijan el aprovechamiento máximo del parque; posteriormente se trata de minimizar las pérdidas por estelas entre generadores, por lo que se reduce el número de aerogeneradores hasta el límite que permite la explotación rentable del parque, realizándose sucesivas simulaciones de posicionamiento de los aerogeneradores hasta optimizar recurso y posición, lo que implica la realización de diversas comprobaciones *in situ*.

Por otro lado, hay que considerar que la producción de electricidad en un parque eólico es irregular por variar en función de la velocidad del viento y porque los aerogeneradores funcionan un alto número de horas al año, pero no siempre a plena carga. La valoración energética de un emplazamiento con un sistema de captación determinado se define mediante una serie de parámetros

significativos, como factor de disponibilidad, número de horas equivalentes para un periodo dado, normalmente un año y factor de capacidad (definidos, por ejemplo en Jarabo y col., 2000).

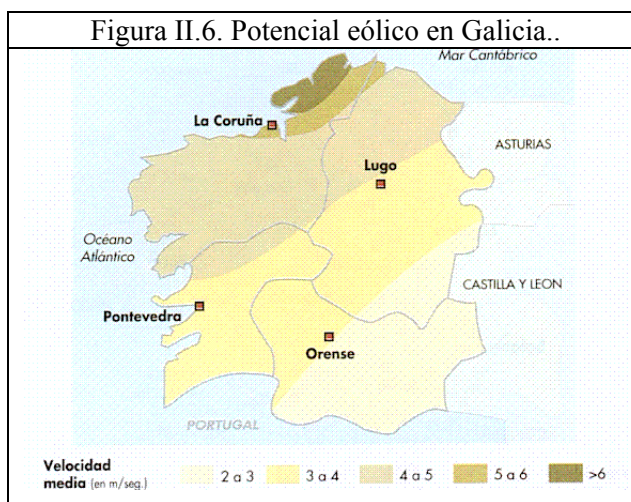
Figura II.5. Ejemplo de Mapa de isoventas. Serra do Faro.



II.2. ENERGÍA EÓLICA EN GALICIA

Galicia cuenta con antecedentes históricos de la existencia de sistemas de utilización de energías renovables (eólica, hidráulica, mareas). Los sistemas de aprovechamiento de energía eólica con distintos fines, producción de pólvora, tintes, etc. y mayoritariamente para molienda de grano, se concentran en la franja costera atlántica, una zona que reúne las condiciones de vientos fuertes y constantes adecuadas para su desarrollo y utilización, en claro contraste con la Galicia interior, donde la existencia de molinos de viento está reducida a prácticamente unos casos concretos.

Los estudios derivados de la realización de las diversas series del Mapa Eólico Nacional publicados desde el año 1982 en adelante, han confirmado efectivamente la existencia de zonas potencialmente ventajosas en la costa gallega (Figura II.6, tomada de IDEA, 1984), en la región canaria y en el Estrecho de Gibraltar, por lo que no es de extrañar que hayan sido estas áreas los escenarios pioneros en el desarrollo de prototipos de turbinas eólicas y de parques eólicos comerciales. Las condiciones eólicas de Galicia se explican en función de su configuración orográfica y, sobre todo, debido a su situación en el extremo noroeste de la Península, donde se da el denominado “efecto esquina”: al hallarse en la esquina noroeste de la península, se produce la aceleración del flujo del aire al bordearla, lo que supone además que las situaciones predominantes, con un porcentaje muy elevado frente al resto, sean los vientos de 1er y 3er cuadrante (NE y SW).



Así, en determinadas zonas de Galicia, como por ejemplo la costa comprendida entre los cabos de Estaca de Bares y Fisterra, bien expuestas a las direcciones predominantes, con unas condiciones meteorológicas apropiadas y un régimen de vientos con buenas posibilidades de aprovechamiento, el recurso eólico disponible resulta ser lo bastante elevado y de buena calidad como para justificar, inicialmente la instalación de molinos de viento y, en la actualidad, la instalación de plantas eólicas para su explotación desde el punto de vista energético, con la ventaja adicional de que la energía disponible en esta Comunidad Autónoma es superior en los meses de invierno, coincidiendo con los periodos de mayor demanda energética.

A principios de los años noventa las distintas empresas promotoras de parques eólicos procedieron a la instalación de una red de estaciones repartidas por toda la geografía gallega con el fin de estudiar y caracterizar el recurso eólico existente y cuantificar la energía eólica que se puede extraer en determinados emplazamientos *a priori* prometedores, tanto por su potencial eólico como por la proximidad a la red de distribución eléctrica para posibilitar la evacuación de la energía producida.

Este primer estudio ha permitido realizar la evaluación de los emplazamientos concretos, posibilitando la localización y determinación de los emplazamientos de mayor potencial eólico (Figuras II.12 y II.13) que en conjunto suponen unos 5500 MW.

Una vez definidas las posibilidades de aprovechamiento del recurso existentes en la Comunidad, la Administración autónoma realizó una planificación a 10 años vista, el Plan Sectorial Eólico de Galicia, que contempla inicialmente la instalación de 2.800 Mw. de potencia.

II.2.1. ANTECEDENTES DE LA EXISTENCIA DE MOLINOS DE VIENTO EN GALICIA

La existencia de molinos de viento en Galicia ha sido estudiada de forma exhaustiva por Bas (1991) y Bas y Varela (1999), aseverando que los molinos de viento se localizan preferentemente en la zona costera y en las áreas colindantes, donde se reúnen una serie de factores que favorecen la existencia de vientos constantes y fuertes. Pero la existencia del recurso no parece ser el único factor que ha influido en el desarrollo del aprovechamiento eólico aplicado a la molienda. Así, aunque la abundancia de pequeñas corrientes de agua garantiza el establecimiento de molinos de rodicio (hidráulicos, tan extendidos por toda la región), la sequía estival reduce considerablemente el abastecimiento, por lo que los molinos de viento constituirían una alternativa, sobre todo en áreas en las que la densidad de población es elevada, incrementándose las necesidades de abastecimiento. Estas tres circunstancias, una alta densidad de población, la escasez o ausencia estacional de recurso hidráulico y la exposición a los vientos son características de toda la zona litoral gallega y especialmente definitorias de las áreas que se encuadran en las sierras litorales de Galicia. De forma más puntual o local, otros factores han actuado favoreciendo la construcción de molinos de viento, como la localización de ciertos núcleos de población con sociedades proclives a la asimilación de innovaciones tecnológicas que probablemente llegaron del exterior, una circunstancia favorecedora a la implantación y desarrollo de esta tecnología o la concurrencia de circunstancias desfavorables para el abastecimiento de la población, como pudo ocurrir en Vigo (Costas y col., 1997). En el caso concreto de la ciudad de A Coruña, ésta y su entorno presentan unas características geográficas y referidas a la evolución histórica de la ciudad, centradas en aspectos económicos, que hacen de este emplazamiento un lugar idóneo para establecer molinos de viento (Bas, 1991).

La bibliografía consultada refleja que la construcción de los molinos de viento no supone un gasto oneroso, ni precisa de conocimientos muy específicos, al contrario de lo que ocurre con otros tipos de molinos, y tanto su instalación como su puesta en funcionamiento son bastante simples. Sin embargo, su mecanismo es bastante más complejo que el hidráulico, de fuerza equivalente, pero terminan por resultar menos rentables. Debido a la incomodidad de ir al molino, situación en ocasiones coincidente con abundantes precipitaciones en Galicia, los molinos hidráulicos permiten una mayor frecuencia de operatividad, lo que explica la permanencia de estos últimos en detrimento de los de viento. Estos datos vienen a corroborar una vez más el carácter temporal, esporádico más bien, y circunstancial de la implantación, desarrollo y utilización de los aprovechamientos eólicos. El viento

como recurso en tierra constituye una energía alternativa, pero siempre secundaria a la que se recurre en periodos de crisis, dinámica que ha venido sucediendo en las últimas décadas, durante las crisis petrolíferas.

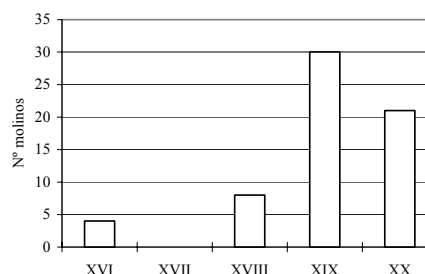
En Galicia, las menciones más antiguas que se conocen pertenecen al s. XVI, correspondientes a los “*Libros de Consistorios da Coruña de 1525*”, en los que además de hacer continuas referencias a cuatro molinos de viento, se citan ordenanzas sobre la molienda. La referencia más antigua conocida trata de un pesador “*a la Puerta de la Torre y a Juan Vidal para los molinos de viento que el molinero a quien faltaren la fariña de seis libras abaixo (...) y mandaron que todos los vecinos desta Çibdad vayana pesar a los dichos pesadores media blanca por todo el año*”. Puesto que se trata de normativa de funcionamiento, se deduce que su construcción es anterior a esa fecha aunque no se puedan datar por ausencia de información concreta sobre la época de construcción. Estas primeras menciones gallegas aparecen con un retraso de 350-400 años con respecto a otros países de Europa (Francia, Islas Británicas, siendo algo menor la diferencia con Holanda, Alemania, Dinamarca, etc.) y, en el contexto de la Península, aparecen con una diferencia máxima de unos 350 años, si bien esta cifra se reduce con la comparación de algunas áreas del territorio peninsular.

La construcción y utilización de los distintos tipos de molinos se sucede en Galicia a lo largo de los años, llevando una trayectoria de instalación casi ininterrumpida y encontrándose incluso casos casi anecdóticos de molinos construídos en los años 80 con las mismas características que los que les precedieron hasta cientos de años antes. En general se puede afirmar que la aparición de una nueva fuente de energía o la introducción de una nueva técnica de captación no hacía desaparecer las utilizadas hasta entonces, aunque sí podían hacer que su uso decayera, recuperándose los viejos molinos a los que tradicionalmente se iba a moler

el grano. Por lo que respecta a los molinos de viento la evolución cronológica muestra que su construcción se produce en número ascendente desde los siglos XVI (4-5 molinos) y XVIII (con 8 molinos documentados) hasta los más de 20 que se construyen en los siglos XIX y XX, siendo destacable la ausencia de registro de datos en el siglo XVII (Figura II.7). Es en la segunda mitad del siglo XIX cuando se alcanza el mayor número y en el siglo XX se han seguido construyendo incluso hasta la década de los años 50.

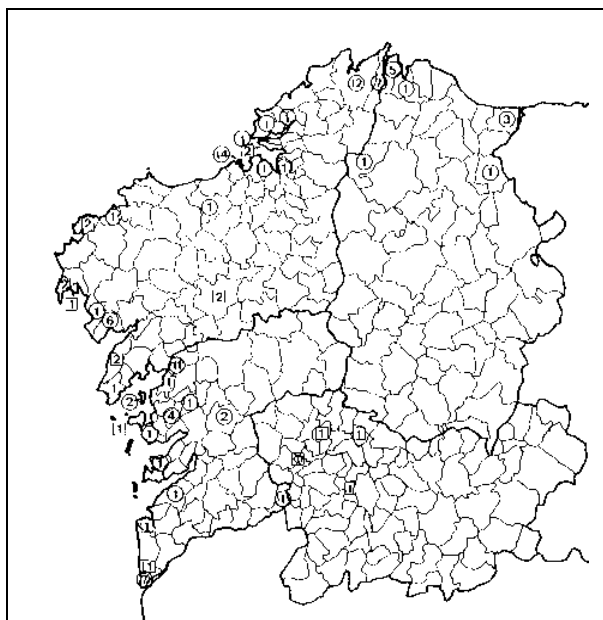
En total se ha constatado la existencia de algo más de 100 molinos de viento en Galicia, aunque la mayor parte están desaparecidos o en ruinas. El estudio más amplio y exhaustivo sobre la presencia de molinos de viento en Galicia, su tipología, la descripción, junto con un análisis histórico y etnológico ha sido el realizado por Bas (1991), siguiendo una metodología que abarca un amplio

Figura II.7. Cronología de los molinos de viento en Galicia (Datos de Bas, 1991).



trabajo documental y de campo sobre 93 molinos de viento repartidos en cinco grandes áreas de estudio (Figura II.8), aunque en total se refiere a unas 120 construcciones.

Figura II.8. Mapa de distribución de los molinos de viento y número de molinos por municipio (Tomado de Bas, 1991). Señala con un círculo los confirmados y con un cuadrado las referencias imprecisas.



Las cinco grandes áreas de estudio son A Guarda, Santa María de Sacos (Cotobade), Catoira, A Coruña, Orteigueira - Viveiro, junto con otros diseminados por los municipios de Vigo, Meis, Bueu, Sanxenxo, Barro, Vilanova de Arousa, Vilagarcía de Arousa, Ribeira, Muros, Carnota, Fisterra, Laxe, Sada, Miño, Xermade, Narón, Ribadeo y A Pontenova. A estos añade 12 más posibles molinos y 15 referencias muy imprecisas procedentes de los municipios de O Rosal, Crecente, Baiona, Vigo, Llistanco, O Grove, Beade, Catoira, Porto do Son, Santiago de Compostela, Corcubión, Camariñas, Laracha, Ares, Mugardos, Ferrol, Neda y Cedeira. Trabajos posteriores amplían el número de posibles molinos, ya desaparecidos. Así, Costas y col. (1997), recogiendo los datos de Martínez González (1997) sobre las parroquias de San Juan de Tabagón y San Miguel de Tabagón (O Rosal), informan de la existencia de un posible molino en Vigo denominado O Muíño de Alcabre, por referencias toponímicas, bibliográficas y etnográficas, que podría ser el origen de los topónimos Barrio del Molino de Viento y Punta do Muíño; en el municipio de A Guarda citan la existencia de 3 construcciones no citadas por Bas (1991). Bello Iglesias y col. (1997) hacen referencia a la existencia de un molino de viento denominado Molino de Lombao, en la parroquia de Devesos (municipio de Orteigueira) en las estribaciones de la Serra da Faladoira. Junto con los Santiago de Compostela y Xermade, recogidos por Bas (1991) como posibles molinos y el que, según Bouza Brey (citado en Rivas Quintas, 1997) se encontraba en Bande, constituyen los molinos de viento que se sitúan más al interior de los que se tiene noticia hasta el momento.

Bas y Varela (1999) describen diferentes tipologías de molinos de viento, atendiendo a las variaciones significativas que ofrecen las características constructivas y mecánicas, si bien hay una serie de características que son comunes a todos o a buena parte de ellos. En algunos casos su concentración en una zona concreta o en un núcleo de población determinado está en relación con la ausencia de molinos hidráulicos - como por ejemplo en A Coruña o A Garda -, mientras que en otros no responde aparentemente a necesidades o situaciones precisas. En ese mismo trabajo, los autores realizan un esbozo de la aparición, implantación y desarrollo de los distintos tipos de molinos que clasifica en tres grupos, según la naturaleza de la fuerza impulsora: de mano, de viento e hidráulicos, subdividiendo estos últimos en molinos de agua, de mareas, aceas y de volante o rueda vertical auxiliar.

II.2.2. DESARROLLO COMERCIAL DE PARQUES EÓLICOS

Como se ha mencionado anteriormente, la existencia del recurso parece ser condición necesaria pero no suficiente para que se produzca el desarrollo de instalaciones que aprovechen el potencial eólico de un área geográfica determinada. Además, aunque la implementación de los molinos de viento sea muy asequible, no ocurre lo mismo con las instalaciones destinadas a la producción de energía eléctrica a escala industrial; en estas últimas interesa sobre todo la rentabilidad de las instalaciones, minimizar el coste de instalación por Kw., asegurar la calidad de los componentes del aerogeneradores y de su funcionamiento y, en general, maximizar la relación beneficio/inversión. Para lograr estos objetivos las empresas promotoras deben contar con un cierto nivel tecnológico que permita: la elección del tipo de aerogenerador más adecuado para cada emplazamiento de modo que su adaptación sea máxima, alta capacidad de funcionamiento en diferentes áreas geográficas con distintos regímenes e intensidad de viento, etc. De aquí se deduce que la principal limitación para el desarrollo de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en general y eólica en particular es la disponibilidad de la fase tecnológica más eficaz y avanzada de las modalidades de aprovechamiento que demuestre capacidad práctica y un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto. Esto requiere un considerable esfuerzo económico en investigación (concretamente en la adecuada elección de las líneas de investigación y desarrollo), en la creación de infraestructuras fabriles y de evacuación y distribución de la energía eléctrica producida hasta los centros de consumo, etc.

La crisis del petróleo de 1973 y el encarecimiento del petróleo en la década siguiente suele considerarse el principal factor desencadenante que obligó definitivamente al mundo industrializado a plantearse la búsqueda de alternativas con las que afrontar la escasez y carestía de los productos energéticos dominantes, derivados del petróleo mayoritariamente, aunque no pueden dejarse de lado consideraciones de tipo ambiental, tecnológico o social. Es en esta época cuando las energías renovables y específicamente la eólica y la solar reciben un considerable empuje, fundamentalmente en Estados Unidos. Tomando como referencia la información recopilada por Bencomo Pérez-Zamora

(1997) sobre las actuaciones realizadas por el grupo Endesa en materia de aprovechamiento comercial de parques eólicos en España, se describe a continuación la cronología de la implantación de este tipo de proyectos:

Aunque la instalación de parques eólicos comerciales se inició en los años 90, estrictamente hablando, su desarrollo experimental comenzó en el año 1978, con la financiación por parte del Centro de Estudios de la Energía y el apoyo del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo a la instalación de un prototipo de aerogenerador de 100 Kw. de potencia con un rotor tripala de 17 m de diámetro en el término municipal de Tarifa (Cádiz). En el año 1979 el Centro de Estudios de la Energía promovió un proyecto de construcción de una planta experimental de 100 Kw., que se inició con el estudio previo de los recursos eólicos realizado en el Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA), decidiéndose finalmente su construcción en Punta de Tarifa (Cádiz). En 1983 se desarrolla la segunda fase del proyecto, consistente en pruebas de la máquina.

Durante esos años se instrumentaron una serie de actuaciones legislativas que se concretaron en el Ley 82/80, de 30 de diciembre, sobre Conservación de la Energía, con una gran repercusión en el sector. Al mismo tiempo, los trabajos de comprobación técnica realizados de 1981 á 1986 consiguieron el desarrollo de máquinas de pequeña y media potencia que aportaron un contenido tecnológico básico a la naciente industria del sector: Así, en 1981 el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), dependiente del Ministerio de Industria y Energía, convocó dos concursos para el desarrollo de prototipos de aerogeneradores de 5 á 10 Kw. y de 25 Kw. de potencia, que constituyen las primeras máquinas nacionales de pequeña potencia. Paralelamente, el Programa energético UNESA-INI (PEUI) posibilitó el desarrollo de otro modelo de aerogenerador de 24 Kw., instalado en Mallorca, y que sirvió como base para la puesta a punto de aerogeneradores de mayor potencia. En 1984 se construyó en el Ampurdán (Girona) el primer parque eólico conectado a la red con cinco aerogeneradores de 24 Kw., una instalación que fue puesta en marcha mediante la colaboración entre la Generalitat de Cataluña, la empresa eléctrica ENHER y el PEUI.

El desarrollo tecnológico y la utilización progresiva de las energías renovables en España han sido amparados por la Administración mediante la elaboración de Planes Nacionales con objetivos específicos para cada una de las áreas. Los de 1986 y 1989 estaban especialmente dirigidos a proyectos de aplicación y demostración, mientras el Plan de Investigación Energético (PIE, 1989) potenciaba el desarrollo tecnológico de los aerogeneradores con el objetivo de reducir su coste por unidad de potencia instalada. Para el sector eólico dichos Planes supusieron un incentivo de progreso en la obtención de tecnología estatal, precisión en el conocimiento de las condiciones de viento en las distintas zonas de implantación y la adquisición de experiencia en las cuestiones relacionadas con la explotación y el mantenimiento. En este contexto surgió, en el seno del Instituto Nacional de Industria (INI), la empresa INISOLAR con el objetivo de promover el desarrollo de estas fuentes de energía renovables que pudieran constituir, siquiera parcialmente, una solución a los problemas de escasez y carestía de los productos derivados del petróleo. Los primeros desarrollos en los campos solar y eólico

se deben a la empresa GESA, con cuya tecnología se instalaron en Galicia una serie de aerogeneradores de pequeña potencia en áreas costeras y vaguadas favorables del interior de las provincias de Lugo y A Coruña, en Santa Comba donde ha funcionado una máquina de 55 Kw. con una producción de 110.000 Kwh./año hasta hace pocos años.

El Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, CIEMAT (antigua Junta de Energía Nuclear), ha contribuido intensamente al desarrollo tecnológico del aprovechamiento de la energía del viento, principalmente desde la creación en 1985, de la División de Energía Eólica dentro del Instituto de Energías Renovables, participando en numerosos proyectos nacionales e internacionales y cubriendo la práctica totalidad de las áreas de trabajo, desde la evaluación de recursos y configuración de parques eólicos, hasta el diseño, construcción y ensayo de aerogeneradores y componentes, así como su aplicación a sistemas diversos: iluminación, bombeo y desalación del agua, etc. (Avia Aranda, 2001).

La creación del Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE), la constitución de programas de incentivación desde el Ministerio de Industria y la entrada en la Comunidad Europea hicieron viable económicamente la construcción de parques eólicos en España. Así, en Galicia se construyó en 1986, estando operativo desde 1987, el **parque eólico de Estaca de Bares** que ocupa una superficie de 2 ha en Mañón (A Coruña) (Figura II.9). La instalación se realizó mediante cooperación entre el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Xunta de Galicia, Endesa e IDAE, estos dos últimos copropietarios, y contando con subvenciones provenientes del Ministerio de Industria y de la Xunta de Galicia. Estaba constituido inicialmente por 12 aerogeneradores tripala, modelo GESA - PEUI 10/3, con rotor de 10 m de diámetro, torre de 12 m de altura y 30 Kw. de potencia unitaria. La potencia total instalada en este parque era pues, de 360 Kw. y su producción anual próxima a 800.000 kWh.

Figura II.9. Parque eólico de Estaca de Bares, en Mañón (A Coruña)



El coste medio de instalación de este parque y de La Muela (Zaragoza), contemporáneo y de características muy similares, ascendió a unos 1.800 € /KW. El parque de Estaca de Bares fue posteriormente modificado y ampliado, en 1997, estando en la actualidad integrado por doce aerogeneradores de 37,5 Kw., lo que representa una potencia total de 450 Kw. y una producción anual

de 1.010.000 kWh. En esas mismas fechas se conciben y desarrollan los proyectos de los parques eólicos de Granadilla, a modo de plataforma experimental, y el de Monteahumada, en Tarifa (Cádiz), para prueba y validación de aerogeneradores de varios fabricantes.

El **parque eólico de Granadilla**, localizado en el sur de Tenerife, (Figura II.10), fue construido por Unelco, IDEA y Consejería de Industria y estaba formado por 4 unidades de ECOTECNIA de 25 KW, 4 unidades de GESA de 25 KW, 2 unidades de ACSA de 55 Kw., lo que hacían un total de 310 kW. Los objetivos de la promoción era el desarrollo y la experimentación de los aerogeneradores de potencia inferior a 100 KW, el análisis de la problemática de los pequeños parques eólicos, el apoyo a los fabricantes nacionales en el desarrollo tecnológico en la línea de baja a medio potencia, al mismo tiempo que se pretendía que la instalación tuviese un carácter meramente demostrativo. UNESCO realizó para este parque las tareas de redacción del proyecto, instalación, operación, mantenimiento y gestión económica



La experiencia acumulada durante la fase de explotación fue esencial para los diseños de los prototipos MADE A-20 de 150 Kw., MADE A-23 de 180 Kw. y la serie de 225 Kw. de ECOTECNIA. El **parque eólico de Monteahumada** supone un gran salto cualitativo en el desarrollo de la energía eólica en España, debido no sólo a las duras condiciones de viento, en ráfagas y turbulento, y a sus características orográficas, sino porque permitió el inicio de una relación estable y creciente con los fabricantes de piezas de los aerogeneradores y supuso el comienzo de los programas de operación y mantenimiento de aerogeneradores e instalaciones auxiliares. Su promotor principal fue Sevillana de Electricidad en colaboración con distintos fabricantes, entrando en funcionamiento con tres aerogeneradores Cenemesa de eje vertical y de 300 Kw. de potencia que fueron posteriormente desmontados. En 1989 ENDESA instaló aerogeneradores MADE de 150 Kw. procediendo al desmontaje de las máquinas Cenemesa, que permitió disponer de superficie utilizable para nuevas instalaciones, concretadas en 1994 con las tres nuevas MADE de 300 Kw. que incorporaron aspectos técnicos diferenciadores. Con este motivo, la tecnología de GESA fue transferida a MADE, filial de

Endesa, que hasta entonces era responsable de las fases de fabricación, montaje y puesta en marcha de los aerogeneradores.

A finales de ese mismo año, 1989, se construye el **parque eólico de Cabo Vilano**, en Camariñas (A Coruña), propiedad de Endesa y Fenosa, y financiado por Fenosa, Endesa, Xunta de Galicia, Ministerio de Industria y CEE (FEDER). Está constituido por dos aerogeneradores de 100 y 200 Kw. de potencia del suministrador danés Vestas, modelos V20 y V25, respectivamente, instalados con el objetivo de evaluar el comportamiento eólico en terrenos difíciles pero con elevado potencial. La producción estimada fue de unos 817.000 Kwh./año. En el campo de la alta potencia cabe destacar que en esta misma instalación de Cabo Vilano se puso en marcha en 1989 el proyecto AWEC-60 (Figura II.11), consistente en la colocación de un prototipo de 1.200 Kw. de potencia unitaria, que durante muchos años fue el aerogenerador de mayor potencia instalado en España, sobre una torre de 45 m de altura, rotor de 60 m de diámetro y una producción estimada de 3,4 millones de Kwh. por año. Se trata de un proyecto transnacional promovido por las siguientes empresas y organismos: ASINEL, IER-CIEMAT, UNIÓN FENOSA, MAN TECHNOLOGIE, CEE, DGXII, BMFT y OCIDE. Posteriormente, a principios de 1992 entraron en funcionamiento 20 máquinas MADE AE-20 de 150 Kw. de potencia unitaria con una producción de cerca de 7.250.000 Kwh./año.

En 1991 se aprobó un nuevo Plan Energético Nacional que incluye el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE), mediante el cual se define una estrategia para el uso eficaz de la energía y la utilización de las energías renovables (Programa de Energías Renovables). Uno de los objetivos del PAEE era incrementar la producción de energías renovables en 1,1 millones de toneladas equivalentes de petróleo y, en el área eólica, promover el aprovechamiento de las zonas geográficas con alto potencial mediante la instalación de parques eólicos conectados a la red de distribución eléctrica, considerando prioritario el desarrollo tecnológico y la fabricación de aerogeneradores españoles. Durante los cinco años de vigencia del Plan se instalaron en España 109 Mw., la mayor parte de ellos en Andalucía que, junto con la potencia instalada anteriormente, totalizan 115 Mw. a finales de 1995. Como principales instalaciones realizadas durante este período cabe destacar los grandes parques eólicos de 30 Mw. en Tarifa, de Sociedad Eólica de Andalucía S.A. y los diferentes parques eólicos de Canarias (Cañada del río en Fuerteventura y Los Valles en Lanzarote), junto con Cabo Vilano, Parque eólico Aragón, Sierra del Perdón (Navarra) y Bajo Ebro (Cataluña), alguna de las cuales fue posteriormente ampliada en 1996.

Entre Noviembre de 1992 y Febrero de 1993 se ponen en marcha los dos primeros parques eólicos con características plenamente comerciales: Parque Eólico del Sur (PESUR) Y Energía Eólica del Estrecho (EEE), ubicados ambos en Tarifa, con un total de 30 Mw. que pasaron a constituir el parque de la Sociedad Eólica de Andalucía (SEA) por fusión de ambas sociedades propietarias. Su principal característica es que constituye el escaparate de la tecnología eólica estatal existente en ese momento, con aerogeneradores de AWP (actualmente Desarrollos Eólicos), ECOTECNIA y MADE, siendo destacable la incentivación económica de la Administración canalizada a través de importantes

ayudas del Ministerio de Industria, de la Junta de Andalucía y de la Comunidad Europea. A partir de este parque se produce una actividad creciente de ejecución de nuevos proyectos entre los que destaca el parque eólico de Fuerteventura, con 10 Mw., y que constituye un hito importante para Canarias por las peculiaridades de esta zona geográfica: Aunque el viento está garantizado y es de “excelente calidad” no se pueden instalar máquinas de captación para todo el potencial existente debido a consideraciones medioambientales, a la existencia de numerosos parajes protegidos y por las limitaciones impuestas al considerar las islas constituyen sistemas eléctricos aislados.

Teniendo en cuenta la riqueza del recurso en Galicia y de cómo se han ido implantando y desarrollando este tipo de instalaciones se proyectó la construcción de un parque demostración, SOTAVENTO, promovido por una empresa mixta integrada por la XUNTA de Galicia, el I.D.A.E. y un grupo de promotores eólicos. Las instalaciones de dicho parque, inauguradas en julio de 2001, se ubican en las cumbres de los montes entre Marco da Curra y Candieiro, situados en el límite de los ayuntamientos de Xermade y Monfero, provincias de la Coruña y Lugo. Una parte de este lugar fue utilizado hasta hace poco tiempo como centro experimental de posibles aprovechamientos y transformaciones agropecuarias, convirtiéndose a partir de ahora en escaparate de tecnología, diseño y operación controlada de parques eólicos para otras regiones de Europa y países de otros continentes. Junto a su papel de banco de pruebas de tecnología puntera, contempla un ambicioso proyecto de investigación y de divulgación de los tipos de aprovechamientos de energías renovables.

II.2.3. EL PLAN EÓLICO DE GALICIA.

Desde 1990 en la Comunidad Autónoma de Galicia se viene desarrollando un proyecto de carácter transnacional, promovido por iniciativa privada y coordinado inicialmente por la sociedad Gestión Energética de Galicia (GESTENGA) con el objetivo, entre otros, de planificar y definir las posibilidades de aprovechamiento de la energía del viento en la región. Para ello se instalaron diversas estaciones de medida con el fin de definir el mapa eólico de la Comunidad y conocer su potencial, que se cifraría finalmente en unos 5.500 MW. Además del estudio de condiciones eólicas este programa conlleva un análisis de alternativas de acuerdo con los criterios condicionantes para el desarrollo energético, que son: el potencial eólico, la orientación, la disponibilidad de terrenos, la orografía, población, etc. Fruto de esta iniciativa ha sido el proyecto regional de incidencia supramunicipal denominado Plan Eólico de Galicia, aprobado por Resolución del 14 de Octubre de 1997 de la Dirección Xeral de Industria (DOG nº 241 del 15 Diciembre de 1997). Se trata de una planificación a 10 años vista que contemplaba inicialmente la instalación de 2.800 Mw. de potencia eólica (Figura II.12) y articulada en tres fases, tal y como se recoge en la Tabla II.1. Incluía la participación de empresas extranjeras con filiales y/o delegaciones sociales en Galicia, la potenciación del tejido industrial gallego mediante la fabricación de aerogeneradores o de parte de sus componentes y de otros elementos en la Comunidad Autónoma, así como ciertos aspectos relativos a la protección/gestión de algunos espacios naturales de interés.

Figura II.12. Plan Eólico de Galicia aprobado 1-10-97 (Facilitado por INEGA).

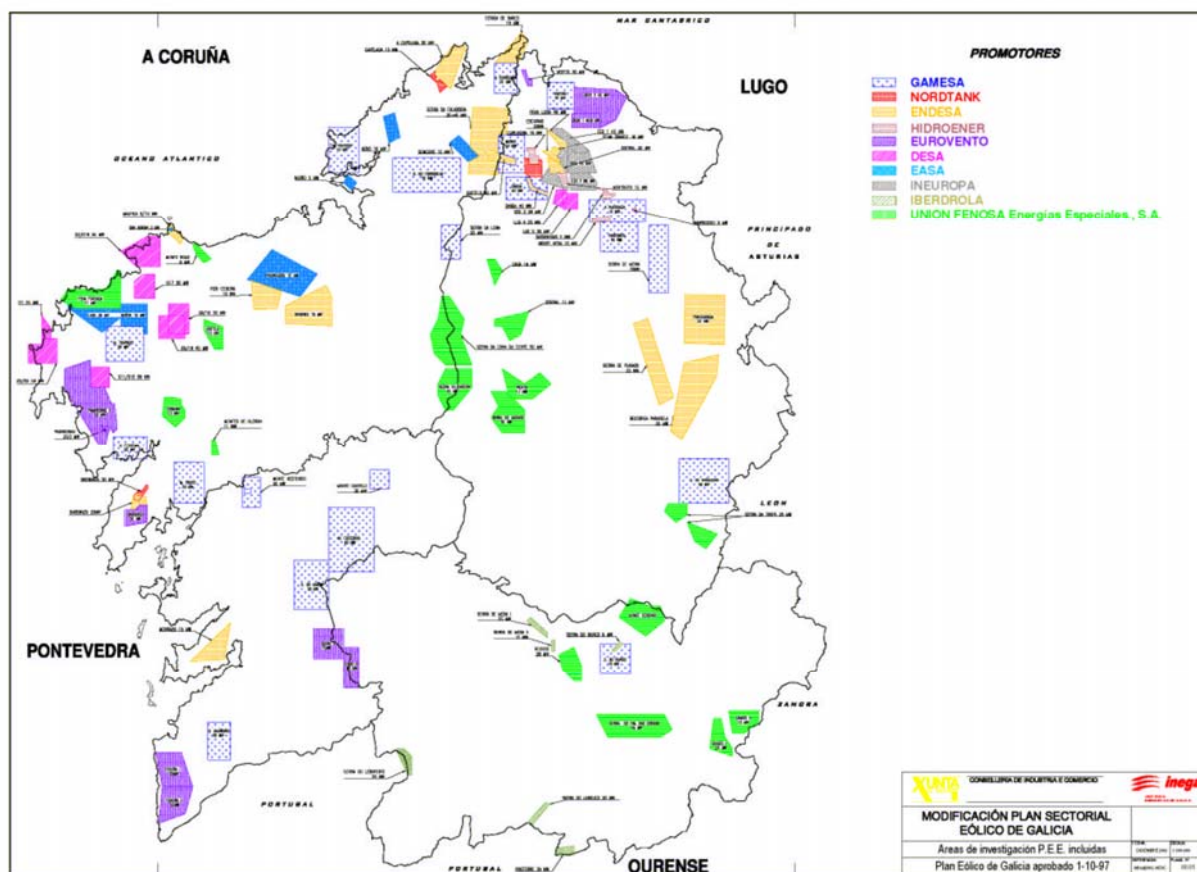


Tabla II.1. Perspectivas de desarrollo del Plan Eólico de Galicia.

	Años	Potencia a instalar acumulada
Fase I	1997 – 2000	900
Fase II	2000-2002	1.700
Fase III	2002-2004	2.800

La primera iniciativa de instalación de proyectos comerciales en Galicia surge en noviembre de 1993 durante la celebración de las Jornadas Europeas de Energía Eólica en Puerto de Santa María (Cádiz), donde se presentó una ponencia que destacaba las posibilidades de desarrollo de los aprovechamientos eólicos en Galicia y con la finalidad de atraer la atención de diversos agentes implicados en el negocio hacia esta región. Consecuentemente se produce la promoción de iniciativas ya existentes por ejemplo del grupo Endesa, que inicia una amplia campaña de acciones para Galicia, comprometiéndose a la instalación de 750 Mw. de energía eólica para el 2000 (mediante un documento firmado conjuntamente con los sindicatos UGT y CCOO y con la organización ecologista AEDENAT). También algunas compañías internacionales empezaron a tener en cuenta el enclave privilegiado de Galicia: la californiana Seawest, ya bien implantada y con un amplio conocimiento de las posibilidades eólicas gallegas, los daneses de Consolidated Investment y Elsamprojekt, sumándose a lo largo de 1984, Abengoa, Vestas, Nordtank y New World Power Corporation.

De este modo, a lo largo de 1994 la Administración gallega pasó de tener dos proyectos de dos parques eólicos (Endesa con 16,5 Mw. y Ecotécnica, con 15 Mw.) hasta un total de veintitrés proyectos con más de 500 Mw. de potencia prevista a finales del mes de Diciembre del mismo año, incluyendo al promotor gallego Hidroener y la empresa americana Kenetech, que se unieron a los anteriores. En el año siguiente, 1995, la Xunta de Galicia recibe las propuestas de otras empresas, como Zond, Mitshubishi, Hanseatische, Micon, Wind World y Bonus, que en la primavera de 1995 suman un total de treinta y tres solicitudes para la instalación de otros tantos parques que suponen en conjunto más de 850 MW.

En ese momento un factor de gran peso que contribuye a explicar en buena parte el elevado número de peticiones para instalar parques eólicos, no sólo en Galicia sino en todo el Estado, radica en la propia legislación española, que incentiva poderosamente la generación de energía eléctrica en el denominado “régimen especial” en el que se encuentra la energía eólica (Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, *sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración*). Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los estudios iniciales realizados a principios de los años 90, las posibilidades de desarrollo energético a partir de aprovechamientos eólicos en Galicia a medio plazo se estimaban en una potencia de 500 Mw., lo que supondría una producción de 1.337 GWh/año, pudiéndose alcanzar a largo plazo los 1000 Mw. de potencia, con resultados de producción de hasta 2.723 GWh/año.

Las grandes posibilidades de implantación que se deducen del número de solicitudes de parques eólicos llevaron a la entonces Consellería de Industria e Comercio de la Xunta de Galicia a realizar un estudio que estableciese un sistema de ordenación territorial exclusivamente dirigido a seleccionar las posibles ubicaciones de aprovechamientos eólicos. Este estudio de **Análisis y Planificación de la Energía Eólica** se realizó para todo el ámbito geográfico de la Comunidad Autónoma de Galicia, dividiendo el territorio en amplias zonas y estudiando el potencial global estimado asociado a cada zona así como su afección medioambiental. El resultado del estudio señalaba que el potencial de energía eólica desarrollable en Galicia estaba en torno a los 5.000 MW (Figura II.123).

En estas circunstancias la evaluación del recurso eólico deja de ser prioritaria para las empresas promotoras, que centran sus esfuerzos en tomar posiciones para lograr la concesión de las áreas geográficas seleccionadas con alto potencial eólico. Esto propició una carrera por la obtención de los terrenos, elemento básico de gran poder a la hora de proceder a una instalación o, en su caso, negociar con terceros desde una posición de dominio. El desmesurado interés por los aprovechamientos eólicos en Galicia y el exceso de oferta de los promotores exigió la instrumentación y ordenación del recurso desde la Administración que, en un intento de regular la situación, la Xunta de Galicia aprobaba, por primera vez en España, el Decreto 205/1995, de 6 de julio, *por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica*, con la vista puesta en una planificación estratégica de largo plazo que garantizara un desarrollo racional del negocio para todas las partes.

II.2.3.1. LOS PLANES EÓLICOS ESTRATÉGICOS. NORMATIVA Y PROCEDIMIENTO

El objeto del Decreto 205/1995 de 6 de julio por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica (D.O.G. nº 136, de 17 de julio de 1995) es *“la regulación, dentro del ámbito de la Comunidad Autónoma, del procedimiento para la autorización de las instalaciones dedicadas a la producción de electricidad a partir de la energía eólica”*, esto es, parques eólicos, *“de potencia eléctrica igual o inferior a 100 Mw.”*.

En dicho Decreto se establece la figura de **Plan Eólico Estratégico** (en adelante PEE), un documento de carácter vinculante tanto para la Administración como para el promotor, que deben elaborar las empresas promotoras que pretendan *“la implantación de dos o más parques eólicos y, eventualmente, de las instalaciones de industria auxiliar ligadas a los mismos”* en la Comunidad. Es a través de los PEE como se instrumentaliza el grueso de la planificación y desarrollo de la energía eólica en Galicia que se vincula al desarrollo de planes industriales. En efecto, y como se verá más adelante, el PEE se centra fundamentalmente en tres puntos principales: Un Plan de investigación eólica y los Programas de inversiones y de Actividades industriales; debe recoger igualmente el contenido innovador del sector, la incidencia en la planificación energética sectorial, el desarrollo armónico de los aprovechamientos eólicos, su impacto sobre el tejido industrial y el desarrollo económico local y regional.

El Decreto 205/1995 contempla inicialmente dos fases de procedimiento administrativo, muy similares entre sí en cuanto a plazos y procedimiento para la autorización de un parque eólico, la aprobación del Plan Eólico y la autorización de instalación de un parque eólico, que se describen a continuación de forma sucinta.

El órgano sustantivo que tramita todas las solicitudes y autoriza la construcción, puesta en marcha y funcionamiento de los parques eólicos es la Consellería de Industria, Comercio y Tecnología de la Xunta de Galicia, que actúa en coordinación con todos los organismos afectados.

I. Aprobación del Plan Eólico Estratégico.

La solicitud de aprobación del correspondiente PEE se remite al Conselleiro de Industria acompañada de un Programa de actuaciones a desarrollar en un mínimo de 2 años y en un máximo de 10, las inversiones previstas, el área o áreas a investigar, junto con la previsión de potencias brutas que se pretenden investigar e instalar y la documentación justificativa de la capacidad técnica y financiera del peticionario. La solicitud se hace pública en el DOG y en el BOE y transcurridos los 20 días de plazo para la posible presentación de solicitudes en competencia, el promotor dispone de un mes para presentar la documentación técnica que contendrá al menos:

- a) Plan de investigación eólica, con inversiones y actuaciones
- b) Plan de desarrollo tecnológico
- c) Programa de actuaciones (en el campo eólico e industrial)

d) Previsiones de potencia

e) Incidencia socioeconómica del proyecto en Galicia, empleo directo e indirecto e impacto económico en el área de implantación.

La aprobación o denegación de la solicitud se realizará en el plazo máximo de seis meses, teniendo en cuenta los criterios de Planificación energética, el estudio contrastado de datos eólicos, el grado de viabilidad económica de la solicitud, la aportación tecnológica y los efectos industriales y socio - económicos del plan. La aprobación del PEE conlleva para el promotor el derecho de investigación del área y, en el caso de existir proyectos en competencia, le otorga el derecho preferente a la autorización de las instalaciones en el área aprobada.

II. Autorización de la instalación de un parque eólico.

La solicitud se remite al delegado provincial de la Consellería de Industria indicando municipios afectados, superficie, coordenadas poligonales, potencia bruta a instalar, junto con la documentación justificativa de la capacidad técnica y financiera del peticionario. Al igual que en la fase anterior, la solicitud se publica en el DOG y en el BOE y transcurridos los 20 días de plazo para que se puedan presentar solicitudes en competencia, el promotor debe aportar dentro del mes siguiente la siguiente documentación: a) Proyecto, b) Estudio técnico - económico de viabilidad, c) Estudio de evaluación de impactos ambientales, d) Adecuación en su caso al PEE aprobado en esa área y e) Separatas técnicas correspondientes a todos los organismos afectados por el proyecto.

El proyecto se somete a información pública durante un plazo de 20 días; una vez finalizado éste y recibidas las alegaciones a que hubiese lugar la delegación provincial correspondiente dispone de dos meses para informar sobre el expediente (en lo que se refiere a su adecuación a la normativa de instalaciones industriales y eléctricas, a las alegaciones presentadas y a los informes de otros organismos sobre las actuaciones de su competencia) y remitirlo a la Dirección General de Industria que dicta resolución en el plazo de un mes.

Como se desprende de la descripción del procedimiento de autorización de un parque eólico, no es necesaria la aprobación previa de un PEE para poder obtener la autorización de proyectos, al crearse también la figura de Proyectos en competencia: Ante la presentación de varias solicitudes en competencia, la autorización se otorgará a favor del peticionario que asegure técnicamente la mejor relación entre producción eléctrica y afección ambiental y que mejor se adapte a la planificación energética, con mayor impacto socioeconómico y adecuación a los PEE existentes; en los demás supuestos tiene preferencia la primera petición presentada ante la Administración autonómica.

En otro orden de cosas, el Capítulo IV del Decreto hace referencia a la condición de producción de energía eléctrica en el régimen especial, que será otorgada por la Dirección General de Industria de la Consellería de Industria y Comercio, con el requisito de inscripción en el Registro de Instalaciones de Régimen Especial de la misma Consellería. Además, se reconoce la utilidad pública

de los parques eólicos, para lo que es necesario solicitarlo junto con una relación concreta e individualizada de los bienes y derechos que el solicitante considere de necesaria expropiación. La declaración de utilidad pública lleva implícita la necesidad de ocupación de bienes y la adquisición de los derechos afectados e implica la urgente ocupación a los efectos del artículo 52 de la Ley de expropiación forzosa, y concordantes de la Ley de ordenación del sector eléctrico.

Las referencias explícitas del Decreto 205/95 a las cuestiones medioambientales se dejan a la normativa ambiental vigente y vienen determinadas por el requerimiento de la realización de un Estudio de Efectos Ambientales (art. 12.1.c), que se realizará conforme a lo dispuesto en el Decreto 327/1991 de 4 de octubre de evaluación de efectos ambientales o, en el caso de afección a algún espacio natural incluido en el Registro General de Espacios Naturales de Galicia, un Estudio de Impacto Ambiental, según el Decreto 442/1990 de 13 de septiembre de evaluación de impacto ambiental, en tanto no se aprueben las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 1/1995 de 2 de enero, de protección ambiental de Galicia. En la actualidad estas normas, aunque siguen aplicándose, están sustancialmente modificadas por la nueva legislación básica del Estado, como se ha referido en el Capítulo anterior. De una manera más específica, se recoge también la necesidad de recabar informes de los organismos de la Administración autonómica afectados por el proyecto, no tanto sobre el PEE correspondiente, como para la autorización de instalaciones concretas (art. 12.2). En el caso de que se presenten varias solicitudes para la autorización de parques eólicos en competencia, se concreta la condición de “*una mejor relación entre la producción energética y la afección ambiental*”, junto con otras consideraciones de índole socioeconómica y planificación energética.

Desde el punto de vista de la EIA, cabe señalar la repercusión del articulado de la norma referente a la limitación de potencia de los parques eólicos cuya autorización depende de la Administración Autonómica. Así, aunque inicialmente el Decreto se refiere a instalaciones dedicadas a la producción de electricidad a partir de energía eólica de potencia inferior o igual a 100 Mw., en su artículo 16 establece el requerimiento de informe favorable de la Dirección General de Energía del Ministerio de Industria y Energía si se trata de parques eólicos de potencia superior a 25 MW. En consecuencia, los promotores fragmentaron sus (macro) proyectos en unidades de 25 Mw. de potencia o inferior, con el objeto de evitar este trámite administrativo y las consecuentes dilaciones en los trámites de autorización de los parques. Estas unidades de parques eólicos son referidas a menudo en las correspondientes Evaluaciones de Impacto Ambiental como fases sucesivas de implementación de un parque eólico en un área geográfica determinada. A modo de ejemplo, el parque eólico de Paxareiras consta de un total de 7 fases: Paxareiras I, Paxareiras IIA, Adraño (IIB), Virxe do Monte (IIC), Ameixenda (IID), Filgueira (IIE) y A Ruña (IIF), cuyas EIA se realizaron y tramitaron de forma individual.

Indirectamente, el propio Decreto 205/95 ha imposibilitado la evaluación *a priori* de los (macro)proyectos, que podría haber facilitado la detección, estimación y valoración de posibles impactos acumulativos o sinérgicos derivados del conjunto de la instalación debido a dos motivos: Por

un lado, la aprobación de un PEE no requiere ningún tipo de consideración medioambiental previa y por otro, puesto que para solicitar la autorización de un parque eólico el promotor debe aportar la EIA correspondiente, éste se referirá exclusivamente a una fase concreta de proyecto, con un número concreto de Mw. de potencia, que será inferior a 25 Mw. con el fin de agilizar al máximo el proceso de autorización del proyecto.

Con posterioridad a la promulgación del Decreto 205/95 entró en vigor la Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico y el Real Decreto 2818/1998 de 23 de Diciembre que la desarrolla, en los que se modifica el segundo párrafo del artículo 16 referido a las solicitudes de parques eólicos de potencia instalada superior a 25 MW. En su artículo 3.3.c la Ley 54/97 establece que corresponde a las Comunidades Autónomas la autorización de instalaciones eléctricas cuyo aprovechamiento, transporte o distribución no salga de su ámbito territorial. Por otro lado, también se determina que las actividades de producción eléctrica tendrán la consideración de producción en régimen *especial* “cuando se utilice como energía primaria alguna de las energías renovables no consumible” (entre otras, los parques eólicos), cuya potencia instalada no supere los 50 Mw. y “siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario” (art. 27.1.a).

La mayor parte de las empresas promotoras no introdujeron cambios en los diseños de los parques eólicos y siguieron tramitando (y evaluando) proyectos de potencia inferior a 25 Mw., pero esta novedad normativa abría la posibilidad de diseñar parques eólicos con potencia total instalada entre 25 y 50 Mw., de mayor envergadura, entendiendo ésta como:

- Mayores dimensiones de los polígonos de parques que comprenden un número superior de turbinas de la misma potencia que la utilizada anteriormente, por ejemplo el parque eólico de Coruxeiras de 49,5 Mw. de potencia total instalada, formado por 75 aerogeneradores de 660 Mw.
- Tramitación conjunta de dos fases de un proyecto anteriormente independientes lo que supone la modificación del estudio de la EIA, por ejemplo, Bustelo- San Xoán con un total de 124 máquinas de 330 Kw. (potencia total instalada 40,92 Mw.), O Seixo –Cando, etc.
- La instalación de las turbinas de mayor potencia disponibles entonces en el mercado, concretamente de 1.300 Kw., en polígonos de extensión similar o en inferior número, como por ejemplo en el parque eólico Chantada, compuesto por 31 aerogeneradores NM 1.300 que suponen 40,3 Mw. totales; Gamoide con 25 turbinas Bonus 1,3 Mw. y un total de 32,5MW instalados y Buio, compuesto por 37 aerogeneradores del mismo modelo que el anterior que suponen un total de 48,1MW.

A modo de síntesis, puede establecerse que el contenido del Decreto 205/95 se caracteriza por tres cuestiones principales:

1) Instrumentar los procedimientos para el cumplimiento de Planes y Programas de índole superior, europeos y estatales, potenciando el desarrollo industrial y el crecimiento económico.

2) El énfasis puesto en las condiciones socioeconómicas a alcanzar con el desarrollo de los PEE, que se revela por la obligación de incluir en las correspondientes solicitudes de autorización información relativa a la inversión total estimada, la cuantía de las inversiones anuales en investigación, junto a la indicación de la fecha de inicio de los planes industriales, la duración y los puestos de trabajo que se crearán, así como por la autorización en competencia a favor del proyecto con mayor impacto socioeconómico.

3) La necesidad de coordinación de la Consellería de Industria y Comercio con el resto de los organismos de la Administración autonómica (Art. 6) implicados en el desarrollo de los proyectos.

4) La dependencia respecto de la planificación eléctrica estatal que se deduce de las referencias a la autorización de los parques eólicos con potencia superior a los 25 Mw. (ya comentadas) y al número de parques que pueden autorizarse anualmente, según lo indica su Disposición Adicional.

II.2.3.2. CONTENIDO DE LOS PLANES EÓLICOS ESTRATÉGICOS

Al amparo del Decreto 205/1995 de 6 de julio por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica, nueve empresas presentaron las correspondientes solicitudes de aprobación de sus PEE durante el segundo semestre del año 1995, obteniendo la autorización, por la publicación en el DOG, a lo largo del año siguiente, entre febrero de 1996 y febrero de 1997 (Tabla II.2). Se trata de DESA, EUROVENTO-SEAWEST, GAMESA, PEGSA-NORDTANK, EASA-ECOTECNIA, EEG-KENETECH (INEUROPA/ACCIONA/ALABE), UNIÓN FENOSA, NORVENTO-HIDROENER, IBERDROLA Y ENDESA-MADE. Posteriormente, a lo largo del año 1999, la Consellería de Industria y Comercio aprobó cuatro nuevos PEE, correspondientes a las empresas promotoras ELECINOR, HIDROELÉCTRICA GALAICO-PORTUGUESA (HGP), ENGASA Y FERGO GALICIA.

Como ha quedado recogido, el documento técnico de un PEE se compone varios planes y programas cuyas condiciones se comentan a continuación:

Los **programas de actuación** que se pretenden desarrollar tienen duraciones variables de 5 años (Elecínor S.A., Energía Eólica de Galicia, Hidroeléctrica Galaico - Portuguesa y Ecotècnia (EASA), 6 años (Fergo Galicia S.A.), 7 (DESA), 8 (Pegsa - Nordtank) y, mayoritariamente, 10 años (Unión FENOSA, Eurovento - Seawest, MADE, Gamesa, Energía de Galicia S.A. – Engasa, Norvento - Hidroener e Iberdrola).

Con respecto a los **Planes de Investigación Eólica** cabe mencionar que se aprobaron un total de 129 áreas de investigación para el conjunto de los promotores, lo que supone una superficie de al

menos 413.323 Ha (Tabla II.2), a falta de los datos de Unión Fenosa, Made e Norvento - Hidroener), equivalente al 14,04% de la superficie total de Galicia. La potencia total aprobada era de 3.135,5 Mw., notablemente inferior a la solicitada por los promotores, y de los cuales la mayor parte será implementada por cuatro empresas, Unión Fenosa, Eurovento - Seawest, MADE y Gamesa, con porcentajes variables entre el 12% y el 19%; seguirían en orden decreciente de importancia Desarrollos Eólicos S.A. (DESA) y Energía Eólica de Galicia, un 9% y 7,7% de la potencia total prevista, respectivamente, mientras que las proporciones de los ocho promotores restantes suponen entre el 1% y el 4% de la potencia total en Galicia.

El conjunto de las inversiones destinadas a esta partida alcanza los 117,36 millones de euros, siendo muy diversos no sólo el montante total, que a su vez dependerá del número de áreas a investigar y de la duración del PEE, sino también los valores medios de inversión por área y año. Así, este último concepto variaba entre los 3.756,33 € de Pegsa-Nordtank y EEG-KENETECH y los 135.227,72 € de DESA o los 240.404,84 de MADE.

Tabla II.2. Resumen de los planes de investigación eólica contenidos en los PEE. (1): Dato promedio

Empresa	Fecha public. DOG	Tiempo (años)	Potencia aprobada (Mw.)	Nº áreas	Inversión en investigación eólica		Superficie (Ha) aprobada
					Total (M €)	€/área/año	
Unión FENOSA	17.6.96	10	384	17	72,12	20.554,61	
EuroVento - Seawest	21.2.96	10	525,3	10	0,30	30.050,61	55.246
Endesa-MADE	28.2.97	10	443,2	17	40,87	240.404,84	
Gamesa	12.3.96	10	600	20	0,63	21.035,42	167.341
Pegsa – Nordtank	3.7.96	8	75	3	0,09	3.756,33	1.900
Elecnor	10.3.99	5 (6)	125	16	0,58	7.692,95	24.350
EEG – Kenetech	17.6.96	5	240	4	0,02	3.756,33	11.702
Engasa	1.9.99	10	50	6	0,09	7.512,65	22.450
Fergo Galicia	16.9.99	6	36	2	0,32	26.294,28	9.069
HGP	10.3.99	7	110	7	0,31	11.118,72	62.584
Norvento – Hidroener	2.7.96	10	46	5	0,30	60.822,42	
EASA – Ecotècnia	9.5.96	5	98	7	0,36	51.687,04	27.316
Iberdrola-Iberinco	25.11.96	10	120	6	0,16	25.843,52	2.275
Desa	9.2.96	7	283	9	1,22	135.227,72	29.090
TOTAL			3.135,5	129	117,36	46.125,53	413.323

Los **Programas de Inversión y de Actuación Industrial** constituyen otros dos puntos básicos de los PEE. Con respecto a los primeros, se ha calculado en 2.785,28 M € la inversión total que los 14

promotores tenían previsto realizar con el fin de desarrollar los correspondientes Planes (Tabla II.3). La distribución de esta inversión, en porcentajes, es equivalente al reparto de potencia entre los distintos promotores: La mayor parte de esta inversión será realizada por cuatro empresas, de nuevo FENOSA, Eurovento-Seawest, MADE y Gamesa, con valores que oscilan entre los 349,40 M € de Fenosa y los 504,85 de Gamesa (lo que supone porcentajes de entre el 13% y el 17%). Siguen en orden decreciente de importancia Desarrollos Eólicos S.A. y Energía Eólica de Galicia, un 9% y 7% respectivamente de la inversión total (243,79 y 180,32 M €, respectivamente), mientras las proporciones de los ocho promotores restantes suponen entre el 1% y el 4% de la inversión total prevista a realizar en Galicia, por lo que varían entre los 32,45 M € de Fergo Galicia S.A. y los 112,39 M € de HGP. Cabe resaltar que dos empresas (Fergo Galicia S.A. e HGP) no incluyeron los Programas de Actuaciones Industriales en sus correspondientes PEE; los restantes promotores tenían previsto dar inicio a su Plan Industrial a lo largo del año 1996, independientemente de la fecha de aprobación de los PEE.

Tabla II.3. Resumen de Inversión y Planes Industriales contenidos en los PEE

Empresa	Inversión global (M €)	Inicio Plan Industrial	% Fabricación aerogen. en Galicia	% Aerogen. en Inversión total	% Inversión en Galicia	Empleo estimado
Unión Fenosa	349,40	febrero 96				
Eurovento-Seawest	472,40	febrero 96	69,2	54,5	83,5	345
MADE	429,28	mayo 96	78,97	41,17	79,62	
Gamesa	504,85	febrero 96	74	56	80	60
Pegsa-Nordtank	72,12	noviembre 96	60,1	37	75	30-35
Elecnor	95,92	septiembre 96				
EEG - Kenetech	180,32	mayo 96	66,1	65,8	77,2	55
Energía de Galicia	45,08	febrero 96				
Fergo Galicia SL.	32,45					
HGP	112,39					
Norvento-Hidroener	41,47	mayo 96				
EASA-Ecotènia	86,82	febrero 96	66,1	50,6	75,2	39
Iberdrola	119,00	julio 96				
Desa	243,79	febrero 96	65,17	43,33	75,13	164-203
TOTAL	2.785,28				77,95	605 - 649

De las cantidades previstas a invertir en el desarrollo de los PEE, un elevado porcentaje se realizará en Galicia, tal y como se reseña en los correspondientes PEE. En siete de los PEE publicados se incluyen estimas de los porcentajes mínimos de la inversión total que son de al menos el 75%

(Pegsa-Nordtank, EASA y Desa) o el 80% (Made, Gamesa) alcanzando el 83,5% en el caso de Eurovento - Seawest. El valor medio calculado para el conjunto de estas empresas viene a ser del 78%. Estas partidas presupuestarias incluyen la fabricación de componentes de aerogeneradores en Galicia, bien directamente mediante fábricas propias, bien mediante suministradores gallegos y/o empresas implantadas en Galicia, obra civil e ingeniería, infraestructura eléctrica, montaje y transporte.

La fabricación de componentes de aerogeneradores constituye el capítulo que implica a la mayor parte de la inversión total, pues supone cantidades del orden del 60% como en Pegsa - Nordtank, alcanzando el máximo del 78,97% para el promotor Made, mientras las restantes empresas (Seawest - Eurovento - Seawest, Gamesa, EEG - KENETECH, Ecotènia SCCL-EASA y Desa) presentan valores intermedios. A su vez, la fabricación de componentes de los aerogeneradores constituye porcentajes variables entre el 37% (Pegsa - Nordtank) y el 65,8% (EEG - KENETECH) de la inversión que se pretende realizar en Galicia.

Las estimaciones sobre el empleo a crear debido al desarrollo de los Planes eólicos del conjunto de las distintas empresas promotoras alcanzan un total de 605 - 649 puestos y se recogen en la Tabla II.4, donde se pueden apreciar de forma desglosada para cada promotor. En la referida tabla se incluyen también los datos de empleos creados a fecha Septiembre 2000 (Consellería de Industria), pudiéndose apreciar que en los casos de Made, Gamesa y EASA se superan las previsiones iniciales, resultando por el contrario inferiores a lo esperado en lo que se refiere a Pegsa, EEG o Desa. Hay que tener en cuenta que las inferencias de esta comparación pueden no ser reales en sentido estricto, debido a las transmisiones de derechos y bienes dimanantes de los PEE entre las distintas empresas. De cualquier forma, es interesante resaltar que para el conjunto de los promotores con los PEE aprobados y en desarrollo, el número de puestos de trabajo creados coinciden plenamente con las estimaciones más optimistas inicialmente previstas.

Tabla II.4. Estimaciones de empleo previstas en los PEE y creado (Estos últimos datos, calculados a partir de Consellería de Industria, septiembre 2000)

Empresa	Estima PEE	Empleo Creado	Empresa	Estima PEE	Empleo creado
Fenosa	-	-	Engasa	-	-
Eurovento	345	150	Fergo	-	-
Made	-	80	HGP	-	-
Gamesa	60	182	Hidroener	-	-
Pegsa	30-35	10	EASA	39	54
Elecnor	-	-	Iberdrola	-	-
EEG	55	43	Desa	164-203	131
			TOTAL	604-649	650

En Consellería de Industria (2000) se informa de que a finales del año 1999 se encontraban funcionando un total de 12 fábricas de componentes de aerogeneradores (palas, turbinas, torres, góndolas, cuadros) o de ensamblaje (aerogeneradores, multiplicadores), en virtud de los Planes de actuación de estos siete promotores, detallados en la Tabla II.5, que han supuesto la creación de 650 puestos de trabajo.

El mismo documento estima además la repercusión en la actividad de otras empresas por subcontratación de trabajos o compra de componentes en otros 550 empleos, en la construcción de los parques en 600 trabajadores y en la promoción de proyectos, ingeniería y elaboración de estudios de impacto ambiental en otros 300, lo que hace un total de 2.100 puestos de trabajo.

Tabla II.5. Empleo generado en actuaciones industriales (Consellería de Industria, 2000)

Actuación	Promotor	Empleo
Fábrica ensamblaje	Gamesa	31
Fábrica de palas	Gamesa	151
Bazán Turbinas	Eurovento	150
Fábrica palas LM (As Pontes)	Made	60
Fábrica ensamblaje multiplicadores (A Coruña)	Made	20
Fábrica ensamblaje aerogeneradores (Lugo)	Desa	40
Fábrica de palas (Santa Comba)	Desa	40
Fábrica torres (Sabón)	Desa	40
Fábrica cuadros (Vigo)	Desa	11
Fábrica ensamblaje aerogeneradores NEGMESA (Viveiro)	Ineuropa	43
Fábrica ensamblaje aerogeneradores(Somozas)	EASA	54
Mecanización y góndolas (A Coruña)	Nordtank	10
TOTAL		650

Modificaciones y ampliaciones de los PEE

Algunas de las 14 empresas que tenían los PEE aprobados por la Xunta de Galicia solicitaron la ampliación o la modificación de los correspondientes PEE, obteniendo la autorización de la Consellería de Industria y Comercio por publicación en DOG entre los meses de Julio y Octubre de 2000. Se trata de Unión Fenosa Energías Especiales S.A., Elecnor S.A., Gamesa Energía S.A., Pegsa – Nordtank, Made, Energía de Galicia SA – Engasa, Hidroeléctrica Galaico-Portuguesa S.A. y EASA – Ecotecnia.

Los promotores Norvento - Hidroener, Acciona - Kenetech e Iberdrola publicaron en el DOG sus correspondientes solicitudes de ampliación de los PEE con fechas entre octubre de 1999 y enero de 2000, mientras un total de nueve empresas solicitaron a lo largo del segundo semestre del año 1999 en la mayoría de los casos, la aprobación de sus Planes eólicos estratégicos; se trata de Abenconser S.L.,

Frinsa Eólica S.A., Eléctrica de Alberguería S.A., Eólicos Touriñán S.A., Virandel S.L., Pelmen Eólica S.A., Fomento Hispania S.A., Energías Renovables Costa Coruña S.L. y Fomensa Hispania S.L. Fomensa Hispania, S.L., lo solicitó en Febrero de 2000.

La modificación de los PEE se justifica en la gran mayoría de los casos de por la escasez del recurso eólico en algunas de las áreas de investigación otorgadas, a las que renuncian los promotores en número de 2 (HGP, Engasa, Pegsa), 3 (Easa), 4 (Fenosa) y hasta 7 en el caso de Elecnor. Para poder mantener las concesiones iniciales derivadas de la aprobación de los correspondientes Planes Eólicos, las empresas promotoras solicitan la concesión de otras en sustitución de aquellas, generalmente en un número muy superior a las que renuncia el promotor, pues salvo Pegsa, con 3 áreas, el resto de promotores solicitan ampliación en número variable entre 11 (HGP) y 27 áreas (Engasa).

En cada uno de los casos y debido al gran número de solicitudes presentadas y en tramitación paralela, los técnicos de la Dirección Xeral de Industria siguen, de forma general, una serie de criterios para la adjudicación de las áreas, básicamente la planificación energética y el desarrollo de infraestructuras energética, junto al estudio contrastado de los datos eólicos existentes, la viabilidad económica de los planes, la contribución tecnológica, los efectos industriales de los planes y criterios de carácter ambiental. Se tiene en cuenta la limitación existente desde el punto de vista de la red de transporte de energía eléctrica, lo que supone que solamente se puedan satisfacer aquellas solicitudes que cumplan de forma más completa los criterios de adjudicación planificados.

La ampliación o modificación del plan solicitado no suele ser concedida en la extensión requerida por el peticionario debido a la adjudicación de determinadas zonas a otros promotores. De este modo, el número de áreas autorizadas es mayoritariamente la unidad, excepto para Fenosa (5) y EASA (4). Como ampliaciones de los PEE propiamente dichas se encuentran las autorizaciones de Gamesa y Made que, sin renunciar a ninguna de las zonas anteriormente aprobadas solicitan la ampliación a 30 y 19 áreas más, respectivamente, concediéndoseles 5 zonas nuevas a Made y 12 a Gamesa. Además de los criterios de evaluación seguidos por los servicios técnicos de la Dirección Xeral de Industria para resolver los diferentes PEE en competencia y tener en cuenta la limitación de la red de transporte de energía eléctrica, para la otorgación definitiva de estas ampliaciones se ha considerado además la incidencia de los planes industriales en la estructura socioeconómica de Galicia, por ser esta circunstancia uno de los motivos condicionantes para la autorización recogidos en el Decreto 205/1995, de 6 de julio (art. 7).

Las modificaciones de los correspondientes PEE de las 8 empresas que lo solicitaron y a las que ha sido aprobada implica en la mayoría de los casos un aumento de la potencia autorizada (salvo Unión FENOSA, que ve disminuir su potencia aprobada en 1 Mw.) y una variación en el número de áreas a investigar (Tabla II.6). Las empresas más beneficiadas en este sentido han sido Made, que alcanza una potencia final de 523,3 Mw. en 22 áreas, y sobre todo Gamesa, con 760 Mw. en 32 áreas, mientras Elecnor y EASA consiguen aumentos de 32 y 4 Mw., respectivamente. Por otro lado, la

extensa ampliación del número de áreas en los PEE de Made y Gamesa implica también el aumento de las inversiones en investigación eólica, de la duración de los PEE inicialmente prevista (en 5 y 4 años) y, en el caso concreto de Gamesa, una generación de 180 nuevos puestos de trabajo.

Tabla II.6. Resumen de las características de los PEE con las modificaciones aprobadas.

Empresa	Tiempo (años)	Inversión global (M €)	Potencia (Mw.)	Número Áreas
Unión FENOSA		349,40	383	18
Eurovento – Seawest		472,40	525,3	10
MADE	4	496,59	523,2	22
Gamesa	5	649,09	760	32
Pegsa – Nordtank		72,12	75	1
Elecnor		95,92	129	9
EEG - Kenetech		180,32	240	4
Engasa		45,08	50	5
Fergo Galicia		32,45	36	2
HGP		112,39	110	6
Norvento - Hidroener		41,47	46	5
EASA – Ecotecnia		86,82	130	8
Iberdrola		99,17	120	6
Desa		243,79	283	9
TOTAL		2.977,01	3.410,5	137

Considerado en conjunto, el Plan Eólico de Galicia suponía a principios del año 2000 una potencia total de 3.410,5 Mw. equivalente a 2,4 veces la Central Térmica de As Pontes (de 1.400 Kw.) a instalar en 137 áreas de investigación y una inversión total estimada en casi 3.000 M €. Con fecha de 28 de febrero de 2005, el Instituto Energético de Galicia recoge en su página web la relación de parques eólicos instalados en Galicia que en total suponen unos 1.843 Mw de potencia eólica instalada.

II.2.3.3. MODIFICACIÓN DEL PLAN EÓLICO DE GALICIA

El desarrollo alcanzado por los PEE aprobados al amparo del Decreto 205/95 y la experiencia práctica acumulada desde sus inicios han puesto de manifiesto una serie de circunstancias no previstas en el momento de promulgación del referido Decreto que hicieron conveniente abordar una nueva regulación, plasmada en la publicación por parte de la Consellería de Industria, Comercio y Tecnología del nuevo **Decreto 302/2001, de 25 de octubre, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica en la Comunidad Autónoma de Galicia**. Los aspectos más novedosos que aporta se refieren a:

A. La consideración de criterios racionales en la planificación del aprovechamiento de la energía eólica que permitan la ordenación ajustada de la creciente oferta de promotores y el desarrollo armónico de proyectos de parques en el contexto actual, caracterizado por el alto grado de desarrollo alcanzado por el Plan Eólico de Galicia y en un marco geográfico limitado desde los puntos de vista estructural (redes de distribución de energía eléctrica) y territorial. Con este fin la Consellería competente en materia de energía convocará plazos para la presentación de solicitudes:

- Con periodicidad trianual para la aprobación (art. 6.3), ampliación (art. 11.3) y modificación (art. 12.2) de Planes Eólicos Estratégicos, que pasan a denominarse *Planes Eólicos Empresariales (PEE)* en virtud de la definición establecida en el artículo 2.
- Anualmente, para la autorización de instalaciones de parques eólicos, mediante una orden en la que se especificará la potencia concedida ese año y las previsiones para el bienio siguiente (art. 15.1)

B. Garantiza la viabilidad de los *PEE* ya aprobados estableciendo las condiciones que deberán cumplir las solicitudes de los promotores (art. 7) referidas a: Capacidad técnica y financiera, viabilidad del plan tecnológico industrial (tecnología, incidencia socioeconómica, empleo directo e indirecto, impacto económico, ...) y sus previsiones de desarrollo, incidencia ambiental sobre la ordenación del territorio, infraestructura eléctrica necesaria y plan de actuaciones relativas a la ocupación de bienes y derechos necesarios para el desarrollo del *PEE* en los terrenos y municipios afectados.

C. El procedimiento para la autorización de instalación de nuevos parques eólicos (Capítulo IV), estableciendo una clara diferenciación entre los requisitos que deben cumplir las solicitudes dependiendo de si el parque está incluido en el desarrollo de un *PEE* o no.

D. Regulación de la instalación de los parques eólicos singulares (Capítulo V) definidos por aplicarse al autoconsumo y que podrán ser municipales, domésticos, industriales o de servicios, así como los parques destinados a la mejora de garantía de calidad de suministro de las pequeñas y medianas empresas distribuidoras de energía en el medio rural.

E: En el Capítulo VII, adaptación de la normativa eólica a las circunstancias y situaciones dimanantes del título IX de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico, referido a la declaración de utilidad pública, que lleva implícita la necesidad de ocupación de bienes y adquisición de los derechos de los afectados e implicará la urgente ocupación para los efectos del artículo 52 de la Ley de expropiación forzosa y concordantes con la Ley del sector eléctrico. En cualquier caso, el Plan Eólico de Galicia determinará las superficies máximas de terreno que pueden ser afectadas por cada aerogenerador y los elementos necesarios para su funcionamiento con la intención de afectar única y exclusivamente al terreno estrictamente necesario para la implantación de las infraestructuras (Disposición Adicional Primera).

F. Creación de una comisión de seguimiento en la que estarán representadas todas las Consellerías con competencia de tramitación en materias de energía, ambiente y urbanismo, que se reunirá al menos una vez al mes, con el fin de conseguir una mayor agilidad en el cumplimiento del procedimiento administrativo (Disposición Adicional Segunda).

G. Incorporar al Plan Eólico de Galicia las cuestiones de carácter ambiental, junto con las referidas a la disponibilidad del recurso, infraestructuras eléctricas para evacuación y transporte de energía, impactos socioeconómicos y tecnología, desde su inicio y en las diferentes fases de desarrollo. Así, en lo que respecta a los Planes Eólicos Empresariales:

- La solicitud de autorización debe ir acompañada de un documento que recoja la previsión de la incidencia ambiental sobre la ordenación del territorio (art. 7.1.g)
- La resolución, aprobatoria o denegatoria, del PEE se realizará en función de la contribución y efectos industriales, socioeconómicos, tecnológicos y ambientales del plan (art. 8.2.d) entre otros criterios.
- Durante la vigencia del PEE el promotor deberá presentar con periodicidad semestral una memoria con información referida a la investigación eólica que incluirá, entre otras cuestiones, una valoración de los efectos ambientales y de ordenación de territorio (art. 10.2.f)

En cuanto al procedimiento para la autorización de instalaciones de parques eólicos:

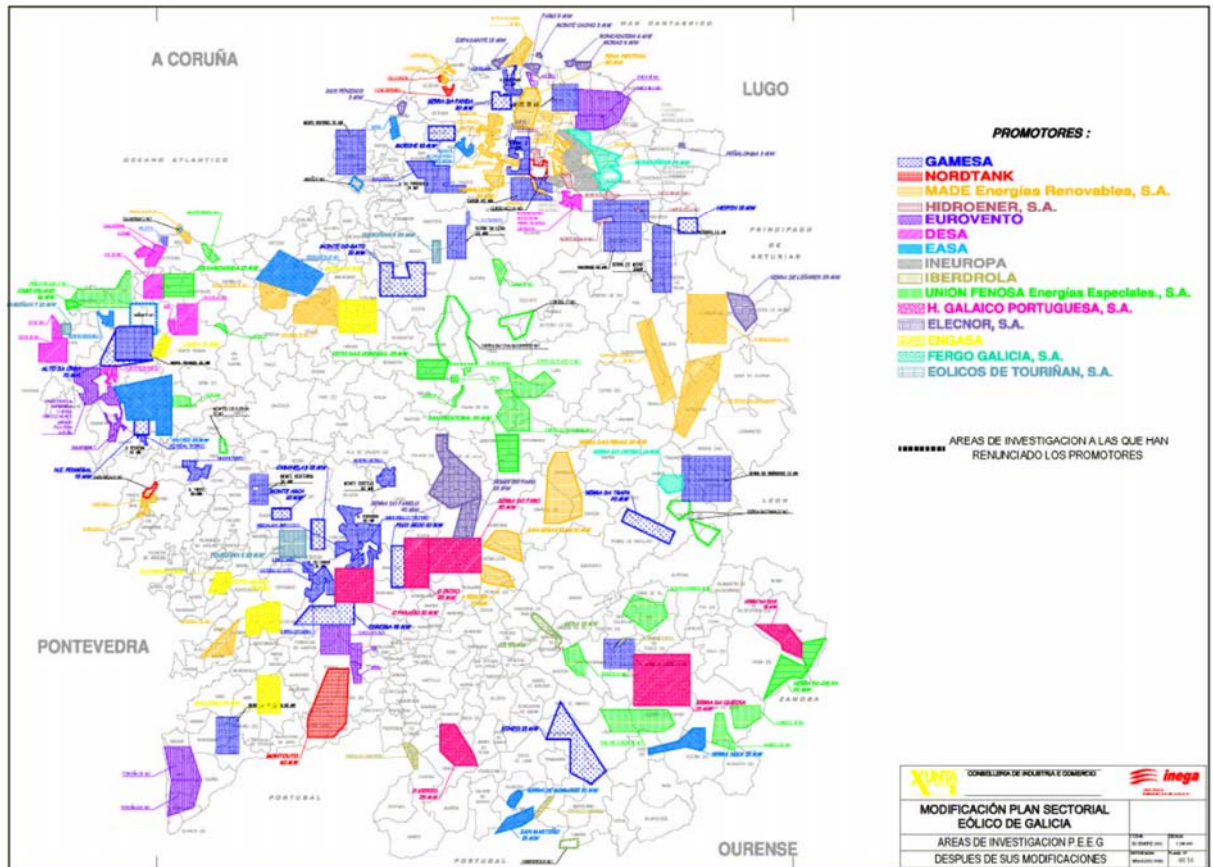
- La resolución que determine los parques admitidos a trámite aplicará como criterios de valoración, entre otros, los efectos ambientales (art. 17.2d)
- El procedimiento administrativo establecido para la autorización definitiva de estos parques eólicos (art. 18) en la redacción dada por el nuevo Decreto incorpora de forma expresa la normativa vigente sobre EIA, requiriendo el estudio ambiental que corresponda según la legislación vigente y una simulación gráfica del impacto, junto con la documentación exigida en el art. 10 del Decreto 80/2000, de 23 de marzo, por el que se regulan los planes y proyectos sectoriales de incidencia supramunicipal (DOG, núm. 75, de 17 de abril de 2000), que incluye igualmente la *“Evaluación del impacto ambiental de la infraestructura, dotación o instalación que se prevé ejecutar, de conformidad con lo dispuesto por la Ley 1/1995, de 2 de enero, de protección ambiental de Galicia y la normativa que la desarrolle”* y la legislación básica del Estado.

Los proyectos se someterán en su totalidad a información pública por parte de la delegación provincial correspondiente, durante 30 días (art. 18.2). Finalizado este plazo la delegación provincial correspondiente emitirá informe sobre la adecuación del proyecto a la normativa de instalaciones industriales y eléctricas, ordenará el contenido de las alegaciones presentadas y remitirá el expediente a la dirección general competente en materia de energía (art. 18.3) que, a su vez lo remitirá a las

consellerías con competencias en urbanismo y medio ambiente para la formulación de la declaración de impactos o efectos ambientales (art. 18.4).

Las áreas de investigación eólica de los distintos promotores se muestran en la Figura II.13.

Figura II.13. Áreas de investigación eólica de los distintos promotores según establece la Modificación del Plan Sectorial Eólico de Galicia de Diciembre de 2002 (Facilitado INEGA).



II.3. DISEÑO, DESCRIPCIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS

II.3.1. DISEÑO DE PROYECTOS

La distribución más ventajosa de aerogeneradores se define inicialmente considerando la disponibilidad del recurso (tal y como se ha descrito anteriormente en el apartado “Evaluación del recurso en instalaciones concretas”) que determina el aprovechamiento máximo de un parque atendiendo a criterios relacionados exclusivamente con el potencial eólico. A partir de este prediseño, que denominamos alternativa cero, el promotor incorpora una serie de elementos que le permiten configurar el parque eólico conectado a la red como una instalación integrada de un conjunto de aerogeneradores interconectados eléctricamente mediante redes eléctricas propias y compartiendo una misma infraestructura de accesos y control.

En la mayor parte de las áreas geográficas en las que se ha trabajado, el diseño resultante constituye la primera alternativa de proyecto a partir de la cual se realiza el EsIA, siguiendo el enfoque reactivo de la EIA. Pero en la zona LIC denominada Serra do Xistral el diseño de las instalaciones proyectadas se ha desarrollado una metodología radicalmente distinta, más acorde con el carácter preventivo y adaptativo de la EIA, cuya elaboración también se ha visto modificada sustancialmente. Partiendo básicamente de la alternativa cero de proyecto o, con mayor frecuencia, del polígono de investigación los promotores han incorporado una serie de consideraciones ambientales como aspecto prioritario y por imperativo legal, en una primera aproximación a las cuestiones ambientales. Habida cuenta de la escasa información disponible sobre las unidades de mayor valor ambiental de la Serra do Xistral y, concretamente, sobre las formaciones turbófilas, se realizó un estudio previo, de base cartográfica, con el objeto de conocer la presencia, delimitación, extensión y valoración de dichas unidades. Esta información ha permitido formular propuestas de diseño y ubicación de las infraestructuras necesarias para la puesta en marcha y funcionamiento de los parques, adaptando el conjunto de la instalación a las condiciones medioambientales de la zona, evitando las afecciones directas e indirectas a las unidades de mayor valor ambiental y con el objetivo último de compatibilizar los aprovechamientos eólicos otorgados a distintos promotores por aprobación de los correspondientes PEE y la preservación de los valores de la Sierra del Xistral que han determinado la inclusión de este espacio en la Red Europea Natura 2000.

En todo caso, una vez seleccionadas las franjas de terreno que soportarán las alineaciones de los aerogeneradores, los elementos que configuran un parque eólico y cuya ubicación o distribución ha de decidirse básicamente en esta fase de diseño de proyecto, son:

1º.- El aparellaje eléctrico necesario para alcanzar los dos **niveles de transformación** que precisa una instalación eólica. El primero de ellos eleva la tensión de salida de los aerogeneradores hasta la tensión de transporte interno de la instalación (20-30 kV). El segundo nivel de transformación se centraliza en una **subestación** que se localiza en el área del polígono del parque más cercano a las líneas de

distribución. En la subestación se eleva la tensión de 20-30 kV á 132 kV, volcándose la energía eléctrica resultante en la red hasta una subestación que controle y gestione la evacuación y distribución convencional de energía por parte de la Compañía correspondiente.

La realización del primer nivel de transformación admite dos posibles soluciones: Distribuidos por los terrenos del parque, se construyen varios centros de transformación cada uno con la capacidad adecuada para recoger la energía eléctrica procedente de una agrupación de varios aerogeneradores (3 á 5). La alternativa a esto consiste en alojar un transformador de menor potencia en el interior de cada una de las torres de las turbinas. La primera opción fue la única posible en los primeros parques diseñados en Galicia, por ejemplo, Capelada I y II, Barbanza I y II o en muchos parques construidos en la Serra do Xistral y en los Montes de Paxareiras. Pero una modificación posterior del reglamento de las condiciones técnicas que han de reunir los generadores de energía eléctrica permitió que el transformador, como elemento indispensable para el funcionamiento del parque, se pudiera introducir en la torre del aerogenerador, sin necesidad de situarlo en una construcción separada por cuestiones de seguridad. Esto constituye uno de los habituales ejemplos de existencia de tecnología avanzada disponible que, en ocasiones, no ha podido ser aplicada debido a impedimentos legales.

Al elegir esta última alternativa para el primer nivel de transformación, en algunas instalaciones eólicas de gran potencia, porque posean un elevado número de turbinas, por la instalación o ampliación de aerogeneradores de gran potencia, o por ambos, algunos promotores construyen uno o varios centros que denominan estación de maniobra, edificio de celdas de media tensión o centro de transferencia. La función de dichos centros es reunir en una única línea 20-30 kV, sin transformación de tensión, la energía producida por una agrupación de aerogeneradores e incluso por una fase de instalación de un parque eólico. Posteriormente la energía es transportada a la subestación que corresponda, que podía estar:

- En los terrenos del propio parque, como en los parques propiedad de Alabe en el Xistral.
- En el polígono de una fase de instalación anterior, por ejemplo, los parques Carnota y Muros vierten a la subestación preexistente en Paxareiras.
- En un parque colindante que ha sido proyectado simultáneamente y con el que comparte subestación, como los parques eólicos de Coto Teixido, Caxado y Faladoira que evacuan la energía producida en la subestación de Pena da Loba.

2º.- El trazado de las **zanjas** que constituyen el sistema de transporte que permite el envío de la energía eléctrica generada en las turbinas hasta la subestación transformadora del parque. El cableado se entierra directamente en zanja o entubado en el caso de cruzamientos con viales, arroyos, etc., y puede ser de tres tipos como máximo: 1.- cables de baja tensión entre cada aerogenerador y el centro de transformación correspondiente, en su caso; 2.- de media tensión a 20-30 kV entre los centros de transformación o los transformadores ubicados en el interior de la torre del aerogenerador y la

subestación y 3.- cables de fibra óptica para comunicaciones de datos y señales, entre cada aerogenerador y el centro de control del parque.

3º.- El **centro del control** del parque, donde se realizan las labores de control, seguimiento y gestión de las instalaciones. Aloja los equipos de contabilización de la energía y en ocasiones los equipos de compensación de energía reactiva. También dispone de un edificio de servicios generales, que incluye vestuarios, servicios higiénicos, oficinas, dependencias de gestión, salas de reuniones, almacén de consumibles y repuestos, así como un pequeño taller para realizar reparaciones.

En muchos parques construidos en Galicia el edificio de control del parque alberga en una de sus dependencias la parte cubierta de la subestación, básicamente el aparellaje de media y baja tensión, por lo que la subestación y el edificio de control se construyen en una única edificación. La energía generada en cada una de las fases de implementación es transportada a 20–30 kV por zanja de conducción de cableado hasta la subestación anexa al edificio de control. Sirva de ejemplo el proyectado en los Montes do Buio, constituido por tres fases de instalación (Gamoide, Riobó y Buio) y con una única subestación transformadora de grandes dimensiones y el centro de control en los terrenos pertenecientes al parque eólico Buio.

En el diseño de grandes instalaciones eólicas, como las proyectadas por Alabe en la Serra do Xistral, cada parque eólico constituye una fase de implementación independiente con su propia subestación transformadora de tensión que vuelca la energía producida a 132 kV a las líneas de distribución más próximas, existiendo un único centro de control situado en terrenos pertenecientes al polígono del parque eólico Cadramón para las 13 fases que constituyen la macroinstalación.

4º.- Disposición y trazado de los **viales** de acceso, distinguiéndose un vial principal que desde la carretera o pista más próxima conduce hasta el interior del polígono del parque eólico. A partir de este vial principal se construyen los viales secundarios para acceder a las alineaciones de aerogeneradores y a las bases de estos últimos. Generalmente su trazado se realiza a partir de la infraestructura viaria existente en la zona: carreteras, pistas forestales, caminos y senderos, aprovechando también los cortafuegos en los tramos en que su pendiente lo permite.

5º.- Ubicación de **plataformas eólicas**, adyacentes a las zapatas (o cimentaciones) de los aerogeneradores. Se trata de una zona convenientemente acondicionada, de dimensiones variables sobre todo en las zonas de topografía compleja, que debe permitir la libertad de movimientos de grúas y camiones para la instalación de los distintos elementos que componen el aerogenerador (torre, góndola, palas del rotor y aparellaje eléctrico). Aunque una vez instalada la turbina la plataforma es sometida a labores de restauración de su cubierta vegetal, debe poseer unas condiciones de estabilidad y compacidad tales que permita el movimiento de la maquinaria necesaria para facilitar las labores de mantenimiento de los aerogeneradores durante la fase de funcionamiento del parque.

Teniendo en cuenta las solicitudes requeridas por estos elementos de un parque, se comprende que durante esta fase de diseño de proyecto conviene tener en cuenta los aspectos

relacionados con: 1) Las condiciones de conexión a la red y si es necesario el refuerzo de la misma, y 2) El terreno disponible, que determina la longitud de las alineaciones de aerogeneradores, y sus características topográficas y edáficas, de las que depende el *modus operandi* de la construcción de las infraestructuras eléctrica y civil y las cimentaciones de los aerogeneradores.

Evacuación de energía

La disponibilidad de un sistema de red eléctrica para evacuar la energía generada en un parque ejerce una influencia determinante pudiendo llegar a condicionar de forma notable la viabilidad de una instalación. La conexión a la red eléctrica de distribución viene determinada por la definición del punto de entrega de la energía y por las características de la interconexión, la capacidad técnica de la línea existente para transportar el plus energético generado, la tensión de cortocircuito en el punto de entronque, etc., un conjunto de datos de vital importancia que deben conocerse antes de considerar la realización del proyecto. De hecho, la disposición y el trazado de la línea de alta tensión (LAT) a la que será evacuada la energía producida en un parque determina el diseño de las líneas de distribución del parque eólico, en primer lugar porque interesa ubicar la subestación lo más próxima posible a la LAT de distribución: se trata de minimizar la longitud de la línea que conecta la salida de la subestación con la red de distribución al objeto de disminuir los costes de este tendido y la superficie de ocupación del suelo lo que, a su vez, redundará en un menor impacto ambiental. Y, en segundo lugar, porque una vez conocida la ubicación de la subestación interesa diseñar un trazado de las líneas internas del parque enterradas en zanjas de la menor longitud posible.

En lo que respecta a los parques eólicos proyectados en zonas de montaña interior de Galicia, las distintas empresas promotoras firmaron un convenio con Electra de Viesgo (propietaria de la red de distribución en el área del Xistral) para la instalación de la infraestructura necesaria que permitiera la conexión eléctrica de los parques, habiéndose previsto la interconexión óptima que minimiza por tanto el impacto medioambiental. Por otro lado, las experiencias de algunos promotores de parques eólicos en Galicia vienen a indicar que es recomendable disponer del correspondiente permiso de conexión a la red, previamente a la instalación de los aerogeneradores, con el fin de evitar cargas de fatiga a las máquinas instaladas y los gastos de mantenimiento derivados de la puesta en marcha de los generadores asíncronos, sin abastecimiento eléctrico para el arranque.

Influencia del terreno

Un terreno llano permite la instalación de los aerogeneradores en alineaciones paralelas y con una distancia entre ellos suficiente para que la línea aguas abajo no resulte afectada por el efecto estela; en el caso de que el viento presente frecuentes cambios de dirección es recomendable situar las turbinas al tresbolillo. En terreno ondulado o accidentado, como sucede en la mayor parte de los parques eólicos instalados en Galicia, los aerogeneradores se sitúan en la cuerda útil de las elevaciones, definiéndose esta última como la plataforma más perpendicular a la dirección predominante del viento. En esta situación las características topográficas, fundamentalmente la

pendiente, determinan en gran medida los tramos de trazado, la sinuosidad y la longitud de los viales de acceso a las alineaciones.

Dependiendo de la longitud de la cuerda útil y del número de aerogeneradores que componen la alineación se trazan los viales de acceso a las alineaciones de turbinas de dos formas diferentes:

1. Si existen cuerdas largas conviene acceder a la instalación por uno de los extremos de la cuerda o por la posición central.

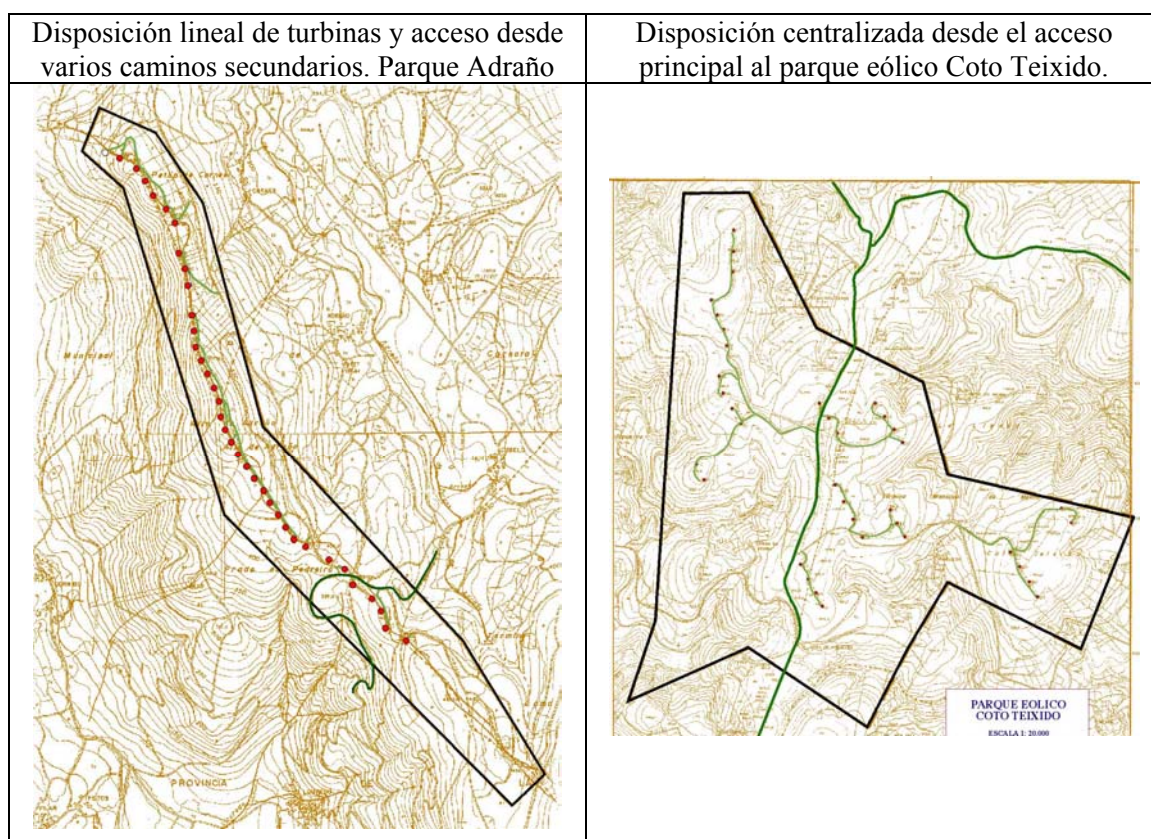
2. Cuando en el emplazamiento existen varias colinas pero con longitudes de cuerda útil cortas, la disposición varía según las cuerdas se concentren formando una sola agrupación, en cuyo caso el acceso principal llegará hasta una posición centralizada desde la que saldrán caminos secundarios hasta las alineaciones, o forman una única alineación perpendicular a la dirección del viento; en este caso el camino suele recorrer las colinas accediendo a las alineaciones por caminos secundarios.

Debido al carácter colinoso del terreno en Galicia no conocemos parques en los que los viales se hayan construido con una traza única, siendo más frecuente la segunda opción descrita, en sus dos variantes: Aunque algunos parques eólicos están constituidos básicamente por una única alineación de aerogeneradores como por ejemplo, en Adraño (Figura. II.14, izqda.), la disposición de las colinas que componen la formación montañosa obliga a trazar varios caminos de servicio a partir de un acceso que recorre las laderas de los montes y hasta las distintas alineaciones de aerogeneradores compuestas por un número variable de turbinas e incluso por una o dos únicas máquinas. La disposición centralizada del punto de acceso principal desde la que salen caminos secundarios hasta las alineaciones se puede observar, por ejemplo, en los parques eólicos Coto Teixido (Figura II.14, dcha.).

La traza de las zanjas de conducción de cableado se establece atendiendo, junto a las consideraciones relativas a la red eléctrica ya comentadas con anterioridad, a los posibles cruzamientos con pistas forestales y, al igual que sucede con los caminos, evitando formaciones arbóreas y formas de agua superficiales estancas o en movimiento, temporales y permanentes.

Una vez establecidas la disposición de las turbinas, la localización de la subestación transformadora y del edificio del centro de control y los trazados de los viales y de las zanjas de distribución eléctrica, será necesario realizar uno o varios replanteos del proyecto de obra civil con el fin de adecuar *in situ* la implementación de las infraestructuras a las condiciones topográficas del área de estudio. Para ello se actualiza la cartografía básica de la Xunta de Galicia existente, a escala 1:10.000 o a mayor detalle si se considera procedente, siendo imprescindible en algunos casos que el promotor realice el levantamiento cartográfico detallado del polígono del parque debido a la falta de información cartográfica publicada como ocurrió por ejemplo, en el parque eólico de Montouto, situado en el Serra do Xistral, llegando a un grado de definición 1/1.000. De cualquier forma y como se ha referido, el diseño resultante constituye la primera alternativa de proyecto de un parque eólico, considerada en el correspondiente EsIA.

Figura. II.14. Ejemplos de disposición de aerogeneradores



II.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UN PARQUE EÓLICO

En el presente apartado se realiza una descripción genérica de un proyecto tipo que comprendería todas las acciones posibles a realizar en un parque eólico, caracterizando sus componentes y describiendo las instalaciones proyectadas, con excepción del aerogenerador, que es objeto de una estudio más detallado en el apartado II.3.4 del presente capítulo. Se han diferenciado por un lado, las acciones de obra relativas a la dotación de infraestructura (viales, zanjas y cimentaciones) y, por otro, las instalaciones electromecánicas y el aparellaje eléctrico, lo que incluye además de la subestación e instalaciones asimilables (denominadas edificio de interconexión, de celdas de media tensión, estación de transferencia, etc.), el edificio de control y el sistema de control del parque. Finalmente, se realiza una breve descripción de las operaciones de explotación y mantenimiento, para conocer el alcance de los impactos ambientales derivados de su funcionamiento, y la posible adecuación ambiental para la fase de abandono de la actividad.

1. Polígono de parque

Un proyecto de parque eólico ocupa un espacio geográfico concreto, caracterizado por su alto potencial eólico y delimitado por el denominado genéricamente “polígono del parque”. Conviene aclarar que, en realidad, se manejan tres conceptos distintos en relación al referido polígono de parque, ilustrados con el ejemplo recogido en la Figura II.15.

habitualmente se describe en los documentos que acompañan a la tramitación administrativa con el objeto de obtener la autorización de un parque eólico.

En cuanto al EsIA, el capítulo dedicado a la descripción de proyecto incluye los datos de extensión y las coordenadas poligonales que configuran las áreas de competencia y afección (más raramente se incluyen también la información referente al polígono de investigación, a menos que coincidan con algunas de las anteriores). Para la elaboración de la cartografía que se incluye en el EsIA se han empleado indistintamente cualquiera de las dos, aunque con preferencia por el área de competencia, debido a una mejor adecuación a la escala cartográfica manejada. Cabe mencionar que hasta cierto punto, se trata de una cuestión meramente estética debido a que la escala de trabajo empleada en las distintas fases de elaboración del EsIA (realización de inventarios, estudio y análisis de los efectos ambientales) y, en consecuencia, las dimensiones del área de estudio de una variable del medio cualquiera, depende de su propia naturaleza. Así, por ejemplo, el estudio de los tipos de suelos o su uso se puede limitar exclusivamente al área de infraestructura eléctrica, o incluso, a la zona de ocupación por las instalaciones previstas; en los casos de estudios hidrográficos o de vegetación (principalmente en el caso de que existan formaciones arbóreas de caducifolias autóctonas) se incluyen además las laderas de los montes en cuyas cimas se instala el parque eólico, mientras los estudios de las variables paisaje o geomorfología, requieren la consideración de espacios que sobrepasan con mucho el polígono de competencia del parque y, en ocasiones, el de investigación. En la práctica, la extensión de las áreas de competencia y afección se tiene en cuenta exclusivamente en el momento de expresar la superficie de suelo ocupada por las instalaciones permanentes del parque en porcentaje del área de ambos polígonos.

Las descripciones de proyectos recogidas en las Declaraciones de Impacto o de Efectos Ambientales, según proceda, incluyen las coordenadas del polígono de afección en la mayor parte de los casos que hemos podido conocer, si bien en al menos una ocasión (parque eólico Riobó) se han incluido las coordenadas correspondientes al polígono de competencia.

2. Acciones de obra.

Accesos y viales interiores

La longitud total de los viales interiores de nueva construcción es muy variable (entre unos cientos de metros hasta decenas de km.) dependiendo de la longitud y trazado de las pistas existentes en el interior del polígono del parque. Habitualmente se procura que discurran en desmonte abierto en ladera, evitando las trincheras y llevando el camino preferentemente en terraplén. Los productos del desmonte se emplean para compensar volúmenes minimizando el acarreo de tierras a vertedero. Las pendientes máximas suelen ser de alrededor del 14% y las curvas tienen radios máximos de 15 - 20 m aproximadamente.

Genéricamente presentan una anchura de plataforma de 4 ó 5 m y taludes laterales, cuando los hay, de unos 30° aproximadamente. Las ampliaciones en plataforma del vial se realizan en el caso de

que las plataformas eólicas se dispongan perpendiculares al vial interno del parque (véase más adelante) en aquellos tramos con mayor pendiente para facilitar el tráfico de vehículos y de maquinaria pesada en ambos sentidos de circulación.

La sección está compuesta por una subbase de zahorra natural de 0,30 – 0,50 m de espesor y una capa de rodadura del mismo espesor o inferior (0,2 – 0,3 m) de material más fino, debidamente compactadas y generalmente sin asfaltar, a menos que crucen zanjas de conducción de cableado (Figura II.16). Algunos promotores pavimentan la capa de rodadura del firme mediante la aplicación de un ligante bituminoso sobre la superficie preparada con zahorra, seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido, repitiendo posteriormente la aplicación del ligante y la extensión y apisonado de árido. Donde se considera necesario los viales llevan en el borde cunetas de desagüe de 0,5 – 1 m de anchura y 0,25 – 0,5 m de profundidad, con taludes de 45%. En principio, las cunetas se

construyen sin revestimiento ninguno aunque en algunos tramos en los que las pendientes sean superiores al 10% y con el fin de evitar episodios erosivos que puedan traducirse en fenómenos de acarcavamiento, se construyen cunetas revestidas de hormigón; este revestimiento se puede prolongar en circunstancias especiales hasta su desagüe aún en tramos con pendiente inferior a ese valor, siempre que exista riesgo de encharcamiento. Una alternativa constructiva que previene el acarcavamiento de las cunetas consiste en el depósito de material grueso en el fondo de la cuneta atropado con material cementante.

Para evitar las acumulaciones del agua recogida en las cunetas y favorecer su evacuación se construyen drenajes con tuberías de PVC o, con mayor frecuencia, tubos de hormigón de diámetro adecuado (300 – 400 mm), colocados transversalmente bajo la calzada y completados con tajeas de muy variada tipología (Figura II.17). En las laderas con una cierta pendiente se instala un dispositivo deflector en la salida de los desagües que, en su diseño más básico, consiste en un gran bloque de roca o en un acúmulo de bloques de inferior tamaño, aunque también se han construido diseños más elaborados.

Figura II. 16. Sección Viales. Ejemplo tomado de Eurovento.

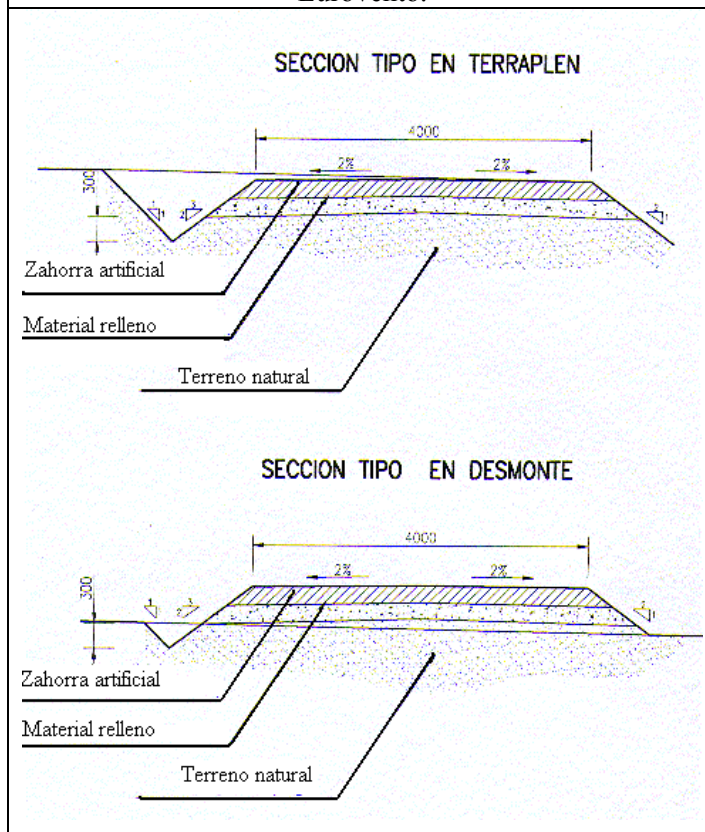


Figura II.17. Aspecto de diversas tipologías constructivas de tajeas empleadas en los parques eólicos de Galicia.

Los diseños de drenajes más sencillos contemplan sólo la disposición de un tubo bajo vial y perpendicular a este último (izqda.). Ocasionalmente se han empleado materiales procedentes de la excavación que mejoran la integración paisajística de la acción de proyecto (centro). A la derecha, se ilustra la utilización de un dispositivo deflector simple en la salida de aguas, consistente en un bloque de roca de gran tamaño. Parques de Paxareiras.		
Como soluciones más elaboradas se contempla el remate de los tubos de drenaje con tajeas que se construyen frecuentemente con material procedente de la excavación del tamaño adecuado y cemento o íntegramente de hormigón. Parque de Paxareiras.		
En las laderas de mucha pendiente las tajeas incorporan el mecanismo deflector consistente en una serie de bloques de pequeño tamaño atropados con cemento. Parque eólico Ventoada		

En el caso de que los viales crucen cercas para ganado, se disponen pasos para posibilitar el tránsito normal y donde fuera necesario desmontarlas, se repondrán a su estado original una vez finalizadas las obras. Las soluciones de paso por vaguadas se realizan mediante el aporte de piedra inerte en ambas orillas con bordes de bloque del material propio de la zona, de granulometría decreciente, y colocando un tubo de hormigón de aproximadamente 1 m de diámetro y 6 m de longitud, que permita el paso del agua en las avenidas que pudieran producirse. La ejecución de esta obra se realiza retirando el mínimo material posible del cauce y sin realizar ningún tipo de relleno que pudiera provocar contaminación de las aguas.

Finalmente, la colocación de los dispositivos de drenaje transversal de los viales y de disposición longitudinal se aplican de acuerdo con las prescripciones técnicas establecidas en el

proyecto constructivo en aquellas zonas en las que se generen cambios del flujo de agua superficial o definiéndose exactamente con las determinaciones que resulten en la fase de replanteo de obra civil.

Canalizaciones para Cableado

Para las canalizaciones de cableado se excavan zanjas, cuyo trazado se proyecta en principio, paralelo y colindante a los viales de comunicación interna, a menos que se estime oportuno o más favorable un trazado de recorrido más corto. En la mayor parte de los casos, los promotores prevén un cierto número de tipos de zanjas, que obedece a cuestiones determinadas por el número y tipo de cables que albergan y por los cruzamientos con vial, asfaltado o no. La zanja tipo presenta unas dimensiones básicas definidas según el número de líneas que albergan, siendo su anchura variable entre 0,4 y 0,6 m para 1 ó 2 líneas y hasta 0,8 m en el caso de que transporten tres líneas. La profundidad media es de 1 m, pudiendo variar entre 0,8 m en el caso de que la roca aflore a esa profundidad, y 1,35 m.

En el fondo de la zanja se extiende una capa de arena fina lavada y sobre ella se disponen, alternativamente, el cableado (de medio y/o baja tensión según proceda, y los cables de comunicación entubados) y capas de arena lavada medianamente compactadas. El empleo de esta última se debe a la necesidad de proteger el cableado de los efectos abrasivos que otro tipo de material más anguloso pudiera provocar. Una vez enterrado el cableado se suele proteger mecánicamente mediante ladrillos montados a soga, por encima de los cuales, unas placas de polietileno advierten de la existencia de los cables a lo largo de todo su recorrido. Finalmente, la zanja se rellena con una capa de tierra procedente de la excavación, limpia de piedras, ramas y raíces (Figura II.18).

En el caso de cruzamiento con vial no asfaltado se suelen proyectar canalizaciones en las que los cables van en tubos o conductos de PVC de diámetro adecuado y embebidos en una capa de hormigón, siendo opcional la colocación de un mallazo de acero; el relleno inferior de la zanja se realiza a base de arena y el superior, con materiales procedentes de la excavación, como se ha descrito anteriormente. Si el vial estuviera asfaltado, el cableado se introduce en tubos de hormigón, disponiendo el relleno superior de zahorra compactada y aglomerado drenante en superficie. El paso de las zanjas de conducción de cableado en sus cruzamientos con cursos de agua se realiza por debajo del cauce, generalmente a una profundidad de 1,0 m del tawleg, tal y como se recoge en la Figura II.19

Los conductores de media tensión se disponen, en todo su recorrido, en un tubo o conducto resistente y duradero de hormigón prefabricado o de polietileno de un diámetro mínimo de 20 cm. El cable de comunicaciones se aloja en un tubo de hormigón o polietileno de 9 cm que permita deslizar los cables por su interior fácilmente. A falta de legislación específica para media tensión y dado el carácter temporal de los cursos de agua existentes en los polígonos de los parques, se suele aplicar el sistema establecido en la ordenanza de la MIE BT 006, apdo. 7. Cruzamientos bajo aguas circunstanciales, que indica que los conductos se instalan a una profundidad de 1 m.

Figura II.18. Sección zanjas (Tomado de MADE)

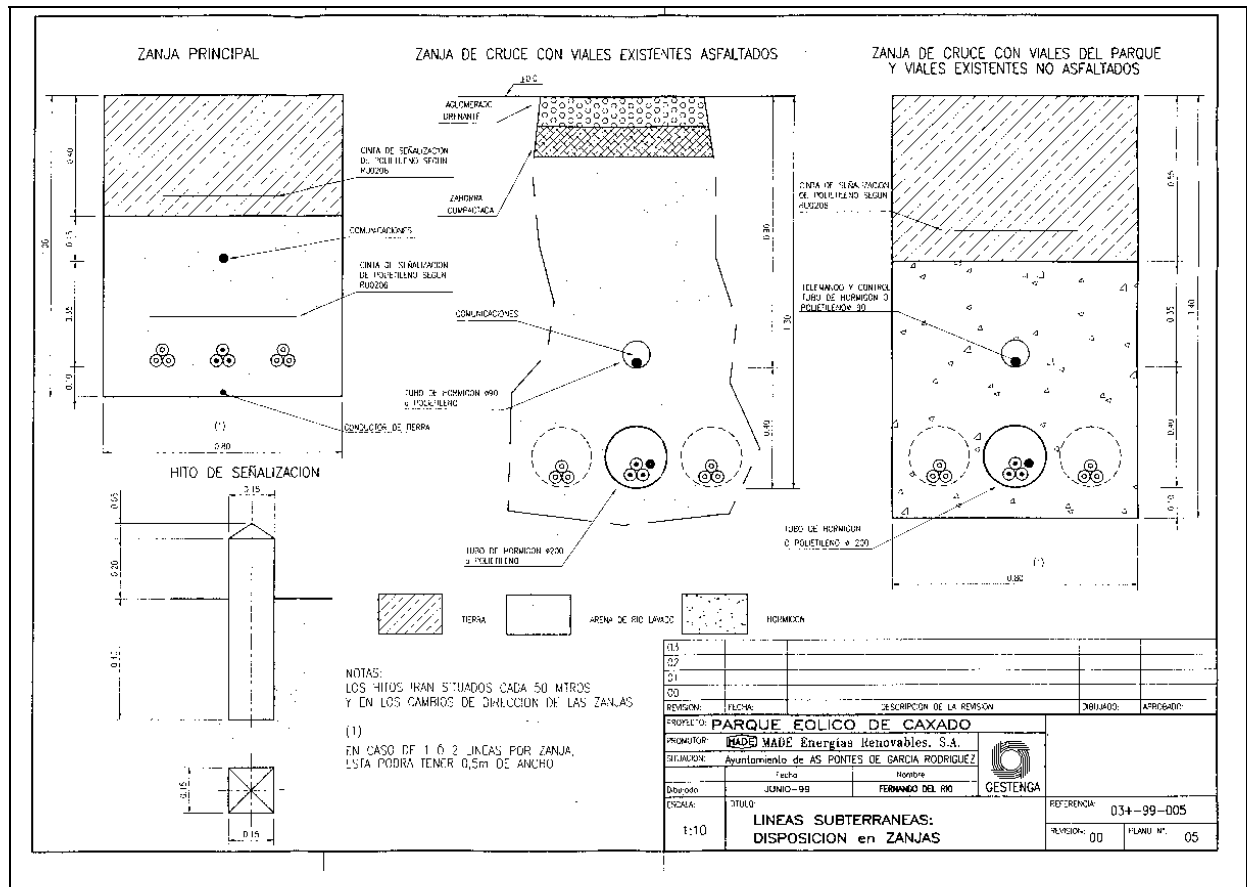
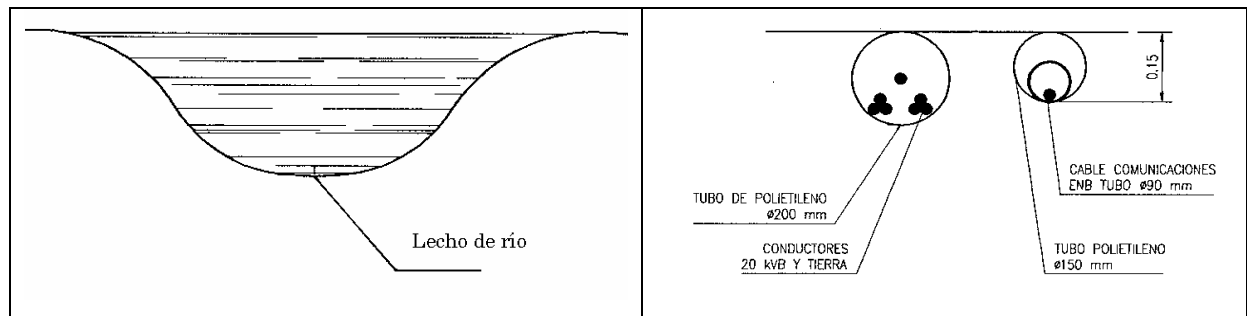


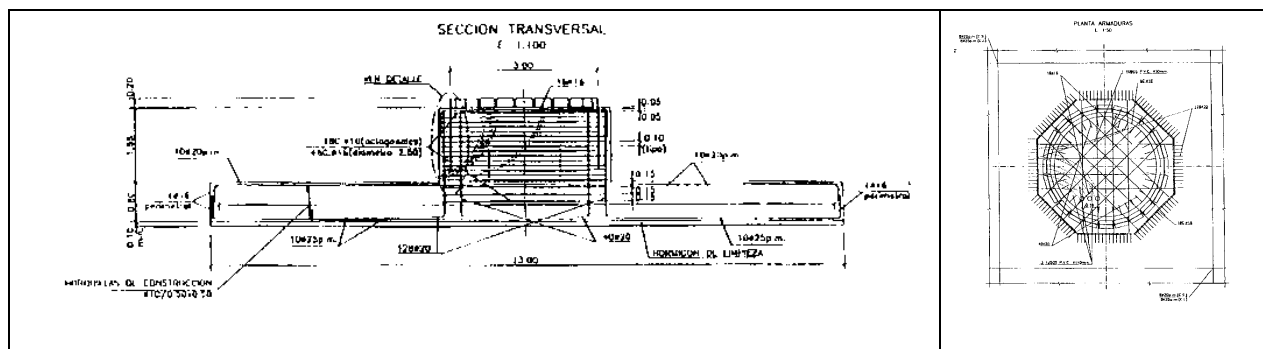
Figura II.19. Sección cruzamiento de zanja con curso de agua (Tomado de MADE).



Cimentación de los aerogeneradores

La cimentación de los aerogeneradores debe adaptarse a las condiciones geotécnicas del terreno donde se ubiquen y a las solicitaciones mecánicas que deben soportar variando las dimensiones de un diseño base. Este último (Figura II.21) consiste en una zapata cuadrada (con menor frecuencia hexagonal) sobre la que se construye un pedestal de forma hexagonal, octogonal o circular en el que se disponen las bridas de anclaje entre la base y el tramo inferior de la torre.

Figura II.21. Planos de cimentación de un aerogenerador, en sección transversal (arriba) y en planta, con indicación de las armaduras (Tomado de Alabe).



Ambos elementos se construyen a base de hormigón armado con acero corrugado y con unas dimensiones adecuadas a la altura y peso de los componentes del aerogenerador (Tabla II.7). Así, por ejemplo, el aerogenerador de MADE AE-30, con 31 m de altura de la torre, se instala sobre una zapata cuadrada de 8 m de lado; esta longitud aumenta hasta los 12–13,5 m en las zapatas que soportan las torres más altas, de 50–55 m, como en las turbinas G47-660, Bonus y Neg Micon de 1.300 kW. La altura de la zapata aumenta también desde 0,85 m hasta 1,3 m.

Además, teniendo en cuenta la capacidad portante, los promotores adaptan las dimensiones de las zapatas a las condiciones geotécnicas del terreno y por ejemplo, Alabe previó la construcción de tres tipos distintos para una misma turbina con 45 m de altura de la torre. Para compensar la disminución de las dimensiones en planta, se recrece la altura de la zapata, desde los 0,5 y 0,8 m para las zapatas de 11,25 y 13 m de lado, respectivamente, hasta los 2 m en la cimentación de 8 m de lado. Esta solución se ha empleado en las áreas turbosas con el fin de minimizar la superficie ocupada.

Tabla II.7. Dimensiones de las cimentaciones empleadas en algunos parques.

Máquina	Potencia Unitaria	Zapata		Pedestal		Diámetro Rotor	Altura torre
		Lado	Altura	Diámetro	Altura		
MADE AE-30	330	8	0,85	1,33	1,3	30,4	31
Vestas V-42	600	9,8	1,1	3	1,2	42	45
MADE AE-46	660	11	1,2	3,7	1,5	46	45
Bonus-600	660	9	1,3	3,8	1,2	44	40
G47-660	660	12	1	3,9	1,2	47	55
NM750/44 kW	750	11,25	0,5	3	1,8	44	45
		13*	0,8	3	1,8	44	45
		8,4	2	3	1,8	44	45
Bonus 1,300	1.300	12	1,3	4,61	1,1	62	55
NEG MICON 1,3	1300	13,5	0,8	1,9	1,85	60	50

*: Ver Figura II. 21

Plataformas eólicas

En torno a cada aerogenerador y aunque en el documento de proyecto no se incluya en todos casos como una acción de obra civil, es necesario disponer de una superficie horizontal explanada para apeaar temporalmente el material y permitir la maniobrabilidad de las grúas y camiones durante el montaje de la torre, palas y góndola del aerogenerador. Esta superficie es denominada plataforma eólica e igualmente, presta su servicio en las labores de mantenimiento del rotor y del aparellaje alojado en la góndola durante la fase de funcionamiento del parque.

Su forma puede ser circular o rectangular, posee unas dimensiones variables entre los 12-17 m de anchura y los 20-35 m de longitud o unos 20 m de diámetro, dependiendo del promotor y de las solicitudes de la maquinaria en el momento de realizar el montaje, lo que a su vez, depende de las dimensiones del aerogenerador. Se sitúan en alineación con el aerogenerador, alineación que puede ser paralela (Figura II.22) o perpendicular (Figura II.23) al vial que comunica las turbinas de la alineación. La segunda disposición suele requerir la ampliación en garaje del vial en el lado opuesto al de ubicación del aerogenerador.

Las acciones de obra y preparación de estas superficies suelen ser análogas a las características constructivas de preparación de los viales del parque, estando constituidas por una capa de zahorra compactada de unos 10 cm de espesor. Donde se considera necesario, algunos promotores construyen una subbase de hormigón de limpieza que es recubierta con materiales seleccionados de la excavación, adecuadamente compactados, para proporcionar las condiciones de estabilidad necesarias. En todo caso, la plataforma es sometida posteriormente a labores de restauración de la morfología superficial y de revegetación, lo que requiere la extensión de una capa de unos 25 cm de tierra vegetal, enclado y siembra de pratenses.

Figura II.22. Esquema de distribución de plataformas en alineación con el aerogenerador paralela al vial interno (Tomado de MADE).

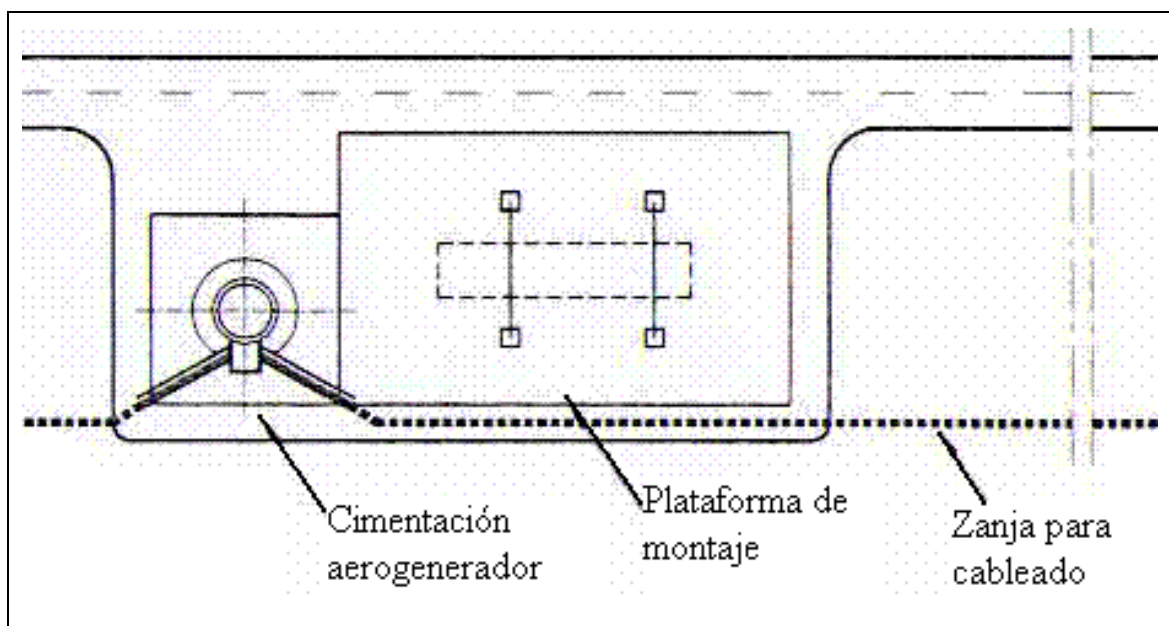
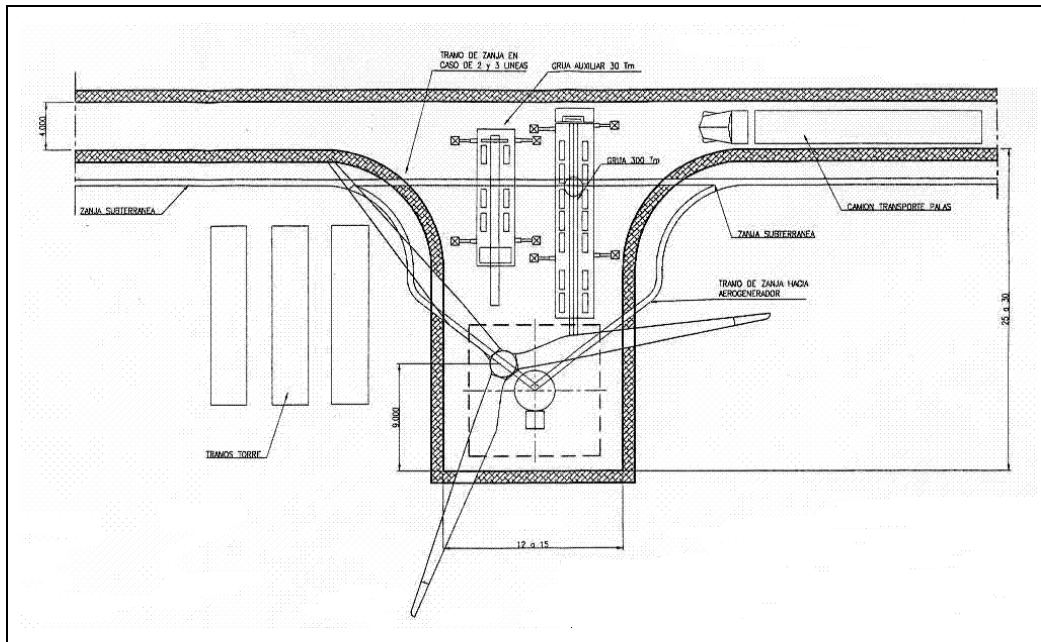


Figura II.23. Esquema de ubicación de plataforma en alineación con el aerogenerador perpendicular al vial interno y disposición de los vehículos y maquinaria durante el montaje (Tomado de MADE).



3. Instalaciones electromecánicas

Aerogenerador

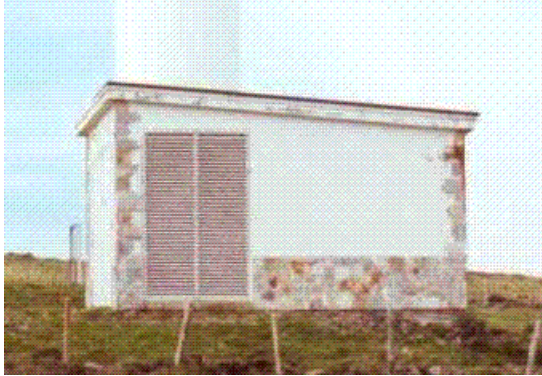
El aerogenerador y sus componentes se describen con mayor detalle en el apartado II.3.4, al final de este capítulo.

Centros de transformación

Constituyen los puntos en donde se reúne la energía producida en los aerogeneradores, mediante las líneas de potencia de baja tensión (660-690 V), tendidas en bandeja a lo largo de la pared interna de la torre. Cuando el diseño de parque eólico así lo requiere, se instalan o se construyen un número variable de centros de transformación, de modo que cada uno recoja la energía producida por un número de aerogeneradores que oscila entre 3 y 5. Todos los centros de un mismo parque eólico y, en general de un mismo promotor, son de igual tamaño, diseño y potencia, variando de uno a otro únicamente en el número de salidas en baja tensión, o en el número de aerogeneradores agrupados a cada transformador. Sin embargo, se pueden encontrar notables diferencias entre las tipologías constructivas de distintos parques.

Así por ejemplo, en el parque eólico de Capelada, los centros de transformación fueron contruidos sobre solera de hormigón de 15 cm de espesor con paramento a base de doble tabique de ladrillos con cámara de aire y cubierta de pizarra (Figura II.24). El acabado se adapta a las características constructivas de la zona al utilizar un revestimiento de piedra en el zócalo y en las aristas laterales de las fachadas. Sus dimensiones interiores son de 4,90 x 3,85 m en planta y 3 m de altura y poseen capacidad suficiente para albergar todos los cables conductores y el transformador. Inicialmente, en los primeros parques contruidos el transformador (de tipo intemperie) se instalaba en

la parte exterior del centro de transformación, sobre solera de hormigón, pero posteriormente, con la modificación normativa, fue posible ubicar los transformadores en recintos cerrados: en los propios centros de transformación o en el interior de la torre del aerogenerador.

Figura II.24 Centro de transformación de obra de fábrica. Parque eólico Capelada	Figura II.25 Centro de transformación prefabricado, en Paxareiras.
	

En la mayoría de los parques los centros de transformación son de tipo prefabricado (Figura II.25) y su instalación requiere únicamente la explanación de la superficie sobre la que se asientan. Además las dimensiones en planta (2,5 X 4,5 m) resultan inferiores a las de los centros de obra, mientras la altura es similar (3 m). Todos ellos disponen de las correspondientes arquetas para el paso de cables (puestas a tierra, líneas de baja y media tensión) y recogida de aceite, así como de dos puertas metálicas de acceso, una para personal y otra para la máquina transformadora principal. La ventilación natural está garantizada por dos rejillas instaladas en los paramentos verticales de la edificación.

Cada centro de transformación está compuesto por el cuadro principal de baja tensión, el transformador de potencia adecuada al número de aerogeneradores que agrupan (1000, 1250, 1600 o 2000 kV), las celdas de 20-30 kV, los elementos de telemando y auxiliares y material de seguridad.

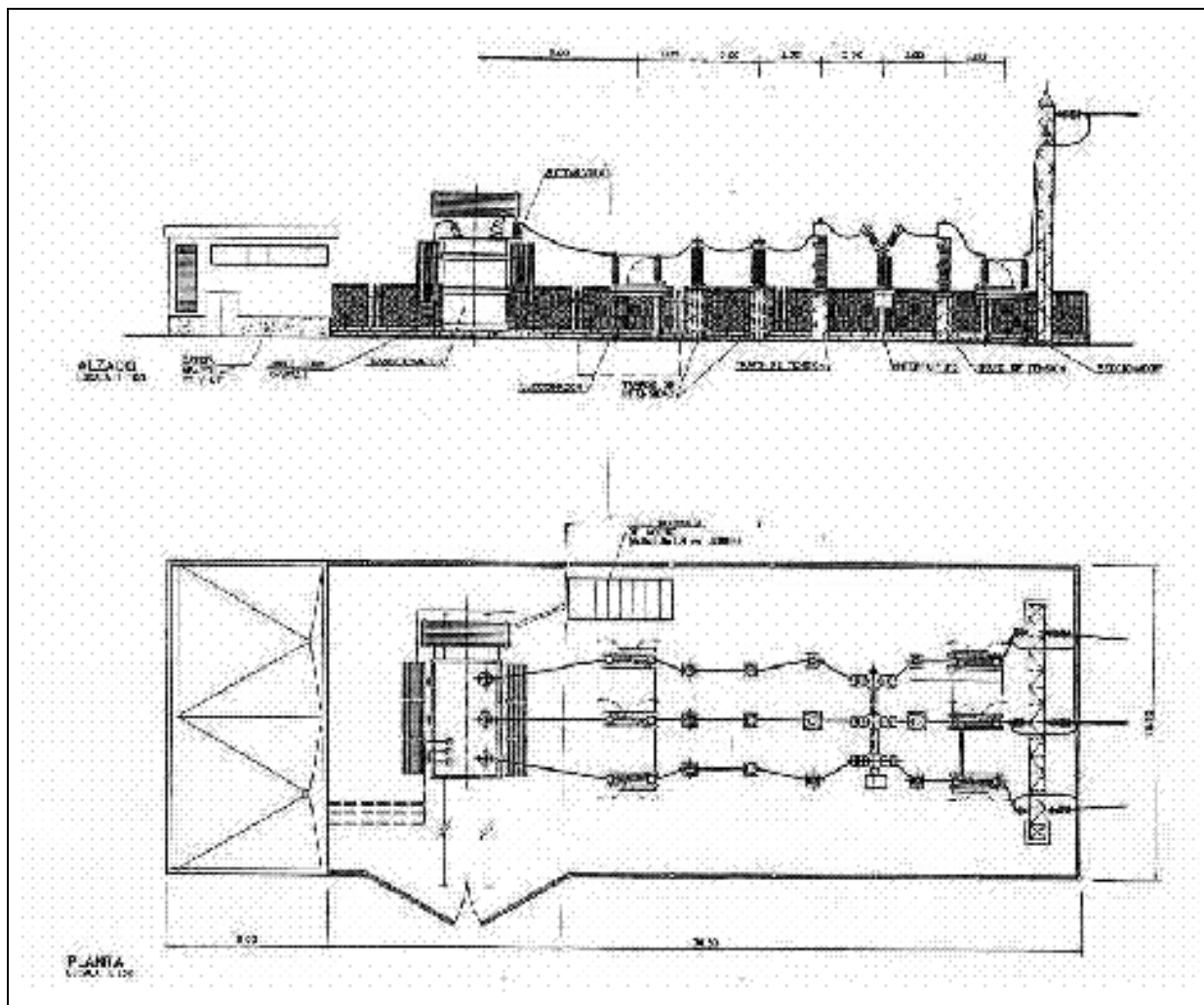
Edificio de explotación: Subestación y edificio de control

El edificio de explotación comprende el centro de control y, convenientemente separados y con accesos independientes, un almacén y la parte cubierta de la subestación con todo el aparellaje eléctrico de esta última (Figura II.26), instalaciones que pueden ser compartidas con las prestaciones de servicio a uno o varios parques eólicos colindantes.

La **subestación** de 132/20-30 kV sirve como punto de recogida y enlace de las distintas líneas de generación eléctrica a partir de cada aerogenerador y para la evacuación de la energía producida en el parque, mediante una línea de 132 kV, que habría de conectarse a la red de distribución eléctrica y como tal, es objeto de proyecto y evaluación ambiental independiente. Es de tipo intemperie con una o varias entradas de línea en 132 kV y con la parte de tensión media (20 ó 30 kV) y baja (660 ó 690 V) interior, situada en la parte cubierta de la subestación. Esta última puede, a su vez, estar alojada en una

de las dependencias del edificio de control del parque o en un edificio alejado del centro de control del parque construido en obra de fábrica ex profeso. Se compone de las barras generales, las posiciones de transformador de potencia de 20-30/32 MVA, distribución de 20-30 kV con varias salidas, control y telemando. El edificio de aparellaje es de hormigón prefabricado y su colocación precisa obras menores, como la realización de las bases de cimentación o el montaje de elementos auxiliares.

Figura II.26. Alzado y planta de subestación en los parques eólicos de Alabe.



En cuanto a los controles de seguridad, dispone de los elementos de protección necesarios para que las tensiones de paso y contacto que pudieran producirse sean conforme a las establecidas por el Reglamento correspondiente. Además, todo el recinto de la subestación se protege con un cerramiento exterior para evitar el peligro de electrocución por libre acceso a personas y, sobre todo, al ganado bovino y caballar en libertad, muy habitual en las zonas de montaña de Galicia. Dicho cerramiento está formado por tela metálica de 2,5 m de altura fijada en postecillos metálicos (aluminio) sobre bordillo de hormigón en masa. La entrada al recinto de la subestación se puede realizar bien por una puerta de doble hoja, bien a través de una puerta que comunica con la edificación anexa (centro de control o caseta) de una hoja de 0,8 m.

A fin de recoger el aceite del transformador que se pudiese derramar en caso de avería se construye un foso debajo del transformador, desde el que el aceite derramado se evacua por medio de una tubería de PVC que parte del foso y termina en un depósito de aceite de 5 X 2 X 1,8 m de dimensiones interiores aproximadas.

En la mayor parte de los parques eólicos, el **centro de control** es construido en obra de fábrica, asentada sobre la correspondiente cimentación, con estructura de hormigón armado y pilares apoyados sobre zapatas asentadas en terreno firme, forjado a base de viguetas y bovedillas de hormigón, y cubierta de teja. Dispone habitualmente de dos niveles, destinándose la planta baja a las instalaciones propias de la subestación, en su caso, y a taller de reparaciones, almacén, y la entreplanta a la sala de control del parque, oficinas, vestuario y aseos. En algunos centros se ha dispuesto una dependencia a modo de aula para recepción de visitas colectivas. Las dimensiones de este centro son muy variables, dependiendo de las funciones previstas por la empresa promotora, con una longitud de 20-26 m, anchura de 12-12,3 m y altura de 8-9 m en su punto más alto. Cabe destacar las pequeñas dimensiones en planta de los edificios proyectados en los parques Montouto (18X8) y Chantada (16X8), con una sola planta y altura de los edificios de 5 y 4,5 m, respectivamente.

El cerramiento exterior se construye a base de mampostería de piedra (granito) del país recibido con mortero hidrófugo. El aislamiento se realiza a base de poliuretano proyectado sobre la cara interior de la mampostería, y el cierre interior, en ladrillo hueco sencillo enfoscado, enlucido y pintado. La carpintería exterior, y en algunos casos también la interior, suele ser metálica, a base de perfiles de chapa de acero galvanizada, generalmente equipada con apertura antipánico interiormente y cerradura exterior. En los parques eólicos construidos por la promotora Norvento (Montouto y Coruxeiras) los edificios proyectados presentan unas características constructivas notablemente diferentes a las de los restantes promotores. Tanto en sus dimensiones como por en el acabado, estos edificios se acomodan a la arquitectura tradicional de las construcciones destinadas a usos ganaderos, al construirse fachadas con el zócalo inferior revestido con piedra y cubierta a dos aguas con losa de pizarra.

Los edificios de control están dotados de un sistema de abastecimiento de agua, que se realiza a partir de un pozo de barrena construido en sus inmediaciones, con bomba de elevación, depósito de acumulación y equipo clorador para potabilización. Igualmente, se construye una fosa séptica para depuración de efluentes previa al vertido, cuyas características se deben ajustar a la normativa legal vigente para este tipo de sistemas. La protección contra incendios se confía al correspondiente equipo de extinción, con detector iónico, kit de accionamiento automático y extintores manuales.

El **sistema de regulación y control** previsto se basa en el uso de un ordenador tipo PC y de un Software desarrollado para esta aplicación, siendo específico para cada tecnología y, por tanto, con un elevado grado de optimización. Incorpora una serie de funciones como la monitorización de todos los parámetros de funcionamiento o la posibilidad de controlar la operación de los aerogeneradores por

vía telefónica. Asimismo dispone de la posibilidad de realizar funciones de adquisición de datos de funcionamiento, lo que presenta una ayuda directa para la operación y mantenimiento de los aerogeneradores, con funciones propias y análisis de paradas, facilitando también la detección y solución de problemas de operación y mantenimiento.

A través de este centro de control se detectan inmediatamente todas las perturbaciones en la red eléctrica y las funciones propias de los elementos del parque. El equipo permite también detectar una serie de condiciones anómalas adicionales, referidas a la tensión e intensidad de la red, dirección y velocidad relativa del viento, revoluciones por minuto, temperatura de los distintos componentes, sobrecarga de motor, niveles de aceite y líquido de frenado, vibraciones, etc.; generando las correspondientes ordenes de parada y frenado. En el panel de control se refleja en todo momento el estado de los componentes del parque eólico. Mediante el teclado se pueden ver en pantalla los distintos valores de funcionamiento y de actuación de los equipos, así como proceder a su reajuste.

Otras edificaciones

Las **casetas** para albergar las celdas, protecciones etc., que se construyen en un lateral del recinto de la subestación de los parques Alabe en el Xistral poseen unas dimensiones en planta de 14,4 X 5,4 ó 15,7 X 8,0 y, en todos los casos, 3,5 m de altura. Se realizan en solera de hormigón H-175 de 15 cm de espesor en toda su superficie bajo una capa de grava de 10 cm de espesor, como en el resto de la subestación. Las paredes se construyen de bloques prefabricados huecos de hormigón de 40 X 20 X 20 cm, con acabado de recubrimiento de granito y las ventanas serán correderas de tres hojas de carpintería de aluminio. Llevan cubierta de hormigón de 20 cm de espesor y tejado de teja.

Los **edificios de interconexión o de celdas de media tensión** que MADE proyectó para la recogida de las líneas de 20 - 30 KV de uno o dos parques eólicos colindantes alojan las diferentes celdas de 30 KV. Se trata de edificios prefabricados de hormigón de dimensiones aproximadas de 7,6 m x 5,6 m en planta y 2,8 m de altura. Van asentados sobre las correspondientes cimentaciones con zapata corrida de hormigón armado, forjados a base de viguetas y bovedillas de hormigón y cubierta de pizarra. Con el fin de que las características constructivas y el acabado del edificio sean concordantes con el tradicional de la zona, se proyectó un cerramiento exterior con encachado de piedra gallega, recibido con mortero hidrófugo, ladrillo perforado, cámara de aire y cierre interior en ladrillo hueco sencillo enfoscado, enlucido y pintado.

En cuanto a la **estación de maniobra eléctrica** prevista, por ejemplo, en el parque eólico Carnota, con el fin de verter la energía generada sobre una línea subterránea de 30 kV del Parque Eólico de Paxareiras I, ubica los equipos de maniobra, protección y medida de la línea subterránea de 30 kV. Es, como el anteriormente descrito, un edificio prefabricado de hormigón, de situación en superficie y separada de otras edificaciones. En el interior de la estación de maniobra se ubican las celdas de maniobra y protección de 30 kV y los equipos de medida, mientras las entradas y salidas de cable de 30 kV y de comunicaciones se realizan a una cota inferior al nivel del suelo. Sus dimensiones

son similares a las de los centros de transformación prefabricados, tanto en planta (2,5 x 4,8 m) como en altura (3 m sobre el nivel del suelo) y dispone de las aberturas precisas para el acceso de personal y materiales al interior de la estación, así como aberturas de ventilación protegidas con rejilla.

Los **centros de recogida a media tensión** de los parques eólicos de Alabe en la Serra do Xistral poseen una altura de 3 m y unas dimensiones en planta variables en función del número de cables que agrupen: longitud entre 4 y 8 m y anchura variable entre 2,2 y 3 m. Se instalan sobre una explanación en la que se ha extendido un lecho de arena lavada y nivelada de 15 cm de espesor, cuyas dimensiones en planta son iguales que las respectivas bases de las casetas.

Red de tierras

La red de tierra se instala aprovechando las zanjas construidas para la conducción de cableado y las excavaciones de las cimentaciones de los aerogeneradores y de la subestación correspondiente. Tanto en el fondo de la zanja como en el fondo de la excavación se colocará cuando sea necesario el conductor de tierra, extendiendo sobre él una capa fina de arena lavada de 50 mm de espesor, disponiendo a continuación el resto de los cables como se ha explicado anteriormente. La red de tierra general de la subestación, con unas dimensiones de 18 X 10 m, está constituida por malla de cable de cobre desnudo de 4 mm de diámetro, enterrado a 0,8 m de profundidad como mínimo y dispuesto en retícula de 50X50 cm. La red se suele completar con picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro.

4. Operación y mantenimiento

Las tareas de operación y mantenimiento juegan un papel vital en los resultados de explotación de una instalación eólica. El objetivo es garantizar la disponibilidad general de los sistemas, evitando paradas y revisiones excesivas, con el mínimo coste posible.

Es crucial la presencia en la instalación de personal capaz de su uso y de la información completa de los equipos. La empresa dispondrá de un equipo de personal compuesto por unas 20 personas para realizar las tareas de mantenimiento necesarias para garantizar el funcionamiento de las instalaciones proyectadas. Las actividades de operación engloban aquellas de carácter administrativo (gestión de stocks, suministros, operación y recursos) y las de producción energética (gestión, asistencia técnica y seguimiento). El principal soporte de estas tareas será el equipo de monitorización y la toma de datos centralizada, habiéndose previsto una dedicación total de 2.000 h anuales de trabajo administrativo orientadas a la producción de energía.

II.3.3. ILUSTRACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS

Para la implementación del proyecto de un parque eólico se han de tener en cuenta las prescripciones técnicas recogidas en el documento sectorial, las medidas atenuantes de impacto introducidas en el estudio de impacto ambiental y el condicionado de la Declaración Ambiental Administrativa de Impacto o de Efectos ambientales, según proceda.

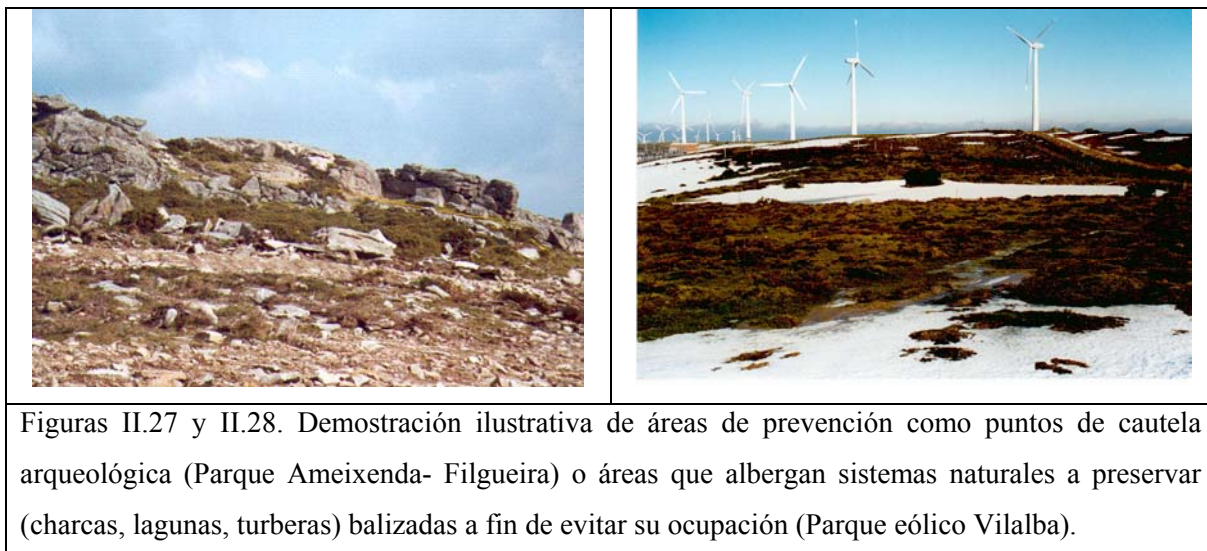
Con estas consideraciones, el promotor procede a la contratación de diferentes empresas responsables de la construcción y de la instalación de los elementos del parque. Inicialmente es la empresa constructora de obra civil la que acomete el desarrollo de proyecto, con el replanteo de obra civil, momento en que se determina la localización exacta de todos los elementos de obra. Al mismo tiempo, se elabora un cronograma de trabajo en cumplimiento del tiempo de ejecución de la contrata y con el fin de facilitar la coordinación y las actuaciones derivadas de la participación de otras empresas responsables de maquinaria y aparellaje eléctrico.

En principio se determina la localización, temporalidad y grado de ocupación de una serie de actuaciones, instalaciones y obras temporales que deben ajustarse a las necesidades de operación de obra, disponibilidad de materiales en lugar, tiempo y forma, junto a las medidas preventivas establecidas tanto en el EsIA como en la Declaración Ambiental. Se trata de:

- El balizamiento de zonas de cautela por su interés arqueológico, ecológico, botánico, geológico, edafológico, geomorfológico y hábitats protegidos.
- Ubicación de las instalaciones de servicio para el desarrollo de la obra (denominadas casetas de obra), parque de maquinaria y almacén de material y, en los proyectos que así lo requieran, depósito de combustible, planta de elaboración de hormigón y puntos de obtención de material de préstamo (canteras o huecos de excavación).

Junto a éstas, en la descripción de las labores de ejecución se han diferenciado las acciones de obra principales: Construcción de viales, excavación de zanjas para conducción de cableado y de plataformas eólicas y la cimentación de aerogeneradores, que implican en primer lugar el desbroce y movimiento de tierras), la construcción del centro de explotación y el montaje del aerogenerador, describiéndolas mediante un reportaje fotográfico que se muestra a continuación.

ACTUACIONES PREVIAS



Figuras II.27 y II.28. Demostración ilustrativa de áreas de prevención como puntos de cautela arqueológica (Parque Ameixenda- Filgueira) o áreas que albergan sistemas naturales a preservar (charcas, lagunas, turberas) balizadas a fin de evitar su ocupación (Parque eólico Vilalba).

DISPOSICIÓN DE INSTALACIONES AUXILIARES

Las instalaciones auxiliares constituyen un conjunto de elementos básicos e imprescindibles para el correcto desarrollo de la obra civil. En función de los plazos de ejecución, de la disponibilidad de materiales y de las características del terreno tienen un grado de ocupación diferente.

Casetas de obra

En un área incluida en los terrenos del parque eólico o en sus proximidades, de fácil acceso, se instalan las casetas portátiles para oficinas de administración, gestión, ingeniería, área de higiene y seguridad en el trabajo, servicios higiénicos y vestuarios.



Figura II.29. Ejemplo de una zona de instalación de las casetas de obra durante la construcción del parque eólico Ameixenda- Filgueira.

Figura II.30. Aunque los componentes de mayor tamaño del aerogenerador se distribuyen sobre el terreno previamente a su montaje, en ocasiones es necesario disponer de un espacio para el almacenamiento temporal de algunos elementos del aerogenerador (como los bujes a la izquierda de la fotografía), o de material de obra (como las tuberías de hormigón, a la derecha del vial) de menor tamaño. Parque eólico Ameixenda – Filgueira.

Estas instalaciones serán aptas para realizar otras funciones durante toda la fase de construcción del parque eólico, como recepción de visitantes. En sus inmediaciones se ha de disponer de un espacio para recepción y almacén temporal de material de obra y de componentes del aerogenerador, así como aparcamiento y depósito de maquinaria de pequeño tamaño y de deshechos de obra en sus inmediaciones.

Convenientemente se selecciona una zona preferentemente llana, a la que se accede desde el vial principal del parque eólico. El piso de esta área es acondicionado de modo que permita el paso de maquinaria y vehículos pesados, lo que requiere unas medidas de compactación similares a las de los viales internos de comunicación del parque. Una alternativa menos costosa consiste en disponer las casetas portátiles en posición adyacente al vial del parque y sobre vigas de hormigón armado, a modo de apoyo, lo que evita las explanaciones y limita al mínimo el empleo de zahorra. Donde es factible, se emplean infraestructuras viarias en desuso, pero no siempre se dispone de una superficie con estas características.

Planta de fabricación de hormigón

En general y como medida preventiva de conservación ambiental, no se permite la fabricación de cemento en los terrenos del parque eólico, debiéndose adquirir en establecimientos adecuados y posteriormente transportarlo en camión hormigonera hasta los huecos de cimentación ya construidos. Pero cuando la distancia entre el punto de abastecimiento y el parque es demasiado larga, el cemento puede fraguar durante el transporte, haciendo necesaria la fabricación del hormigón a pie de obra (Figura II.31).

Obtención de material de préstamo

En el caso de que los materiales resultantes de las labores de desmonte no se generen en la cantidad requerida para la construcción de los viales del parque, rellenos de los huecos de las cimentaciones de las zapatas, zanjas, etc., en algunos parques eólicos es necesario obtener material de préstamo, a partir de las canteras existentes en las proximidades y con el correspondiente permiso (Figuras II.32 y 33).

Si no hay posibilidad de obtener material de relleno, se procede a la apertura de uno o más huecos de excavación en los terrenos incluidos en el polígono del parque eólico. Para ello y al igual que sucede en las restantes labores de movimiento de tierras, se retira la tierra vegetal, procediendo a continuación a la extracción del horizonte C edáfico mediante pala excavadora. Una vez finalizadas las obras, son rellenados con material edáfico sobrante procurando restaurar las condiciones topográficas originales. En caso de que exista ganado en libertad se suele vallar el área de excavación a fin de prevenir posibles accidentes.



Figura II.31. Planta de fabricación de hormigón en un parque eólico. Parque eólico Carba.



Figura II.32. Vista general de un hueco de excavación para la extracción de material de préstamo. Generalmente la excavación se delimita con un vallado a fin de prevenir la caída accidental de animales en libertad o personas. Parque eólico Ameixenda – Filgueira



Figura II.33. Detalle de la obtención de material para relleno con los apilamientos de tierra vegetal, de tonalidad más oscura, bordeando las márgenes del hueco de excavación. Parque eólico Virxe do Monte.

OTROS ELEMENTOS

Ocasionalmente es necesario disponer de una serie de elementos complementarios que faciliten la labor de obra.



Figura II.34. En algunos parques se instala un depósito de combustible para el suministro a la maquinaria de construcción del parque. Parque eólico A Ruña.



Figura II. 35. Ocasionalmente se han utilizado grúas de gran tonelaje para la construcción del edificio de control, como en el parque eólico Sotavento. En general, la construcción del edificio y de la subestación requiere únicamente un camión equipado con una grúa.



Figura II.36. Las surgencias de agua o su acumulación en periodos lluviosos dificultan las labores de construcción requiriendo el empleo de motores- bomba para su desvío o evacuación. Parque eólico Alabe-Ventoada.

TRANSPORTE Y TRÁFICO DE MAQUINARIA



Figura II.37. El tráfico de maquinaria y vehículos con distinta finalidad (camiones volquete, perforadoras, palas excavadoras, etc.) es permanente a lo largo de la fase de construcción del parque. Parque eólico Ameixenda-Filgueira.

Figura II.38. El transporte de los 2 ó 3 tramos que componen cada una de las torres de los aerogeneradores se realiza en el momento inmediatamente anterior a su instalación por las dificultades de acceso y almacenamiento debido al tamaño de las estructuras. Parque A Ruña



Figura II.39. Detalle de un camión de transporte de las secciones que componen la torre, con caja provista de los dispositivos adecuados para el amarre del elemento al remolque. Parque eólico Ventoada.

VIALES

Previamente a la apertura de viales se procede al desbroce de una amplia franja de terreno destinada a la ocupación por una alineación de aerogeneradores, que comprende vial, cunetas, zanja/s, cimentación y plataforma eólica. La apertura de viales se acomete de acuerdo con el diseño sectorial de proyecto pero, al tratarse de una obra civil y debido a las características geotécnicas del terreno (estabilidad, pendiente,...), en ocasiones es necesario adaptar la configuración del acceso a las condiciones específicas de laderas y cumbres por las que discurren.



Figura II.40. Vista general de las labores de apertura de viales en la ladera de un monte y aspecto de dos explanaciones para la construcción de las plataformas de los aerogeneradores. Parque eólico Refachón.

Figura II.41. El desbroce consiste en la retirada de la vegetación y de los horizontes edáficos superficiales mediante pala excavadora, lo que suele dejar al descubierto el material de partida del suelo. Parque eólico Vicedo.



Figura II.42. Detalle de una superficie recién desbrozada, preparada para la construcción del vial que se inicia con la extensión de la subbase de zahorra. Parque Sotavento.

Figura II.43. La segregación de los apilamientos de los distintos horizontes del suelo (A + vegetación y B+ saprolita) debe adecuarse a fin de preservar las características edáficas de los materiales que serán empleados posteriormente en las labores de restauración de superficies finales. Parque Ameixenda-Filgueira.

El proceso de construcción se desarrolla secuencialmente atendiendo al procedimiento normal de obra civil, iniciándose con la extensión de una capa de zahorra de mayor grosor, seguida de las labores que a título no exhaustivo se muestran a continuación:



Figura II.44. Una vez extendida y compactada la capa de zahorra de tamaño bloque, se procede a la extensión de una segunda capa de material más fino. Parque eólico Sotavento.

Figura II.45. Vial en el que se ha extendido la segunda capa de zahorra y a la espera de compactación. Parque eólico Carba.



Figura II.46. En el terraplén lateral derecho de este vial se puede apreciar la disposición de las dos capas de zahorra extendidas y compactadas. Parque eólico Barbanza II.

Figura II.47. Una vez terminado el vial se procede a la realización de las cunetas y la extensión de los acúmulos de tierra vegetal producidos durante el movimiento de tierras. Parque Vicedo.



Figura II.48. Aspecto final de un vial con márgenes remodelados, preparado para la restauración de la cubierta vegetal. La ausencia de cuneta se justifica por la suavidad de la pendiente. Álabe-Lomba.

Figura II.49. De forma similar se procede en lo que se refiere al acabado de taludes y, en su caso, a la construcción de las cunetas. Parque eólico Alabe-Nordés.



Figura II.50. El paso de maquinaria pesada determina en ocasiones la reconstrucción o la adecuación de algunos tramos de vial a fin de atenuar sus efectos y durante toda la fase de construcción del parque eólico. Parque eólico Virxe do Monte.

Figura II.51. Para ello el material necesario se acumula en posición adyacente a los viales. Parque eólico Sotavento.



Figura II.52. Las ampliaciones en garaje de los viales se construyen con una base de zahorra de unos 10 cm de espesor. Parque eólico A Ruña.

Figura II.53. Posteriormente son recubiertas por material de tamaño de grano más fino. Parque eólico A Ruña.



Figura II.54. En situaciones muy especiales, tramos con excesiva pendiente, los viales son rematados con la instalación de una bionda a modo de quitamiedos. Parque Alabe-Soán

Cunetas



Figuras II.55 y II.56. Una vez remodelados los taludes, se procede a la limpieza del borde del vial (Parque eólico A Ruña), configurando la forma definitiva de la cuneta (Parque Villalba).



Figura II.57. En el caso de cunetas hormigonadas, la definición de su forma se realiza mediante un encofrado, utilizándose unas guías adaptadas a su anchura y profundidad finales. Parque Lomba.

Figura II.58. Aspecto final de un tramo de cuneta hormigonada. Parque eólico Nordés.

Figura II.59. En su intersección con las zanjas de cableado señaladas por la presencia de grava de color azulado en superficie, se entierran unos tubos de hormigón de diámetro y longitud adecuados, favoreciendo la continuidad de la cuneta. Parque eólico A Ruña.

CIMENTACIÓN DE LOS AEROGENERADORES

Las cimentaciones de los aerogeneradores deben practicarse de acuerdo con las condiciones geotécnicas de los suelos en los que está prevista la instalación del parque. Las labores de armado de la zapata y del pedestal se pueden realizar de forma simultánea para los dos elementos de la cimentación, como se ha mostrado en las fotografías anteriores, o dos fases sucesivas e independientes para cada uno de los dos elementos.

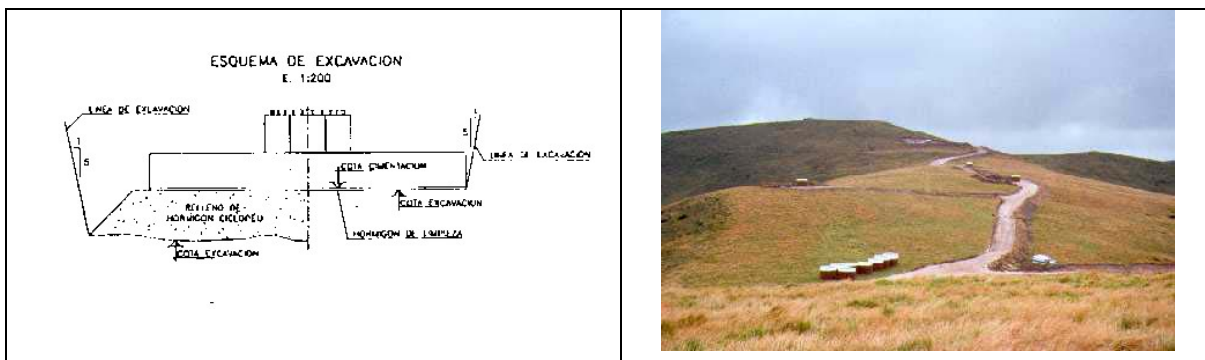


Figura II.60. Una vez delimitada el área de trabajo se perfora la roca hasta la profundidad necesaria, según se ilustra en el esquema de excavación (Tomado de Alabe).

Figura II.61. Vista panorámica del parque eólico Montouto, con los lugares de instalación de cuatro turbinas y los viales de acceso a las plataformas eólicas ya construidas.



Figura II.62. En ocasiones los afloramientos rocosos requieren para su perforación la práctica de voladura con explosivos. El material suelto producido por la perforación es retirado mediante una retroexcavadora a vertedero (Parque Sotavento), se utiliza para posterior relleno, o

Figura II.63. Se extiende en posición adyacente al hueco de excavación para la construcción de la plataforma eólica (Parque eólico Barbanza II).



Figura II.64. Aspecto del hueco de cimentación con la base nivelada. El vallado advierte de su posición y previene de posibles riesgos de accidente y de caídas del ganado en libertad. Parque eólico Vicedo.

Figura II.65. La base del hueco de cimentación se cubre con hormigón de nivelación. Las dimensiones de la zapata mostrada en la fotografía son de unos 11 X 11 m Parque Montouto.



Figura II.66. Posteriormente se procede al armado de la zapata y del pedestal con acero corrugado, incluyendo la pieza metálica a la que se atornilla el primer tramo de la torre. Parque Montouto.

Figura II.67. Una vez ha fraguado el hormigón de la zapata cuadrada y dispuestos los tubos de plástico para las líneas eléctricas que quedan embebidos en el hormigón, se realiza la construcción del pedestal. Parque eólico Montouto.

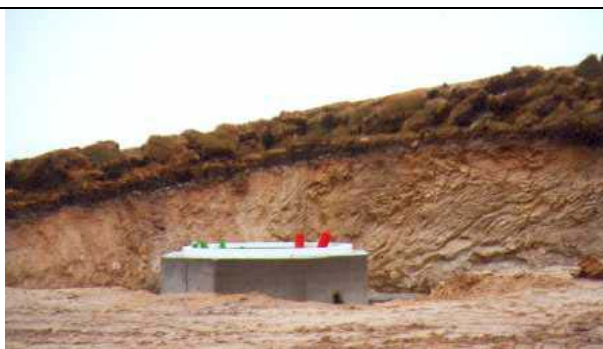


Figura II.68. Aspecto de un pedestal ya finalizado, con su forma hexagonal u octogonal. Parque eólico Montouto.

Figura II.69. A continuación se rellena el hueco circundante del pedestal con material seleccionado procedente de la excavación o, como se aprecia en esta fotografía por la diferente coloración, con material de préstamo. Parque eólico Virxe do Monte.

PLATAFORMAS EÓLICAS

Son zonas allanadas ubicadas en la base de los aerogeneradores, necesarias para realizar el montaje de la máquina y las labores de mantenimiento de las turbinas.



Figura II.70. Vista general de dos plataformas recién abiertas en el parque Pedra Chantada.

Figura II.71. Constan de subbase de grava compactada y sus características estructurales son muy similares a las de los viales internos del parque. Parque Lomba.



Figura II.72. Sobre dicha base se extiende material procedente de la excavación, que es compactado posteriormente. La plataforma rematada queda así preparada para ser sometida a las labores de restauración. Parque eólico Barbanza II.

Figura II.73. En esta fotografía se puede apreciar la disposición de los materiales utilizados para configurar la plataforma, extendidos en dos capas, estando constituida la base pedregosa por bloques de gran tamaño. Parque eólico Barbanza II.



Figura II.74. Ilustración de la operación de aporte de la tierra vegetal reservada al efecto sobre una plataforma eólica mediante un camión volquete, que la distribuye de forma homogénea.

Figura II.75. Plataforma con los apilamientos de tierra vegetal. Parque eólico Vilalba.



Figura II.76. Posteriormente, la tierra vegetal es extendida en una capa de unos 20-25 cm de espesor, procediendo a su adecuación por encalado y posterior siembra de gramíneas. Carba.

Figura II.77. Cuando la pendiente de la zona de ubicación de la plataforma es elevada, es habitual construir el talud en dos niveles con berma intermedia a fin de prevenir episodios erosivos. Parque eólico Virxe do Monte.

Dado el peso de la maquinaria utilizada en la construcción y la frecuencia con que se realizan actividades de mantenimiento, la revegetación de las plataformas es compleja y presenta problemas en muchos casos debido a la compactación que presentan los suelos de estos emplazamientos.

CANALIZACIONES PARA CABLEADO



Figura II.78. Apertura de una zanja de conducción de cableado a la derecha del vial con trazado paralelo y colindante a este último. La pala excavadora retira el material de mayor tamaño auxiliada por un camión volquete. Parque eólico Ameixenda – Filgueira.

Figura II.79. Tendido manual de cables sobre arena fina lavada. Parque Ameixenda-Filgueira.

Figura II.80. El tendido de cables también se puede realizar mediante un vehículo tipo carroceta que transporta el bobinado. Parque eólico Alabe-Lomba.

Figura II.81. Detalle de la conexión zanja- aerogenerador con el cableado entubado y recubierto por arena. Parque eólico Ameixenda-Filgueira.



Figura II.82. Las placas de polietileno señalan la presencia de cables enterrados en la zanja, una vez extendida y compactada la capa de arena que los cubre. Parque eólico Alabe – Lomba.

Figura II.83. Aspecto de una zanja recubierta, con trazado paralelo y colindante a la derecha del vial. Posteriormente será recubierta con tierra vegetal con el objeto de proceder a las labores de restauración de la cubierta vegetal. Parque eólico Ameixenda- Filgueira.

Figura II.84. Una vez recubierta con tierra vegetal, la superficie se encala, procediendo posteriormente a la siembra. Parque eólico Barbanza II.

Cruzamiento con vial:



Figura II.85. Aspecto de una zanja ya revegetada a base de gramíneas, cuyo trazado se marca mediante la colocación de hitos cada 50 m aproximadamente y en los cambios de dirección. Parque eólico Carba.

Figura II.86. Apertura de una zanja en cruzamiento con un vial del parque Ameixenda-Filgueira.

Figura II.87. Detalle de la anterior en la que se puede apreciar el tubo de PVC que alojará el cableado. La zanja será hormigonada en una determinada profundidad de entre 30 y 50 cm y rellenada finalmente con zahorra compactada. Parque Ameixenda- Filgueira.

MONTAJE AEROGENERADOR

Este proceso es dependiente de las condiciones meteorológicas, por tratarse de elementos ligeros y de gran tamaño que deben manejarse en ausencia de vientos fuertes y lluvias intensas.



Figura II.88. Los componentes del rotor se distribuyen sobre el terreno previamente a la instalación de los tramos de la torre. El pedestal es la referencia para ubicar los elementos del aerogenerador. La góndola se apoya sobre una bancada que facilita su movilización y manejo, hasta su colocación definitiva. Parque Ameixenda-Filgueira.

Figura II.89. El transporte de la torre en tramos se realiza en coordinación con el montaje, mediante un camión equipado con una cabeza tractora y caja de tamaño adecuado a la longitud de las secciones y amarres especiales para sostener su estructura y forma cilíndrica. Parque eólico A Ruña.



Figura II.90. Las palas, atornilladas al buje, constituyen el rotor del aerogenerador que, en el caso de la fotografía, se monta por completo antes de su ensamblaje a la góndola. Parque eólico Carba.



Figura II.91, 92 y 93. El manejo de los tramos a instalar se realiza mediante una grúa de grandes dimensiones, que soporta todo el peso de la estructura, auxiliada por otra de menor envergadura que sujeta la torre por el extremo opuesto, a fin de evitar el vaivén del elemento a instalar. Dos operarios que se encuentran en el extremo superior de la escalerilla interna del tramo instalado, reciben y ajustan la nueva sección. Parque eólico A Ruña.

		
Figura II.94. Detalle de los pernos de unión entre dos secciones de la torre (Tomado de: www.windpower.org).		
Figura II.95. Seguidamente, se procede al izado y colocación de la góndola sobre el extremo del fuste (Tomado de: www.vestas.com).		
Figura II.96. Aspecto del fuste con la góndola ensamblada. Parque eólico Carba.		

A continuación se yergue el rotor completo y, una vez realizadas las conexiones eléctricas necesarias, se da por finalizada la instalación del aerogenerador. La colocación del rotor puede realizarse de una manera alternativa a la descrita en los párrafos precedentes: En primer lugar se instalan la góndola con el buje, al que se han atornillado dos de las tres palas y, posteriormente, se engancha la tercera pala. Este procedimiento facilita el izado del rotor equilibrado en peso.

CENTRO DE EXPLOTACIÓN DEL PARQUE: SUBESTACIÓN Y EDIFICIO DE CONTROL

	
Figura II.97. Vista general del área de obra de un centro de explotación, situado en las inmediaciones de la traza de la línea eléctrica a la que evacuará la energía producida. Parque eólico Ameixenda-Filgueira.	
Figura II.98. Una vez realizado el desbroce, la construcción se inicia con la explanación del terreno a una única cota, como se ilustra en la fotografía del parque Montouto, cuyas dimensiones proyectadas son 44X39 m. Sobre ella se construye una base de hormigón. A pesar de la topografía suave se requiere un relleno parcial con la construcción de taludes y terraplenes. A la derecha de la fotografía, detalle de los acúmulos de tierra vegetal generados en el movimiento de tierras.	



Figura II.99. Vista del talud de la subestación de Ameixenda- Filgueira desde el vial de acceso. También se aprecia la base de sustentación del cierre perimetral del recinto, en la que se enclavarán los postecillos y la alambrada metálica de protección.

Figura II.100. Detalle de la construcción de la subestación y la caseta de celdas, a base de prefabricado de hormigón, en el parque eólico Alabe-Lomba. El aparellaje de la subestación estaba parcialmente instalado y se estaba realizando el cerramiento perimetral de la subestación.



Figura II.101. Momento de instalación de los elementos electromecánicos de la subestación, observándose el pórtico de salida y el transformador. Parque Ameixenda – Filgueira.

Figura II.102 Detalle del transformador de la subestación del parque Ameixenda-Filgueira y en primer término, hueco excavado para la instalación del depósito de recogida de aceite. Al fondo se observa el edificio de control, en cuya cubierta se está procediendo al remate del tejado.



Figura II.103. Una vez instalado el aparellaje completo de la subestación se extiende una capa de grava sobre la base de hormigón. Parque eólico Alabe-Lomba.

Figura II.104. El suministro de agua al edificio de control se realiza mediante un pozo de barrena que se perfora en sus proximidades. Parque eólico Ameixenda-Filgueira.

FIN DE OBRAS

La finalización de la obra conlleva la restitución de la fisiografía del paisaje y la retirada de material sobrante y elementos auxiliares utilizados en la construcción.



Figura II.105. Los huecos de excavación son rellenados con aportes de material sobrante y posteriormente restaurada la topografía original en la medida de lo posible. Parque Virxe do Monte.

Figura II.106. El material de deshecho de la obra es acumulado en espera de su retirada y transporte a vertedero. Parque eólico A Ruña.



Figura II.107. La retirada de este tipo de material se realiza en las últimas fases de construcción del parque mediante el empleo de contenedores. Parque eólico Virxe do Monte.

Figura II.108. Detalle del aspecto final de una alineación de aerogeneradores preparada para que se inicien las labores de restauración de las superficies afectadas por las obras de instalación. Parque eólico Alabe Nordés.

II.3.4. EL AEROGENERADOR

A lo largo del tiempo se han utilizado diferentes sistemas o tipos de máquinas para el aprovechamiento de la energía contenida en el viento, pero el desarrollo de turbinas de gran potencia capaces de producir electricidad a precios competitivos con las fuentes de energía tradicionales y plenamente comercializables en la actualidad, ha tenido que superar problemas tecnológicos de cierta importancia desde sus inicios. A finales de la década de los años veinte, se desarrollaron industrialmente los primeros aerogeneradores, tal y como lo atestigua el breve resumen histórico que se expone a continuación, tomado de Cardona (1981):

Durante el siglo pasado, en 1929 se instaló en Le Bourget (Francia) un aerogenerador compuesto por un rotor bipala de 20 m de diámetro y dos años más tarde se construyó en Crimea (antigua URSS) un aerogenerador con un rotor de 30 m y una potencia de 100 kW. A principios de los años 40 se instaló en Vermont (EEUU) el aerogenerador Smith - Putman, con un rotor de 53 m de diámetro capaz de proporcionar una potencia máxima de 1.250 Kw.; tras casi dos años de funcionamiento la rotura de una de sus palas y las dificultades para realizar su reparación, debidas principalmente a las implicaciones que sobre el tejido industrial desarrolló la Segunda Guerra Mundial, hicieron abandonar el proyecto. La construcción de aerogeneradores de alta potencia conoció un auge importante durante la década de los años 50, con experiencias de mayor o menor éxito en el Reino Unido, Francia y en Alemania Occidental. Así, los diseños alemanes Hutter - Allgaier tuvieron un gran éxito debido a la introducción de innovaciones importantes en la fabricación de palas que permitieron, por ejemplo, el funcionamiento hasta 1968 del aerogenerador más grande de la serie, con un rotor de 35 m de diámetro. Dinamarca, poseedora de una amplia experiencia en la utilización de la energía eólica, tuvo en funcionamiento automático entre 1958 y 1967 el famoso aerogenerador tripala Gedser, de 200 kW. Durante ese periodo la turbina funcionó sin problemas, pero se abandonó su explotación debido a que el coste de la energía eléctrica producida era superior a la obtenida en las centrales térmicas convencionales.

Tras las sucesivas crisis energéticas de la década de los setenta tuvo lugar un resurgimiento de la tecnología del aprovechamiento del viento, emprendiéndose programas de desarrollo de aerogeneradores de gran potencia en varios países, como Estados Unidos, República Federal de Alemania, Suecia, Dinamarca, Reino Unido y España. En este último, como ya se ha comentado anteriormente, el desarrollo experimental se inicia con la construcción y la instalación de un aerogenerador de 100 Kw. en Tarifa (Cádiz). En relación a la evolución de la potencia de las turbinas, cabe reseñar los trabajos de Avia Aranda (1994, 2001) sobre el estado tecnológico del aprovechamiento de la energía eólica.

II.3.4.1. TIPOS DE AEROGENERADORES

La clasificación básica de las máquinas eólicas atiende a la **posición de su eje**: vertical u horizontal. Los primeros se cuentan entre los sistemas de aprovechamiento de la energía eólica más antiguos conocidos, caracterizados por su simplicidad estructural y porque no precisan de un sistema de orientación. Entre los numerosos diseños ensayados, los que en algún momento tuvieron unas perspectivas de utilización más favorables son los rotores Darrieus, Savonius y Giromill.

En cuanto a las turbinas de eje horizontal, la turbina tipo multipalas o "molino americano" hizo su aparición alrededor del año 1800. Está formada por una rueda compuesta por 12-24 palas de perfil no aerodinámico que cubren casi toda la superficie del disco y sobre las que el viento ejerce una resistencia que produce el par de giro. El diámetro del rotor oscila entre 5 y 8 m y sus dimensiones vienen limitadas por su excesivo peso, por la dificultad en el arranque y por la solidez de rotor, al estar sujetos a fuerzas muy grandes cuando el viento sopla a altas velocidades (cabe recordar que el contenido energético del viento varía con la tercera potencia de la velocidad del viento). Comienzan a funcionar a velocidades de viento de 2-3 m/s, alcanzando su potencia máxima a velocidades ligeramente mayores.

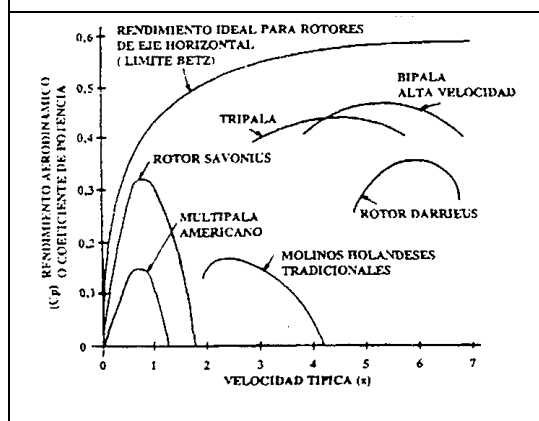
En lo que respecta a la **posición del rotor** en relación a la torre, los rotores de los aerogeneradores se clasifican como a sotavento o a barlovento. Esta última posición es la más utilizada y supone la ventaja de evitar el abrigo del viento tras la torre. Cabe destacar, sin embargo, que también hay algo de abrigo enfrente de la torre: el viento empieza a desviarse antes de alcanzar la torre, incluso si ésta es redonda y lisa, de modo que cada vez que la pala del rotor pasa por delante de la torre la potencia del aerogenerador cae ligeramente. Los principales inconvenientes de este diseño son que requiere un rotor inflexible y situado a una cierta distancia de separación de la torre, con el consiguiente aumento de su coste, y la necesidad de un mecanismo complementario de orientación para mantener el rotor de cara al viento.

En el apartado II.1.3, al estudiar la curva de potencia del aerogenerador se ha definido un importante parámetro del rotor, la **velocidad específica o típica de giro** (λ), como la relación entre las velocidades en la punta de la pala y la velocidad del viento. Esto permite clasificar las turbinas en A) lentas, con valor de λ próximo de 1, como las denominadas aerobombas multipalas, o B) rápidas, con valor de λ entre 5 y 8, entre las que se encuentran el aerogenerador y las aeroturbinas oleohidráulicas; otra diferencia fundamental entre ambos tipos de turbinas radica en que las máquinas lentas funcionan por efecto de resistencia y las rápidas por efecto de sustentación del viento (García Galludo, 1987).

La representación del coeficiente de potencia de la turbina o rendimiento aerodinámico en función de la velocidad típica de giro se muestra en la Figura II.109 (tomado de García Galludo, 1987). La distribución de los distintos tipos de turbinas en dicha figura permite deducir que la velocidad típica de giro aumenta según disminuye la solidez del rotor o su número de palas y, paralelamente, aumenta el rendimiento de potencia. Así, con bajos coeficientes de potencia (inferior a

0,3) se encuentran el rotor Savonius, con λ próximo a 1 y el molino holandés de 4 brazos, que presenta una velocidad específica de giro mayor que el anterior. Los mayores rendimientos se producen en el aerogenerador bipala de alta velocidad y en las turbinas tripala, que presentan una curva característica con una amplia zona de óptimo coeficiente de potencia; en cuanto a los aerogeneradores de eje vertical, a pesar de sus aceptables rendimientos de potencia, no han dado resultados operativos tan satisfactorios como los de eje horizontal.

Figura II.109. Curvas características de distintos tipos de aerogenerador.



De los diferentes sistemas existentes, para la descripción del aerogenerador y de sus componentes, la presente memoria se referirá fundamentalmente a los sistemas de eje horizontal y con el rotor tripala situado a barlovento, sistemas que utilizan motores eléctricos en su orientación por ser los utilizados de forma exclusiva en la producción energética en Galicia. Se trata con diferencia del tipo de sistema de captación eólica más desarrollado, aplicándose a máquinas de diferentes magnitudes, utilizándose desde tamaños del orden de vatios hasta los grandes aerogeneradores por encima del MW nominal de potencia. Corresponde al denominado "concepto danés", introducido por primera vez en el célebre aerogenerador de Gedser de 200 Kw., construido en 1956 - 1957 por J. Juul para la compañía eléctrica SEAS en la costa de Gedser, al sur de Dinamarca (Windpower, 2000). La velocidad de generación suele ser constante y la regulación, por pérdida aerodinámica en pala aunque en los últimos años se han desarrollado tecnologías más adaptadas a las variables condiciones del recurso eólico que permiten la optimización del aprovechamiento.

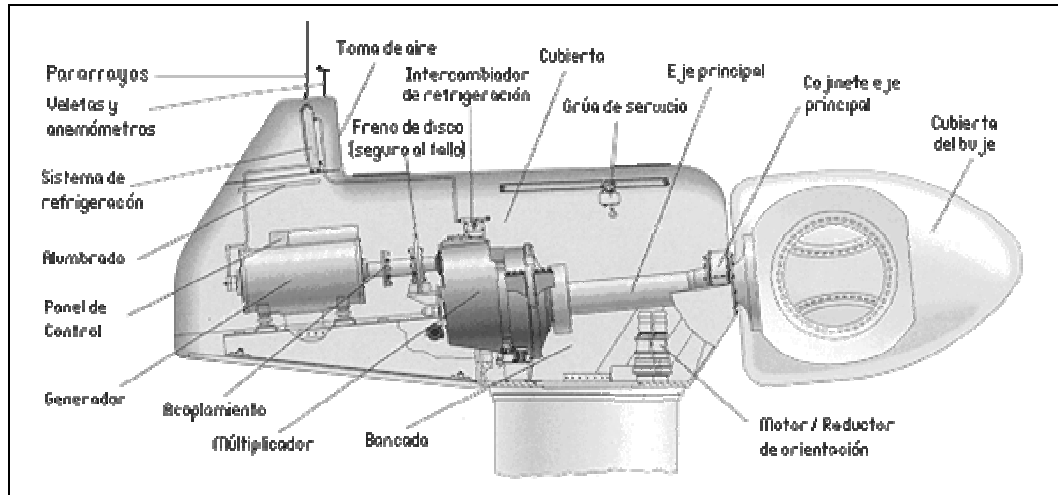
La tecnología de las máquinas de eje horizontal ha alcanzado un mayor grado de desarrollo debido a la existencia previa de una ingeniería de diseño derivada de la industria aeronáutica, aunque también han contribuido a potenciar dicho desarrollo las mayores velocidades y potencias alcanzadas y, en definitiva, su mayor rendimiento. Básicamente, el diseño de un aerogenerador está determinado por una combinación de tecnología y economía, pues el objetivo fundamental de los fabricantes de aerogeneradores es optimizar las máquinas para producir la electricidad al menor coste posible por kilovatio-hora (Kwh.) de energía. La eficiencia en la utilización del recurso no es tan importante puesto que el combustible es gratis, por lo que no interesa maximizar la producción anual de energía, si esto implica la fabricación de aerogeneradores de elevado coste.

II.3.4.2. ELEMENTOS DEL AEROGENERADOR

La generación de energía eléctrica en cantidades importantes se realiza mediante máquinas rotativas de muy diverso tamaño en las que el sistema de captación del viento o rotor, constituido por el buje y las palas, está unido a un eje horizontal. El sistema de conversión de energía se sitúa en la

góndola, formada por un bastidor y la carcasa, en la que un multiplicador y un generador transforman la energía mecánica en eléctrica. El conjunto se completa con una torre sobre la que va montado todo el sistema y los correspondientes sistemas hidráulicos y electrónicos de control, orientación y freno e infraestructura eléctrica. (Figura II.110).

Figura II.110. Distribución de los elementos del interior de la góndola de un aerogenerador (Tomado de <http://members.tripod.com/jlab/energia.htm>)



La torre

La torre del aerogenerador constituye el elemento soporte de la góndola y del rotor que debe resistir el empuje del viento y permitir elevar la maquinaria lo suficiente para evitar las turbulencias debidas a la rugosidad del terreno y de los obstáculos cercanos. Se pueden distinguir entre dos tipos de soportes, atirantados y autoportantes.

Los primeros consisten en una estructura unida al suelo mediante cables tensados. Se emplean en aerogeneradores pequeños y permiten abatir la máquina para su mantenimiento o reparación. Su ventaja principal es el ahorro de peso y por lo tanto, de coste, y entre las desventajas se encuentran el difícil acceso a las zonas alrededor de la torre, lo que las hace menos apropiadas para su instalación en zonas agrícolas y el hecho de que este tipo de torres sea más propensa a sufrir actos vandálicos, comprometiendo la seguridad del conjunto.

En las máquinas de mayores dimensiones los soportes son de tipo autoportante. Aunque se han construido a base de hormigón, en la actualidad las torres mayoritariamente son de acero, distinguiéndose el diseño en celosía, escasamente utilizadas en la actualidad o, la forma más extendida, tubulares (Figura II.111). Estas últimas se fabrican en secciones de 20-30 metros de longitud con bridas en cada uno de los extremos, que son unidas *in situ* mediante pernos. Las torres son tronco-cónicas, es decir, con un diámetro creciente hacia la base, con el fin de aumentar su resistencia ahorrando material. Su superficie externa normalmente está protegida contra la corrosión mediante el revestimiento galvanizado y el acabado con pinturas epoxi.

Las **torres de celosía** se fabrican utilizando perfiles de acero soldados. La ventaja básica de las torres de celosía es su inferior coste al requerir sólo la mitad de material que una torre tubular sin sustentación adicional y con la misma rigidez pero por razones estéticas y de seguridad han desaparecido prácticamente en los grandes parques eólicos modernos.

Figura II.111. Torres de aerogeneradores: De celosía (izqda.), tubulares y con cables tensores (dcha.)



La elección del tipo y altura de las torres de los aerogeneradores se realiza de forma cuidadosa por su repercusión sobre el coste final de la energía, obedeciendo a consideraciones de diversa naturaleza:

- **Económicas:** El precio de la torre de una turbina supone alrededor de un 20% del coste total del aerogenerador (Windpower, 2000) y aumenta con la longitud y las necesidades de resistencia estructural. Considerando además que la cantidad de energía obtenida aumenta con la altura, se deduce que la altura de la torre debe ser proporcional a la potencia y al diámetro del rotor. Los fabricantes suelen construir máquinas cuya altura de torre sea igual al diámetro del rotor, una proporción que se suele considerar más aceptable a la vista desde el punto de vista estético (Windpower, 2000). Su valor medio habitual, en metros, viene dado por la expresión $H = 3/4D + 10$ (Avia Aranda, 1994)
- **Aerodinámicas,** sobre todo en zonas con una elevada rugosidad del terreno, donde resulta ventajoso disponer una torre alta.
- **De dinámica estructural.** Las palas del rotor sobre torres relativamente bajas estarán sometidas a velocidades de viento muy diferentes y, en consecuencia a distinta flexión, según la pala se encuentre en su posición más elevada o en su posición más baja, lo que provoca un aumento de las cargas de fatiga en la turbina. En este sentido, cabe reseñar que las torres de celosía y las de mástil tensado al suelo con vientos tienen la ventaja de ofrecer menos abrigo que una torre maciza.

- **De seguridad** en el trabajo de mantenimiento. Las torres tubulares tronco-cónicas de acero presentan la principal ventaja sobre los otros tipos de que el acceso del personal de servicio, para mantenimiento y reparación, es mucho más cómodo y seguro a pesar de la altura sobre el suelo que puede alcanzar la góndola. Es obligatorio disponer de **dispositivos de protección anticaída** para realizar la subida a la góndola, que consisten en un arnés, sujeto con un cable de acero a un sistema de anclaje, que sigue a la persona en la maniobra de subida o bajada a la turbina. El sistema de cables debe incluir un amortiguador con el fin de que, en el caso de una caída, las personas estén razonablemente seguras. En el interior de la torre se disponen una o dos plataformas para descanso según la altura total de la torre y las escaleras se sitúan a una cierta distancia de la pared, lo que permite que el personal de servicio pueda apoyar la parte superior de la espalda en la parte interior de la pared de la torre haciendo más cómoda la escalada.

En los parques eólicos de Galicia se están instalando aerogeneradores con torres de tipo tubular autoportante en acero, debido a su gran solidez. La optimización estructural conduce a la forma troncocónica, con una reducción gradual del diámetro desde la base hasta la góndola. Pero la complejidad de su fabricación, con los consiguientes aumentos en el coste, hace que esta forma no se haya generalizado, aproximándose con diseños cilíndricos de 2 ó 3 secciones de 20 á 30 m de longitud (Domínguez Garrido, 1994), fabricadas mediante máquinas-herramienta de corte por láser para obtener la forma deseada en la lámina de acero. Las secciones de la torre llevan en sus extremos unas bridas de acero laminado en caliente, soldadas a los extremos de cada sección para ser atornilladas durante su montaje *in situ*. La calidad de las bridas y la tensión en los pernos son parámetros importantes para la seguridad de las torres de aerogeneradores y, además, los cordones de soldadura se inspeccionan mediante dispositivos de ultrasonidos o de rayos-X, al 100% si son importantes, o sobre una muestra base, para el resto de cordones.

Aunque los pesos de las torres por Kw. de potencia instalada han disminuido alrededor del 50% en los últimos cinco años, gracias a los métodos de diseño más avanzados, la torre todavía sigue siendo una parte del aerogenerador bastante pesada, por lo que los costes de transporte son importantes. Las torres son diseñadas generalmente por el propio fabricante de turbinas, ya que todo el aerogenerador en conjunto tiene que ser homologado como una unidad por motivos de dinámica estructural. En el caso de que las torres sean fabricadas por productores independientes, son siempre específicas para cada fabricante.

El sistema de captación o rotor

Constituye el elemento principal de una máquina eólica y su misión es transformar la energía del viento en energía mecánica utilizable. Está compuesto por el eje de giro, un cierto número de palas o álabes y el buje, que alberga el sistema de amarre de las palas al eje de giro.

Atendiendo a la disposición de las palas los rotores se clasifican según sean de **paso fijo o variable**. En los primeros el ángulo de calaje de las palas (esto es, el ángulo de ataque de la pala contra el viento) es constante con respecto al plano de rotación: las palas están rígidamente unidas al buje en un ángulo fijo que se ajusta durante la puesta a punto del aerogenerador, pudiendo requerir un ajuste fino una vez que se tengan datos suficientes del comportamiento real, en función de las características específicas de cada emplazamiento.

En los rotores de paso variable, las palas pueden girar sobre su eje longitudinal por medio de los correspondientes sistemas de giro situados en la unión de cada una de ellas con el buje y su paso se ajusta constantemente girando unos pocos grados cada vez que el viento cambia con el fin de mantener el ángulo óptimo para todas las velocidades de viento mediante un controlador electrónico que comprueba la potencia generada varias veces por segundo. Existe también la alternativa de rotores con palas fijas y sistema de regulación por basculación de todo el conjunto, en cuyo caso la regulación de potencia se consigue por disminución del área de captación.

Por otra parte, la velocidad de giro del rotor puede ser constante (fijada en los 50 Hz de la red), de modo que sea cual sea la velocidad del viento las palas giran siempre a la misma velocidad, al igual que el generador, o variable, lo que permite una mayor adaptación a la velocidad del viento. Esta posibilidad permite clasificar los rotores según su velocidad de giro: fija o variable. Como se explica más adelante, en el apartado dedicado al generador, las máquinas de velocidad variable pueden trabajar generando energía eléctrica en continua y posteriormente transformarla en alterna, controlando el nivel de resbalamiento en los generadores asíncronos o controlando el régimen mediante cilindrada variable en las máquinas de actuación oleohidráulicas.

El área de captación del sistema (A , en m^2) es la superficie barrida por el rotor, de la que depende directamente la energía producida (E , en $Kwh./año$) según la expresión $E = \frac{1}{2} A v^3$, siendo v la velocidad del viento en m/s . La **relación área/potencia nominal** mide la influencia del tamaño del área de captación, de la que se deduce que para la misma potencia instalada se va a obtener más energía cuanto mayor sea dicho ratio o, lo que es igual, más horas equivalentes ($Kwh./Kw.$). Valores para esta ratio cercanos al 2,2 son hoy día normales en localizaciones con velocidad media alta ($> 7m/s$), existiendo una tendencia a elevar este ratio por encima de 2,5 para emplazamientos de medio y bajo potencial. A modo indicativo, en la Tabla II.8 se recogen los valores de los principales parámetros que definen las características de los rotores de aerogeneradores instalados en los parques eólicos de Galicia.

Conocidas la distribución de las velocidades del viento y su contenido energético en un emplazamiento concreto y para una potencia de generador determinada, el diámetro del rotor puede variar con el objeto de establecer la combinación ideal de tamaños de rotor y generador. Así, en una zona de vientos suaves la producción energética de un generador con baja potencia de salida nominal en $Kw.$, que requiere menos velocidad de viento para hacerlo girar, se maximizará utilizando un mayor

tamaño de rotor, al compensar el déficit de recurso con una mayor área de captación. En amplias regiones de la Tierra se producen vientos frecuentes con velocidad media inferior a los 5 m/s y, aunque su disponibilidad podría ser una importante fuente de energía eléctrica, hasta hace pocos años se contemplaba como una alternativa lejana y costosa. Las limitaciones técnicas dependen de la influencia de altas velocidades tangenciales en punta de pala, que obligan en estas condiciones a que los rotores giren a menos revoluciones, por lo que, en este sentido, la velocidad variable y el tipo de tecnología juegan un papel fundamental. Inversamente, un generador de gran potencia requiere vientos más fuertes, sólo para poder girar, resultando muy eficaz a altas velocidades de viento, pero incapaz de girar a bajas velocidades.

Tabla II.8. Valores de la relación Área/Potencia de algunos modelos de turbinas empleados en Galicia

Modelo de aerogenerador	Diámetro rotor (m)	Área rotor (m²)	Potencia generador (Kw.)	Relación Área/Potencia
MADE AE-30	30,4	725	330	2,2
Vestas V42-600	42	1385	600	2,3
NTK 600/43	43	1451	600	2,4
BONUS 600	44	1520	600	2,5
MADE AE-45/1	45	1590	650	2,4
G47-660	47	1734	660	2,6
NM750/44 Kw.	44	1520	750	2,0
BONUS 1,3	62	3.017	1300	2,3
NM 1500 Kw.	62	3018	1300	2,3

Las palas del rotor

Las palas constituyen el "motor" del aerogenerador, siendo de gran importancia establecer un balance entre el rendimiento aerodinámico y las cargas de las palas aplicadas al aerogenerador con el objeto de que funcionen de manera óptima. Los aerogeneradores modernos, y especialmente las palas, toman prestada la tecnología ya conocida de la industria aerodinámica, incorporando innovaciones propias como consecuencia de los cambios en la velocidad y en la dirección del viento existente en la zona de instalación:

El desarrollo de perfiles aerodinámicos específicos para los aerogeneradores se ha basado en criterios de captación energética, disminución de cargas, facilidad de fabricación, disminución del ruido aerodinámico y mejora de las características de pérdida aerodinámica (Avia Aranda, 2001). Así, por ejemplo, el perfil aerodinámico de una pala difiere significativamente del ala de un avión (Figura II.112) por su forma curvada y con el borde de ataque romo y más grueso. En general, el tipo de perfiles utilizados por las máquinas eólicas rápidas son de las series NACA, establecidas por un código numérico que definen su geometría. Las series más utilizadas son 230XX (de perfil simétrico

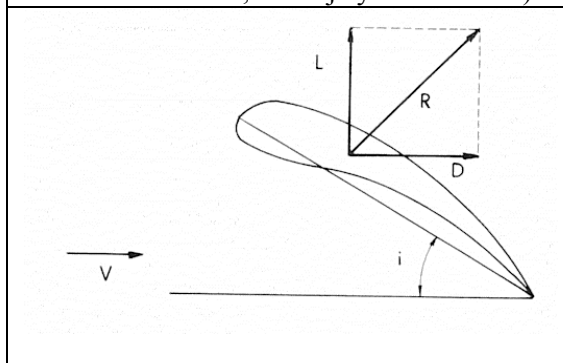
biconvexo) y 44XX (con intradós convexo, de mayor dificultad en su construcción; XX indica el máximo espesor del perfil y las otras dos cifras se refieren a la máxima curvatura y su posición. Existen otros tipos de perfiles como los de la serie NASA, Göttingem, etc. que en su numeración incluyen, además de las características geométricas, su comportamiento aerodinámico (García Galludo, 1987).

Por otro lado, aunque las experiencias en túneles de viento ofrecen valiosa información, la industria eólica ha tenido que introducir nuevos conceptos aerodinámicos, haciendo más complejo el diseño, pues las palas están sometidas a tres corrientes de aire dimensionales debido al movimiento de su propia rotación. Una pala óptima requiere que el empuje por sustentación sea tan elevado como sea posible en una amplia gama de ángulos de ataque (i), mientras en el diseño de aeronaves el objetivo a conseguir es un empuje (L) elevado por sustentación a velocidad normal de crucero (Figura II.112, tomada de García Galludo, 1987).

La mayor parte de los aerogeneradores actuales tienen rotores tripala, en lo que constituye un compromiso de optimización entre la resistencia, la estabilidad, el comportamiento dinámico y las propiedades de fatiga de los materiales y de todo el conjunto. El motivo de que los modernos aerogeneradores se construyan con un **número impar de palas**, y como mínimo tres, es porque de esta manera el rotor se considera como un disco a la hora de calcular las propiedades dinámicas de la máquina. Por el contrario, con un número par de palas puede haber problemas de estabilidad en una máquina de estructura rígida pues en el preciso momento en que la pala más alta es flexionada hacia atrás recibiendo la máxima potencia del viento, la pala más baja pasa por la franja de sombra de viento existente justo delante de la torre.

El **material** utilizado en la construcción de las palas es crucial pues están sometidas a cargas variables, como las debidas a la variación del viento, o de carácter cíclico y determinístico, siendo necesario realizar el dimensionamiento en fatiga (Pretlove y Worthington, 1983 en Domínguez Garrido, 1994). Por este motivo, el material debe ser resistente, rígido, ligero y de mínimo coste. Según Domínguez Garrido (1994), en los últimos años se han ensayado diversos materiales, entre los que destacamos los polímeros de resinas plásticas, que han dado muy buenos resultados en lo que respecta a fatiga de materiales, con una considerable reducción en los costes de la pala. Los materiales compuestos (composites) de madera, madera - epoxi o madera - fibra - epoxi han experimentado un desarrollo continuado penetrando en el mercado de las grandes palas y en el sector del transporte. Habitualmente se fabrican con plástico (poliéster o epoxi) reforzado con fibra de vidrio (GRP), que se caracteriza por su alta resistencia y peso proporcional, buenas propiedades de fatiga y alta elasticidad. La utilización parcial o total de fibra de carbono o aremidas (Kevlar) como material de refuerzo, de

Figura II.112. Sección transversal del perfil de una pala (L : Empuje; D : Resistencia; R : Fuerza resultante; i : calaje y v : velocidad).



alta resistencia y muy ligero, es otra posibilidad aunque actualmente antieconómica para grandes aerogeneradores. La combinación de estos materiales con fibra de vidrio y resinas epoxi resulta muy indicada para la construcción de palas de turbinas con cambio de paso que requieren palas ligeras para facilitar un rápido cambio de paso y disminuir las cargas en los rodamientos de anclaje.

La tecnología de producción puede cubrir una extensa y variada gama metodológica, desde el proceso manual a la inyección y moldeo en vacío de poliéster reforzado con fibra de vidrio; o la unión de estructuras en capas, el enrollado de fibras por ordenador y el curado en autoclave de epoxi reforzado con fibra de vidrio o con fibra de carbono. Cabe destacar que el empleo de algunas de estas técnicas requiere un control minucioso de las condiciones de temperatura y humedad durante la fabricación, pudiendo darse también incompatibilidades entre productos matriz y adhesivos.

En el interior de una pala se dispone un larguero resistente, sobre el que se incorporan los perfiles aerodinámicos variables en forma, tamaño y orientación a lo largo de la pala. La parte principal de las fibras de vidrio se dispone en dirección longitudinal a la pala, de modo que algunas de las fibras de vidrio son tan largas como la pala, mientras el resto dará el diseño aerodinámico, una superficie lisa y el revestimiento; el poliéster es endurecido una vez ha impregnado las fibras de vidrio. Durante el moldeo de las palas algunos fabricantes recubren la superficie con "gelcoat" no reflectante, que posee un poder cobertor superior al de la pintura, al aplicarse en capas gruesas, de alrededor de 1 mm. De este modo son protegidas contra la abrasión, un factor de especial interés en zonas costeras (sal, arena, insectos) y no requieren mantenimiento. El color más ampliamente utilizado es el gris neutro y mate, con el fin de proteger las palas de los reflejos del sol, lo que también reduce en su menor visibilidad.

Además del material empleado, algunas **características geométricas** de las palas tienen gran influencia en el rendimiento aerodinámico o "coeficiente de potencia" del rotor. Se trata de:

- La longitud, en función de la potencia deseada, fija la frecuencia de rotación máxima, que no será sobrepasada por la de ataque de la pala contra el viento para evitar tensiones debidas a la fuerza centrípeta en las palas. Es esencial tener en cuenta la fatiga de las palas y los riesgos de vibraciones, sobre todo en las palas muy largas.
- El perfil o la forma del borde de ataque de la pala contra el viento constituye un parámetro de gran importancia. El perfil de ala de avión proporciona un empuje máximo y una resistencia mínima, por lo que es muy utilizado en la construcción de las palas
- Calaje, o ángulo de ataque de la pala contra el viento que permite obtener la potencia óptima y puede utilizarse como sistema de regulación o frenado, ya comentado.
- Anchura, que interviene en el par de arranque o facilidad para arrancar, que resulta ser mayor cuanto mayor es la anchura de la pala. Inversamente, las palas finas y estrechas proporcionan una velocidad de rotación más elevada y limita la influencia de los vientos extremos. En consecuencia, el resultado debe ser un compromiso entre estos dos factores.

Los **ensayos** estáticos y dinámicos proporcionan una valiosa información sobre ciertos parámetros de diseño y para prever casos de carga máxima, vibración natural, situación de la rigidez, información que se utiliza en el desarrollo de nuevas palas con el fin de mejorar los planes de laminado, el diseño del freno de la punta, las técnicas de fabricación, etc. y por supuesto, para verificar la seguridad de las laminaciones y la integridad de las fibras bajo esfuerzos repetidos. Desde el año 2000, el ensayo de palas (Dinamarca) también incluye una verificación de las diferentes formas modales de vibración de cada pala, utilizando para ello un equipo que provoca vibraciones en la pala a diferentes frecuencias y en direcciones diferentes. El motivo es que los fabricantes deben asegurar que la turbina sobre la que van a ser montadas no tengan alguna de las frecuencias naturales de la pala; de tenerlas, se podría causar una resonancia en el conjunto de la turbina, produciendo vibraciones no amortiguadas que llegarían a producir incluso el colapso de todo el aerogenerador.

Las palas son los componentes individuales más caros de los grandes aerogeneradores modernos, por lo cual se suministran con **protección contra rayos**. El riesgo de impacto de rayos es independiente del material de la pala o de si la pala contiene partes conductoras de electricidad. El daño más frecuente es el sufrido en la punta, donde el aumento de temperatura provoca un incremento gradual de la presión del aire. Si bien hay daños que pueden ser reparados, a menudo se requiere la sustitución de la pala completa o, para evitar descompensaciones estructurales y de cargas de fatiga, de las tres palas del rotor. En todo caso, la reparación suele ser muy costosa, tanto por lo que supone el montaje y desmantelamiento de las puntas de las palas o de las palas enteras, como en pérdida de producción de energía eléctrica durante la reparación.

Puesto que algunos impactos de rayos son tan potentes que ningún sistema de protección puede resistirlos, normalmente se recurre a una solución que consiste en que conductor y receptor sean fácilmente reemplazados a un coste bajo. De hecho, en más del 90% de los incidentes, el freno de la punta de la pala actúa como controlador del rayo, al concentrar el daño en la punta, una pieza fácilmente reemplazable, por lo que la reparación es sencilla (www.lm.dk). Investigaciones posteriores han demostrado que el aislamiento completo de las palas no sólo no reduce el riesgo de ser impactadas por un rayo, sino que aumenta la cuantía del daño, dando lugar al desarrollo de un sistema de protección (para las palas de la marca comercial LM) basado en la captura de rayos mediante un receptor en la punta de la pala (Figura II.113) y en su desvío de forma controlada mediante un conductor a través de la pala hasta el suelo que se diseña e instala de modo que pueda ser reemplazado en caso necesario.

Como se describe el apartado de Evaluación de impactos, el **diseño de la punta de la pala** tiene una notable incidencia en la producción de ruido aerodinámico en los aerogeneradores, habiéndose probado hasta 15 diseños diferentes de punto, junto con otras modificaciones como el borde de salida afilado como un cuchillo o en "pluma de pájaro", entre otras (Figura II.114).

Figura II.113. Aspecto del receptor en la punta de la pala y esquema del dispositivo.

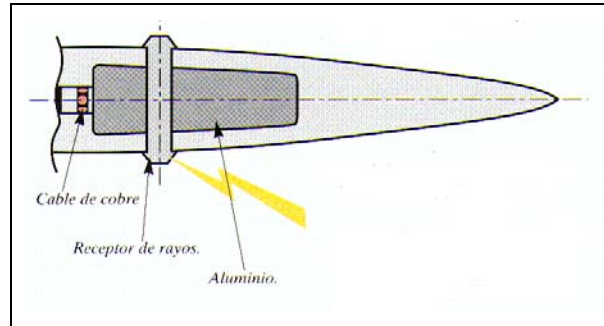


Figura II.114. Formas de punta de palas (Tomado de www.lm.dk).

Diseño primitivo de punta, 1982	Diseño de punta efectiva, 1990	Diseño de bajo nivel de ruido, 1993

Ahora bien, esta investigación enfocada hacia la obtención de palas más silenciosas se realiza, no tanto por el ruido en sí mismo, que constituye un problema secundario para la industria eólica, sino por los beneficios derivados que repercuten en aumentos de rendimiento: Una gran parte del par torsor, o momento de giro, del rotor proviene de la parte más externa de las palas, de la velocidad de giro y, en definitiva, de la producción de energía. Donde el ruido sea un factor esencial se debe mantener baja la velocidad de la punta de la pala o elegir una pala ancha, aunque esta última es una solución menos deseable puesto que tal diseño originará cargas superiores a la turbina en el caso de que el aerogenerador se detenga debido a una alta velocidad del viento.

El buje

El buje, fabricado usualmente en fundición (gris nodular o de acero) y protegido por una cubierta de fibra de vidrio, alberga en su interior el sistema de amarre de las palas al eje de giro, denominado eje de baja, junto al sistema de actuación de la pala para el control de potencia en las de paso variable o los conectores hidráulicos del sistema de freno aerodinámico en las palas de paso fijo. En ocasiones el buje incorpora carretes alargadores de acero para cada pala, obteniéndose así un aumento de la superficie barrida.

La góndola

Se denomina góndola al conjunto de bastidor y carcasa: El bastidor es la estructura portante que alberga los distintos sistemas de conversión y generación de energía, regulación, orientación, control y los sistemas eléctricos e hidráulicos implicados en estas funciones. Descansa sobre un

rodamiento de grandes dimensiones que lo acopla a la torre. La carcasa es una estructura de cierre y protección del bastidor, generalmente construida a base de fibra de vidrio y poliéster reforzado con perfiles de acero inoxidable. Su función principal es resguardar de las inclemencias meteorológicas a los elementos que alberga el bastidor y a este último. Su diseño ha de ser tal que permita la operación y los trabajos de mantenimiento de los diferentes equipos.

Sistemas eléctricos

El aerogenerador incorpora un sistema eléctrico con dos funciones diferenciadas: Una de ellas es la función de generación eléctrica propiamente dicha, que se lleva a cabo mediante el generador, los contactores e interruptores y, en su caso, una batería de condensadores para la compensación de energía reactiva. La segunda función tiene como objeto el funcionamiento de los equipos auxiliares: motores de orientación, del grupo hidráulico, tomas de corriente, resistencias calefactoras, iluminación general y alimentación al sistema electrónico de control y comunicaciones.

Los diferentes equipos mencionados se encuentran en la góndola, sujetos al bastidor y protegidos por la carcasa, donde además se alojan actuadores para el manejo de algunos sistemas, con el fin de realizar las labores de operación, mantenimiento e inspecciones. Además se puede actuar, de forma redundante, a través del armario eléctrico, normalmente situado en la base de la torre, que alberga los elementos de compensación de energía reactiva, de potencia, de control y de protección.

Como parte del equipo eléctrico se considera además el cableado propio de la máquina, tanto de los elementos de generación como los auxiliares, incluida la red de tierras para protección general y ante rayos. Igualmente se deben considerar también los transformadores de baja a media tensión instalados, en su caso, en el interior de la torre de cada aerogenerador.

Sistemas hidráulicos

Son elementos auxiliares que permiten la operación del sistema de freno del rotor y del bastidor, así como de los aerofrenos (paso fijo) o, en su caso, del cilindro hidráulico del sistema de paso de pala (paso variable). En general este sistema cuenta con un grupo motobomba que alimenta diversos actuadores hidráulicos y con otros elementos secundarios como acumuladores, válvulas, manómetros, filtros, etc.

Sistema de transmisión

La función del sistema de transmisión es adaptar la baja velocidad de rotación del eje del rotor, con valores variables entre las 13 y 36 r.p.m. en las máquinas instaladas en Galicia, a las necesariamente más altas del generador eléctrico, capaz de lograr velocidades de giro de 1.000, 1.500 y hasta 1.650 r.p.m. a fin de generar energía eléctrica. Para ello se intercala entre el rotor y el generador el denominado tren de potencia, constituido por el eje lento o principal, de acero, que gira a la misma velocidad que las palas, la caja multiplicadora (que eleva la velocidad de giro del eje) y el eje

rápido o de alta velocidad, que sale del multiplicador para conectarse a un generador capaz de producir electricidad en baja tensión.

Los rendimientos de este sistema son elevados, entre el 95 y el 99%, y su funcionamiento es relativamente silencioso. Normalmente, suele tener una única relación de multiplicación entre la rotación del rotor y el generador y para una máquina de 600 ó 750 Kw., dicha relación suele ser aproximadamente de 1:50. Además, el multiplicador está equipado con un disco mecánico de emergencia que se utiliza sólo en caso de fallo del freno aerodinámico o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

Sistemas de control

La elevada demanda de seguridad y las exigencias en el control de funcionamiento del aerogenerador y de sus componentes a lo largo de unos 20 años, requiere la inclusión de sistemas de control simples y sólidos, en el menor número posible y de la máxima calidad, capaces realizar la búsqueda de sus propios fallos y con respuesta rápida. Por ello, los aerogeneradores están equipados con diversos dispositivos de control y de seguridad que garantizan un funcionamiento seguro durante su vida útil. Aunque es necesario limitar el número de medidas con el objetivo fundamental de reducir el número de errores o la posibilidad de su ocurrencia, algunos medidores o sensores son redundantes en todas las áreas de precisión, seguridad o de servicio de las turbinas más modernas y especialmente en lo que se refiere a la transmisión, generador y velocidad del rotor, siendo posible realizar el seguimiento de entre 100 y 500 valores de parámetros en una turbina eólica.

Un sistema de control debe hacer que la máquina funcione con la dinámica más aquilatada al ritmo comercialmente preestablecido, cuyo óptimo viene condicionado por factores como la protección y seguridad del sistema, la optimización de la energía generada o la prolongación de la vida útil de la maquinaria. Además, el sistema de control suele llevar incorporados dispositivos de comunicación con los que recibir y enviar información al operador del conjunto de la instalación. Normalmente suele haber un controlador en la parte inferior de la torre, otro en la góndola y, en las máquinas más modernas, un tercer controlador situado en el buje del rotor, todos ellos comunicados entre sí mediante cables de fibra óptica.

Además de otras labores como el autochequeo o la detección y comunicación de mal funcionamiento, los elementos más importantes de control son los que se refieren a los controles de orientación y de la potencia de aerogenerador, que se analizan a continuación:

A. Sistemas de orientación

Los sistemas de orientación son imprescindibles en las máquinas eólicas de eje horizontal y constan de un mecanismo que detecta la dirección del viento y orienta al rotor perpendicularmente a esa dirección para obtener la máxima captación de energía. Se dice que una turbina eólica tiene un error de orientación si el rotor no está perpendicular a la dirección del viento y la proporción de la energía del viento que pasa a través del área del rotor disminuye, según aumenta el coseno del error de

orientación. En estas condiciones las turbinas están sometidas a fuertes esfuerzos durante los cambios de velocidad y dirección del viento y a mayores cargas de fatiga que cuando están orientadas en dirección perpendicular al viento: La parte del rotor más próxima a la dirección de la fuente de viento estará sometida a un mayor esfuerzo (par flector) que el resto del rotor, lo que implica que las palas serán torsionadas hacia ambos lados en la dirección perpendicular al plano del rotor en cada vuelta.

Los modernos aerogeneradores disponen de motores eléctricos auxiliares y multiplicadores con funcionamiento automático para orientar el rotor en la dirección adecuada (sistemas de orientación activos). El mecanismo de orientación se activa por un controlador electrónico que vigila la posición de la veleta de la turbina, hasta varias veces por segundo cuando la turbina está girando, comparándola con los datos de dirección del viento, generando una orden de mando a través de un microprocesador a uno o varios motores de orientación. Estos últimos, unidos al bastidor, actúan sobre la corona dentada solidaria con la torre, produciendo el giro del bastidor respecto de la corona. Con el fin de evitar la excesiva torsión y la ruptura de los cables que descienden desde el generador a lo largo de la torre, este sistema de orientación se completa con un **contador de la torsión**, que avisa al controlador en el momento en que es necesario detorsionar los cables, al cabo de un número máximo de vueltas definido por la propia tecnología de diseño.

B. Control de potencia y régimen de giro

Puesto que la turbina ha de operar en un rango muy amplio de condiciones de velocidad de viento y con el fin de evitar las fluctuaciones, resulta imprescindible el control tanto de la velocidad de rotación como del funcionamiento del par motor del eje del rotor; por otro lado, no es menos importante la cuestión referida a la seguridad en el funcionamiento para evitar situaciones de sobreembalamiento en caso de vientos fuertes, cuando es necesario disipar el exceso de energía del viento para evitar daños al aerogenerador. Existen dos grandes grupos de regulación que vienen definidos por su forma de actuación, por acción sobre el eje motor y por actuación sobre el rotor aumentando o disminuyendo la potencia absorbida:

Los sistemas de **regulación por acción sobre el eje** utilizan un freno que puede ser de zapatas, de disco o de tipo electromagnético y puede actuar por distintos mecanismos, como un mecanismo centrífugo o un circuito de control. Se emplea como sistema de apoyo del freno aerodinámico, a modo de freno de estacionamiento, una vez que la turbina de regulación por pérdida aerodinámica ha sido parada y aunque tiene que realizar esfuerzos mayores; el sistema es sencillo y se encuentra comercializado, lo que disminuye considerablemente sus costes. Algunos fabricantes, como por ejemplo Bonus, construyen un sistema de freno en dos etapas, utilizando un par normal en situaciones normales de parada y un par máximo únicamente en situaciones de parada de emergencia. La turbina de regulación por cambio de ángulo de paso no suele necesitar la activación del freno mecánico excepto en trabajos de mantenimiento, pues el rotor apenas puede moverse cuando las palas están giradas 90°.

Con respecto a los sistemas de **regulación por acción sobre el rotor** cabe destacar primeramente que los aerogeneradores poseen dos límites de funcionamiento dados por sus velocidades de conexión y desconexión y que están diseñados para rendir al máximo a velocidades próximas a 15 m/s. Los sistemas más sencillos operan sólo en la etapa de exceso de potencia, frenando el rotor para evitar velocidades de rotación demasiado elevadas que podrían poner en peligro la integridad de la máquina por sobreembalamiento y, concretamente, su sistema de frenado. En el caso de las turbinas instaladas en Galicia, la potencia es controlada de forma distinta según que el sistema de captación sea de paso fijo o variable. En el primer caso la regulación se realiza por pérdida aerodinámica o "stall controlled", mientras en los sistemas de paso variable el mecanismo de regulación consiste en cambio de ángulo de paso o "pitch controlled".

En las turbinas de paso fijo el control se consigue mediante la caída de potencia debida a la entrada en pérdida aerodinámica de la pala (stall), a partir de la velocidad de viento en la que se consigue la potencia máxima. El perfil de la pala ha sido diseñado aerodinámicamente con el fin de que el ángulo de ataque sea el óptimo a lo largo de toda su longitud. A tal fin, la pala está alabeada, ligeramente torsionada a lo largo de su eje longitudinal, de modo que el viento incide con un ángulo mayor en la base de la pala que en su punta. En el momento en que la velocidad del viento es demasiado alta, también el ángulo de ataque aumenta, creándose una turbulencia en la parte de la pala que no da al viento, por lo que la pala deja de proporcionar sustentación y la fuerza ascensional deja de actuar sobre el rotor. La limitación de potencia es muy simple, al ser controlada pasivamente por la geometría del perfil aerodinámico de la pala, pero es importante que la pérdida de sustentación se produzca de forma gradual desde la raíz hacia el exterior, en lugar de hacerlo bruscamente, cuando la velocidad del viento alcanza su valor crítico.

La principal ventaja de la regulación por pérdida aerodinámica es que se evitan las partes móviles del rotor y un complejo sistema de control. Por el contrario, este sistema representa un problema de diseño aerodinámico muy complejo y comporta retos de diseño estructural de toda la turbina, para evitar vibraciones provocadas precisamente por la pérdida de sustentación. Este sistema de regulación de potencia es sencillo, muy simple y fiable, rindiendo los picos de potencia moderados en situación de vientos fuertes. Por otro lado, tiene la desventaja de que la potencia máxima de salida depende de la densidad del aire y de la rugosidad en la superficie de la pala, por lo que pueden ocurrir variaciones en los picos de potencia dependiendo de la estación del año e incluso de la suciedad de las palas.

El cambio del ángulo de paso de la pala en las turbinas con paso variable es probablemente la forma de regulación más eficaz que permite la captación óptima en un amplio margen de velocidades de viento (una mayor producción energética) y un mejor control de la potencia obtenida, manteniéndola constante desde su punto máximo hasta la velocidad de desconexión. En cada momento de funcionamiento se alcanza la potencia máxima especificada, con lo que varía el rendimiento aerodinámico y en consecuencia, la potencia absorbida. Cuando esta última alcanza un valor

demasiado elevado el controlador envía una orden al mecanismo de cambio de ángulo de paso que inmediatamente hace girar las palas del rotor ligeramente fuera del viento y al revés, las palas vuelven hacia el viento cuando la velocidad de éste disminuye de nuevo. Esto se lleva a cabo con ayuda de diversos mecanismos, que varían según el tamaño y características de la máquina eólica, pero que requieren un sistema de regulación activa que sea especialmente sensible a regímenes turbulentos en caso de altas velocidades de viento, lo que supone una complejidad adicional al sistema, con su lógica influencia en mayores costes de inversión y mantenimiento o en una menor robustez constructiva. En la práctica este sistema requiere de un generador de velocidad variable que permita ligeras aceleraciones del rotor en caso de vientos racheados, pues de otra manera el sistema de regulación activa sería incapaz de responder ante las variaciones de la velocidad del viento, produciéndose picos de potencia en absoluto deseables.

Un estado de operación que debe evitarse es el **sobreembalamiento del aerogenerador**, bien por un aumento de velocidad del viento o por la disminución del par resistente en el generador. Tanto las turbinas de paso fijo como las de paso variable disponen de un sistema de seguridad intrínseca, un dispositivo de freno aerodinámico que actuaría ante el fallo del resto de los sistemas. Suele estar accionado mediante resortes para que siga funcionando incluso en caso de fallo de suministro eléctrico y es activado automáticamente si el sistema hidráulico de la turbina pierde presión.

En las turbinas de paso variable, el sistema de regulación suele ir provisto de algún mecanismo de acción centrífuga que actúa sólo en etapa de exceso de potencia, moviendo el ángulo de calaje de las palas cuando la velocidad del viento alcanza la de desconexión de la turbina y la velocidad de rotación es muy elevada. Las palas del rotor giran unos 90 grados alrededor del eje longitudinal, poniéndose en posición de bandera, esto es, oponiendo el mínimo perfil a la dirección del viento, de modo que el rotor sigue girando pero sin riesgos (Figura II.115, izqda.). En el caso de turbinas de gran potencia la fuerza necesaria para mover las palas es demasiado grande para confiarla a la fuerza centrífuga, así que se dispone de un mecanismo, controlado mediante un microprocesador e impulsado mediante motores eléctricos, que actúa a través del eje de la pala. En los rotores de paso fijo, la deceleración del rotor se consigue mediante la apertura, controlada o automática, de los frenos aerodinámicos situados en cada una de las palas. El sistema de freno propiamente dicho consiste en girar la punta de las palas del rotor unas 80-90 grados (según fabricante), lo que provoca una pérdida aerodinámica y una disminución de las revoluciones (Figura II.115, dcha.). Constituye el sistema de frenado más extendido en los aerogeneradores instalados en Galicia, siendo reseñable la existencia de una alternativa que consiste en el giro de los alerones de la pala. Una vez ha pasado la situación de riesgo el sistema hidráulico de la turbina devuelve las palas o la punta de las palas a su posición original. La experiencia demuestra que los sistemas de freno aerodinámico son extremadamente seguros, frenando suavemente en un par de vueltas, evitando esfuerzos, desgastes o roturas importantes en la torre o en la maquinaria.

Figura II.115. Sistema de frenado con pala completa girada (izqda.; tomada de LM) o punta de pala girada (dcha. Parque eólico Adraño)



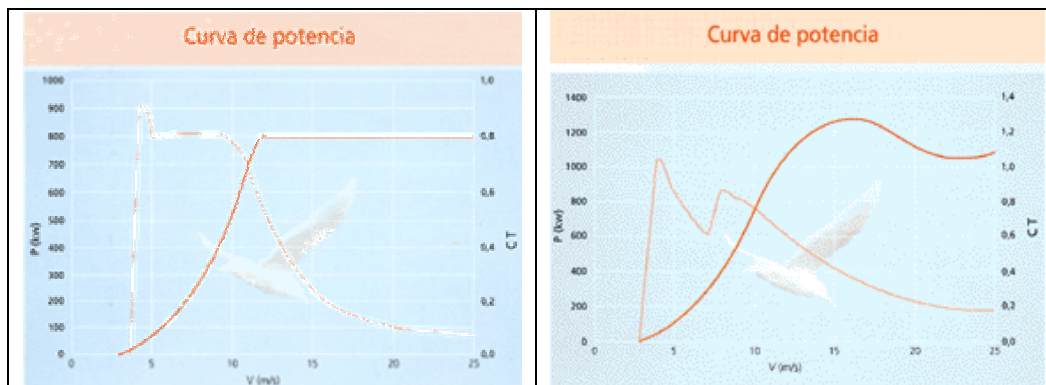
En los últimos años se han desarrollado una serie de sistemas de regulación y control de paso de pala que permiten el funcionamiento de turbinas a diferentes velocidades viento, tanto en el rango de las bajas velocidades como en las más altas que, sin estos avances tecnológicos, implicarían la parada del aerogenerador. En consecuencia, estos sistemas optimizan la producción de energía eléctrica al permitir la instalación de turbinas en zonas con distintos y/o variables regímenes de viento. Así, por ejemplo, Bonus ha desarrollado el sistema CombiStall®, que incorpora a sus turbinas de potencia igual o superior a 1 MW; resulta de la combinación de los dos métodos anteriormente descritos y se puede describir como un mecanismo de regulación activa por pérdida aerodinámica: Las palas, montadas en el buje sobre cojinetes, pueden girar sobre su eje longitudinal y modificar el paso hasta 90° para frenado, al igual que las palas de los aerogeneradores de regulación por paso variable. Cada pala dispone de un mecanismo individual de cambio de paso que puede actuar bajo cualquier condición de funcionamiento, permitiendo el ajuste “fino” del pico de potencia máximo para cada velocidad de viento en regímenes de velocidades de viento bajas y medias.

En situación de elevadas velocidades de viento altas el sistema CombiStall® limita la potencia de acuerdo con el principio de regulación por entrada en pérdida de la pala (stall), con la particularidad de que una vez alcanzada la velocidad de viento nominal el paso de las palas se ajusta aumentándolo hasta una posición de mayor pérdida de sustentación para poder consumir el exceso de energía del viento. Este ajuste de paso produce el stall o entrada en pérdida de la pala para cada velocidad de viento a un nivel de potencia previamente fijado en el controlador. En caso de necesidad de reducir el nivel de potencia máxima es posible fijar un máximo diferente y la producción anual aumenta entre un 2 y un 3% como consecuencia de la optimización de la posición del perfil a vientos medios y bajos.

El nivel de potencia máxima del aerogenerador se puede mantener de modo preciso y al nivel especificado con independencia de la velocidad del viento, de la densidad del aire o de la suciedad de las palas, mientras un aerogenerador normal de regulación pasiva por pérdida aerodinámica tendrá

generalmente una caída en la producción de potencia eléctrica a altas velocidades de viento, dado que las palas alcanzan una mayor pérdida de sustentación (Figura II.116).

Figura II.116. Comparación de la variación de potencia con la velocidad del viento entre el sistema CombiStall (MADE AE52, a la izquierda) y la regulación por pérdida aerodinámica (MADE AE46, a la derecha). Tomado de www.made.es



La ventaja de este sistema en comparación con el tradicional sistema de regulación por pérdida aerodinámica, radica en el absoluto control de la potencia máxima y en relación al sistema de regulación por control de paso, supone el ahorro de los requisitos especiales de los sistemas de velocidad variable puesto que la limitación de potencia tiene lugar por la entrada en pérdida del perfil de la pala.

El generador

El objeto del generador es transformar la energía mecánica proveniente del rotor del aerogenerador en energía eléctrica, fácil de manipular y transportar, para ser volcada a la red o a algún centro de consumo. En comparación con otros equipos generadores conectados a la red eléctrica los aerogeneradores son algo inusuales debido a que la potencia mecánica suministrada por el rotor puede ser variable, estando el sistema eléctrico condicionado por la velocidad constante o variable y por el uso que se le dé a la energía obtenida, que generalmente se vierte directamente en la red de distribución.

Un **generador síncrono** o de excitación consiste en un rotor compuesto por electroimanes alimentados con corriente continua, lo que hace necesario convertir la corriente alterna suministrada por la red antes de ser enviada a las bobinas, rectificando parte de la propia electricidad generada y suministrando una corriente que depende de la velocidad de rotación del rotor, por lo que si se desean frecuencias estabilizadas es necesario disponer de un sistema de regulación muy preciso. La principal ventaja de los generadores síncronos es que funcionan siempre de forma muy regular, pudiendo trabajar tanto en paralelo con la red (al igualar su corriente a la de la red), como en sistemas eólicos autónomos.

La mayoría de las turbinas eólicas emplean **generadores asíncronos** trifásicos de jaula bobinada, llamados también de inducción, para generar corriente alterna. Su uso no está muy

extendido fuera de la industria eólica y de las pequeñas unidades hidroeléctricas. Este tipo de generador es muy adecuado para obtener frecuencias estables, lo que representa una gran ventaja en el caso de conexión a la red, son comparativamente baratos, fiables, sólidos, robustos y con facilidad de enganche a la red por lo que son los empleados de forma mayoritaria en los parques eólicos en Galicia. Como desventaja presentan la necesidad de contar con una compensación de potencia reactiva externa y un rendimiento algo menor de modo que en general, se emplea el generador asíncrono cuando la conexión se realiza a redes potentes y el generador síncrono a redes limitadas o para crear una red. La utilización de este tipo de aerogenerador en máquinas que incorporan rotores con velocidad variable implica en la mayoría de los casos, el uso de sistemas electrónicos de control y potencia para la obtención de una frecuencia eléctrica constante, como se ve a continuación.

Velocidad variable

La velocidad de un generador conectado directamente a una red trifásica es constante y viene impuesta por la frecuencia (50 Hz) pero es posible por ejemplo disminuir la velocidad de giro del campo magnético aumentando el número de imanes del estator. En general la mayoría de las turbinas de velocidad relativamente alta usan generadores de 4 ó 6 polos con el fin de ahorrar tamaño y costes.

En la práctica, la velocidad de un generador de inducción o asíncrono varía con la fuerza de giro (momento o par torsor) que se le aplique y existe una diferencia de muy pequeña magnitud (alrededor de un 1%) entre la velocidad de rotación a potencia máxima y en vacío, denominada deslizamiento del generador. El hecho de que el generador aumente o disminuya ligeramente su velocidad si el par torsor varía es una propiedad muy útil, pues supone menor rotura y desgaste en la caja multiplicadora, lo que constituye una de las razones más importantes para la utilización de generadores asíncronos en las turbinas conectadas directamente a la red eléctrica.

Por otro lado, el control de ángulo de paso del rotor es un proceso mecánico y su tiempo de reacción, un factor crítico en el diseño de las turbinas. Pero con un generador de deslizamiento variable, se puede aplicar una estrategia de control ampliamente utilizada, que consiste en hacer funcionar el generador a la mitad de su deslizamiento máximo cuando la turbina está funcionando cerca de su potencia nominal. En el momento en que se produce una ráfaga de viento las señales del mecanismo de control hacen que el deslizamiento aumente para permitir que el rotor gire un poco más rápidamente hasta que el mecanismo de cambio de ángulo de paso pueda hacer frente a la situación. Una vez que el mecanismo de cambio de paso ha hecho su trabajo, el deslizamiento disminuye de nuevo, aplicándose el mecanismo inverso si la velocidad del viento cae de repente. Uno de los beneficios reales de esta estrategia es la obtención de una mejor calidad de potencia, pues las fluctuaciones de la potencia de salida son absorbidas o compensadas variando el deslizamiento del generador y parte de la energía se libera en forma de energía rotacional en el rotor de la turbina eólica. Este sistema requiere una conexión indirecta a la red, de modo que el generador de la turbina eólica funciona en su propia mini red separada de corriente alterna, controlada electrónicamente mediante un

inversor, lo que permite variar la frecuencia de la corriente alterna en el estator. La ventaja secundaria es que el desfase de la corriente respecto a la tensión en la red de corriente alterna se puede controlar electrónicamente y así mejorar la calidad de potencia de la red eléctrica, un aspecto particularmente útil en turbinas que funcionan en una red eléctrica débil. Las desventajas de la conexión indirecta a la red residen en su coste y en la inferior tasa de disponibilidad de las máquinas en comparación con las convencionales debido a fallos electrónicos y a una pérdida de potencia en el necesario proceso de conversión corriente alterna - continua - alterna.

Una variante del generador asíncrono o de inducción de deslizamiento variable es el sistema Opti Speed ®, utilizado por Vestas. Mediante este sistema la velocidad del rotor puede variar hasta un 60%, constituyendo una fase de desarrollo más avanzada del sistema Opti Splip ® inicial, con el que se podía obtener una variación de la velocidad del rotor del 10%. Una variación aún mayor se alcanza en algunos modelos desarrollados por MADE, por ejemplo AE-52 de 800 Kw. de potencia, en los que la velocidad de giro del rotor puede variar hasta un 100%, permitiendo la adaptación a la velocidad del viento en un rango aún más amplio.

Algunos fabricantes construyen sus turbinas con dos (o más) generadores para poder trabajar en un mismo emplazamiento con distintas condiciones de viento. A modo de ejemplo, se puede referir la turbina NM 750/44 de Neg Micon equipada con dos aerogeneradores de 750 Kw. y 175 Kw., que funcionan de forma independiente según la velocidad del viento sea alta o baja, respectivamente. Un diseño muy habitual en las máquinas modernas consiste en un generador con un número de polos variable, generalmente 4 y 6, que puede funcionar a distinta velocidad de rotación dependiendo de la forma de conexión de los imanes del estator. En todo caso, la ventaja de un sistema de generador doble es que puede hacer funcionar su turbina a más baja velocidad de rotación a bajas velocidades de viento, lo que supone a la vez una mayor eficiencia aerodinámica y, algo que sólo suele suponer un problema a bajas velocidades de viento, un menor ruido de las palas del rotor.

La ventaja clave de las máquinas de velocidad variable es que pueden mantener la velocidad del rotor a la del viento incidente y mantener la eficiencia aerodinámica próxima a su valor máximo. Sin embargo, esto parece ser cierto únicamente a bajas velocidades de viento y una vez que se superan las velocidades de viento a las que se obtiene la potencia máxima, todas las máquinas limitan la producción de energía. En un reciente análisis, Milborrow (2000) concluye que las turbinas con dos velocidades de generación y las de velocidad variable son ventajosas respecto a las de paso fijo en el sentido de que son capaces de producir mayor cantidad de energía, especialmente a bajas velocidades de viento, aunque un promotor tendrá en cuenta otros factores a la hora de elegirlos como son el precio, ruido aerodinámico, gastos de mantenimiento, etc.

BIBLIOGRAFÍA Capítulo II

- Avia Aranda, F. (1994). Estado tecnológico del aprovechamiento de la energía eólica. En: Energías renovables y medio ambiente. U. Domínguez Garrido (coord.). Secretariado de Publicaciones. Univ. Valladolid.
- Avia Aranda, F. (2001). Estado de desarrollo tecnológico del aprovechamiento de la energía eólica. En: Tecnologías energéticas e impacto ambiental. McGrawHill.
- Barasoain, J.L. y L. Fontán (1964). En "Proceedings of the United Nations Conference on New Sources of Energy Wind Power". Roma, 1961.
- Bas, B. (1991). Muiños de marés e vento en Galicia. Ed. Fundación Pedro Barrié de la Maza. Col. Catalogación arqueológica y artística.
- Bas, B. y X. Varela Vilarinho. (1999). Os muiños. Ed. Ir Indo. Col. Memoria visual.
- Bello Iglesias, R. C. Giz Rodríguez, M. Martínez Guerreiro (1997). Los molinos de viento en el Ortegal. En: II Xuntanza de Xoves Investigadores: Comunicacions, Gandarío do 1 ó 4 de maio de 1997. Ed. Xunta de Galicia, Consellería de Familia, Muller e Xuventude, p. 244.
- Bencomo Pérez-Zamora, V. (1997). La experiencia Endesa. En: <http://usuarios.lycos.es/ama/textoen.htm>
- Bonus (1999). Large turbines coming soon. Bonus Info. Invierno 1999. En: www.bonus.dk.
- Cardona, J.L. (1981). Energía eólica y aeroturbinas. Posibilidades de utilización en España. Instituto Nacional de Industria.
- Consellería de Industria (2000). Libro branco da enerxía. Septiembre 2000. Xunta de Galicia
- Costas Goberna, F.J., E. Pereira García y F.J. Pereira García (1997). Muiños de vento, o último vestixio deste tipo de construción na Ría de Vigo, o Muiño de Navia. Bol. Inst. Estudos Vigueses, nº 3, p 179.
- Domínguez Garrido, U. (1994). Sistemas de conversión de energía eólica. En: Energías renovables y medio ambiente. Coord. Ed. U. Domínguez Garrido. Secretariado de publicaciones. Univ. Valladolid.
- Ewea (1998). En www.ewea.org/publications/windenergytechnology.
- Frandsen, S. y col. (1982). Recommended practices for wind turbine testing. 1. Power performance testing. +International Energy Agency, citado en Domínguez Garrido (1994)
- Freris, L.L. (1990). Wind energy conversion systems. Prentice Hall Nueva York.
- García Galludo, M. (1987). Energía eólica. Promotora General de Estudio, S.A. Sevilla.
- Hernández González, C. (1990). Las energías renovables y el medio ambiente. Unidades Temáticas Ambientales. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Secretaría General de Medio Ambiente. Centro de Publicaciones. Madrid.
- IDAE (1984). Manuales de energías renovables. 2. Energía Eólica. Biblioteca Cinco Días.
- IDAE (1996). Manuales de energías renovables. 2. Energía Eólica. Biblioteca Cinco Días.
- Jarabo Friedrich, F., N. Elortegui Escartín, C. Pérez Domínguez, M. Pérez Domínguez y A. Atoche Peña. (2000) Energías renovables. SAPT. Colección Era solar. Madrid. Parcialmente disponible su información en: http://www.clavius.es/entidad/inice/Ter/EOLIC/E_FRAME.HTM
- Justus, C.G. (1978). Wind and wind system performance. The Franklin Institute Press, 1978.
- Martínez González, J.B. (1997). Noticias sobre desaparecidos "muiños de viento". En: En San Juan de Tabagón, historia, fiesta y cultura. Comisión de Fiestas de la Salud y San Blas. Pp 87
- MEN, Mapa Eólico Nacional (1994). Resúmenes energéticos por Comunidades Autónomas. Series Técnicas. Dirección Nacional del Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente
- Milborrow, D. (2000). Does variable speed mean more energy. WindStats Newsletter. Vol. 13 (1) 4
- Pretlove, A.J. y P.J. Worthington (1983). Review of aerogenerator fatigue problems. Int. J. Fatigue, 15.
- Rivas Quintas, E. (1997). O Muiño. Léxico rural do Noroeste hispano. Ed. Grafo Dos.
- Windpower (2000). En: www.windpower.org.

CAPITULO III. EL ESTUDIO DEL MEDIO EN LOS EsIA

ÍNDICE

III.1. METODOLOGÍA DE LOS EsIA DE LOS PARQUES EÓLICOS	249
III.2. RESULTADOS. LA SERRA DO XISTRAL	280
III.2.1. EL MEDIO FÍSICO DE LA SERRA DO XISTRAL	284
III.2.1.1. HISTORIA GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO	284
III.2.1.2. MATERIALES GEOLÓGICOS DE LA SERRA DO XISTRAL	289
III.2.1.3. RECURSOS MINEROS	295
III.2.1.4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	300
III.2.1.5. GEOMORFOLOGÍA	302
III.2.1.6. EL CLIMA ACTUAL	312
III.2.1.7. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	314
III.2.1.8. EL MEDIO EDÁFICO	319
III.2.2. EL MEDIO BIÓTICO DE LA SERRA DO XISTRAL	337
III.2.2.1. HISTORIA DE LA VEGETACIÓN	337
III.2.2.2. VEGETACIÓN ACTUAL DE LA SERRA DO XISTRAL	346
III.2.2.3. HÁBITATS NATURALES DE LA SERRA DO XISTRAL	361
III.2.2.4. FAUNA	369
III.2.3. EL MEDIO SOCIOECONÓMICO. USOS DE SUELO	384
BIBLIOGRAFÍA	389

CAPITULO III. EL ESTUDIO DEL MEDIO EN LOS EsIA

En general, los estudios del medio (denominado medio físico, medio natural, medio ambiente, entorno, etc.) deben contribuir a su caracterización de forma analítica y preferentemente integrada, posibilitando su valoración y evaluación. En el caso concreto del EsIA, el objetivo fundamental del estudio del medio se enfoca en una primera aproximación hacia el conocimiento de la situación actual, anterior a las fases de construcción y funcionamiento del proyecto. Esto implica el estudio de distintas variables o factores y sus interacciones, susceptibles de ser alteradas en grado variable por las acciones de proyecto, en la medida en que contribuyen a facilitar la identificación y evaluación de los impactos previsibles del proyecto y al diseño y establecimiento de medidas correctoras. Debido a la novedad que ha supuesto la construcción de parques eólicos como instalaciones industriales de gran envergadura en zonas de escaso o nulo interés económico y al desconocimiento general de la situación ambiental real y de sus componentes: factores bióticos o abióticos, en gran parte del territorio gallego, ha sido necesario realizar minuciosos estudios de detalle, principalmente en las áreas más sensibles (caso de la Serra do Xistral), provocando en múltiples ocasiones la modificación de los diseños originales de los proyectos.

Por otro lado, el estudio del medio constituye una fase obligatoria de realización de la EIA y como tal es contemplada en las distintas normativas (europea, estatal y autonómica) que regulan esta última, definiendo a grandes rasgos los aspectos medioambientales a tener en cuenta. Así, la Directiva 85/337/CEE establecía que la EIA *“identifica, describe y evalúa de modo apropiado..., los efectos directos o indirectos sobre los siguientes factores:*

- *El hombre, la fauna y la flora*
- *El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje*
- *Las interacciones entre los factores anteriores*
- *Los bienes materiales y el patrimonio cultural”.*

La Directiva 97/11/CE que modifica la Directiva 85/337/CEE elimina el carácter sexista de la redacción inicial al sustituir el término “hombre” por “ser humano” y amplía el estudio de las interacciones entre los factores bióticos (ser humano, fauna y flora), abióticos (suelo, agua, aire, clima y paisaje) y algunos aspectos socioeconómicos (bienes materiales y patrimonio cultural). Establece en el apartado 3 del Anexo IV que entre la información que debe aportar el promotor se debe encontrar *“Una descripción de los elementos del medio ambiente que puedan verse afectados de forma considerable por el proyecto propuesto, en particular, la población, la fauna, la flora, el suelo, el agua, el aire, los factores climáticos, los bienes materiales, incluidos el patrimonio arquitectural y arqueológico, el paisaje, así como la interacción entre los factores mencionados”.*

En lo que respecta a la legislación estatal, el RDL 1302/1986, de 28 de junio, de EIA reproduce los contenidos del articulado correspondiente a los contenidos de los estudios de EIA sin aportar novedades (art.2.1.b), al igual que sucede con la Ley 6/2001 que modifica al anterior (art. 2.1.c).

El Real Decreto 1131/1988, que aprueba el Reglamento para la ejecución del RDL 1302/1986, amplía el estudio de la estimación de los efectos a la vegetación, la gea, la estructura y función de los ecosistemas, las condiciones sociales y las condiciones de sosiego público, en el artículo 6 relativo al contenido de la EIA. También establece los contenidos del EsIA (art. 7) en el que se debe encontrar, entre otros, un inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas y ambientales claves, que comprenderá (art. 9):

- *“Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamiento de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.*
- *Identificación, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de todos los aspectos ambientales definidos en el art. 6.o, que puedan ser afectados por la actuación proyectada.*
- *Descripción de las interacciones ecológicas claves y su justificación.*
- *Delimitación y descripción cartografiada del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto para cada uno de los aspectos ambientales definidos.*
- *Estudio comparativo de la situación ambiental actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de la evaluación, para cada alternativa examinada”.*

indicando además que *“las descripciones y estudios anteriores se harán de forma sucinta en la medida en que fueran precisas para la comprensión de los posibles efectos del proyecto sobre el medio ambiente”.*

La normativa autonómica gallega, Decreto 442/1990 de EIA, se remite a las especificaciones relativas al contenido del Inventario ambiental (art. 3.b) del Reglamento estatal, mientras el Decreto 327/1991, de efectos ambientales, requiere (art. 2.c) igualmente un inventario ambiental que comprende, sin especificar más detalles, *“un estudio ambiental de la zona en la que se pretende llevar a cabo la realización del proyecto, antes del comienzo de las obras, con incorporación de un inventario y censo ambiental de la zona afectada por el proyecto”*, así como un *“Estudio comparativo de la situación ambiental actual y futura, que reflejará las ventajas y desventajas ambientales que puedan derivarse de la ejecución del proyecto”.*

En el año 2000, la Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental de la Consellería de Medio Ambiente (Xunta de Galicia) publica la “Guía metodológica de la evaluación ambiental” en la que se especifican detalladamente los contenidos mínimos de los Estudios de efectos ambientales a

que deben someterse los proyectos de explotaciones mineras a cielo abierto, nuevos vertederos, aprovechamientos hidroeléctricos y parques eólicos, así como la información mínima que debe comprender el inventario ambiental.

III.1. METODOLOGÍA DE LOS ESIA DE LOS PARQUES EÓLICOS DE GALICIA

La vaguedad de las especificaciones relativas a los contenidos de los EsIA que se recogen en las diferentes normativas obedece, sin duda, al carácter flexible de la propia herramienta de evaluación (EIA), de modo que la intensidad del estudio o grado de detalle de las diferentes variables del medio es una cuestión que, hasta la fecha de publicación de la mencionada “Guía metodológica de la evaluación ambiental” de la Xunta de Galicia, se ha tenido que definir y adaptar en función del tipo de proyecto (parques eólicos en este caso), del diseño concreto de proyecto de parque y del medio receptor, que puede ser muy variado en cuanto a tipo y usos de suelo, calidad ambiental, grado de naturalidad, etc., incluso dentro de una misma área geográfica y dependiendo de la escala cartográfica que se considere.

Siguiendo la filosofía que subyace al cometido de la EIA, la descripción y el estudio del medio en los EsIA de los parques eólicos se ha llevado a cabo realizando en primer lugar una descripción sistemática de la zona de estudio correspondiente que comprende diferentes variables del medio, como pueden ser clima, geología, litología, tipos de suelos, vegetación, fauna, población, etc. Constituye la fase de recogida de información básica y fundamental, contrastada con las determinaciones y valoraciones obtenidas en el trabajo de campo. Se debe tener presente en todo momento que tanto los objetivos de un EsIA como el tiempo disponible se encuentran muy alejados de lo que requiere un trabajo de investigación, por lo que la información debe ser ante todo significativa, esto es, correcta, actualizada, necesaria y suficiente con el fin de que pueda reflejar la realidad biofísica del territorio. En todo caso, hay que tener en cuenta que en función de dicha información se identifican y describen los impactos y se proponen las medidas correctoras y el plan de vigilancia ambiental.

A pesar de que la bibliografía recoge listas de revisión de indicadores ambientales para diferentes tipos de proyectos, en ninguna de ellas se recogen las variables a inventariar para todos los lugares o proyectos. La situación se complica en el caso de proyectos novedosos que se han de ubicar en áreas escasamente estudiadas, como ha sucedido con algunos parques eólicos. La elección de los factores del medio que deben ser tenidos en cuenta *a priori* en la elaboración de un EsIA y posteriormente en su nivel de conocimiento obedece al planteamiento de dos cuestiones muy sencillas: Una vez conocidas las distintas acciones de proyecto deben tenerse en cuenta tanto las variables del medio que puedan influir en el desarrollo del proyecto, como las que puedan verse influidas por las actuaciones del proyecto. La bibliografía especializada incluye habitualmente exhaustivos listados de variables entre los que seleccionar los factores del medio a considerar según el tipo de proyecto de que se trate (sirvan a modo de ejemplo los textos de Gómez Orea, 1994; Aguilo y col., 1992). Procediendo de esta forma se está realizando simultáneamente la valoración de esta información, aunque la selección preferente de unas u otras variables del medio (y su estado de conservación, grado de

calidad, etc), reflejada en el nivel de estudio y conocimiento que es necesario alcanzar, se va perfilando durante la propia elaboración del EsIA y sobre todo de la EIA, dependiendo de las necesidades de cada caso, como reflejo de la continua interacción entre las distintas etapas del proceso de tratamiento de la información y a su carácter integrador.

Partiendo de una concepción amplia del término medio ambiente, los EsIA se han estructurado básicamente en una serie de bloques temáticos que agrupan variables afines o relacionadas entre sí, tal y como se recoge en la Tabla III.1, junto a la revisión de las figuras de protección que ostentan las diferentes zonas de estudio.

Tabla III.1. Relación de variables consideradas en los EsIA

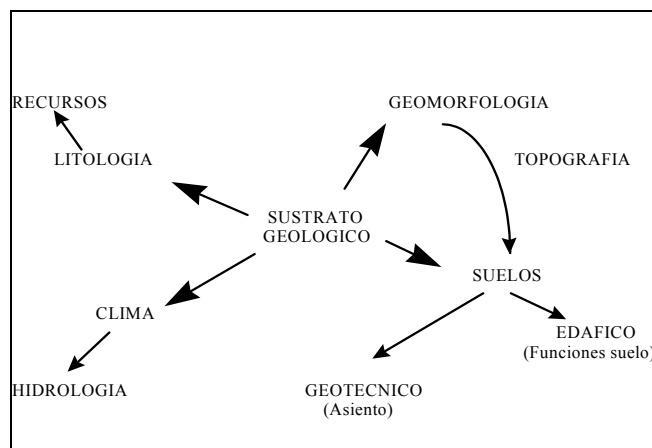
Medio físico	ATMÓSFERA	CLIMA: Precipitación, Temperatura, ETP, Balance hídrico.
	GEOLOGÍA	Puntos de interés geológico, Geología, Litología, Tectónica Recursos mineros, Geomorfología, Características geotécnicas
	AGUAS	Aguas subterráneas e Hidrografía superficial: Cursos de agua, charcas, lagunas, fuentes, manantiales, cotos de pesca, molinos
	SUELOS	Procesos edafogenéticos, Unidades de suelos, Características físicas y químicas, Recursos agronómicos
Medio biótico	VEGETACIÓN	Comunidades vegetales, Flora, Especies de interés
	FAUNA	Comunidades, especies de interés, Listado de especies
	HÁBITATS	Hábitats naturales de interés o prioritarios
Medio Socioeconómico	POBLACIÓN	Población actual y dinámica
	ECONOMÍA	Sectores económicos, Empleo
	PATRIMONIO	Patrimonio histórico artístico catalogado
Paisaje		Unidades y elementos del paisaje

El denominado medio físico comprende básicamente tres conjuntos de factores o variables, relacionadas con la gea (geología), la atmósfera (clima) y el agua que, a su vez, interaccionan entre ellos (Figura III.1). Por su parte, la macrovariable del medio físico GEA aporta información que permite interpretar correctamente otros componentes del medio que, a su vez, se encuentran fuertemente interrelacionados entre sí. Así por ejemplo, el marco geológico influye en el posterior desarrollo geomorfológico y junto con las características climáticas permitirá sentar las bases del tejido paisajístico.

El inventario y estudio de las diferentes variables se ha realizado en el mismo orden que se muestra en la Tabla III.1, con la pretensión de reflejar en la medida de lo posible su causalidad. En efecto, esta forma sencilla de tratamiento de la información facilita la identificación de los indicadores clave de los procesos implicados en la configuración del sistema territorial en estudio. La sucesión se

establece de tal manera que la inclusión de una nueva variable en el EsIA viene a ser la expresión de la interrelación de las anteriores y explica, condiciona o determina la siguiente. Así por ejemplo, el clima y las características geológicas (básicamente la litología) explican la fisiografía de la zona de estudio y la interacción de estos tres factores determina su sistema hidrológico; de este último presenta especial interés la red hidrológica superficial que junto a los anteriores condiciona en gran medida la distribución de los distintos tipos de suelo a la escala de trabajo considerada.

Figura III.1. Relación entre los distintos componentes que constituyen la macrovariable Gea.



El suelo es uno de los factores ambientales abarcados por el concepto Gea, considerado clave al constituir un sistema complejo y dinámico en su posición de transición entre los restantes factores físicos (geología, atmósfera y agua) y los factores biológicos que, junto con el tiempo, constituyen sus factores de formación. Aunque dependientes de la acción conjunta de estos últimos, la atmósfera, clima, biota, constituyentes, etc. del suelo son cualitativa y cuantitativamente diferentes de las de sus factores de formación. Además, el suelo es un recurso limitado y, como soporte de actividades humanas, receptor fundamental de impactos.

En lo que respecta a la metodología de los estudios del medio biótico, tradicionalmente constituido por las variables vegetación y fauna, el aspecto más reseñable es la incorporación de las consideraciones referidas a los hábitats naturales de interés, comunitario o prioritarios, según la normativa ambiental correspondiente iba siendo promulgada o entraba en vigor. Definidos mayoritariamente en función de la composición específica de la vegetación, en algunos casos su correcta determinación requiere considerar el tipo de sustrato geológico o edáfico, según se trate, sobre el que se asientan las comunidades vegetales, tal y como se verá más adelante.

Finalmente, entre esos bloques que describen los distintos aspectos del medio se ha destacado el papel del paisaje en su consideración de una variable más del medio y al mismo tiempo, como sistema complejo cuyo contenido es el resultado de la integración del conjunto de la realidad geográfica, ambiental o territorial de la zona de estudio (Dicho de otra forma, el paisaje es todo y parte a la vez). Por este motivo la descripción paisajística de la zona de estudio constituye un aspecto

independiente en tanto que resume las características visuales (en su primera aproximación descriptiva de la zona de estudio) y funcionales del área geográfica.

La metodología empleada en las diversas áreas en las que se han realizado estudios de EIA de parques eólicos ha sido muy diferente, dependiendo de la cantidad de información disponible y del grado de detalle o escala de trabajo que requieren las distintas variables del medio abarcadas en el EsIA. Así, por ejemplo, A Capelada es un área geográfica que posee una elevada diversidad geológica, edáfica, ecológica, paisajística, etc., lo que implica el manejo de un gran volumen de información. Sin embargo, y quizá precisamente por este mismo motivo, ha sido estudiada en sus diversos aspectos (medio físico, biótico, socioeconomía, ...) por lo que el tratamiento de la información se reduce a la inclusión o ampliación de aquellas variables que requieren un análisis más profundo en el EsIA, como por ejemplo, el paisaje o el estado de conservación de las especies faunísticas, así como la selección e interpretación de la información de mayor interés referida a la zona de instalación de los elementos de los parques eólicos. En este caso concreto cabe señalar la no inclusión de la especie en peligro de extinción *Centaurea borjae*, en el inventario florístico del EsIA debido a su localización en Punta Candelaria y por tanto, fuera del área de influencia de los parques eólicos de la Serra da Capelada.

Pero la mayoría de las áreas en las que se ha realizado EIA de proyectos de parques eólicos (Paxareiras, Xistral, Barbanza, Serra de Cando, Montes de Bustelo, Faladoira, Vicedo, Viveiro, ...) no disponen de información sino en algunos aspectos parciales del medio (geología, clima, suelos, algunas comunidades vegetales) dispersa en Departamentos de investigación universitarios y habitualmente incluida en estudios de ámbito más general (tesis, tesinas) o bien en publicaciones de carácter general referida a Galicia. En estas zonas la realización de estudios de campo que completen y aún sustituyan a las escasas fuentes bibliográficas resulta imprescindible para conocer la realidad actual del territorio. En el caso de las zonas LIC propuestas para la Red Natura 2000, como es el caso de las Serras do Xistral, do Faro, Buio, Barbanza,... el estudio de algunos factores del medio como suelos, vegetación, hábitats, requieren un considerable grado de detalle, llegando a realizarse descripciones de los mismos en los propios puntos de instalación de los aerogeneradores, como se verá más adelante.

III.1.1. FIGURAS DE PROTECCIÓN

Aunque formando parte integrante del apartado normativo de la EIA, en la fase de recopilación de información ambiental del EsIA se ha prestado especial atención a las Figuras de protección de las distintas áreas, en función de las cuales han sido incluidas en diferentes registros, catálogos e inventarios y clasificadas por los instrumentos de Planificación Ambiental existentes como zonas naturales de interés (atendiendo a sus características paisajísticas, geomorfológicas, geológicas, edáficas, hidrológicas o biológicas), por dos motivos fundamentales:

Galicia fue pionera en aplicar el procedimiento de estudio ambiental a los parques eólicos ya que el Decreto 205/1995, de 6 de julio, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica (DOG núm. 136, de 17 de julio de 1995), establece la obligatoriedad de la presentación de un estudio de evaluación de efectos ambientales (EEA), que se realizará conforme a lo dispuesto en el Decreto 327/1991, de 4 de octubre, de evaluación de efectos ambientales para Galicia, mientras que si se viese afectado algún espacio natural incluido en el Registro General de Espacios Naturales de Galicia se estará a lo dispuesto por el Decreto 442/1990, de 13 de septiembre, de evaluación del impacto ambiental para Galicia (EIA). Los estudios realizados desde el Departamento de Edafología o desde el Laboratorio de Tecnología Ambiental de la USC han tenido el alcance y contenido correspondientes a los EIA, independientemente del lugar de ubicación del proyecto y de la existencia de las dos normas autonómicas. Sin embargo, se han distinguido los dos tipos de estudios que establece la legislación en los títulos de los trabajos y debido a una cuestión de índole práctica pues el plazo del procedimiento administrativo relativo a la EEA resulta ser inferior al que se establece para una EIA, con las consiguientes ventajas para el promotor del proyecto.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la catalogación, el registro etc., de una zona natural de interés implica la existencia de información respecto a un cierto número de aspectos o variables del medio que ya han sido analizados y valorados (y en virtud de los cuales dicha área geográfica ha sido catalogada). Aunque esta información raramente es publicada, su acceso por parte del equipo evaluador está regulado en el articulado de las normativas estatal y autonómica sobre EIA y posee un cierto valor a la hora de llevar a cabo las fases de recopilación y tratamiento de la información, previa al proceso de identificación y valoración de impactos. Contemplada inicialmente como facultativa en el procedimiento administrativo, la formulación de la consulta previa es imprescindible para todos los casos y hoy, con la aplicación de la nueva Directiva y la nueva Ley, el conocimiento y uso de estándares ambientales facilita la elaboración de la EIA, si bien la Administración autónoma gallega hasta hoy no dispone de información y/o cauces adecuados para facilitar dicha consulta previa. En la elaboración de la EIA se han tenido en cuenta:

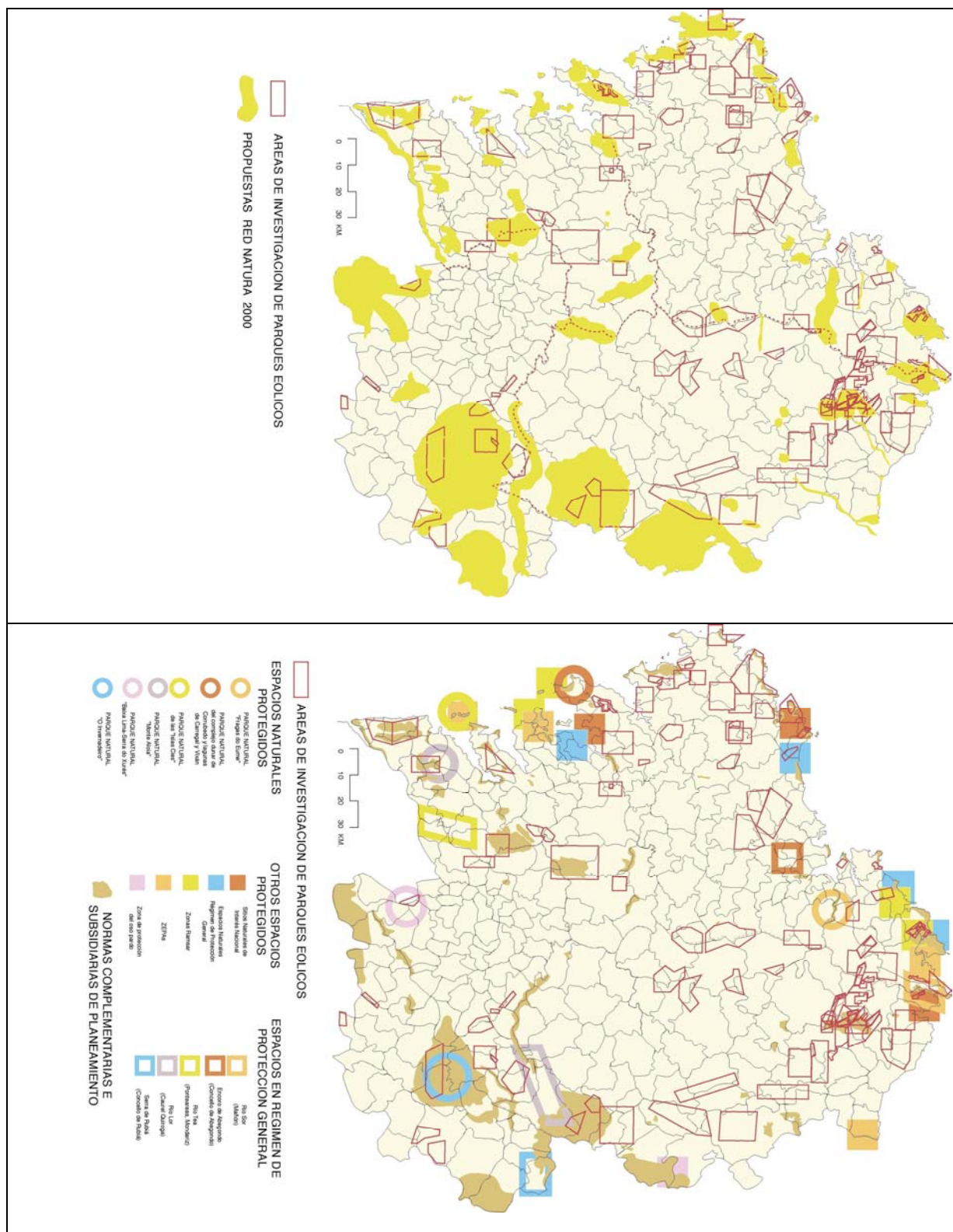
- *Estudio Preliminar sobre posibles Espacios a Proteger en Galicia* (1978-1980), presentado por la Universidad de Santiago (Departamento de Edafología e Instituto de Desarrollo de Galicia) a la Dirección General de Ordenación del Territorio y recogido posteriormente en el:
- *Estudio de Reconocimiento Territorial de Galicia* (Xunta de Galicia. Consellería de Ordenación de Territorio y Obras Públicas, 1983)
- *Inventario de Espacios Naturales Protegidos* (1986) realizado por la Consellería de Agricultura, Gandería e Montes (ETEGA) tomando como base dos listas precedentes, el Inventario elaborado por ICONA y la información recogida en el Plan Director de Ordenación Territorial de 1978, en el que se había incluido la información el Estudio Preliminar Sobre Posibles Zonas Protegidas de Galicia.

- *Normas Complementarias y Subsidiarias de Planeamiento Urbanístico de las provincias de La Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra* (Decreto 242/89 de la Consellería de Ordenación de Territorio y Obras Públicas), que recogían las Medidas Urgentes para la Ordenación Urbanística de Galicia. Este decreto fue derogado acordando la revisión urgente de las normas (Decreto 450/90) y, como resultado surge la *Propuesta de Normas Complementarias* (Orden de 3 de Abril de 1991 de la COTOP). En dicha normativa se recoge la figura de "Suelo no urbanizable de Protección de Espacios Naturales", aplicable a los lugares que por sus valores ambientales, ecológicos, biológicos, paisajísticos, científicos, educativos o recreativos deben preservarse para su protección o mejora.
- *Propuesta de Inventario de Zonas Naturales Protegidas*, realizado por el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Santiago (Macías y Calvo, 1995) para la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas y Vivienda, en el que se recogen los principales valores del patrimonio natural: vegetación, fauna, aspectos geológicos, geomorfológicos y edafológicos de cada zona con nuevas propuestas de delimitación de las áreas de interés.
- *Estudio de Zonas de Interés Natural de la Península Ibérica* (Natura, 1992).
- *Informe de Base sobre la Situación Ambiental del Litoral* realizado por la Consellería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura-Dengasa en 1992.
- *Registro de Espacios Naturales de Galicia* de la Consellería de Agricultura de la Xunta de Galicia, creado por Decreto 82/1989, de 11 de mayo, que regula además la figura de espacio natural en régimen de protección general. En dicho registro se incluyen aquellos espacios de interés natural para los que deben establecerse medidas que aseguren su conservación.
- *Red Europea Natura 2000*. La propuesta gallega de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) para la Red Europea Natura 2000, adaptada y revisada de acuerdo con las directrices impuestas por la Comisión Europea, está constituida en la actualidad por 55 espacios de la región biogeográfica atlántica, aprobada por la Decisión de la Comisión de 7 de diciembre de 2004 (DOCE L387 de 29/12/2004). Además Galicia posee 5 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) ya declaradas desde el año 1989. Estos espacios fueron declarados provisionalmente como espacios naturales en régimen de protección general por Orden de 7 de junio de 2001 de la Consellería de Medio Ambiente. Este proyecto tiene su origen en la aprobación en el año 1992 de la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats y de la flora y fauna silvestres, conocida como "Directiva Hábitat", y cuyo objetivo esencial es conservar la biodiversidad en la Unión Europea, ante la degradación continuada de los hábitats y la pérdida de especies.

La página web de la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia (www.xunta.es) ofrece los listados actualizados de las distintas áreas del territorio gallego que han sido catalogadas

bajo diferentes figuras de protección: Parques naturales, Espacios naturales en régimen de protección general, Monumentos naturales, Sitios de interés natural, Zonas húmedas de importancia internacional (Convenio RAMSAR), Zonas de especial protección para las Aves (ZEPAS). Posteriormente, la Ley 9/2001, de 21 de agosto, de conservación de la naturaleza (DOG núm. 171, de 4 de septiembre de 2001) creó el Registro de especies de interés gallego, que incluye aquellas especies, subespecies o núcleos poblacionales no catalogados, cuyas singularidades científicas, ecológicas o culturales las hagan merecedoras de una atención específica y particularmente a los endemismos gallegos.

En el momento en que se aprobó el Plan Eólico de Galicia (1-10-1997), la Comunidad Autónoma de Galicia contaba con distintas áreas que ostentaban diversos estatus de protección (parques naturales, zonas húmedas de importancia internacional del Convenio RAMSAR, zonas de especial protección para las Aves, etc.). La superposición de estas áreas con las los polígonos de investigación de los Planes Eólicos Estratégicos de los promotores de la industria eólica (Figura III.2) venía a indicar un cierto grado de concordancia, no ya en las áreas de montaña de interior, sino también en las sierras costeras que en muchos casos están situadas en las proximidades de humedales costeros donde tiene lugar la cría de especies de avifauna de gran interés de conservación.



III.1.2. CLIMA

De los distintos niveles de estudio del clima: macroclima, mesoclima y microclima (Aguilo y col. 1992), interesa conocer el factor clima a la escala mesoclimática debido a la escala de trabajo considerada en los ámbitos geográficos de las zonas de estudio, caracterizadas de forma general como zonas montañosas, y por las modificaciones que la localización geográfica, la altitud, el relieve y las combinaciones de estos factores inducen sobre el clima general.

Aunque se trata de una variable que no afecta ni directa ni indirectamente al funcionamiento del proyecto, ni resulta influenciada por este último, el estudio del clima se justifica por su incidencia en otras fases de implementación del proyecto. Así, durante la fase de construcción del parque, las labores de movimiento de tierras pueden verse dificultadas en época de abundantes precipitaciones, aumentando en ese momento el riesgo de erosión y, consecuentemente, las probabilidades de contaminación de las aguas superficiales. En condiciones meteorológicas muy adversas como en caso de los frecuentes temporales, no se permite la instalación de los grandes componentes del aerogenerador (torre, góndola o rotor) a fin de prevenir accidentes y en consecuencia el cronograma de trabajo puede modificarse sustancialmente.

El factor climático adquiere una gran importancia en la realización de trabajos de recuperación de suelos y vegetación, en relación con la incidencia de las condiciones climáticas tanto en el desarrollo de las labores como en sus resultados. Así, por ejemplo, en tiempo seco deben adoptarse medidas correctoras que reduzcan en la medida de lo posible la emisión de partículas en suspensión; en general debe evitarse la desprotección del suelo durante períodos excesivamente prolongados, por lo que se suele recomendar adaptar las labores de implementación de los parques (construcción, instalación y restauración) al ritmo estacional de las precipitaciones en la zona de implementación.

Para abordar el análisis de este factor se toman los datos de Carballeira y col. (1983), basados en distinto número de años de observaciones dependiendo de la estación. Este estudio se realiza en todos los EsIA de forma sistemática, comentándose los datos referentes a las variables temperatura y precipitación, estudiando sus variaciones estacionales y sus valores extremos. Al contrario de lo que pudiera esperarse, el análisis del clima no considera la información referente a las condiciones eólicas de los emplazamientos, que se incluye en un primer apartado del capítulo “Descripción del proyecto”. El motivo fundamental es que las empresas promotoras realizan un exhaustivo análisis de la dinámica atmosférica local de los datos de viento en las zonas de instalación de los aerogeneradores, como se ha explicado en el Capítulo anterior, del que depende en gran medida la viabilidad de los correspondientes proyectos, por lo que el recurso está asegurado en los polígonos de los parques eólicos sometidos a EIA.

En la mayoría de los casos analizados, el estudio del clima en las zonas afectadas por la instalación de los parques eólicos viene condicionado por la escasez o ausencia de estaciones de

control meteorológico ubicadas en el área de interés y por la diferencia altitudinal de estas últimas con respecto al área de ubicación de los aerogeneradores, por lo que los valores reales de temperatura y precipitación son inferiores y superiores, respectivamente, a los que rinden las estaciones meteorológicas correspondientes, de acuerdo con los gradientes térmicos y pluviométricos altitudinales.

Ocasionalmente, y cuando hay información disponible, se puede caracterizar el clima de una región o zona determinada, de forma más precisa en la medida en que contribuye a la comprensión de la existencia, funcionamiento o condiciones de sostenibilidad de alguna otra variable o característica del medio. Tal es el caso del fenómeno conocido como criptoprecipitación, (nieblas, *orballo*,...) en relación a las formaciones de turberas de la Serra do Xistral (aunque no son formaciones exclusivas de esta área geográfica en Galicia). Para un estudio más detallado, nos remitimos a los trabajos de Martínez Cortizas et al. (1997) y Franco Maside (1997), en los que se obtuvieron los gradientes altitudinales, realizándose estimaciones de la pluviometría y de las temperaturas medias esperadas a diferentes altitudes en la referida área de estudio.

III.1.3. GEOLOGÍA, PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO, TECTÓNICA Y RECURSOS MINEROS

La macrovariable del medio físico GEA aporta información que permite interpretar correctamente otros componentes del medio que a su vez, se encuentran fuertemente interrelacionados entre sí. Así por ejemplo, el marco geológico influye en el posterior desarrollo geomorfológico y junto con las características climáticas permitirá sentar las bases del tejido paisajístico.

Los **Puntos de Interés Geológico** (PIG) son áreas geográficas que muestran una o varias características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural. Equiparados a otros elementos culturales proporcionan información no sólo sobre la historia humana sino sobre la historia de la Tierra y de la vida que en ella se ha desarrollado. El catálogo de Duque Lucas y col (1983) referido a los puntos de interés geológico de Galicia localiza y describe de forma general un total de 28 áreas que presentan al menos interés regional.

Geología: La información básica sobre la geología de una zona de estudio se obtiene a partir de las correspondientes hojas y memorias del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, del IGME. Todos los EsIA incluyen una xerocopia a color del Mapa con los límites del polígono y los puntos de ubicación de los aerogeneradores y de la subestación transformadora, así como una descripción de los materiales geológicos que abarca el polígono del parque eólico. Esta base cartográfica es analizada desde distintos puntos de vista con el fin de elaborar información relativa a litología, tectónica y, ocasionalmente, historia geológica, así como complementar otras fuentes cartográficas referidas a recursos mineros y geomorfología. Igualmente, cabe destacar que constituye

la base que permite conocer y describir el medio edáfico y los recursos agronómicos de la zona de estudio, como se verá más adelante.

Tectónica: En los primeros EsIA realizados, por ejemplo, de los parques eólicos de Paxareiras, se incluía un corte geológico de la zona de instalación del parque eólico en el que interesaba resaltar la presencia de rasgos tectónicos (fallas, fracturas, etc.) que pudieran resultar significativos para el desarrollo y mantenimiento de las instalaciones previstas (En la Figura III.5 se incluye un corte geológico de la Serra do Xistral, a modo de ejemplo). Pero en relación con el tiempo que ocupa su elaboración los cortes geológicos ofrecen una visión muy parcial de la información que se pretende ofrecer, por lo que finalmente se optó por sustituirlos por el apartado Tectónica, en el que se describen sistemáticamente las fallas o fracturas que discurren próximas o en el interior del polígono del parque eólico.

Historia geológica: Ocasionalmente se ha incluido un breve texto referido a la historia geológica de la región, pero generalmente resulta de escaso interés en relación con los propósitos de la EIA.

En cuanto a los **Recursos mineros** de la zona de estudio interesa conocer la existencia de posibles interferencias entre los aprovechamientos eólico y minero. Para ello se procede a elaborar una cartografía de síntesis que recoge la información sobre canteras, minas y su estado actual de explotación, yacimientos metalogenéticos y de rocas industriales existentes en el polígono del parque y en sus inmediaciones. Esta información procede del IGME y consta de: Mapa Geológico (E 1:50.000), Mapa Metalogenético (E 1:200.000) y Mapa de Rocas Industriales (1:200.000), publicados todos ellos por el Servicio del Ministerio de Industria y Energía.

Puesto que se trata de publicaciones de hace unos 20 - 25 años el Mapa de recursos mineros se complementa con los datos del Inventario nacional de balsas y escombreras del IGME (1989) incluidas en los términos municipales afectados por las instalaciones del parque eólico. En todo caso, se suele tratar de explotaciones de pequeña envergadura y, estando volcadas a los mercados locales, son de carácter itinerante.

III.1.4. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El estudio de las características hidrogeológicas se realiza en dos fases con diferente nivel de aproximación, dependiendo de si se trata de la descripción de recursos hídricos existentes en la zona del parque o de la identificación y evaluación de impactos, lo que supone la utilización de distintas escalas cartográficas. Así, el EsIA incluye una breve descripción de las posibilidades de existencia y explotación de las aguas subterráneas cuya importancia o entidad, en general pequeña en la mayor parte de las zonas estudiadas, depende en gran medida de la naturaleza del sustrato geológico y del grado de tectonización que ha sufrido.

En cuanto a las aguas superficiales, su estudio se inicia con la realización del correspondiente mapa hidrográfico, básicamente, a partir del mapa topográfico (E 1:50.000). Esta información se completa con los datos de campo, habitualmente en lo que se refiere a las charcas temporales pues por sus reducidas dimensiones no siempre se recoge su existencia en la cartografía manejada como fuente de información. El mapa hidrográfico recoge la posición del polígono del parque y de las instalaciones previstas en relación a las cuencas de los ríos, los talwegs de los cursos de agua permanentes y temporales, charcas y lagunas, así como los molinos de agua (aunque en la actualidad están en desuso), fuentes, manantiales, embalses, centrales hidroeléctricas y acequias que existan en la zona de estudio.

La descripción de estos elementos es relativamente exhaustiva en cuanto que se localizan en las proximidades de las instalaciones proyectadas y supera los límites del polígono del parque propiamente dicho, debido fundamentalmente a la naturaleza extensiva de los posibles impactos sobre la variable agua. En todo caso, se describe el trazado de todos los cursos de agua que tienen su nacimiento en el interior del polígono o en su entorno. Finalmente, el EsIA incluye la delimitación de los cotos de pesca existentes en las cuencas de los ríos cuyo nacimiento o de alguno de sus tributarios tenga lugar en el interior del polígono del parque o en sus inmediaciones, según la información publicada anualmente por la Xunta de Galicia, e independientemente de su distancia a la posible área de afección en el parque.

El segundo nivel de estudio, más detallado, se realiza con el fin de identificar los puntos de impacto sobre la red hidrográfica por la ocupación de las instalaciones permanentes o auxiliares del parque y por la intersección del trazado de los viales proyectados con los talwegs y con las líneas de drenaje superficial. Los correspondientes estudios denominados “Estudio hidrológico y propuesta de seguimiento para el control de la calidad de las aguas del parque eólico (nombre del parque)” consisten, en primer lugar, en el análisis detallado de las características hidrográficas del polígono del parque, con la base cartográfica 1:10.000 de la Xunta de Galicia y, preferentemente, en la cartografía facilitada por la empresa promotora del correspondiente parque eólico puesto que incorpora la ubicación exacta de las infraestructuras proyectadas junto con información actualizada de la zona de estudio. La utilización de fotografía aérea (ortofoto en color a escala 1:18.000) permite establecer con cierta precisión los cauces y líneas de drenaje que existen dentro del polígono del parque, favoreciendo el posterior trabajo de campo que se enfoca a la comprobación y, en caso necesario, actualización *in situ* de las discrepancias que pudieran haberse producido en la fase de interpretación cartográfica anterior.

Esta cartografía de detalle recoge, junto a los cursos de agua temporales o permanentes y distintas formas de aguas (brañas, charcas temporales, etc.), los talwegs, las divisorias de cuencas y subcuencas y las líneas de drenaje o escorrentía. Tras una descripción pormenorizada de las cuencas y subcuencas incluidas en el polígono del parque se calcula también la superficie ocupada por cada una

de ellas en el correspondiente polígono del parque, en hectáreas y porcentaje, como se muestra en la Tabla III.2

Es muy frecuente encontrar ciertas discrepancias entre los topónimos de los cursos de agua recogidos en la cartografía 1:10.000 y 1:25.000. Se decidió tomar los nombres de los cursos de agua que corresponden a la toponimia de la cartografía de mayor detalle 1:10.000, por ser la más utilizada en este trabajo y porque coincide, en mayor medida, con la cartografía de escala 1:50.000. En el caso habitual de ausencia de topónimos en la cartografía de mayor detalle, se ha recurrido a los correspondientes a la cartografía 1:25.000 o, en su defecto, a tomar los nombres de las cumbres en los que tienen su nacimiento o de las aldeas por cuyas proximidades discurren los cursos de agua.

Tabla III.2. Cuencas y Subcuencas que comprende el parque eólico Faladoira y sus extensiones, en porcentaje del área del polígono y en hectáreas.

Cuenca	Subcuenca	Superficie (%)	Extensión (ha)
Sor	Bruá	16,5	118,5
	Soloso	20,0	143,7
	Barranco Rediz	2,9	20,7
	Barranco Insua	3,7	26,7
Mera	Sapos	19,6	141,2
	Carroceiros	25,8	185,7
	Merlán	11,6	83,5
TOTAL		100,0	720,0

III.1.5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

El análisis de las características geomorfológicas de un territorio se encuadra en una área geográfica amplia que comprende, en el caso de los EsIA de los parques eólicos realizados en este Departamento o Instituto, una superficie mayor que la del propio parque, generalmente la sierra en la que se inscribe el polígono de investigación.

El conocimiento de este factor ambiental interesa por varios motivos fundamentales: En primer lugar porque representa la síntesis de las características topográficas (pendiente, longitud de laderas, peniplanicies, etc.) que constituyen uno de los factores de formación de suelos, de evidente interés en las áreas montañosas al contribuir, en gran medida, a explicar la distribución de los distintos tipos de suelo formados en un área geográfica. Además, fundamentan la dinámica de los procesos de erosión, transporte y sedimentación de los materiales de distinta naturaleza, orgánica y litológica, al objeto de identificar las áreas en las que la detección de posibles episodios erosivos resulta fundamental para evitar afecciones a otros factores ambientales durante las fases de construcción y funcionamiento del parque. Finalmente, la información obtenida va a quedar posteriormente reflejada en el estudio del paisaje de la zona de estudio. Así, el relieve constituye uno de los componentes

físicos del paisaje y la base estructural sobre la que se asientan los restantes componentes, bióticos y socioeconómicos, interrelacionándose entre sí.

Para realizar la descripción de la geomorfología de la zona de estudio se ha tomado como documento básico la tesis de Nonn (1966), cuya información se complementa en la medida de lo posible con la obtenida a partir de trabajos más recientes publicados sobre zonas concretas, generalmente los estudios de génesis y distribución de suelos en Galicia publicados en el Departamento de Edafología. La elaboración de los mapas a escala 1:50.000 por el IGME (en vías de realización) será un documento valioso en la mejora de la calidad de la información sobre este apartado del EsEIA.

III.1.6. MEDIO EDÁFICO, RECURSOS AGRONÓMICOS Y GEOTECNIA

Los estudios del medio edáfico se han abordado desde dos puntos de vista muy diferentes entre sí. Por un lado, considerando la variable suelo como un recurso (recurso edáfico) caracterizado por su baja tasa de renovación a la escala humana y que realiza diversas funciones, entre ellas, constituir soporte de muy diversas actividades (por ejemplo, productivas como cultivos agrícolas, aprovechamientos forestales, pastizales, pastoreo, etc.). El término productividad se utiliza como sinónimo de integración de las características y propiedades del suelo, las prácticas culturales, así como las características y propiedades de otros elementos ambientales (vegetación, litología, pendiente) que se encuentran íntimamente relacionados entre sí.

Por otro lado, el suelo constituye uno de los principales receptores de impactos de las actividades humanas, impactos que pueden ejercerse en múltiples facetas como erosión, empobrecimiento de nutrientes, degradación biológica, contaminación, compactación, pérdida irreversible por recubrimientos artificiales, etc., como consecuencia de su condición de soporte de instalaciones, infraestructuras y de actividades constructivas de muy diversa índole: urbanización, cementación, servicios públicos (carreteras, ferrocarriles, líneas eléctricas), sistemas de depuración de residuos líquidos, construcción de canales, desagües, excavaciones, desmontes, terraplenes, sistemas dirigidos al afloramiento de aguas, etc.

En el caso particular que nos ocupa hay que tener en cuenta que el recurso suelo a ocupar por las instalaciones previstas en los parques eólicos se localiza en un entorno geográfico que se puede calificar en la mayoría de los casos, por no decir en todos, como “problemático” debido al régimen de actividades a que están sometidos, a la escasez y falta de adecuación de los accesos a la zona de instalación, a las fuertes pendientes de las laderas de los montes a lo que hay que añadir, en el caso concreto de la Serra do Xistral, la existencia de las turberas, un tipo de suelos caracterizados por su inestabilidad intrínseca y en otro orden de cosas, por su valor científico y ecológico.

Con estas premisas, el objetivo general del estudio de los suelos en la EIA consiste en conocer la tipología de las unidades de suelos existentes en la zona de estudio con vistas a establecer las

técnicas de manejo más adecuadas a lo largo de las distintas fases de implementación de los parques eólicos y en aras a minimizar las afecciones durante la construcción debido a la importancia que tienen la conservación y la posterior recuperación del suelo no sólo en lo que se refiere a las unidades edáficas presentes en las zonas de estudio, de gran interés en el caso de las turberas, sino para favorecer las labores de restauración y revegetación con especies naturales que se han de llevar a cabo posteriormente y que en consecuencia favorezcan el retorno de las especies faunísticas desplazadas temporalmente.

En la actualidad el Departamento de Edafología y Química Agrícola de esta Universidad está elaborando los mapas de suelos de Galicia a escala 1:50.000, que edita la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia. En una zona determinada bajo un clima específico la roca madre viene a ser el principal factor determinante de muchas de las características de los suelos y junto con la posición topográfica es el factor fundamental que define los principales tipos de suelo y sus asociaciones más frecuentes. Por este motivo, el Mapa Geológico constituye una fuente de información de gran interés al proporcionar la base cartográfica que permite establecer el mapa de materiales de partida del suelo basado en las características litológicas de los diversos materiales geológicos. Junto con el estudio de las pendientes, que se pueden obtener a partir del mapa topográfico, se cartografían los tipos de suelos existentes en la zona de estudio. Una vez establecidas las catenas sobre los diferentes materiales de partida del suelo, se describen las características fundamentales referidas a génesis, tipos de horizontes, junto a las características físicas y químicas, fertilidad,... (Tabla III.3)

Tabla III.3. Características de los suelos

FÍSICAS	QUÍMICAS
Profundidad Porosidad, Textura, Estructura Pedregosidad, Afloramientos rocosos Hídricas: Capacidad de retención de agua, disponibilidad para las plantas.	Contenido en materia orgánica, pH Contenido y disponibilidad de nutrientes para las plantas (N, S, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Al, Si, Cu, Mo, Zn, etc.) y formas en que se encuentran.

La aptitud agronómica de los suelos de Galicia ha sido considerada desde dos puntos de vista. Por un lado, atendiendo al material de partida de los suelos y a los tipos más frecuentes en la zona de instalación de los aerogeneradores (Macías y Calvo de Anta, 1992), se incluye un breve comentario de las características agronómicas de los mismos. Generalmente se trata de Leptosoles (Leptosol lítico y úmblico), Regosoles (R. úmblico) y Umbrisoles desarrollados sobre areniscas-cuarcíticas (Serra do Xistral), granitos (Barbanza, Serra da Toxiza, Forgoselo, etc.) o materiales pizarrosos o filíticos (alineación Serra da Faladoira a Montes do Bustelo, al N de As Pontes). Como se verá en el apartado correspondiente, en la zona de estudio elegida para la redacción de esta Memoria, la Serra do Xistral, ha sido necesario conocer con detalle la localización exacta y la extensión de algunos tipos de suelos, a pesar de que representan una reducida extensión. Se trata de Histosoles (que constituyen las turberas

ombrotróficas y mineralotróficas de la Serra do Xistral), Gleysoles, Podsoles, Andosoles, Phaeozems, etc., de gran valor de conservación debido a su singularidad, por su interés ambiental, científico, etc, y por su asociación con determinadas especies florísticas protegidas. En el caso de la Serra da Capelada tiene mayor relevancia los Leptosoles, Phaeozem, Gleysoles y Andosoles.

El Mapa de Clases Agrológicas (E 1:50.000) viene a indicar que los terrenos que ocupan las líneas de cumbres en las que se instalan los parques eólicos pertenecen a distintas clases agrológicas. En general, el valor agronómico de los terrenos es muy bajo, como se deduce de las descriptivas de las clases más extendidas en las áreas de instalaciones de los parques eólicos. Se trata de las Clases VII, VI y IV: A pesar de la presencia casi constante de los afloramientos rocosos en las líneas de cumbres de los montes donde se ubican los parques eólicos, la Clase VIII no es frecuente pues a la escala cartográfica (1:50.000) las áreas correspondientes resultarían sobredimensionadas.

En cuanto a la capacidad portante de los suelos como soporte de actividades constructivas de diversa índole, hay una serie de cualidades que determinan su idoneidad como (Tabla III.4).

Tabla III.4. Cualidades físicas de los suelos

Drenaje interno: Evacuación natural del agua en el interior del suelo
Permeabilidad: Capacidad para dejar fluir o transmitir, agua o aire a través de su espesor
Consistencia (Capacidad de laboreo): Grado y clase de adhesión y adhesión o por su resistencia a la deformación o rotura.
Plasticidad: Capacidad de sufrir deformaciones permanentes, más o menos considerables bajo la acción de fuerzas exteriores, sin que se deriven cambios de volumen, repercusiones elásticas, rupturas o desmoronamientos
Resistencia a los esfuerzos cortantes o a la cizalladura: Mide el esfuerzo que puede soportar el suelo son excesiva deformación, bajo condiciones específicas de carga, compresión y contenido de agua en los poros. Es una cualidad relacionada con la estabilidad de taludes y suelos en pendiente
Compacidad: Combinación de la consistencia y de la distribución o disposición de las partículas en estructuras más o menos densas.
Elasticidad: Capacidad para volver a su volumen original después de la aplicación y retirada de la carga.

Con respecto a la susceptibilidad de las deformaciones por cambio de volumen, cabe destacar:

Compresibilidad o retracción: Capacidad para disminuir el volumen bajo la acción de cargas esporádicas o permanentes. Depende de la estructura del suelo.
Expansión o hinchamiento: Es el proceso contrario y depende de la naturaleza mineralógica de las arcillas, del grado de humedad y de la permeabilidad.
Tixotropía: Propiedad reológica por la cual las arcillas son ablandadas por manipulación o agitación y recupera su resistencia y rigidez, al estar en reposo y sin cambiar el contenido de agua inicial.
Capacidad portante (peso); Erosionabilidad y erosión actual; Inundabilidad
Inestabilidad: Tendencia de las partículas sueltas (rocas, suelo) a no permanecer en su sitio

La información referente a estas cualidades se encuentra sintetizada y resumida en las diversas clases de características geotécnicas, descritas en el Mapa Geotécnico (E 1:200.000).

III.7. VEGETACIÓN Y HÁBITATS

Los estudios de la variable vegetación se han realizado considerando diferentes niveles de detalle, según se tratara de la elaboración de un EsIA, un estudio de detalle en las zonas LIC o de planteamientos particulares sobre la presencia de determinadas comunidades y especímenes en áreas concretas, formulados durante los procesos administrativos previos a la Declaración de efectos o de impacto ambiental. El nivel de detalle más elemental comprende la descripción de la vegetación de la zona de estudio correspondiente a un determinado parque eólico (Apartado Vegetación del Medio Biótico del EsIA) para lo que las comunidades que constituyen la cubierta vegetal se agrupan en una serie de formaciones que representan tipos de vegetación fácilmente reconocibles en el campo según sus caracteres ecológicos, fisionómicos y de composición florística que se corresponden además, con los distintos usos de suelo. A grandes rasgos y en una primera aproximación se consideran:

- Matorral, que comprende las distintas variedades dependientes del grado de hidromorfía del sustrato edáfico,
- Prados y cultivos, de escaso interés por su origen antropógeno, excepto las formaciones que se han denominado pastizal o matorral- pastizal ubicadas en las áreas de afección de los proyectos incluidas en las zonas LIC.
- Vegetación arbórea o uso forestal, entre la que se diferencian las Repoblaciones forestales mono o multiespecíficas de crecimiento rápido, Bosque caducifolio y Vegetación de ribera.
- Vegetación de turberas, de forma genérica.

A estas formaciones se añaden otras comunidades que ocupan una pequeña extensión, aún consideradas en conjunto, pero que se encuentran en prácticamente todas las zonas de estudio como consecuencia de la abundancia de sustratos, por lo que han sido consideradas en todos los EsIA. Así la vegetación que se desarrolla en las grietas de las rocas comprende distintas comunidades según su hábitat esté sometido a la influencia de las salpicaduras del agua del mar, como ocurre por ejemplo en la base de los acantilados de A Capelada, o no. En el caso de medios no afectados por el agua del mar se diferencian distintas comunidades según el carácter ácido o básico de las rocas que componen el sustrato, al igual que se observa en las comunidades vegetales propias de los canchales. En consecuencia, en los mapas de vegetación de los EsIA se han delimitado las áreas con predominio de afloramientos rocosos o pedregosidad superficial, a fin de recoger la existencia y localización de las correspondientes comunidades vegetales.

La vegetación acuática asociada a los abundantes cursos de agua (excluyendo las leñosas que componen el bosque de galería), fundamentalmente pequeños arroyos que tienen su nacimiento

precisamente en estas áreas, se describe sistemáticamente en el apartado de vegetación del EsIA indicando su composición específica, pero no es posible cartografiar las manchas correspondientes al no alcanzar las dimensiones mínimas para su representación a la escala empleada (1:50.000 en primera aproximación y 1:10.000 ó 1:5.000) en los estudios de detalle). Algo similar ocurre con los setos de separación de fincas, considerados en los EsIA cuando están presentes con cierta relevancia en la zona de estudio y cuya presencia disminuye drásticamente en los términos municipales en los que se ha ejecutado la concentración parcelaria. Las comunidades de vegetación nitrofila y ruderal vienen asociadas a los lugares de mayor influencia antropógena y muy rara vez se han incluido en los correspondientes estudios (ejemplo, Capelada, puesto que se disponía de información bibliográfica) debido a su escasísimo interés ecológico o florístico.

La primera fase del **estudio de la vegetación** consiste en la obtención de una cartografía básica que refleje la posición actual y los límites de las diferentes manchas o formaciones vegetales existentes en el ámbito de los polígonos de los parques eólicos, identificando sus componentes principales. El apartado Vegetación de los EsIA incluye en algunos casos una xerocopia a color del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (E 1:50.000) publicado a principios de los años 80, con los límites del polígono, los puntos de ubicación de los aerogeneradores y de la subestación transformadora. Pero con mayor frecuencia se ha realizado la síntesis cartográfica de la información que contiene el mencionado Mapa, completándose en el caso concreto de Paxareiras, con la contenida en el Segundo Inventario Forestal (publicada en el año 1995, aunque la realización de los estudios de campo correspondientes a Galicia se llevó a cabo 10 años antes). Esta información sintética se recoge en el Mapa Usos y Aprovechamientos del EsIA, en el que se agrupan las diversas formaciones vegetales en los usos Matorral (todas sus variedades), Forestal (todos los tipos de vegetación arbórea), Prados y cultivos, así como los afloramientos rocosos y las charcas temporales de cierta entidad.

Aunque el manejo de estas fuentes cartográficas de información resulta en general satisfactorio para una primera aproximación al estudio de la vegetación en muchos parques eólicos y especialmente valioso en lo que se refiere a áreas escasamente pobladas, como el Xistral y/o en relación con las formaciones arbóreas autóctonas (bosque caducifolio), hay que tener en cuenta que las fechas de publicación (caso del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos) o de realización de los correspondientes estudios de campo en Galicia (Segundo Inventario Forestal) se remontan a 10 años antes que las fechas de realización de los EsIA en Paxareiras (que comenzaron en 1996). En general el potencial bioclimático de las zonas costeras de Galicia permite unos turnos de corta de entre 10 y 15 años para el eucalipto, la especie dominante en las zonas próximas a la costa por lo que la explotación forestal en la zona es muy dinámica, habiéndose constatado un aumento generalizado de las nuevas plantaciones a base de especies de crecimiento rápido, tradicionalmente sobre las formaciones de matorral y en menor extensión sobre antiguas praderas y pastizales como consecuencia del abandono de la actividad ganadera. Además en el caso concreto de los parques eólicos de Paxareiras, comprendidos en los municipios de Mazaricos, Carnota y Muros, las laderas y las cumbres de estos montes han sufrido una

intensa actividad repobladora tras los incendios de finales de los 80. En consecuencia, la cartografía de los usos de suelo existentes en los polígonos de las primeras fases de implementación de los parques eólicos de Paxareiras, como Paxareiras I, IIA y IIC se realizaron utilizando fotografías recientes, con un mayor nivel de detalle en la zona de ubicación de los aerogeneradores, en vista de que las fuentes cartográficas anteriormente mencionadas se revelan como escasamente útiles para los propósitos de un EsIA, situación que se hace extensiva a las zonas geográficas que sufren frecuentes incendios.

Una vez identificados los distintos tipos de comunidades vegetales existentes en los polígonos de los parques eólicos, en base a sus componentes florísticos principales, se completan los listados de flora con la información bibliográfica básica disponible: Bellot (1966); Izco (1987); Silva-Pando y Rigueiro (1992) y con la bibliografía específica de las distintas formaciones de matorral: Rivas-Martínez (1979) o turberas (Ramil y col., 1995a; 1995b; 1996). El objetivo principal es conocer el estado de conservación las distintas especies vegetales de la zona de estudio, para lo cual se comparan con los listados de plantas protegidas. Aunque estrictamente hablando la Comunidad Autónoma de Galicia ha protegido una única especie, el acebo (*Ilex aquifolium*) por la Orden de 10 de Diciembre de 1984 de la Xunta de Galicia, se han consultado:

1. Real Decreto 439/90, de 30 de marzo, regulador del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (BOE núm. 82, de 5 de abril de 1990). Comprende dos anexos: el Anexo I comprende Especies y subespecies catalogadas «en peligro de extinción», entre las que se encuentran dos especies endémicas gallegas (*Omphalodes littoralis* subsp. *gallaecica* y *Centaurea borjae*) y el Anexo II en el que se incluyen aquellas Especies y subespecies catalogadas «de interés especial».

2. El Anteproyecto de Ley de Protección y Fomento de la Flora Silvestre Gallega, en el que se contempla un total de cinco grupos de taxones con distinto estado de conservación y protección:

Grupo 1	Taxones endémicos con reducida área de distribución
Grupo 2	Taxones endémicos con área de distribución relativamente amplia
Grupo 3	Especies de escasa presencia en Galicia, aunque abundantes en otras regiones de la Península Ibérica
Grupo 4	Especies sometidas a explotación abusiva
Grupo 5	Especies arbóreas en regresión

3. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21/5/1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (D.O.C.E., nº L 206/7, 1992), conocida como Directiva Hábitat que incluía en sus distintos Anexos un total de 15 especies presentes en Galicia. Los anexos son:

Anexo II	Especies cuyo hábitat debe ser objeto de medidas especiales de conservación
Anexo IV	Especies estrictamente protegidas
Anexo V	Especies que pueden ser objeto de medidas de gestión (caza o pesca)

Los anexos I (referido a los Tipos de Hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación) y el II (Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación) de esta Directiva 92/43/CEE se sustituyeron por los dos que figuran en el anexo de la **Directiva 97/62/CE** del Consejo de 27 de octubre de 1997 por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de fauna y flora silvestres (*Diario Oficial* n° L 305 de 08/11/1997 P. 0042 – 0065).

Además de la normativa vigente o en proyecto y con el fin de conocer la flora endémica gallega existente en la zona de estudio y concretamente en la zona de afección directa por instalación de parques eólicos, se han considerado los siguientes trabajos que se refieren a flora rara, amenazada o endémica de Península y Baleares:

- Gómez Campo y col. (1987). **Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares**, en el que se recogen fundamentalmente especies endémicas entre las que se encuentran 8 especies presentes en Galicia. (Existe una reedición de finales del 2000)
- Barreno y col. (1984). Listado de plantas endémicas, raras y amenazadas de España. *Información Ambiental*, 3: 48-71
- Moreno y Sáinz (1992). Atlas corológico de las monocotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares. Bases para una política de conservación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Colección Técnica.

Así como los siguientes estudios referidos a Galicia:

- Jato y Rodríguez-Gracia. (1986) Introducción ao estudo da flora e vexetación de Galicia. En: *O meio natural galego*. Cuadernos Seminario Estudos Galegos, n° 47.
- Izco (1989). Flora vascular. En: *A natureza ameazada*. Xea, Flora e Fauna de Galicia en perigo. Incluye un total de 25 especies con escasos efectivos en el territorio, carácter relictual
- Izco y Sáinz (1995). Revisión crítica del listado de flora endémica gallega, en el que el autor hace referencia a un total de 44 especies que se distribuyen en distintos medios ecológicos como litoral (dunas y acantilados), rocas serpentínicas, calizas y alta montaña.

Un trabajo más reciente sobre flora rara y amenazada de Galicia, de Ortiz y col. (1998) no se ha tenido en cuenta a la hora de evaluar el estado de conservación de las especies presentes en las zonas de estudio debido a que, según sus propios autores, es un listado provisional de unas 190 plantas que necesita la revisión taxonómica de algunas especies, mayor información corológica de campo y una revisión bibliográfica adicional para perfilarla de forma definitiva.

La información que comprende el apartado Vegetación de los EsIA se completa en los últimos años con un breve reportaje fotográfico de carácter ilustrativo y descriptivo en relación a la composición específica, grado de naturalidad, vigor, estado de conservación, etc. de las formaciones vegetales más significativas de los polígonos de los parques y sus inmediaciones independientemente de su grado de afección por la implementación del proyecto.

En las zonas LIC el grado de definición requerido en los mapas de vegetación es considerablemente mayor, por lo que la metodología utilizada es sustancialmente diferente, como se verá en el apartado correspondiente al estudio de la Serra do Xistral.

III.1.8. FAUNA

El objetivo principal de su estudio y de la elaboración de los inventarios faunísticos consiste en el conocimiento de las especies faunísticas presentes en el área de estudio y su estado de conservación. Su interés radica en la conveniencia de preservarla como recurso aunque, en general se trata de una variable difícil de inventariar por la dificultad de cartografiar, valorar y predecir su evolución. El motivo general es que en general no cuenta con una traducción aparente en el paisaje debido a las características propias de las comunidades faunísticas: su movilidad en el tiempo y en el espacio debido a las oscilaciones periódicas no siempre bien conocidas a que son sometidas, el carácter migratorio de muchas especies, la gran diversidad de especies que se pueden encontrar y la diferencia que puede existir entre los lugares de nidificación, alimentación, reproducción o estancia.

En contrapartida, la fauna es una componente que aparece muy determinada por los demás elementos y características del sistema (vegetación, geomorfología, usos del suelo, ...) por lo que, dependiendo del grupo taxonómico, puede ser un excelente indicador de las condiciones ambientales de un determinado territorio. En este sentido, existen tres aspectos que condicionan fuertemente la elección del grupo faunístico a considerar: 1) la dificultad taxonómica derivada de la falta de conocimientos, especialmente si se trata de invertebrados; 2) la escala espacial de distribución, excesivamente pequeña en algunos casos, que obligaría a efectuar costosas campañas de estudio, y 3) la estacionalidad, que obligaría a realizar estudios en algunos casos a lo largo del ciclo anual. Por este motivo, salvo casos excepcionales de algunos lepidópteros, coleópteros, etc. y debido sobre todo a la falta o dispersión de la información sobre estos últimos, la fauna normalmente considerada en los estudios de E.I.A. de parques eólicos es la de vertebrados.

Los estudios de la fauna de vertebrados se han realizado con diferente grado de detalle y precisión dependiendo de la fase de EIA de que se trate (EsIA, PSVA, Estudios de detalle) pero, en todo caso, tomando como punto de partida las características particulares de la distribución cualitativa y cuantitativa de la fauna en Galicia, determinada por una serie de factores entre los que cabe destacar, su variada orografía, la evolución climática y, sobre todo, su posición geográfica en la esquina noroeste peninsular. La posición de Galicia como encrucijada entre dos mares determina una mayor

influencia del clima atlántico en los ecosistemas, pero Galicia cuenta también con las zonas sur y este de carácter más mediterráneo, que se configuran como áreas de transición en las que los biotopos y en consecuencia, la fauna se enriquecen notablemente. La variedad de formas de agua: ríos, arroyos, humedales de interior, embalses, junto con las numerosas formas litorales y sus ecosistemas asociados como marismas, estuarios, complejos dunares, acantilados, islas, lagunas litorales, etc. determinan la existencia de numerosos hábitats para muchas especies no sólo piscícolas, sino de aves, anfibios y mamíferos.

Por otro lado, el aislamiento del territorio gallego facilitó la aparición de poblaciones diferenciadas o endemismos, un proceso que se aprecia especialmente en los grupos con escasa capacidad de propagación como anfibios y reptiles y en menor medida, mamíferos pequeños. Galicia se encuadra en el Imperio Holártico, que comprende el hemisferio norte, por lo que actualmente existen especies eurosiberianas mayoritariamente, donde encuentran el límite suroccidental de su distribución, así como especies de origen claramente africano y endemismos propios de Galicia y de la Península Ibérica. Esta diversidad de especies con distintos requerimientos ecológicos sólo es posible por la existencia de una diversidad notable de microclimas en el territorio Gallego. Aún más destacable es la importancia de la situación del litoral de Galicia en las rutas migratorias de muchas especies de aves, bien como ruta de paso o como área de invernada o estada. Así por ejemplo, anátidas y limícolas invernán o reposan en los humedales, pero otras como álcidos, alcatraces, pardelas, cisnes o muchos patos marinos sólo reposan de manera esporádica o simplemente sobrevuelan Galicia (Castillejo y col., 2001), por lo que las zonas costeras poseen una avifauna variada a lo largo del año, que registra fuertes variaciones estacionales del número de efectivos. Dada la susceptibilidad de sufrir impactos directos por la presencia de los aerogeneradores, el tratamiento de esta clase faunística se realizó con especial cuidado.

En una primera aproximación el estudio de la fauna de los EsIA toma como base el inventario de las especies pertenecientes a cada una de las cinco clases faunísticas correspondiente a la cuadrícula UTM de 10 x 10 km. del Atlas de Vertebrados de Galicia, realizado por la Sociedade Galega de Historia Natural y el Consello da Cultura Galega (SGHN, 1995) a lo largo de la década de los 80. La información contenida en el listado de aves fue sometida a un análisis detallado consistente en la eliminación de las especies cuya presencia en la zona de implementación es muy improbable, atendiendo a sus características ecológicas y a la inexistencia de hábitats mínimamente adecuados. Así, por ejemplo, del listado inicial de aves de las diversas fases del parque Paxareiras, se suprimieron las siguientes especies ligadas a los hábitats costeros: ánade real (*Anas platyrhynchos*), rascón (*Rallus aquaticus*), chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*) y buitrón (*Cisticola juncidis*), citadas por el Atlas de Vertebrados en la cuadrícula correspondiente.

Una vez comentadas las características principales de cada una de las cinco clases faunísticas, se describen de forma aproximada la abundancia relativa de las especies inventariadas y su distribución en los distintos biotopos existentes en la zona de estudio (matorral, bosque de

caducifolias, humedales, etc.). De este modo se va integrando la información sobre las variables más significativas del medio, lo que contribuye a delimitar y clasificar las áreas del polígono del parque según su sensibilidad a los impactos derivados de la puesta en marcha y funcionamiento de la instalación eólica.

Uno de los aspectos de mayor importancia a tener en cuenta en el momento de llevar a cabo alguna modificación importante sobre una determinada área es la presencia en la misma de especies bajo alguna Figura de protección, lo que hace conveniente recoger la información disponible sobre, en su caso, el estado de conservación y la legislación actual acerca de las especies presentes en el área de estudio:

Con respecto al **estado de conservación**, las especies recogidas en el Libro Rojo de los Vertebrados de España (Blanco y González, 1992) se han catalogado de acuerdo a las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (UICN), y que hoy constituye un estándar internacional. Son las siguientes:

- Ex, Extinguida: No localizada con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.
- E, En Peligro: Taxones en peligro de extinción y cuya supervivencia sería improbable si los factores causantes continúan actuando.
- V, Vulnerable: Taxones que entrarían en la categoría "En Peligro" en un futuro próximo si los factores causales continúan actuando.
- R, Rara: Taxones con poblaciones pequeñas que, sin pertenecer a las categorías anteriores, corren riesgo.
- I, Indeterminada: Taxones que se sabe pertenecen a una de las anteriores, pero de las que no existe información suficiente para decidir cuál es la apropiada.
- K, Insuficientemente conocida: Se sospecha que pertenecen a alguna de las categorías anteriores, aunque no se tiene certeza debido a la falta de información.
- NA, No Amenazada: Especies que en la actualidad no presentan problemas de conservación.

Bajo la denominación **situación legislativa** se recogen las diferentes normativas estatales e internacionales que de alguna manera protegen o regulan la explotación de las especies presentes en el área de estudio. Las normativas consideradas han sido:

1. **Real Decreto 439/90**, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas: I: Taxones en peligro de extinción y II: Taxones de interés especial

2. **Directiva 92/43/CEE** (Directiva Hábitat), relativa a la conservación de los hábitats y de la flora y fauna silvestres, conocida como "Directiva Hábitat: II: Especies cuyo hábitat debe ser objeto de

medidas especiales de conservación, IV: Especies estrictamente protegidas y V: Especies que pueden ser objeto de medidas de gestión (caza o pesca)

3. Convenio sobre el **Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres** (CITES). Washington, 3 de marzo de 1973. La concesión de permisos es mayor para las especies "C1", descendiendo progresivamente para las especies "I", "C2" y "II".

4. **Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres**. Bonn, 23 de junio de 1979. I: Especies y hábitats que deben ser objeto de protección por parte de los estados miembros y II: Especies sobre las que los estados miembros deberán concluir acuerdos en su beneficio.

5. Convenio relativo a la **Conservación de la Vida Silvestre y el Medio Natural en Europa**. Berna, 19 de septiembre de 1979. II. Representa especies estrictamente protegidas y III. Especies protegidas, cuya explotación se regulará de modo que las poblaciones se mantengan fuera de peligro.

6. **Directiva Aves**, 79/409/CEE del 2 de abril relativa a la Conservación de las Aves Silvestres: I. Especies cuyo hábitat debe ser objeto de medidas de conservación, II. Especies cazables y III. Especies cazables o comercializables.

La fauna endémica y las especies que se encuentran incluidas en alguna de las categorías de la UICN, diferentes a “No Amenazada” se describen de forma más detallada. Esta descripción hace especial hincapié en el tipo de hábitat o biotopo que ocupa con el fin de realizar una primera, aunque burda estimación de su abundancia en la zona de estudio a partir del inventario de hábitats incluidos en el polígono del parque o en su área de afección. También se incluye una breve síntesis de las principales amenazas que sufre una determinada especie (contaminación de las aguas, furtivismo, destrucción del hábitat, ...) pues, junto con el conocimiento del estatus de su hábitat en la zona del parque, permite poner de relieve, si las hubiera, interacciones entre impactos procedentes de distintas fuentes que pudieran suponer efectos acumulativos o, con mayor frecuencia, sinérgicos sobre las especies más sensibles o amenazadas y la evolución natural de las poblaciones, imprescindible para determinar el grado de afección o impacto y el diseño del PSVA.

La clase aves, junto con los mamíferos quirópteros, constituyen *a priori* los grupos faunísticos más susceptibles de sufrir afecciones directas, debido a posibles colisiones con las palas del rotor de los aerogeneradores, fenómenos que se pueden agudizar en situaciones de escasa visibilidad (nieblas), por lo que interesa obtener un conocimiento de las poblaciones existentes en la zona lo más amplio posible. Por este motivo, se incluye una breve descripción de la distribución de especies de aves según su ligazón más frecuente a las formaciones vegetales de la zona de estudio. Constituye una fase superior de tratamiento de la información que permite delimitar a grosso modo una serie de unidades ambientales o hábitats que integran información de más de una variable del medio biótico (vegetación y fauna), facilitando su descripción y manejo. Además en el momento de elaborar el inventario se recoge la información disponible en el mencionado Atlas sobre el carácter sedentario o migratorio

(invernal o estival) de la especie (pudiendo comprobar que de algunas especies existen dos poblaciones, una emigrante, que llega al país para pasar el invierno y otra sedentaria), así como la consideración de si la cría es posible, probable o se ha confirmado en la zona de estudio, de acuerdo con los criterios que definen las tres categorías establecidas por la European Ornithological Atlas Comité.

III.1.9. ESTUDIO DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para la elaboración del estudio del medio socioeconómico se utiliza la información publicada con periodicidad anual por el Instituto Galego de Estadística de la Xunta de Galicia y tomando como referencia espacial los ayuntamientos comprendidos en el polígono de investigación del parque eólico correspondiente. A partir de los anuarios se realiza la descripción de 1) los aspectos demográficos fundamentales, referidos a número de efectivos poblacionales y distribución por sexos y grupos de edad principales; 2) las actividades económicas del municipio, población activa y tasa de paro, con descripción de las principales empresas en su caso. Cuando el proyecto afecta a entidades de población de mayor entidad (Ferrol, Vilalba) ha sido habitual recurrir a descripciones más elaboradas sobre los aspectos económicos del lugar.

En cuanto al Patrimonio Histórico-Artístico, se emplea básicamente el catálogo elaborado por la Consellería de Ordenación do Territorio e Obras Públicas de la Xunta de Galicia e incluido en las Normas Complementarias y Subsidiarias de Planeamiento de las provincias de La Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra. Tomo II: Espacios naturales e inventario de Patrimonio.

A mayor abundamiento, en la Comunidad Autónoma de Galicia, la **Ley 8/1995, de 30 de octubre, del Patrimonio Cultural de Galicia**, exige en su artículo 32.3 que en la tramitación de todas las evaluaciones de impacto o efecto ambiental, el organismo administrativo competente en materia de medio ambiente solicite informe de la Consejería de Cultura. Asimismo, la declaración ambiental correspondiente incluirá las consideraciones y condiciones resultantes de dicho informe.

III.1.10. PAISAJE Y FRAGILIDAD PAISAJÍSTICA

El término paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con una gran variedad de significados. Además de constituir un término de amplio uso coloquial, aspecto analizado con detalle por Español (1998), y literario, en el ámbito científico y técnico este término se emplea con muy diverso significado dependiendo de la disciplina que se ocupa de su estudio. Urbanismo, Geografía, Arquitectura y Ecología son algunas de las que han dedicado más atención a esta variable del medio. Generalmente se entiende por paisaje naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de sistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto pero ante todo y en todos los casos el paisaje es manifestación externa, indicador o clave de los procesos

correspondientes al ámbito natural o humano que tienen lugar en el territorio (Aguilo y col., 1992), así como imagen y sensación de disfrute o apreciación.

No en vano, los elementos que participan en el proceso de apreciación paisajística son tres: el medio observado, la comunicación y el observador, de cuyo proceso psicológico dependen la percepción (ligada a la apreciación valorativa del observador), la asimilación de los elementos paisajísticos y el disfrute del paisaje. Por este motivo y siguiendo a Aguilo y col. (1992), en el estudio del paisaje se consideran dos grandes aspectos, el *paisaje total*, que identificaría al paisaje con el medio, y el *paisaje visual*, cuya consideración corresponde más al enfoque de la estética o de la percepción. El enlace entre ambos no es evidente ni mucho menos pues aunque en ambos casos el paisaje surge como manifestación externa del territorio, es interpretada de forma diferente.

En este estudio se parte del primer punto de vista descrito y se considera el paisaje como todo y parte a la vez, es decir, el paisaje es una variable del medio que constituye un sistema complejo cuyo contenido es el resultado de la integración del conjunto de la realidad geográfica, ambiental o territorial, visto desde arriba y desde fuera de él. La unidad de estudio que se considera en el Estudio del Medio se genera, por supuesto, a partir del espacio geográfico ocupado por las instalaciones pero no se limita al polígono del parque eólico, abarcando las unidades visibles desde el punto de instalación, puesto que la ejecución del proyecto mejora el acceso al área de ubicación del parque y consecuentemente el número de visitantes potenciales, abriendo en la mayoría de los casos cuencas visuales desde el punto de instalación. El análisis consiste básicamente en una descripción de los componentes del paisaje (Aguilo y col., 1992) atendiendo a los elementos o características visuales básicas de Smardon (1979).

Los **componentes del paisaje** son los aspectos del territorio que lo configuran y que pueden diferenciarse a simple vista. Se agrupan en tres grandes bloques, Físicos (Formas del terreno, rocas, cursos o láminas de agua), Bióticos (Vegetación espontánea o cultivada e individuos aislados si son relevantes y Fauna, incluidos los animales domésticos en tanto sean apreciables visualmente) y Actuaciones humanas (los diversos tipos de estructuras realizadas por el ser humano, ya sean puntuales, extensivas o lineales). Los dos primeros grupos constituyen el reflejo de la herencia natural del territorio, sobre la que ha ido dejando huellas la herencia cultural del paisaje (las actuaciones humanas) que, en áreas geográficas con una fuerte presión humana como ocurre en Galicia, se compone de muchos elementos paisajísticos que impregnan y modifican sustancialmente las dimensiones, calidad y características de las teselas correspondientes a los dos primeros bloques. En consecuencia el tercer bloque de componentes resulta sobredimensionado y por ello, ciertas actividades agrícolas y ganaderas (cultivos, repoblaciones, praderas y pastizales, etc.), que por su origen antropogénico se podrían analizar bajo el apartado “Actuaciones humanas”, se estudian entre las componentes bióticas junto con las formaciones de vegetación natural (matorral, turbera, bosque caducifolio y ripario). Esta redistribución se considera más gráfica y más adecuada, justificándose por

el grado de imbricación que presentan las teselas correspondientes, que dificulta en gran medida su análisis individualizado y resta visión de conjunto.

A los tres bloques de componentes arriba descritos habría que añadir dos elementos que pueden condicionar notablemente la percepción de los demás componentes del paisaje por su capacidad para atraer, desviar o enmascarar la atención del espectador. Se trata de:

- Las condiciones atmosféricas y el estado del cielo, que determinan tanto el grado de visibilidad de los restantes elementos, ejemplo, luz, nubosidad, ... como los sonidos de la escena paisajística (lluvia, viento, oleaje, cantos de las aves) y la confortabilidad de la escena, que se puede expresar en términos de temperatura y humedad.
- El elemento tiempo, concretamente el componente estacional característico de la zona templada, es más fácilmente perceptible en el caso de la vegetación debido a los fenómenos de senescencia foliar y en general, a la fenología de las distintas especies, sobre todo en lo que respecta a la floración, pero no ausente en la componente faunística (aves migratorias).

Los elementos o **características visuales básicas** que se consideran son básicamente los descriptores estéticos de Smardon (1979), esto es, color, forma, línea, textura, escala o dimensiones y carácter espacial, que son definidos por Gobster y Chenoweth (1989) como “*abstracciones de elementos físicos del paisaje que se combinan para formar pautas o modelos en el ojo humano*”. Algunas de ellas describen fundamentalmente los rasgos de los componentes del paisaje, como las cinco enumeradas en primer lugar, mientras otras tienen un carácter mucho más complejo y son aplicables al conjunto del paisaje y no tanto a sus partes (carácter espacial). Existe un grado superior de abstracción, que viene dado por los denominados descriptores psicológicos. Comprende las propiedades del paisaje que no son visibles y entre las que se encuentran placer, legibilidad, misterio, complejidad, coherencia, obviadas en los EsIA por su carácter intrínsecamente subjetivo.

Una vez realizada la descripción de sus componentes el estudio paisajístico se completa con fotografías en las que se ilustra la presencia de los rasgos más destacados de la zona de estudio.

La valoración del paisaje se realiza a través de la evaluación de la fragilidad visual de la zona de estudio, que se realiza según el análisis propuesto por Escribano y col. (1987). La fragilidad visual se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él o, lo que es lo mismo, la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. Un concepto similar es la “vulnerabilidad visual”, que indica el potencial de un paisaje para absorber o ser visualmente perturbado por la actividad humana y se opone al de “capacidad de absorción visual”, referido a la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de la calidad visual, de modo que a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde menor capacidad de absorción visual y viceversa. Alternativamente, se podría evaluar la calidad visual pero esta última asume en principio la existencia de posturas subjetivas antagónicas, y ello a pesar de que los esquemas metodológicos son muy similares. La

principal diferencia entre ambos conceptos estriba en que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, mientras la fragilidad depende en principio del tipo de actividad que se piensa desarrollar.

De modo genérico, la fragilidad visual de las zonas de ubicación de los parques eólicos se ha calificado como elevada o muy elevada y deriva fundamentalmente de una serie de elementos y características que califican la fragilidad visual:

1) Del punto de instalación, que depende de los factores biofísicos de cada zona de instalación: características del suelo y de la cubierta vegetal, pendiente y orientación.

En las áreas cuninales de los montes en los que se ubican los parques eólicos se encuentran formaciones de matorral y pastizal de forma dominantes y, aún en el caso de que estuvieran presentes formaciones arbóreas, su altura resultaría insuficiente para enmascarar los aerogeneradores de un parque eólico con una altura mínima de la torre, de al menos 31 m y altura total máxima variable entre 46,2 y 81 m. Por este motivo otros factores como densidad, altura y diversidad de estratos de la vegetación o contraste cromático entre suelo y vegetación carecen de significación.

En general se considera que la diversidad cromática dentro de la propia cubierta vegetal facilita el enmascaramiento de las actuaciones humanas, principalmente si la gama de colores se distribuye de forma caótica. Pero consideramos por el contrario, que este factor hace crecer la fragilidad visual de la zona de instalación de los parques eólicos debido a las características geométricas y cromáticas de las torres de los aerogeneradores que “resaltan” en el paisaje cuando se visualizan contra las laderas en mayor medida que en las panorámicas que tienen el cielo como fondo escénico.

Con respecto al factor pendiente se estima que las pendientes más bajas tienen una mayor capacidad de absorción visual, siendo esta una característica de las zonas de penillanura de cumbres en las que se suelen instalar los parques eólicos en Galicia. Pero en este caso y dada la relación de dominancia del espectador sobre gran parte del campo visual ocupado por los aerogeneradores, parece más lógico pensar en el efecto contrario, sobre todo cuando se comparan los tamaños relativos de las turbinas instaladas en la zona de penillanura y las situadas en una ladera aguas abajo.

La relación de la fragilidad visual con la orientación viene a indicar una mayor fragilidad en las zonas más iluminadas normalmente para el observador, esto es, en las direcciones sur y oeste. La instalación de los aerogeneradores en alineaciones determina sin embargo que el papel de la orientación en relación con la luminosidad sea mínimo y aún más teniendo en cuenta las cambiantes condiciones meteorológicas imperantes en las zonas cuninales de las sierras o montes en los que se han instalado gran parte de las turbinas.

2) Del entorno del punto de instalación, entre cuyos elementos de análisis fundamentales se encuentran la compacidad, tamaño y forma de la cuenca visual y la altura relativa de la instalación

respecto a su cuenca visual, aspectos que se estudian con gran detalle en el apartado correspondiente a impacto paisajístico (Capítulo V).

3) De las características histórico–culturales del territorio, debido a la posible existencia de puntos y zonas con valores singulares que, atrayendo o focalizando la visión, añaden fragilidad visual al punto de instalación o a su entorno.

Este aspecto ha presentado una escasa relevancia, prácticamente nula, en las zonas estudiadas en Galicia, debido a varios motivos. Así, aún existiendo una gran abundancia de puntos de interés arqueológico en los montes de Galicia, rara vez atraen la atención del observador debido a su carácter poco conspicuo. La ausencia de otro tipo de elementos histórico – culturales se explica en la mayor parte de los casos por el rigor climático de las áreas cuninales o por la dificultad de acceso en las sierras interiores; por lo que se refiere a las sierras litorales, si bien las condiciones climáticas serían ligeramente más favorables, también es habitual la ausencia de este tipo de elementos (los faros se sitúan en las cotas más bajas, próximos a la costa). Un ejemplo muy ilustrativo se encuentra en la Serra da Capelada, donde se enclavan una localidad emblemática de atracción étnico-religiosa a nivel regional (San Andrés de Teixido) y el mirador de Vixía Herberia, este último enclavado en los (pseudo)acantilados más elevados de Europa. La orientación de ambas puntos de atracción de visitantes, con vistas al océano, desvía la atención del espectador desde los parques eólicos instalados en las líneas de cumbres más altas de la Sierra.

Además, la fragilidad aumenta según aumenta la accesibilidad (esto es, la distancia a pueblos, aldeas y carreteras que indican presencia potencial de observadores). Este factor es irrelevante en muchas de las instalaciones proyectadas en Galicia debido sobre todo a la escasez de poblaciones en las zonas próximas, a la escasa entidad de las vías de comunicación y, como se verá en los diagramas de intervisibilidad, a las características topográficas de la zona de instalación que produce zonas de “sombra visual” en las proximidades de los parques.

III. 2. RESULTADOS. LA SERRA DO XISTRAL

Generalmente el apartado “Estudio del Medio” de los EsEIA incluye una descripción de cada uno de los factores o variables ambientales, agrupados bajo los epígrafes Medio físico, Medio biótico, Medio socioeconómico y Paisaje, y siguiendo una secuencia de complejidad creciente que facilita el conocimiento progresivo de las interacciones entre ellos, tal y como se ha referido con anterioridad (Tabla III.1). Esta secuencia de estudio es común a todas las fases de que consta la EIA (estudio del medio, selección de indicadores ambientales, estructura de los PSVA, etc.). Sin embargo, las interrelaciones entre las diferentes variables ambientales no serán referidas, y sólo de forma parcialmente explícita, hasta que da comienzo la fase de identificación de impactos, abordándose de manera más amplia durante las fases subsiguientes de la EIA.

La descripción medioambiental de la zona de estudio elegida para la redacción de la presente Memoria, la Serra do Xistral, se ha abordado desde el punto de vista paisajístico, muy diferente al habitualmente adoptado en la elaboración de los EsEIA y siguiendo una estructura argumental novedosa en este tipo de estudios. Como se ha expuesto anteriormente, los EsEIA incluyen un apartado específico referido al Paisaje, pero la técnica utilizada habitualmente en su descripción, expuesta detalladamente en Aguilo y col. (1992), tampoco ayuda mucho a entender las relaciones entre las variables del medio, a pesar de las generosas aportaciones de la escala y el espacio. Está basada en la descripción de los elementos visuales básicos: forma (volumen, superficie), línea (fuerza, complejidad y orientación), color (tinte, tono y brillo) y textura (grano, densidad, regularidad y contraste interno), a los que se añaden los ya mencionados escala y espacio. En la descripción de una línea como curva, recta, ondulada, o en la diferenciación de los colores no hay atisbo de componente subjetiva y el resultado es una descripción desde el punto de vista estético que corresponde a la consideración del paisaje como un elemento más del sistema, tal y como se ha definido en el correspondiente capítulo de esta Memoria.

La realización del análisis estético del paisaje en el EsIA no es obstáculo para considerar el paisaje bajo el otro punto de vista, esto es, como el resultado de las interacciones de todos los elementos, factores o variables de los subsistemas físico, biótico y socioeconómico, de donde se deduce su potencial como herramienta para la descripción medioambiental, pues el paisaje se hace equivalente a sistema medio ambiente. En este sentido el paisaje es equiparable a un libro de Historia en el que, dependiendo de la escala, se hacen visibles las huellas de las actividades humanas, de los procesos físicos y de los factores bióticos ofreciendo como hilo conductor la cuarta dimensión, el tiempo, que caracteriza o define de forma muy adecuada el sistema en estudio.

El objetivo último de este análisis funcional del paisaje es poner en evidencia no sólo los factores ambientales que caracterizan el área geográfica en estudio (de obligada consideración en la elaboración del inventario ambiental) sino también las relaciones entre ellos que puedan determinar la dinámica actual de los medios natural (físico y biótico) y socioeconómico. Ensayada previamente en

un texto de carácter divulgativo del parque eólico Sotavento, se ha considerado oportuno seguir a grandes rasgos la trama argumental que ofrece la historia paisajística en la redacción del presente capítulo dedicado a la descripción medioambiental de la Serra do Xistral, por varios motivos: En primer lugar, porque se aleja del mero “inventario ambiental”, más propio de un EsEIA, y aporta un carácter más dinámico a la descripción; al igual que en la descripción estética del paisaje, esta aproximación soslaya en gran medida las componentes subjetivas inherentes al concepto de paisaje (valoración, interpretación, preferencias personales, etc.). En segundo lugar, la consideración de la componente temporal en el sistema físico (geográfico) y las distintas escalas a las que se originan los elementos paisajísticos actuales contribuye en gran medida a la construcción de un marco de referencia que facilita el conocimiento de las interacciones entre las variables ambientales y la valoración posterior de los recursos naturales, su biodiversidad, representatividad, etc.

Metodología

Desde el punto de vista considerado, el paisaje como recurso natural constituye una síntesis de los componentes que lo configuran (físicos, biológicos y humanos) y que se pueden diferenciar a simple vista, por lo que es posible definirlo como parte y todo a la vez: el paisaje es una variable del medio que constituye un sistema complejo cuyo contenido es el resultado de la integración del conjunto de la realidad geográfica, ambiental o territorial de la zona de estudio, visto desde arriba y desde fuera de él. Por otro lado, la descripción paisajística de la zona de estudio constituye un aspecto independiente en tanto que resume las características visuales (en su primera aproximación descriptiva de la zona de estudio) y funcionales del área geográfica.

La unidad de estudio que se considera en la presente Memoria, la Serra do Xistral e Cadramón, se genera por supuesto, a partir del espacio geográfico ocupado por las instalaciones eólicas pero no se limita a los polígonos de los parques, abarcando las unidades visibles desde el punto de instalación. El motivo es que la ejecución de este tipo de proyectos mejora el acceso al área de ubicación del parque y consecuentemente el número de visitantes potenciales, abriendo en la mayoría de los casos cuencas visuales desde el punto de instalación.

La descripción de la historia paisajística del ámbito geográfico de la Serra do Xistral, que se puede deducir a partir de diversas escenas paisajísticas de la zona de estudio, ha contado con el apoyo imprescindible de una gran cantidad de información publicada de carácter integrador, derivada de la colaboración entre expertos procedentes de distintas disciplinas y que se ha ido generando en los últimos años, motivada por el interés que la zona posee para los numerosos Departamentos y Grupos de Investigación de esta Universidad.

Interpretación del paisaje

Generalmente en una escena paisajística se pueden reconocer una serie de rasgos o elementos que hemos heredado con mayor o menor grado de transformación y cuya génesis y evolución han tenido lugar a distintas escalas de tiempo:

- Las formas de relieve actuales, que constituyen la estructura o armazón de la escena paisajística, son el resultado de una historia que se desarrolla en una escala de millones de años (escala geológica). La descripción de la historia geológica de la región abarca todos los aspectos relacionados con el subsistema medio físico: Geología, Tectónica, Recursos mineros, Geomorfología, Clima e Hidrogeología). Sobre las formas heredadas de este armazón físico se han ido desarrollado otros componentes del paisaje, de origen biótico, interrelacionándose todos ellos entre sí.
- La historia del medio biótico, sobre todo de la vegetación, y de la fauna asociada, cuya escala temporal abarca las últimas decenas de millares de años depende estrechamente de los factores físicos (clima), lo que explica su evolución a lo largo del Cuaternario, tal y como ha quedado registrado en las turberas de la zona de estudio. Por otro lado, la evolución de la vegetación y de las condiciones climáticas a lo largo del Holoceno han determinado la presencia de tipos de suelos particulares, asociados a los distintos materiales geológicos que afloran en la zona de estudio, en los que también han quedado huellas de la presencia de la especie humana desde el Holoceno, dando lugar a una historia muy dinámica que ha supuesto la notable transformación en algunos ecosistemas del área geográfica que nos ocupa.
- Los efectos de las actividades humanas han sido especialmente intensas en los últimos cientos/decenas de años con la aparición del *homo faber*, el artesano, debido a su mayor capacidad de transformación del entorno. En la zona de estudio esta actividad ha generado impactos derivados de la ocupación de las superficies, de carácter extensivo, al otorgar nuevos usos de suelo, lo que conlleva la introducción de nuevos cambios en la escena paisajística y la distribución actual de las formaciones vegetales que se pueden apreciar en la actualidad en la escena paisajística.
- Finalmente, las condiciones climáticas, el valor agronómico del suelo, etc. han limitado las posibilidades de desarrollo económico de la Serra do Xistral, determinando una estructura demográfica y unos sistemas de producción propios de las zonas de montaña de Galicia.

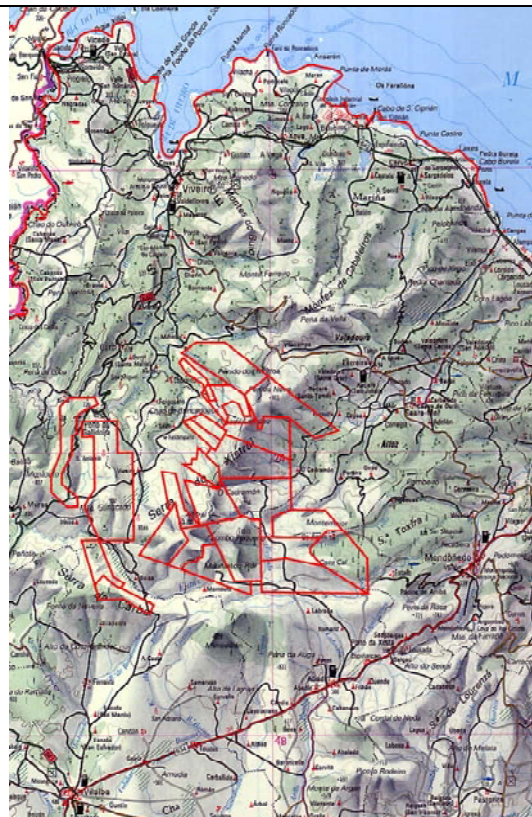
La descripción paisajística de la Serra do Xistral se articula en tres apartados básicos. Los dos primeros comprenden una posible Historia del Paisaje de la Serra do Xistral, atendiendo al estudio de los componentes físicos (geología, geomorfología, clima, hidrología y edafología) del paisaje, resultado de la Historia Geológica) y de los componentes bióticos resultado de la historia de la vegetación y de la influencia de la especie humana (vegetación, fauna, hábitats), por ese orden y manejando las escalas de tiempo más adecuadas a los factores considerados. A partir de este conocimiento es posible por un lado, deducir los principales factores limitantes a las posibilidades de desarrollo económico de la zona de estudio en relación a las actividades económicas y por otro lado referir los principales valores de conservación del medio natural. En la tercera parte se aborda el medio socioeconómico de la Sierra, no tanto desde el punto de vista descriptivo como intentando establecer

una relación entre la realidad ecológica (Ecología, Conocimiento de la casa) y económica (Economía, Administración o gestión económica de la casa) de la zona de estudio.

Localización de la zona de estudio

La Serra do Xistral constituye el núcleo central de las denominadas Serras Septentrionais de Galicia que discurren paralelas al litoral cántabro-atlántico gallego, extendiéndose desde el Golfo Ártabro hasta el río Eo. Administrativamente el macizo del Xistral se localiza en la provincia de Lugo, abarcando terrenos pertenecientes a los ayuntamientos de Abadín, Alfoz, Muras, Mondoñedo, Ourense, O Valadouro y Vilalba (Figura III.3). Configura el límite entre la Mariña Lucense y la Galicia interior (Terra Cha) de unos 700 m de altitud media. Presenta una disposición general N-S de la alineación de las cumbres de mayor entidad con cotas máximas ligeramente superiores a los 1000 m y remata en su extremo suroccidental con la Serra da Carba, de dirección perpendicular a la anterior y con las cotas máximas en torno a los 900 m. Por lo tanto, esta zona de estudio se puede encuadrar en un espacio geográfico definido como “de montaña”, entendiendo como tal aquel cuyos terrenos se encuentran por encima de los 600 m de altitud o con pendientes medias superiores al 10% y, concretamente, como de “media montaña” pues sólo puntualmente se supera el nivel de los 1.000 m necesario para que pueda dársele la calificación de “alta montaña” (de Torres Luna y col., 1993).

Figura III.3. Localización de la Serra do Xistral y en color rojo, polígonos de los parques eólicos estudiados en la Serra do Xistral.



Según Cabeza Quiles (2000) el topónimo Xistral sería indicativo de abundancia en *xestas* (*Cytisus spp*), si bien dicho término podría proceder de “xistra”, un tipo de viento fuerte solo o mezclado con nieve o granizo, lo que da idea tanto de sus duras condiciones climáticas como del potencial eólico de la Sierra. El rigor climático inherente a los medios de montaña, favorecido en la Serra do Xistral por su exposición a los frentes lluviosos de componente norte del Cantábrico, explican la limitada productividad de los sistemas agronómicos. Esta baja productividad constituye, junto a la escasa accesibilidad a la zona de estudio, la causa principal de sus características socioeconómicas, equiparables a las de otras áreas de montaña de Galicia: Regresividad demográfica, abandono y dependencia respecto a sistemas periféricos más urbanizados y dinámicos y concretamente a las comarcas de Vilalba y Viveiro.

Este espacio geográfico ha sido objeto de estudios del recurso viento y de su adecuación para la ocupación por instalaciones eólicas industriales, que han sido aceptadas por parte de la población de los municipios de la zona ante la posibilidad de obtener un beneficio económico a partir de unos terrenos de bajo valor agronómico. Por otro lado, la existencia de un grado de protección de los valores ambientales, científicos, históricos, etc. de la zona y la presión del movimiento ecologista han implicado la existencia de conflictos de intereses, para lo que la EIA se ha perfilado como un instrumento válido para la adopción de compromisos entre los distintos tipos de intereses.

Paralelamente, esos factores ambientales adversos permiten la existencia y sostenibilidad de un cierto número de sistemas naturales característicos o propios de las zonas de montaña, con presencia de relictos de fauna, de flora y los inherentes valores naturales de carácter geomorfológico, paisajístico, botánico, etc. que han hecho a este espacio merecedor de diversas **figuras de protección**:

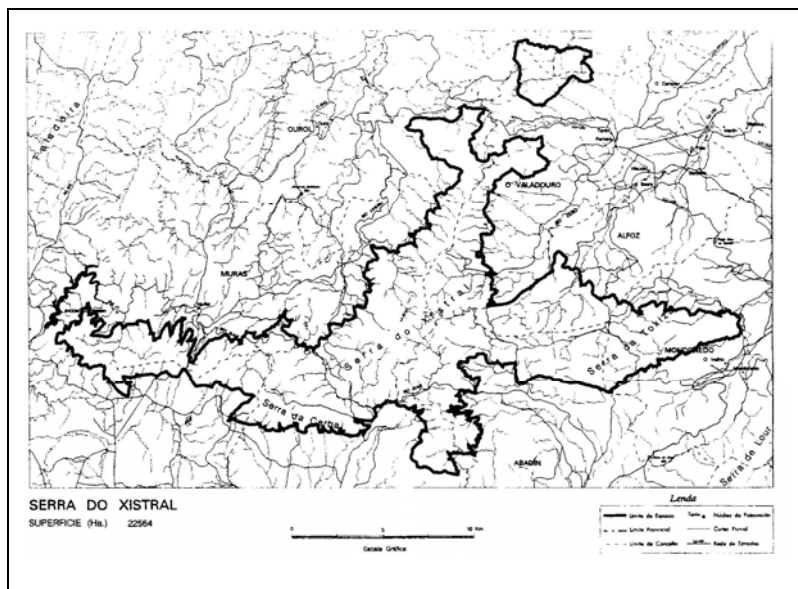
- Estudio Preliminar sobre posibles Espacios a Proteger en Galicia (1978-1980)
- Estudio de Reconocimiento Territorial de Galicia (Xunta de Galicia. Consellería de Ordenación de Territorio y Obras Públicas, 1983).
- Inventario de Espacios Naturales Protegidos, de la Consellería de Agricultura (ETEGA)
- Plan Director de Ordenación Territorial de 1978
- Normas Complementarias y Subsidiarias de Planeamiento Urbanístico de las provincias de La Coruña, Lugo, Orense y Pontevedra (Decreto 242/89 de la Consellería de Ordenación de Territorio y Obras Públicas)
- Propuesta de Inventario de Zonas Naturales Protegidas, realizado por el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Santiago (Macías y Calvo., 1995)

La Serra do Xistral e Cadramón está incluida (número 54) en el **Rexistro Xeral de Espacios Naturales de Galicia**, elaborado por la Dirección Xeral de Montes y Medio Ambiente Natural, como espacio natural a proteger, en una extensión de 9.120 ha. Se describe como una “sierra atlántica” constituida por un sistema de montañas de altitud media, en la que se encuentra variedad de formaciones vegetales (carballeiras, castaños, abedules, acebos, turberas) de alta fragilidad y que presenta como singularidades el brezo *Erica mackaiana* y la salamandra rabilarga (*Chioglossa lusitanica*).

Posteriormente fue incluida como espacio a proteger en la **Red Natura 2000**, desarrollada por la **Unión Europea** con la denominación de Serra do Xistral y definida como una sierra litoral de mediana altitud cuyo principal interés radica en la abundancia de turberas y otros hábitats naturales prioritarios, destacándose además por la presencia de endemismos, tanto florísticos como faunísticos. Este espacio natural abarca un área de 20.265 Ha que engloba además de los municipios anteriormente enumerados pequeñas superficies de los municipios de As Pontes de García Rodríguez, el único de la provincia de A Coruña, y Xermade. El **Decreto 72/2004**, de 2 de abril de la Xunta de Galicia declara

como Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales las zonas anteriormente propuestas como ZEPAS y las LIC entre las que se encuentra la Serra do Xistral (LIC Es1120015) con 22.964 Ha, con los límites geográficos que estableció posteriormente la Resolución de 30 de abril de 2004 de la Dirección Xeral de Conservación da Natureza (DOG nº 95 de 19 de mayo de 2004) (Figura III.4).

Figura III.4. Espacio natural Serra do Xistral – Cadramón (Red Europea Natura 2000).



La Serra do Xistral propiamente dicha y no el espacio natural constituye el objeto del presente estudio por tratarse del espacio geográfico en el que se han otorgado licencias para el desarrollo de PEE de distintos promotores, ocupa una superficie inferior a la del espacio natural que excluye los municipios de Xermade y As Pontes, por lo que no serán considerados en esta Memoria.

Entre los ecosistemas que posee la zona destacan las turberas, un tipo de humedales que sin ser exclusivos de esta sierra., destacan por su extensión y por la gran variedad de tipologías que presentan. Debido a su especial relevancia debe tenerse en cuenta la legislación a nivel internacional, comunitario y nacional que contempla la protección de zonas húmedas, en cuya definición quedan englobadas las turberas, según el **Convenio de Ramsar** de 1971. Asimismo, el **Reglamento de Dominio Público Hidráulico** aprobado por Real Decreto 849/1986 del 11 de Abril, en su art. 275.2 define como humedal: “*Las marismas, turberas o aguas rasas, ya sean permanentes o temporales , estén integradas por aguas remansadas o corrientes y ya se trate de aguas dulces, salobres o saladas, naturales o artificiales*”. El interés por preservar este tipo de ecosistemas se traduce en la firma por varios países del **Convenio Relativo a Humedales de Importancia Internacional o Convenio de Ramsar (Irán)**, del 2 de Febrero de 1971 y ratificado con carácter de ordenamiento interno por el Estado Español el 20 de Agosto de 1982. Por otra parte, con la intervención de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el Programa Biológico Internacional y la Oficina Internacional de Protección de los Recursos Naturales se pusieron en marcha el **proyecto AQUA**, de protección de las aguas continentales de interés científico, y el proyecto **TERMA** de protección de los ecosistemas

constituidos por turberas. El Consejo de Europa mantiene desde 1976 una campaña y seguimiento para la conservación y gestión de las zonas húmedas, que contó con la colaboración en 1989 el antiguo ICONA con un seminario en el que se acordó estimular la adhesión de nuevos estados al Convenio de Ramsar. En lo que se refiere al marco legislativo propiamente, un estudio amplio y detallado sobre la legislación ambiental relativa a los humedales en general y a las áreas de turbera en particular se puede encontrar en Pontevedra Pombal (2.001).

III.2.1. EL MEDIO FÍSICO DE LA SERRA DO XISTRAL

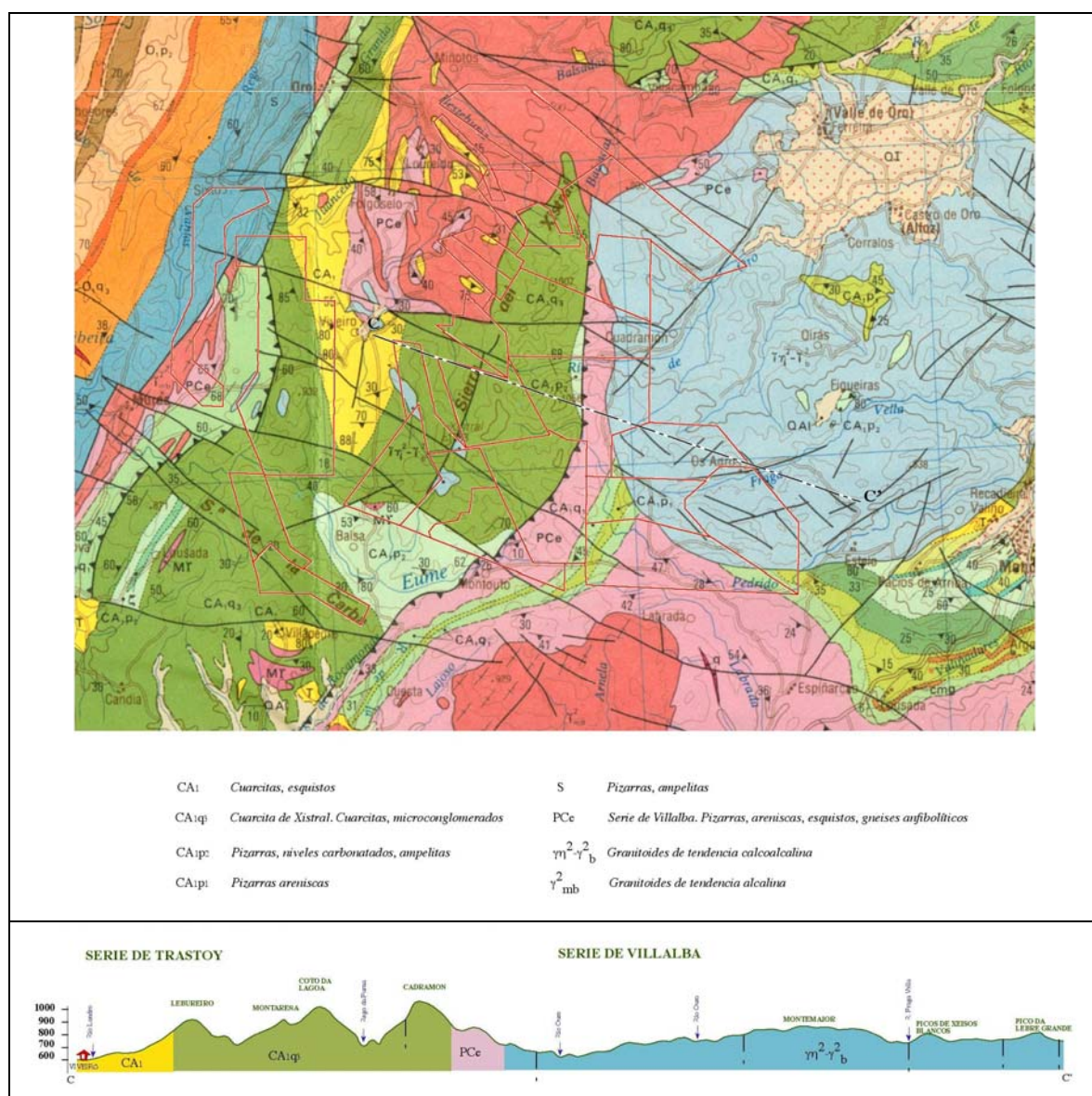
III.2.1.1. HISTORIA GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las Serras Septentrionais de Galicia han sido descritas como un conjunto de relieves abruptos que se localizan al N de la provincia de Lugo, donde delimitan una zona geográfica individualizada por sus características biogeográficas y geomorfológicas (G.E.P., 1995). Aunque sierras y montañas conforman una serie de espacios o unidades paisajísticas muy frecuentes en Galicia, no por ello son menos singulares y perfectamente diferenciables del entorno en que se ubican. Basta observar las diferencias orográficas, topográficas, geológicas, etc. entre la Serra do Xistral y la amplia superficie de aplanamiento interior que se extiende por el sur (Terra Chá) o el litoral cántabro – atlántico, que han condicionado la distinta vocación económica de cada uno de los territorios.

La Serra do Xistral se sitúa en la Zona Asturoccidental-Leonesa (ZAOL), según la división de Julivert y col. (1972), caracterizada por la presencia de una sucesión de materiales del Paleozoico inferior prácticamente completa reposando discordantemente sobre materiales esquistosos del Precámbrico superior (Dominio del Manto de Mondoñedo). Al Oeste de la ZAOL se encuentra la Zona Centroibérica, caracterizada por la presencia transgresiva y discordante de los materiales del Ordovícico inferior sobre rocas del Precámbrico (Dominio del Ollo de Sapo). El límite entre ambas viene dado por la **Falla de Viveiro**, una fractura puesta de manifiesto por Parga Pondal (1967) y descrita detalladamente por Martínez Catalán (1981, 1985).

Desde el punto de vista litológico la Serra do Xistral está constituida por rocas metamórficas (cuarcitas, paraneises) e ígneas (granitos y granodioritas) cuyas facies más resistentes a la erosión afloran en las cotas más elevadas, en la ventana tectónica del Xistral: Las cuarcitas del Cámbrico Inferior, formación denominada “arenisca ortocuarcítica del Xistral” (Parga Pondal y Aleixandre, 1966) forman una ancha banda con orientación NE-SW que aflora en las cotas más elevadas de la Sierra del Xistral, en correspondencia con su elevada resistencia a la erosión, como Cadramón (1.060 m), Seixo Branco (1.057 m), Chao de Lamoso (1.039 m), Lombo Pequeño (1.036 m) y Xistral (1.036 m) y en la Serra da Carba, de altitudes máximas ligeramente superiores a los 900 m (Figura III.5). A ambos lados de esta banda cuarcítica, constituyendo el núcleo del plegamiento tumbado del Manto de Mondoñedo, afloran sendas bandas de materiales que componen la serie Precámbrica de Villalba, filitas, micaesquistos y gneises anfibólicos.

Figura III.5. Mapa Geológico y Corte Geológico de la Serra do Xistral



Todos estos materiales han sido fracturados posteriormente en las fases póstumas hercínicas y afectados por distintas intrusiones graníticas, entre las que destacan el denominado granito de Muras, que se entremezcla con los materiales precámbricos de las series de Trastoy y Villalba; y los afloramientos de A Toxiza, en el sector oriental de la zona de estudio, y el macizo de Monseibane, por el sur y fuera de la zona de afección de los parques eólicos del Xistral. Finalmente, en diversas posiciones topográficas según su origen genético y recubriendo a todos los anteriores, se encuentran materiales cuaternarios, entre los que destacan las turberas en posición cuminal o las potentes turberas minerotróficas de alvéolos graníticos.

La **Historia geológica** de la zona de estudio se encuadra en la historia de la ZAOL, bien conocida en la actualidad y descrita por Bastida y col. (1984), trabajo que, junto con el de López García y col. (1978), se han tenido en cuenta para la elaboración de este apartado:

En líneas generales consta de un gran periodo de sedimentación desde el Precámbrico hasta el Cámbrico, con escasas perturbaciones de cuenca. Los materiales más antiguos de la Serra do Xistral son por tanto, de **edad precámbrica**, distinguiéndose dos series, una inferior denominada serie de Trastoy y la serie de Villalba, datada como Precámbrico superior y caracterizada por la presencia de anfíboles en gavillas. La Serie de Villalba está superpuesta concordantemente a la Serie de Trastoy a la que pasa de manera insensible, estableciéndose el contacto entre ambas a partir de la aparición de los neises anfibólicos con granate. Ambas series incluyen finos aportes terrígenos, dando una alternancia de areniscas y pelitas en el caso de Villalba, pero en todo caso indicativo de un ambiente alejado de la costa con pequeñas variaciones de energía. Únicamente hacia el techo de la formación de Trastoy se encuentran cuarcitas tableadas, que indican una variación de escasa importancia en el medio.

El **Cámbrico** da comienzo con una elevación general de la cuenca que pasa a tener ambiente de plataforma. Las cuarcitas de Cándana inferior presentan una potencia de 60 á 120 m aproximadamente aunque en la actualidad parece superior en algunas zonas debido al plegamiento sufrido con posterioridad a su sedimentación. Intercalan varios niveles conglomeráticos de escasa potencia, que pueden alcanzar hasta los 5 ó 6 mm de longitud media, con cantos angulosos y subangulosos. En conjunto son sedimentos inmaduros, propios de un medio con un nivel alto de energía, rápida decantación y ambiente somero. En la zona de instalación de los parques eólicos y en sus proximidades las arenas cuarcíticas tienen menor potencia y se encuentran intercalaciones pelíticas

La cuenca puede haber sufrido posteriormente una subsidencia, generando un medio de sedimentación más profundo en el que se depositaron las pizarras de Cándana con una potencia estimada en 250-300 m aproximadamente. Presenta también intercalaciones de calizas situadas en varios puntos de la columna litológica (cuya descripción se obvia al localizarse fuera de la zona de afección de los parques eólicos). A continuación se depositaron los materiales de la cuarcita de Cándana superior, con características similares a las inferiores, salvo porque los aportes pelíticos fueron más abundantes. El espesor de la serie es muy difícil de evaluar, dado el alto grado de plegamiento y metamorfismo que presenta, aunque se ha estimado en unos 800 m.

Según López García y col. (1978) las intercalaciones de niveles conglomeráticos y las diferencias de grano existentes dentro de la serie indican que la cuenca debió recibir distintos impulsos, generalmente de escasa importancia, que implicaron esta variación de facies.

La **Orogenia Hercínica**, que a escala planetaria dio lugar al supercontinente Pangea, afectó a todo el Macizo Hespérico con intensos plegamientos y granitizaciones. En el centro y sur de la Península las estructuras se disponen con direcciones generales NW-SE y en el noroeste peninsular describen un arco cóncavo hacia el Este, llegando a disponerse con direcciones NE-SW; este arco ya había sido condicionado paleogeográficamente durante el Cámbrico medio debido a la instauración de un arco volcánico en la región astur-leonesa (Parga, 1969).

En lo que se refiere a la zona de estudio, la orogenia cierra la cuenca de sedimentación y actúa sobre todos estos materiales depositados plegándolos y fracturándolos en las distintas fases de deformación. Entre estas últimas tuvo lugar un metamorfismo regional de bajo o medio grado y con intensidad creciente en dirección oeste. En las fases póstumas hercínicas fueron fracturados y afectados por distintas intrusiones (López García y col., 1978). Según los datos disponibles en la actualidad, revisados por Bastida y col (1984), las fases de deformación principales que se registraron en el Dominio del Manto de Mondoñedo y el metamorfismo regional que lo acompaña quedan temporalmente incluidas en el Devónico Superior y Carbonífero inferior (entre los 370 y 325 Ma).

La ZAOL se caracteriza por la presencia de pliegues acostados cortados por unos cabalgamientos vergentes hacia el Este o Sureste, correspondientes a una primera fase (F1) de deformación, estudiada por Bastida (1980). Acompañando a estos pliegues se desarrolla una marcada esquistosidad de flujo (S1), generalmente subhorizontal o de poco buzamiento y asociados a estos pliegues mayores, de primer orden, se desarrollan varios órdenes de pliegues de menor tamaño, entre los que destaca el tren continuo de pliegues de casi 1 km. de longitud, desarrollado en las Cuarcitas del Xistral (que se puede observar una sección transversal situada en las inmediaciones de Burela).

La segunda fase de deformación está representada por el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, de desarrollo regional, que constituye el límite natural de la Unidad homónima. El cabalgamiento supone una superposición tectónica mínima del orden de 70 km. y un desplazamiento de unos 25 km. y aparece en la parte occidental del manto dibujando la semiventana tectónica del Xistral, puesta de manifiesto por Martínez Catalán (1981). La ventana del Xistral presenta forma alargada en la dirección NNE-SSW y se ha originado por la erosión de un antiforma de la tercera fase de deformación. En consecuencia, afloran los materiales del grupo Cándana por debajo del cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, constituyendo el autóctono de este último.

La tercera fase es la responsable de la mayor parte de las estructuras visibles a escala 1:50.000: pliegues con planos axiales subverticales (en general) que deforman las estructuras anteriores, planos de fractura verticales, esquistosidad y episodios de fracturación que dan lugar a las grandes fallas normales, como la falla de Viveiro (asociada una estrecha banda metamórfica con un gradiente de presión intermedia).

Los primeros estadios de **metamorfismo** corresponden a un gradiente de presión intermedia a baja que en algunos lugares alcanza condiciones de grado medio. Subsecuentemente se produce un descenso en el gradiente de presión pasándose a un metamorfismo típico de baja presión, relacionado directamente con el emplazamiento del granitoide de Muras, durante el que llega a producirse migmatización en algunas áreas. En relación a la granodiorita tardía del Macizo de A Toxiza, su establecimiento y consolidación tuvo lugar en dos etapas, posteriores a las principales fases de deformación hercínica, generando en el encajante una aureola de metamorfismo de contacto de escala cartografiable (López García y col., 1978).

Manifestaciones tardihercínicas

Finalizada la Orogenia Hercínica tiene lugar una nueva serie de perturbaciones orogénicas que generan diversas estructuras en unos materiales que han perdido la plasticidad y que responden mediante mecanismos de fractura, modificando muy levemente la geometría previamente desarrollada, y que generan:

- Esquistosidades subhorizontales y pliegues de plano axial subhorizontal, en los afloramientos de la cuarcita del Xistral, por ejemplo en la parte oriental de la ventana tectónica que comprende la zona de estudio. A simple vista la esquistosidad es espaciada o de crenulación; los pliegues son suaves y afectan a pliegues menores originados durante la primera fase de deformación.
- Pliegues transversales, suaves de gran longitud de onda, frecuentemente asimétricos, con los flancos N de los antiformes más cortos que los S. Su desarrollo parece haber contribuido de manera importante al desarrollo de las ventanas tectónicas, entre ellas, la ventana tectónica del Xistral.
- Fallas, generalmente normales, largas y con un trazado WNW-ESE o E-W, transversal a las estructuras anteriores que constituyen la denominada red de fracturas tardihercínica.

La **red de fracturas tardihercínica**, originada como consecuencia de la denominada Tectónica de distensión en el post-Hercínico, está constituida por un sistema de fallas de desgarre que obedece a tres direcciones preferentes: ESE-WNW, SSE-NNW y E-W, que interfiere claramente con las direcciones (N-S) de las estructuras hercinianas. Suelen aparecer de forma preferente en todo el Macizo Hespérico, NW de la Península Ibérica, donde Parga (1969) identifica varios sistemas importantes tanto por su frecuencia como por sus características. La red posee un gran peso en la configuración del territorio gallego al dividir Galicia en un sistema de grandes bloques con cierta individualidad y posibilidades de movimiento relativo de unos con respecto a otros.

Con posterioridad a la etapa hercínica no se registran vestigios de nuevas etapas tectónicas, prolongándose el período distensivo hasta el Cretácico superior, momento en que tuvo lugar la apertura del Golfo de Vizcaya y la separación de las placas Ibérica y Euroasiática, de modo que el océano Atlántico y el Mar de Tethys estaban comunicados entre sí. Las compresiones que marcan el comienzo de la Orogenia Alpina cierran el canal Atlántico-Tethys, volviéndose a unir Iberia e Europa y generándose los Pirineos; se supone la ocurrencia de un breve período de subducción por debajo del margen meridional del Golfo de Bizcaya, a finales del Cretácico o principios del Terciario, cuya actividad se extiende hacia el oeste, produciendo la inmersión de bloques en la plataforma gallega (quedando restos aislados) y sucesivos movimientos verticales de reajuste de los bloques (Vidal Romaní, 1992). Este hecho, junto con amplios cambios climáticos, influyó de gran manera en el desarrollo morfológico durante el Terciario y, consecuentemente, en la configuración de la red hidrográfica y el relieve actuales de la zona de estudio, como se verá en los apartados

correspondientes. De forma similar, la condicionado la distribución actual de muchos de los materiales que afloran en la actualidad en la zona de estudio (Figura III.5), que se describen a continuación por orden de antigüedad.

III.2.1.2. MATERIALES GEOLÓGICOS DE LA SERRA DO XISTRAL

Precámbrico

Entre los materiales precámbricos se distinguen dos series. El contacto entre la serie inferior denominada serie de Trastoy y la serie de Villalba, datada como Precámbrico superior, se establece a partir de la aparición de los neises anfibólicos con granate.

La **serie de Trastoy** aflora por el W de las cuarcitas cámbricas, conformando la cabecera de cuenca del río Landro. Un segundo afloramiento de considerable extensión se localiza por el sur del anterior a los pies de los montes Aira Vella, Porto do Río Bó y Talmante. Se trata de una formación afectada en su mayor parte por el metamorfismo mesozonal y muy heterogénea desde el punto de vista litológico, según se deduce del aspecto variado de las migmatitas (estromatitas, nebulitas, oftalmitas, gneises leucocráticos o granatíferos, etc.). Este complejo migmatítico está muy afectado por movilizaciones graníticas, con granito y neises íntimamente ligados y pasando de unos a otros por contactos netos, difusos o por la desaparición paulatina de las hiladas de melanosoma hasta quedar granito sin orientación. Son muy frecuentes las nebulitas, esto es, gneises de grano fino con abundante biotita muy orientada que podría llegar a confundirse con granito orientado por la escasez de restos de paleosoma. Otro tipo de migmatitas de desarrollo considerable son las series leucocráticas sin biotita, con moscovita escasa y de pequeño tamaño, dando aspecto a la roca masiva. Los gneises oftálmicos no son frecuentes pero están bien representados en el campo de Valcaría a Sebugueiro (X: 287; Y: 1.009), al N de la Serra do Xistral y fuera del ámbito de influencia de los parques, junto con migmatitas de estructura estromática.

La serie es muy similar en toda la zona de estudio y comprende de muro a techo un total de seis niveles:

1. Los tramos más profundos de la serie están situados al parecer en los alrededores de Viveiró, en la zona central del área de estudio. Están constituidos por **esquistos y neises pelíticos** que han sufrido una fuerte granitización, lo que ha trastocado sus estructuras, y están enriquecidos en feldespatos. A veces forma rocas mixtas con una parte de grano fino y rica en micas, que alterna con bandas de aspecto granítico leucocrático. Los neises de Viveiró son de grano fino y están constituidos por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico (microclina), moscovita y biotita esencialmente. Como accesorios hay opacos en cubos, como en los neises leucocráticos, y más raramente turmalina. Aparecen pequeñas bandas de neises anfibólicos, tipo hornblenda, que le confiere un cierto carácter bandeado a la roca, así como epidota y esfena como accesorios.

2. La serie continúa con un paquete de **esquistos y neises** bastante homogéneos, con concentraciones de biotita, sillimanita y moscovita que dan manchas oscuras destacadas en la masa esquistoso - neísica de color gris. Este paquete presenta intercalaciones de anfíbolitas oscuras.

3. Intercalados en la serie existen unos niveles que se componen de un paquete de **neises glandulares**, de escasa potencia, 50 á 100 m, aproximadamente. Existen dos afloramientos fuera de los parques eólicos. Presentan al microscopio una esquistosidad bien definida. Son leucocráticos de grano fino con algún mineral más desarrollado, generalmente de feldespato o turmalina. Tienen matriz granoblástica de grano fino constituida por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y micas orientadas (moscovita).

4. Hacia el techo se encuentran unos niveles de **cuarcita muy laminados**, con intercalaciones micáceas y esquistosas a escala milimétrica y centimétrica, que se ha denominado cuarcitas tableadas. Son bastante continuas y se suele encontrar solamente un nivel. En dirección a los parques eólicos más orientales se hacen menos laminadas y de grano más grueso.

5. Próximos al nivel anterior se encuentran unos niveles de **pelitas neisificadas** con cristales gigantes de granate, estaurolita y sillimanita y la serie continúa finalmente con el 6º tramo constituido por **esquistos y neises pelíticos** que insensiblemente pasan a la serie de Villalba en la que aparecen los neises anfibólicos con granate.

Los esquistos son el tipo de roca dominante en esta serie, de grano medio y de textura granolepidoblástica. Normalmente se encuentra una única esquistosidad, a veces crenulada, pero que de forma esporádica queda resumida en arcos poligonales o micropliegues de otra posterior que se hace dominante al microscopio. Los minerales que están siempre presentes son cuarzo y micas (moscovita y/o biotita) mientras la plagioclasa (oligoclasa) se encuentra en proporción variable. Como minerales índices de metamorfismo y en función de éste, hay granate, estaurolita, andalucita, cordierita y sillimanita. Como accesorios se encuentran turmalina, apatito, circón, esfena, opacos y feldespato potásico.

La **Serie de Villalba** aflora en las laderas orientales de las principales cumbres de la Sierra, formando una banda con dirección N-S entre las cuarcitas del Cámbrico y el macizo granodiorítico de A Toxiza. Se ha descrito por tanto en los sectores centrales de los parques eólicos Nordés, Cuadramón y Soán, en los sectores oriental y meridional del parque eólico Montouto y al Oeste del parque Montemayor Sur. Resulta el material geológico mayoritario presente en el polígono del parque eólico Labrada donde ocupa sus secciones occidental y meridional.

En líneas generales, la Serie de Villalba es una formación monótona, con una potencia de 500 a 800 m. de esquistos y gneises pelíticos con intercalaciones de pequeños niveles (5 - 20 cm. de potencia) de gneises anfibólicos con granate. Generalmente tiene buzamientos suaves menores de 45º y en varias ocasiones subhorizontales. Los buzamientos son generalmente hacia el S - SE y, aunque las

direcciones varían sensiblemente, se pueden señalar como predominante la NE - E. Estas variaciones se pueden achacar a efectos de posibles deformaciones de estructuras de domo.

Al igual que sucede con la serie de Trastoy esta serie se halla afectada también por un metamorfismo mesozonal y no se aprecian signos de estratificación ni huellas. La mayor parte de las diferencias con la serie de Trastoy observadas microscópicamente se deducen a partir de la zona metamórfica en que están enclavados. El carácter textural más destacable es la disposición microbandeada de sus minerales, con las plagioclasas muy granuladas junto a biotitas, alternando con finas bandas cuarcíticas. En ocasiones este último mineral puede ser dominante en la roca.

En la zona de estudio aflora únicamente el tramo inferior de la Serie, con litología variada. Está constituido por una alternancia de metasamitas y metapelitas entre las que aparecen algunos niveles delgados de neises anfibólicos con granate en gavillas, por lo que fueron denominados anfibolitas en gerbes por Capdevila (1969). Esporádicamente aparecen niveles de anfibolitas de grano fino que según el mismo autor representarían rocas formadas a partir de materiales volcánicos básicos.

Al microscopio presentan una matriz granoblástica de cuarzo y plagioclasa en la que abunda epidota definiendo planos de orientación; los fenoblastos de hornblenda aparecen orientados lo que define también esquistosidad. Los esquistos son de grano medio, con cuarzo y micas como minerales fundamentales; la plagioclasa (oligoclasa) aparece en proporción muy variable y los accesorios usuales de estas rocas son esfena, circón, apatito y opacos.

La edad de la serie de Villalba es considerada precámbrica por cuanto los materiales del Cámbrico inferior se disponen directamente sobre ella, sin discordancia directamente observable.

2. Cámbrico

En la zona de estudio es relevante la presencia de las formaciones cámbricas de las Serras do Xistral y da Carba. Ocupando un extenso núcleo de la ventana tectónica del Xistral aparece un afloramiento de naturaleza cuarcítica del Grupo Cándana en el núcleo de la ventana tectónica del Xistral, por debajo del cabalgamiento basal del manto de Mondoñedo y formando parte del autóctono de dicho manto (Las Capas de Cándana Inferior). Las cuarcitas se asientan sobre las series de Trastoy o Villalba indistintamente y están afectadas por intrusiones graníticas y por el fuerte metamorfismo hercínico que ha generado planos de crucero claramente observables cuando están alteradas.

Denominada “Ortocuarcita del Xistral” por Parga Pondal y Aleixandre (1966) o en general Cuarcita del Xistral, forma una importante unidad de potencia estimada entre los 1.000 y 2.000 m (aunque no se puede fijar debido a la inexistencia de techo). El afloramiento se extiende en una ancha banda flanqueado por los materiales precámbricos descritos: la Serie de Trastoy por el oeste y la Serie de Villalba por el este. Al oeste de esta unidad se extiende otra banda de inferior anchura en contacto con la Serie de Trastoy por ambos flancos. Constituye el núcleo de la formación de mayor entidad de la zona, la Serra do Xistral, alineación de unos 13 km. de longitud y dirección general N-S que supera

ligeramente los 1.000 m de altitud en las áreas cuminales de Cadramón (1.060 m), Seixo Branco (1.057 m), Chao de Lamoso (1.039 m), Lombo Pequeño (1.036 m) (Figura III.5). Al SW de la Serra do Xistral, un segundo afloramiento conforma la Serra da Carba.

Se trata de una formación azoica y apenas posee huellas, estratificación cruzada, etc. En los sectores más occidentales del afloramiento las direcciones son de 10° a 20° hacia el Oeste (variando en la parte nororiental) hasta los 10° hacia el Este. Hacia el Oeste los buzamientos suelen ser de 30 hasta 60° y siguiendo la dirección suroriental de la hoja los buzamientos se van suavizando hasta que llegan a ser horizontales, pasando a dar buzamientos muy variables en las zonas orientales.

Son cuarcitas de grano grueso con algunos niveles intercalados de conglomerados de cantos de cuarzo fundamentalmente con escaso desarrollo (Bastida y col. 1984). Con respecto a estos últimos cabe destacar un afloramiento en las proximidades del polígono del parque eólico Carba: Se trata de un lentejón de conglomerado de cantos de cuarcita (con un tamaño máximo de 7 cm) y de turmalinita, que presenta estiramiento, cementados en una matriz silícea. Es posible que este lentejón de conglomerado se halle intercalado hacia la base de la formación y que aflore debido al plegamiento de la zona donde se encuentra.

Las cuarcitas son de color blanco, amarillento o incluso rosado por impregnaciones ferruginosas. Están formadas casi exclusivamente por granos de cuarzo de origen detrítico, de contorno subangular o subredondeado. Generalmente son compactas, aunque a veces los granos de cuarzo presentan una débil cohesión, por lo que la roca, a pesar de poseer un aspecto masivo, presenta con frecuencia aspecto sacaroideo y se hacen muy deleznable, dando arenas y lajándose con facilidad. El tamaño de los granos puede llegar a ser bastante uniforme (entre 0,1 y 0,2 mm.) pero existen zonas donde puede apreciarse una estratificación por tamaños, llegando a alcanzar los clastos hasta 2 y 5 cm de diámetro. La textura es granoblástica y de tamaño de grano medio a grueso, por lo que en su mayor parte son muy heterométricas. Como accesorios más frecuentes hay biotita, moscovita, turmalina, esfena, feldespato potásico y minerales opacos en cubos.

En general esta cuarcita presenta un grado de recrystalización considerable, a veces con aspecto de cuarzo puro y otras veces con moscovita y biotita incluidas, aunque en algunos puntos parece estar migmatizada y da origen a gneises cuarcíticos con feldespato. Presenta en algunos puntos inyecciones de granito que penetran por los planos de esquistosidad. Los afloramientos de cuarcita son poco visibles debido al gran desarrollo de la turba y vegetación que tiene lugar sobre ella.

En los polígonos de los parques Labrada y Terral aflora un material del Cámbrico inferior, la **Serie de Cándana**, cuya descripción se omite en esta Memoria debido a su posición marginal.

3. Rocas graníticas

En la zona de estudio existen básicamente dos tipos de rocas graníticas bien diferenciadas, cuyo origen está relacionado con la Orogenia Hercínica. Por un lado, se encuentra un granito de dos

micas muy orientado y deformado, denominado Granito de Muras, que aflora en las zona de estudio entremezclado con los materiales precámbricos de las series de Trastoy y Villalba. Por el E de la Serra do Xistral aflora la granodiorita tardía del Macizo de A Toxiza, de forma circular claramente definida: está constituido por rocas prácticamente indeformadas que son posteriores a las principales fases de deformación hercínica, generando una aureola de metamorfismo de contacto y que fueron afectadas únicamente por las fracturas tardihercínicas. Finalmente, cabe referir la existencia de una serie de afloramientos de granitos de grano fino FA, situados al noreste de los polígonos de los parques eólicos Montemayor Norte y Terral, cuya descripción se obvia en la presente Memoria porque se verán afectados por las instalaciones previstas. Las descripciones que siguen a continuación se han tomado de Bastida y col, (1984), López García y col. (1978):

3.1. Al noroeste de la franja de cuarcitas del Xistral se encuentra una unidad del **granito de Muras** autóctono o paraautóctono, intensamente deformado y emplazado junto a la Falla de Viveiro durante un largo proceso desde la sinfase 2 a sinfase 3, sin que pueda precisarse con exactitud su edad. Constituye un macizo de contornos irregulares que intruye en los materiales de las series de Vilalba y Trastoy, donde aparece en forma de sills de 20-30 cm de potencia. Se encuentra completamente alterado a saprolita y bajo una capa de coluvios cuarcíticos, en algunas canteras de pequeña entidad explotadas para la construcción de viales y actualmente abandonadas (Figura III.6) o en los taludes adyacentes a los viales a pie del monte Chao de Lousas (Serra da Carba). En general forma de bandas o macizos alargados en la dirección de las estructuras hercínicas, aunque a veces presentan forma irregular, como se observa en la zona de estudio. Es rasgo característico del grupo de granitos la presencia de un cortejo filoniano importante (cuarzo y pegmatita en la zona de estudio) y se emplazan siempre en rocas mesozonales, indicativo de la relación existente entre el origen de los granitos y el metamorfismo regional.

Figura III.6. En las canteras abandonadas se aprecia la disposición de los coluvios de cuarcitas sobre el granito arenizado



Estos granitos de dos micas pueden presentar facies biotíticas y moscovíticas con granate y turmalina. Se describe sólo esta última por tratarse de una facies muy diferenciada que aflora en la zona de estudio, junto a las cuarcitas cámbricas: Presentan las características típicamente tardihercínicas de los leucogranitos con microclina y albita. En cuanto a su composición mineralógica consta de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa (normalmente albita), moscovita, granate, biotita (sólo presente entre planos moscovíticos cuando ésta se agrega) y turmalina, pudiendo haber berilo. Los accesorios más frecuentes son apatito y, en ocasiones, berilo, turmalina y circón.

3.2. Con posterioridad al emplazamiento del granito de Muras intruyeron las **granodioritas tardías** del macizo de A Toxiza, formado por adamellitas biotíticas y granitos de dos micas, que se

localiza al Noreste de las Cuarcitas del Xistral. Su adscripción al grupo de las granodioritas tardías se hace merced a los datos petrográficos y composicionales y a la evolución tectono-estructural de los macizos graníticos del NW peninsular. Esta serie calcoalcalina, definida por Capdevila (1969) para adamellitas biotíticas en sentido estricto, presenta ligeras variaciones composicionales desde la zona occidental gallega, donde encajan bien todas sus características, a la oriental donde presentan caracteres yuxtapuestos con los granitos de dos micas.

El macizo está constituido por rocas prácticamente indeformadas, que cortan netamente las estructuras originadas en las principales fases hercinianas de deformación. Se encuentran afectadas únicamente por fallas tardías y cortan a las isogradas de metamorfismo regional, dando lugar a una aureola de metamorfismo de contacto. El contacto con los materiales precámbricos y paleozoicos del encajante es intrusivo y subvertical, pero no se observan orientaciones fluidales en los bordes, de desarrollo acusado en otras intrusiones de granodioritas tardías de Galicia, lo que confirmaba la forma cilíndrica de la intrusión, debido probablemente a que la zona externa del presente batolito esté constituida por un granito de textura y composición ligeramente diferente. Arce y Fernández (1977) observaron un cambio mineralógico gradual hacia los bordes, pasando a facies más moscovíticas y menos biotíticas, a la vez que las plagioclasas se hacen más ácidas, pudiendo llegar a términos albiticos. En los bordes se presenta tectonizado.

Dentro del plutón se observan diferentes enclaves metamórficos, concentrados sobre todo en la parte central, de materiales arenoso - pelíticos carbonatados y néisicos del encajante en distribución irregular, afectados por efectos sobre todo térmicos, que impiden una reconstrucción siquiera parcial de la probable dirección de las estructuras. Además y de forma puntual se observa en el centro del macizo un pequeño afloramiento de granitos orbiculares con agregados de cristales de feldespato de gran tamaño (10 cm) en una matriz cuarzo - feldespática - biotítica de grano medio asimilable a la facies adamellítica.

La facies común de las granodioritas tardías es una roca que casi siempre aflora en forma de berrocal debido a la disyunción en bolos. Es de grano grueso, con cuarzo, megacristales de feldespato de 1 a 5 cm y grandes biotitas, dibujando cartográficamente una forma concéntrica de gran radio en el centro del plutón. La facies del borde, menos abundante, se diferencia de la anterior por presentar menor tamaño de grano (indicativo de un enfriamiento más rápido), por la presencia de moscovita y por la disminución progresiva de la biotita, siendo el paso de unas a otras gradual y de muy difícil delimitación.

Petrográficamente se trata de un granito muy homogéneo de textura granuda, hipidiomorfa a panxenomorfa, grano grueso heterogranular. La composición mineralógica es como sigue: Cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa (oligoclasa) y biotita que incluye por lo general al apatito, al circón y a los escasos opacos, junto con granate, moscovita y turmalina.

En la zona de estudio y concretamente al Oeste de las cuarcitas del Xistral existen además pequeños afloramientos aislados de granodiorita tardía que posiblemente sean cortejo del macizo de A Toxiza. Se trata de rocas de grano medio y generalmente, compactas, que dan relieves muy característicos con disyunción en grandes bolas muy redondeadas. Se diferencian bien de los granitos de dos micas por la escasez o ausencia de moscovita y el aspecto blanquecino, apareciendo los granates con gran frecuencia. Presentan textura granuda de grano grueso, equigranular, hipidiomorfa. Aunque la composición varía localmente, en conjunto es granodiorítica: Microclina como feldespato potásico, aunque incluye con frecuencia plagioclasa zonada y biotita de color marrón verdoso muy oscuro. El cuarzo se presenta en cristales individuales y el granate es del tipo almandino. Otros accesorios son circón, apatito y opacos; la moscovita se presenta muy esporádicamente.

4. Rocas filonianas

* Los filones de **cuarzo** son muy escasos y en los bordes del plutón de A Toxiza se ha manifestado en algún caso la presencia de diques tipo pegmatítico de poca importancia. Cabe destacar la existencia de un filón de cuarzo en el área del parque eólico Labrada y otra unidad al noreste del polígono del parque eólico Terral, aunque fuera de dicha área. En ambos casos se trata de un cuarzo muy puro, sin presentar mineralización alguna.

* Al norte del área de estudio también se encuentran diques de **pegmatita**, cuya distribución está restringida al cuadrante II de la Hoja nº 8. Un total de 4 diques se asocian a un afloramiento de Precámbrico de la Serie de Trastoy que se localiza fuera de la zona de afección de los aprovechamientos eólicos.

En todos los casos suelen tener una dirección de 10 á 30° E y se caracterizan por su pequeño tamaño de grano, pobreza en elementos micáceos y cristalización muy tardía del cuarzo. La proporción feldespato potásico (microclina)/plagioclasa (albita) es variable. Como accesorios hay granate, biotita, opacos y apatito.

5. Materiales cuaternarios

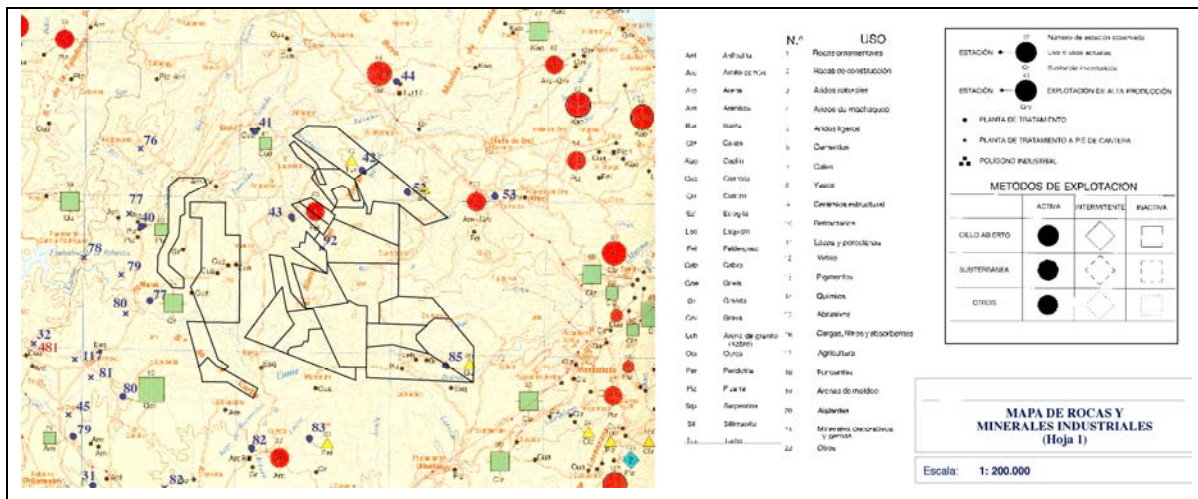
El conjunto de depósitos atribuibles al Cuaternario, tiene una notable importancia en la zona de estudio, destacando por su heterogeneidad y variedad litológica y con sus correspondientes diversificaciones en función de su génesis y composición (Bastida y col., 1984). Se trata de depósitos orgánicos (turberas), suelos, material aluvial y coluvial que se describen en los apartados correspondientes.

III.2.1.3. RECURSOS MINEROS

En relación a la litología de los materiales principales que constituyen la Serra do Xistral se han llevado a cabo diversos aprovechamientos mineros en la zona de estudio. Todos ellos han dejado su huella en el paisaje de forma perdurable, huellas que son perceptibles en mayor o menor grado

según el lugar de ubicación, orientación, presencia de escudos vegetales, etc. Los materiales de color claro resaltan en mayor grado en el paisaje, por el contraste cromático con la vegetación de matorral de bajo porte y de colores oscuros durante la mayor parte del año. En la zona de estudio se han inventariado diversos yacimientos y explotaciones que se muestran en el Mapa de Recursos Mineros, elaborado generalmente sobre la base cartográfica (E 1:200.000) del Mapa Metalogenético (IGME, 1975) o, como se muestra en la Figura III.7 sobre el Mapa de Rocas y Minerales Industriales (ITGE, 1998).

Figura III.7. Mapa de recursos mineros de la zona de estudio



El **Mapa Metalogenético** de España indica la existencia de un yacimiento de turba en la cumbre del Xistral y un total de 11 yacimientos de mena de hierro en forma de óxidos e hidróxidos de morfología masiva y origen sedimentario, en los materiales de edad cámbrica o silúrica que afloran en el sector oriental de la zona de estudio.

El **Mapa de Rocas y Minerales Industriales** recoge la presencia de diversos indicios en la zona de estudio:

- **Arcillas:** El tipo de minería empleado es el “cielo abierto corta” permaneciendo inundados los bancos inferiores gran parte del año debido a la impermeabilidad del terreno y a la alta pluviometría. Las explotaciones tienen un funcionamiento estacional, trabajando las industrias con el material acopiado en los meses de verano. El arranque se efectúa mediante máquinas excavadoras, empleándose camiones para el transporte hasta los centros de transformación (cerámicas). La producción de arcillas se destina mayoritariamente a la fabricación de ladrillería. Actualmente se encuentra activa una explotación desarrollada en cuencas terciarias al este de la de As Pontes, en el municipio de Vilalba (núm. 82), con una producción de 11.000 t/año destinada a la fabricación de ladrillería.

- **Arena y grava:** Las explotaciones se desarrollan en los depósitos pliocuaternarios correspondientes a terrazas fluviales, conos de deyección y a la rasa costera; en la terraza del río Ouro se localiza el punto número 53.
- **Calizas:** Dada la escasez de este tipo de rocas en Galicia, esta litología tiene una gran importancia para la industria de la zona. Las extracciones se localizan en los términos municipales de Mondoñedo, Lourenzá y Abadín, estando las próximas a la zona de estudio rodeando al núcleo urbano de Mondoñedo y, en todo caso, están lo suficientemente alejadas como para verse afectadas por las instalaciones previstas en el parque.
- **Arenisca–Cuarcita:** La producción total se aproxima a 1.600.000 t/año, utilizándose localmente como áridos de trituración para pistas, carreteras, hormigones, etc. En la zona de estudio, incluida en la Zona Asturoccidental –Leonesa, los niveles más importantes son la Cuarcita del Xistral, las Cuarcitas de Cándana y las Capas del Eo. La primera formación está compuesta por 1.000 – 2.000 m de cuarcitas blancas de grano grueso y en ella se localizan las tres explotaciones cartografiadas (núm. 41, 79 y 81). El punto nº 41 corresponde a una pequeña cantera de cuarcita situada en las proximidades de Ourol. En el término municipal de Xermade, en las proximidades de la carretera C-642 se explotan las arenas procedentes de la Cuarcita del Xistral (núm. 81), con una producción superior a las 8.000 t/año comercializándose como árido natural y de machaqueo.
- **Cuarzo:** Los filones se encuentran ampliamente representados por la región, con distintas morfologías. El mineral se utiliza básicamente en ferroaleaciones y como árido de trituración. En la zona de estudio se registra un indicio (núm. 83)
- **Feldespatos:** Los principales yacimientos son las pegmatitas, que afloran asociadas a diversos tipos de granitoides hercínicos. En los alrededores de Silán (municipio de Muras) se explotan unos filones (núm. 43) pegmatíticos que presentan dirección aproximada N-S, con una producción de unas 4.500 t/año que se utilizan en la fabricación de lozas y porcelanas. El yacimiento núm. 83 constituye un indicio que se encuentra asociado al Macizo de Monseibán
- **Granito:** La única explotación de granito existente en la zona de estudio se halla abandonada en la actualidad
- **Ocres:** El Mapa señala un único punto de extracción correspondiente a depósitos de hierro sedimentario (goethita fundamentalmente) intercalados en niveles areno – arcillosos situados sobre la pequeña cuenca terciaria de Muíñonovo (Xermade) correspondiente a una explotación a cielo abierto de grandes dimensiones, actualmente abandonada.
- **Pizarras:** Vulgarmente se conoce como pizarra a toda roca de grano fino capaz de ser exfoliada en placas de poco espesor respecto a su superficie, por lo que este concepto engloba a distintos tipos de rocas: esquistos, filitas, areniscas y cuarcitas hojosas de grano fino,

gneises, etc. Sin menoscabo de otras aplicaciones, actualmente su principal utilización es como roca de construcción y ornamental. En la zona de estudio existe una antigua explotación hoy abandonada (núm. 40)

- **Sillimanita:** El único punto inventariado núm. 52 corresponde a un indicio situado en las inmediaciones del lugar denominado “Penido Novo” en el municipio de O Valadouro. La aplicación más habitual es la fabricación de refractarios, así como en pinturas metalúrgicas, vidrio, cemento, cerámica y petroquímicas
- **Turba:** Existen dos puntos inventariados de los que uno corresponde a un indicio (núm. 42) en la Serra do Xistral y el segundo a una explotación activa, de carácter intermitente en los montes do Buio. La extracción se realiza en los meses más secos del año, cuando desciende el porcentaje de agua de la turba, mediante un proceso que consiste en la retirada de la capa vegetal, fresado de la turba mediante tractor para su aireación y finalmente, extracción y acopio en nave de secado. En la nave de tratamiento situada a pie de explotación se procede a la molienda, clasificación y envasado para su comercialización. La producción anual alcanza las 17.500 T destinadas al mercado nacional para su utilización como fertilizante en agricultura. Según fuentes de la propia empresa Turberas del Buyo y Gistral S.A. las reservas alcanzan las 1,5 x 10⁶ T en el punto 44 y 0,3 x 10⁶ T en el punto 42, ambas con una ley media del 42%.

Según el **Inventario Nacional de Balsas y Escombreras** (IGME, 1989) en los términos municipales comprendidos por la Serra do Xistral existen varias explotaciones. La mayor parte de ellas están abandonadas en la actualidad y se encuentran fuera del ámbito de la Sierra. Únicamente cabría referir la explotación de cuarzo y feldespatos existente en el lugar de Revolta (X: 612.650; Y: 4.821.780), que se corresponde con el yacimiento núm. 43 del Mapa de Rocas y Minerales Industriales, anteriormente mencionado, perteneciente al Grupo minero Silán. En todos los casos, estas explotaciones se encuentran lo suficientemente alejadas de los polígonos de los parques proyectados como para verse afectados directamente por las instalaciones previstas, salvo en lo que se refiere a los parques de Escoiras (MADE) y Buio (Eurovento), por coincidencia con sendas áreas de prospección minera. En los restantes casos y a pesar de tratarse de una minería de ámbito local y de carácter intermitente, se han considerado posibles interferencias del transporte de materiales y maquinaria durante la construcción de las instalaciones eólicas con el tráfico de camiones necesario para las explotaciones mineras.

El polígono de investigación del parque eólico Escoiras comprendía inicialmente parte de los terrenos de una concesión para prospección minera, próxima a la cantera de feldespatos y cuarzo situada en la localidad de Revolta, anteriormente mencionada. La zona de implementación de las instalaciones del parque se redujo notablemente, desplazándola en dirección suroeste, hacia las cotas más altas de la zona de estudio, a pesar del estado de abandono o, al menos, paralización de las

actividades de la cantera durante el periodo de redacción del documento técnico de proyecto y del EsIA y a fin de evitar en el mayor grado posible la interferencia de aprovechamientos (Figura III.8). Finalmente, la falta de un acuerdo, de índole económica, que pudiera satisfacer a los promotores de ambos aprovechamientos condicionó en gran medida las posibilidades de realización del proyecto de parque eólico, optando finalmente la promotora eólica por renunciar a su desarrollo.

En una situación similar se encontraba el proyecto del parque eólico Rioboo (Figura III.9). En este caso, las áreas de turba de cobertor existentes en el ámbito del polígono del parque eólico están reservadas para su explotación minera y comercialización, en cuyo caso la actividad eólica podría ser compatible con el aprovechamiento de la turba, pues la construcción del parque eólico sólo aceleraría la fase de extracción, drenaje y secado previa a la explotación. Además, y a pesar de la proximidad entre la explotación minera y el parque eólico, estimada en 9 meses, con el tráfico de camiones necesario para las explotaciones mineras debido a la existencia y uso de accesos independientes.

Figura III.8 A la izquierda, disposición inicial de los aerogeneradores del parque eólico Escoiras en una única alineación compuesta por 30 turbinas. Posteriormente se redujo en 5 el número de turbinas y el área de afección fue desplazada hacia las cotas más elevadas del polígono inicial.

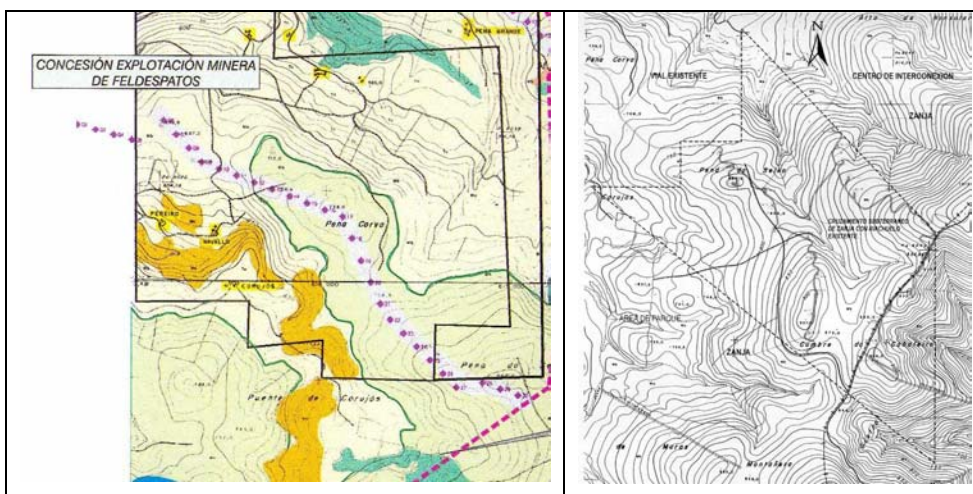
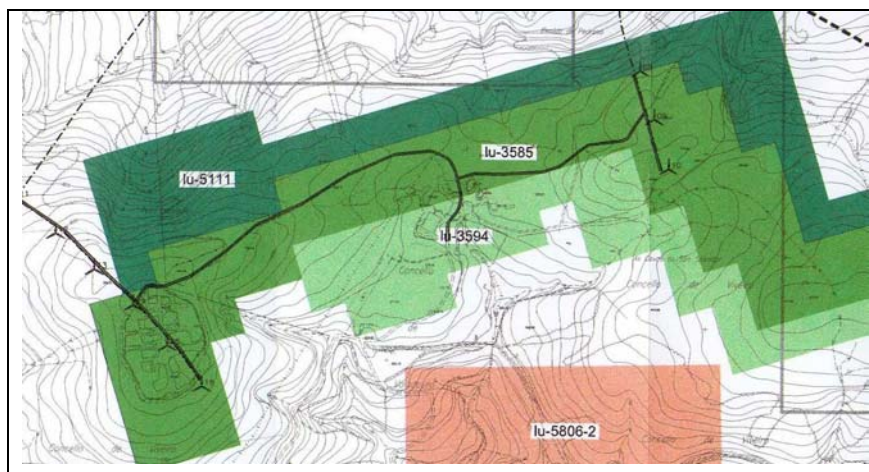


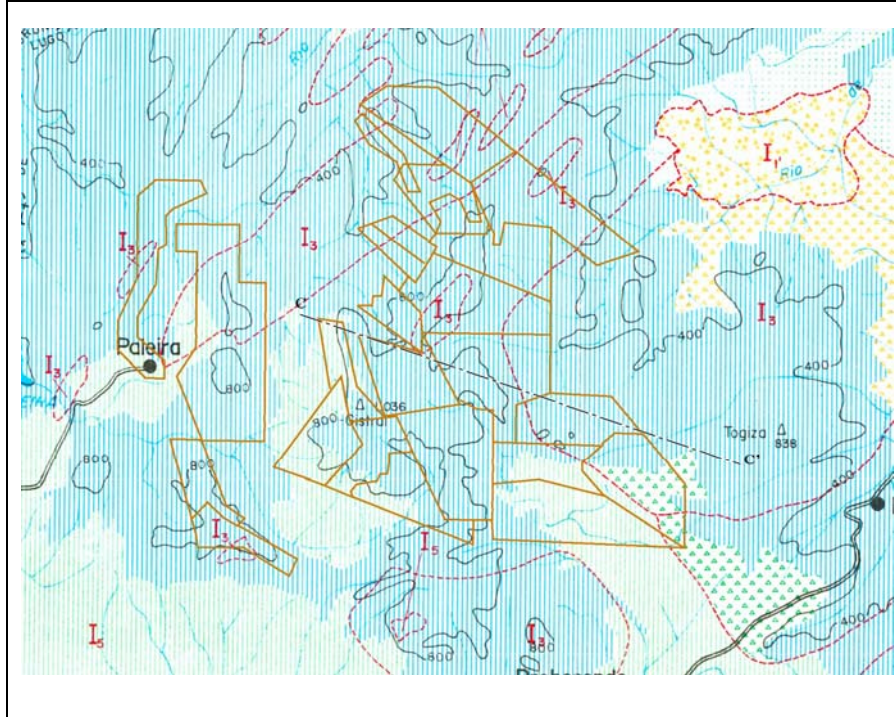
Figura III.9. Disposición de parte de los aerogeneradores en el interior del parque eólico Rioboo y límites de las concesiones de explotación (LU-5111, LU-3585 y LU-3594) otorgados a Turberas del Buyo y Gistral, y del permiso de investigación (LU-5803-2) otorgado a ECESA.



III.2.1.4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El estudio de las características geotécnicas (IGME, 1972) de los polígonos de los parques eólicos de la Serra do Xistral indica la existencia de dos Áreas dominantes en la zona de estudio, I5 e I3, coincidiendo a grandes rasgos, con las clases litológicas existentes (Figura III.10).

Figura III.10. Mapa geotécnico de la Serra do Xistral.



El **Área I5** incluye rocas metamórficas, esto es, las cuarcitas del Cámbrico y los esquistos de las series de Trastoy y de Villalba. Abarca rocas preferentemente orientadas del tipo de los esquistos y pizarras, entre las que se intercalan bancos de areniscas y cuarcitas muy compactos. El relieve es muy variable, existiendo aisladamente zonas llanas o ligeramente alomadas con pendientes del 5 al 7%, aunque por lo general predominan los relieves abruptos a montañosos con pendientes superiores al 15% y, muy frecuentemente, al 20%, lo que predispone a la aparición de abundantes deslizamientos naturales a lo largo de los planos de tectonización, bien al efectuarse un descalce de su base, bien al cargarlas a favor de éstos y de las pendientes topográficas, así como a la fácil ruptura y la acumulación de materiales tabulares.

El carácter esquistoso de los materiales predispone, por una parte a crear una dirección preferencial de circulación de agua sobre las superficies de pizarrosidad o sobre capas de menor dureza y, por otra, a una filtración de agua que favorece la alteración química. Estas características favorecen la creación de una amplia red de escorrentía que avanza siguiendo preferentemente planos de tectonización. Esto último y la elevada consistencia de sus materiales favorecen la creación de valles en V muy cerrados que, junto con las formas abruptas con fuertes pendientes y cimas

redondeadas, la amplia red de esorrentía y los recubrimientos arcillosos de hasta 2 m de potencia dispuestos sobre toda ella, constituyen los rasgos geomorfológicos más destacables.

El drenaje superficial es activo a debido a la densa red de esorrentía, a pesar de que los materiales se consideran impermeables o zonalmente semipermeables cuando el grado de esquistosidad es desigual. La posibilidad de aparición de niveles acuíferos definidos y continuos es nula, pero factible y de hecho se da con bastante frecuencia la infiltración del agua a través de los planos de esquistosidad alterando las rocas.

Se caracterizan por una alta capacidad de carga y por la inexistencia de asientos. Los problemas que ocasionalmente pueden aparecer y que reducirán la capacidad de carga y aumentarán la magnitud de los asentamientos, estarán relacionados con zonas de alteración (arcillosas y saturadas) o con posibles deslizamientos de lajas al eliminar su base o cargarlos en la misma dirección que los planos de esquistosidad y a favor de las pendientes naturales, o desmoronamientos y caída de terrenos sueltos y bloques.

El **Área I3** engloba rocas graníticas y, concretamente el granito de dos micas y la granodiorita del Macizo da Toxiza presentes en la zona de estudio. Incluye el conjunto de rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, que se caracterizan por una textura orientada o granuda, alta compacidad, resistencia a la erosión, formas de disyunción en bolos, roturas paralelepípedas y potencia muy elevada. Por lo general y salvo zonas de alteración en arenas bastante cementadas son materiales de alta resistencia a la erosión y muy competentes mecánicamente.

El relieve varía desde acusado a muy acusado, dando sobre el terreno formas vigorosas con pendientes superiores al 15% que llegan en algunos puntos al 30% y formas abruptas pero redondeadas y en las cuales se mezclan zonas de rocas alteradas, coherentes y con escasa consistencia, con otras rocas sanas y competentes. Los recubrimientos son escasos y se concentran en los taludes y depresiones, apareciendo bien zonas de alteración en arenas, bien zonas tapizadas de bloques y gran tamaño. Estas características morfológicas y la impermeabilidad de los materiales favorecen el drenaje favorable por esorrentía superficial, que prácticamente imposibilita la aparición de zonas inundadas. Los acuíferos aparecen a distintas profundidades, ligados a fenómenos de tectonización y fracturación, con relleno posterior.

Sus características mecánicas son óptimas, pues se caracterizan por una muy alta capacidad de carga, sin que aparezcan fenómenos de asentamiento. Posee un grado de estabilidad natural favorable que sólo en zonas muy tectonizadas puede convertirse en desfavorable. A pesar de esto, sus condiciones constructivas oscilan entre aceptables y desfavorables debido a problemas de tipo morfológico (elevadas pendientes e irregular morfología) o por la alternancia de áreas de rocas sanas y rocas alteradas en arenas.

III.2.1.5. GEOMORFOLOGÍA

El relieve actual es la consecuencia de la contribución de un conjunto de factores diversos que han actuado en épocas distintas. En la zona de estudio, los elementos estructurales que forman la base morfológica del área y las superficies aplanadas residuales, están constituidos por formas heredadas e íntimamente ligadas a los efectos tectónicos y por formas derivadas de la dinámica de la red fluvial, que se fue encajando progresivamente. Sin olvidar la innegable influencia de la litología, los geólogos y geógrafos gallegos del siglo XX coinciden básicamente en señalar que la tectónica alpina ha actuado hasta tiempos muy recientes, dividiendo el territorio en bloques separados por importantes líneas de fracturas que delimitan las principales unidades geomorfológicas. Cabe referir que los conocimientos sobre el particular se han ampliado sustancialmente desde que Otero Pedrayo (1926) indicara que “*o hercyniano macizo galicián experimentou un movemento que rexuveneceu en grande parte a topografía*” (en Torre Enciso, 1954). Sobre este relieve tectónico la red hidrográfica se ha ido encajando, modelando relieves cíclicos, en términos de Llopis Lladó (1952), que son los que proporcionan la fisionomía tan variada del país.

Según describe Torre Enciso (1954) en su trabajo sobre el origen de las Rías Gallegas, el **movimiento de alzamiento** afectó a todo el país gallego en la última mitad del Terciario y muy especialmente durante el Plioceno, es decir, antes de la formación de las más antiguas terrazas cuaternarias, las cuales deben su existencia a la continuación de dicho movimiento de alzamiento durante el Pleistoceno. La elevación fue desigual, afectando a unas zonas más que a otras, constituyendo el principal factor que originó las grandes diferencias de altitud y modelado que se observa en Galicia.

En 1953 Parga Pondal y Torre Enciso concluyeron que como resultado de las tensiones creadas por la Orogenia Alpina, el macizo gallego se comportó como una masa rígida y cratonizada, escindiéndose en bloques con un cierto grado de independencia unos con respecto a otros. Según Teixeira en Llopis Lladó (1952) las grandes fallas con direcciones dominantes N-S y NE-SW dividieron el NW peninsular en tres grandes bloques, de norte a sur: el bloque gallego, que se extiende desde el mar hasta el valle inferior del Miño; el bloque miñoto, entre los valles de los ríos Miño y Cávado, y el bloque duriense, que comprende el valle inferior del Duero, al SE del valle del Cávado. Estos tres bloques forman escalones progresivamente hundidos de sur a norte. De modo que el bloque miñoto serviría de grada intermedia entre el duriense, más elevado, y el gallego, fuertemente hundido. Los mismos autores indican que esto no excluye la posibilidad de la existencia de otros compartimentos secundarios y así, Galicia es fracturada en varios bloques de los que nos interesa el denominado “bloque septentrional montañoso”, que comprende el territorio situado entre el mar Cantábrico y la Serra da Carba (al sur de la Serra do Xistral), en el límite meridional de ésta con la depresión tectónica de Terra Chá, depresión que forma parte ya del bloque denominado “penillanura gallega”.

Según los trabajos más recientes publicados, la elevación de las sierras gallegas se debió producir en la segunda mitad del Terciario, durante las fases compresivas del Neógeno (Plioceno y Mioceno) y a modo de onda transmitida de norte a sur, lo que supone que las primeras sierras que se elevaron serían Xistral, Carba y Meira; hacia el sur la elevación sería más tardía y más intensa a juzgar por el mayor desnivel alcanzado (Valcárcel y Pérez Alberti, 2001). El basculamiento de los bloques ha seguido en muchos casos las líneas marcadas por la red de fracturación tardihercínica (Pérez Alberti, 1991), generada durante la fase distensiva posthercínica y reactivada con la apertura del golfo de Vizcaya durante el Cretácico superior y con el choque entre las placas Ibérica y Euroasiática, que da comienzo a la Orogenia Alpina (Vidal Romaní, 1992). En el Eoceno el margen atlántico se volvió inestable debido al estrechamiento del golfo de Vizcaya, lo que provocó una sucesión de hundimientos y levantamientos de bloques ya marcados por la red de fracturas existente. A finales del Eoceno o comienzos del Oligoceno el proceso de colisión entre las placas Ibérica y Euroasiática se detuvo produciéndose momentos de descompresión tectónica. La última de las fases en desarrollarse, de carácter distensivo, por reajuste isostático, parece continuar en la actualidad (Araujo y Pérez Alberti, 1999). El juego de bloques, que con mayor o menor vitalidad ha continuado hasta los inicios del Cuaternario, ha contribuido en buena parte a configurar el paisaje actual de Galicia (Pérez Alberti, 2001).

A partir del Plioceno, cuando debieron tener lugar las últimas fases compresivas de la orogenia Alpina, el papel jugado por la Tectónica de Placas, hasta entonces principal, pasa a segundo término o desaparece, actuando los procesos geodinámicos externos como los agentes principales del modelado cuaternario, fluvial, periglacial y glacial en las cumbres (Vidal Romaní, 1992). Dentro de este esquema global, las formas actuales de cumbres, laderas y valles y las diferentes formas de modelado están vinculadas desde el Terciario en adelante a las diferentes litologías existentes (areniscas cuarcitas y rocas graníticas) y a la evolución morfoclimática, que conjuntamente han propiciado la aparición de un relieve contrastado y el modelado de las vertientes.

Siguiendo a Pérez Alberti y col. (1995) y como ya se ha referido con anterioridad, en lo que respecta a la **litología** la Serra do Xistral está constituida por rocas metamórficas (cuarcitas, paraneises) e ígneas (granitos y granodioritas) cuyas facies más resistentes a la erosión afloran en las cotas más elevadas, en la ventana tectónica del Xistral. La denominada “arenisca ortocuarcítica del Xistral” (Parga Pondal y Aleixandre, 1966) constituye el núcleo de la Sierra que se alinea unos 13 km. de longitud con dirección general N-S. Supera ligeramente los 1.000 m de altitud en las áreas cuninales de Cadramón (1.060 m), Seixo Branco (1.057 m), Chao de Lamoso (1.039 m), Lombo Pequeño (1.036 m) (Figura III.5).

Un segundo afloramiento al SW de la Serra do Xistral constituye la Serra da Carba. El límite geográfico entre ambas sierras viene definido por el curso del río Eume, que nace al pie del monte Xistral y discurre fuertemente encajado entre A Balsa y Muras. La Serra da Carba, con dirección general W-E, perpendicular a la anterior, marca la transición con los territorios más septentrionales de

la Terra Chá, en relación con la existencia de fenómenos tectónicos (Torres Luna y col., 1993, en Rodríguez Guitián, 1995). Las cotas máximas se presentan en torno a los 900 m (Monte da Carba, 905 m), superándose apenas los 800 m en Lagoa y Fonte de Naveira. La prolongación septentrional del afloramiento cuarcítico desde Carba erige altitudes aún considerables en Couto Redondo (932 m) y Curuxeiras (893 m). En el monte Peña Goia (871 m) cambia a dirección SW hasta contactar con la Dorsal gallega (Serra da Loba, Cordal de Montouto, Serra da Cova da Serpe y Serra do Careón).

Junto a las cuarcitas, el afloramiento y consolidación de los materiales graníticos determina la existencia de una serie de macizos montañosos de inferior entidad en las proximidades de la Serra do Xistral, en correspondencia con la mayor alterabilidad del material geológico. Así, la transición desde las Serras Septentrionales hacia los territorios sublitorales se realiza mediante un conjunto de pequeñas elevaciones de basamento granítico: Montes do Buio y Montes das Cabaleiras que van rebajando sus cotas máximas de forma progresiva: Penido Novo (839 m), Pan da Vella (702 m) hacia el mar, hacia la margen derecha de la Ría de Viveiro.

Los sectores oriental y meridional de la zona de estudio vienen determinados por los dominios de los macizos graníticos de A Toxiza y Monseibane. El primero de ellos se caracteriza por un paisaje peculiar, como se verá más adelante con detalle, con formas aborregadas y acastilladas dispersas en una zona de topografía más suave: Coto de Valdeinferno (760 m), Coto Cal (807 m), Curro do Bispo (702 m), Paraños (731 m) y Toxiza (838 m) hasta descender a los valles de Valadouro, Ourel y Mondoñedo. El macizo granítico de Monseibane (929 m) sirve de conexión con el Coral de Neda, situado en dirección S-SE y con 800 m de altitud máxima, y la Serra de Lourenzá, constituyen el límite entre las Serras Septentrionales y las Orientais (Serra de Meira) y la separación natural entre los territorios más nororientales de la Terra Chá y las tierras del valle de Mondoñedo, dejando por el Puerto da Xesta una vía de comunicación natural entre ambos territorios.

La zona occidental de la Serra do Xistral, con los montes Porto do Río Bó (942 m) y Talmante (995 m), sigue siendo fuertemente montañosa. Los picos Guriscado (932 m), Coruxeira (880 m) y Montouto (807 m) definen la transición hasta la Serra da Faladoira. Esta última, situada al norte de la depresión de As Pontes, constituye el límite occidental de las Sierras Septentrionales y sirve de unión con las Sierras Occidentales. Al igual que en el sector en estudio, su altitud va decreciendo paulatinamente hasta alcanzar la línea de costa.

Finalmente, Pérez Alberti y col. (1995) describen la región prelitoral desde el cabo Estaca de Bares hasta la desembocadura del río Eo como un estrecho espacio dominado por la horizontalidad, caracterizado por pequeñas áreas planas y cada vez más frecuentes valles perpendiculares a la línea de costa. En esta región los ríos Landro, Ouro y Masma junto a sus redes de tributarios han formado valles angostos para salvar el desnivel existente entre las cabeceras y los fondos colmatados de las respectivas rías, Viveiro, Fazouro y Foz, respectivamente.

Estudio del modelado en las áreas graníticas

El EsIA del espacio afectado por el Parque Eólico de Terral incluyó mapas en los que se identificaban las zonas ricas en formaciones granodioríticas diversas, unificadas con el término de Puntos de Interés Geológico (PIG) cuando su aspecto era relevante en el paisaje (Macías y Nieto, 2002). Este término no es excesivamente correcto ya que ninguna de estas formaciones ha sido reconocida como tal en el Catálogo de Puntos de Interés Geológico de Galicia realizado por el Laboratorio Xeolóxico de Laxe y el IGME, aunque esta publicación sí recoge el conjunto de la Sierra de “A Toxiza”. Sin embargo, y dado que la figura de “Monumento de interés natural” todavía ha sido poco desarrollada para formas del paisaje ligadas a una litología y evolución geomorfológica característica, se ha considerado procedente señalar las áreas de mayor interés, en las que se asocian las principales formas mega, meso y microformas graníticas, en muchas ocasiones relativamente separadas pero que se representan conjuntamente atendiendo a la escala de trabajo.

El referido parque eólico se proyectó en el macizo granodiorítico de A Toxiza que, adoptando una forma casi circular, se extiende entre las localidades de Mondoñedo y Ferreira de Valadouro. Como otros granitoides de composición calcoalcalina, forma relieves ásperos que destacan en medio de formas suaves de erosión, resultando un aspecto de sierra son la altitud suficiente para ello; el material desprendido forma un verdadero caos granítico sobre las laderas y en las zonas cuminales, ordinariamente desprovistas de vegetación y los grandes bloques producto de disyunción paralelepípeda dan una topografía de aspecto ruiforme (Parga Pondal y Torre Enciso, 1953).

El Macizo da Toxiza está constituido por rocas escasamente deformadas, sin señales de haber sido sometidas grandes presiones ni arrastres. Cortan las estructuras generadas durante las principales fases de deformación hercínica, de donde se deduce que su emplazamiento fue posterior (Bastida y col. 1984). El sistema de diaclasas viene condicionado por un rápido enfriamiento en un ambiente frío (Parga Pondal y Torre Enciso, 1953) y se encuentran intensamente fracturado en profundidad por efectos tectónicos, que han configurado el sistema de fracturas de dirección NW-SE y NE-SW, dominante en la fracturación tardihercínica (Parga, 1969). Además, durante la exhumación del macizo se generaron fracturas de descompresión, horizontales o subhorizontales y, en menor proporción verticales. La acción conjunta de estos dos tipos de fracturas se refleja en la disyunción paralelepípeda característica del material, origina las formas básicas del relieve, cuya dinámica vendrá determinada posteriormente por los agentes y procesos exógenos. Cabe destacar que Galicia en general y la zona de estudio en particular, constituye la mejor zona europea para estudiar la Geología del Hercínico granítico, pues ni las fases posthercínicas ni el metamorfismo simultáneo o posterior parecen tener gran intensidad; de hecho, Capdevila (1969) estudió el metamorfismo y los granitos del Manto de Mondoñedo, estableciendo las bases para el conocimiento de las condiciones de metamorfismo y clasificación de granitos hercínicos que todavía sigue en vigencia.

Así, el proceso de evolución del macizo comienza con la fracturación interna y la formación de bloques y fisuras a través de las que se favorece la penetración de fluidos exógenos. El análisis de los sedimentos contenidos en las cuencas terciarias de Galicia (Terra Cha, Sarria, Monforte, Quiroga, Maceda, Monterrei, etc.), información recopilada recientemente por Pérez Alberti (2001) permite corroborar que durante buena parte del Mioceno (Terciario), en el NW peninsular predominaron las condiciones climáticas de tipo tropical que favorecen la meteorización de las rocas, la génesis de profundas capas de alteración y el establecimiento de una densa cubierta vegetal (Tricart, 1981). Estos procesos de alteración tendrían lugar en un momento de estabilidad tectónica que frenase la morfogénesis (Pérez Alberti, 1994). El frente de alteración se ondula siguiendo la alterabilidad de la roca, condicionada por cambios en las proporciones de los componentes de la roca y que, en todo caso, progresa a favor de las zonas debilitadas, fracturadas o diaclasadas. Dicho frente de alteración se encontraría a una profundidad métrica o decamétrica bajo la saprolita, envolviendo núcleos de roca sana o muy poco alterada. El resultado es un conjunto de formas típicas del modelado granítico, con escala variable entre unos pocos metros cuadrados a varias hectáreas de superficie. En A Toxiza se encuentran algunas formas cóncavas o incididas, como los alvéolos de alteración, asociados a áreas de intensa fracturación y separados por interfluvios en los que se emplazan formas convexas o en resalte, como los domos, bolos, tors, castle kopje, etc.

Una vez el macizo aflora y dependiendo de la cantidad y distancia entre las fracturas subhorizontales y verticales, puede presentar diferentes formas siendo las más frecuentes inicialmente los domos (Figuras III.11 y 12). Los domos pueden disgregarse a su vez dando bloques redondeados o “bolos” todavía homogéneos pero con discontinuidades entre sí que, poco a poco los separan.

En el macizo de A Toxiza predominan las formas alargadas con la dimensión más larga marcada por las fracturas subhorizontales, lo que da origen a formas paralelepípedas con aristas muy suavizadas que, generalmente se han movido a lo largo de las laderas a modo de ríos y mares de piedras y, alcanzadas las condiciones de equilibrio, descansan sobre el afloramiento *in situ* en vías de exhumación, si bien pueden presentarse en las fases iniciales en forma de afloramientos verticalizados denominados “penedos”. Cuando la distancia entre las fracturas subhorizontales y verticales que delimitan los bloques es del mismo orden se originan formas redondeadas equidimensionales a las que se suele denominar “bolos” (Figuras III.13 y III.14). El paisaje se fragmenta progresivamente de modo que tanto la distancia entre los diferentes bloques graníticos como su tamaño aumentan y es recubierto por suelos coluviales que los tapizan y, en muchas ocasiones, recubren totalmente.



Figura III.11. Los domos presentan una gran diversidad de tamaños según su grado de desmantelamiento. Vista del monte Montemaioir, un domo en forma de cúpula.

Figura III.12. Domo de "dorso de ballena" en la fase inicial de desmantelamiento con abundancia de diaclasas subhorizontales y algunas verticales en las que los bloques ya están configurados y próximos a ser desplazados en busca del equilibrio gravitacional. Parque eólico Terral



Figura III.13. Al pie de los domos son frecuentes los bloques sueltos de formas redondeadas en los que la dimensión asociada con las fracturas subhorizontales suele ser más larga y es la que debe ser apoyada para conseguir la estabilidad. Estos bloques sueltos pueden formar mares de piedras de disposición heterogénea al pie de las laderas (Parque eólico Terral) o bien,

Figura III.14. Como bloques aislados que, en conjunto, forman una agrupación en abrigo de diferentes formas. En la fotografía, bloques esféricos en el Parque eólico Montemaioir.

En aquellas áreas en las que las fracturas verticales predominan sobre las horizontales, se originan formas como los castillos de piedra (castle kopjie) (Figura III.15) y tors, cabalgamientos de varios penedos unos encima de otros (Figura III.16). Estas formas son más habituales en las cotas más altas del afloramiento granítico de Muras (granito alcalino de dos micas y de emplazamiento anterior al macizo de A Toxiza). El propio nombre de la cumbre en la que afloran, Pedra Chantada (hincada), constituye un buen reflejo de la mayor importancia de la componente vertical en las mesoformas graníticas presentes en el sector oriental de la Serra do Xistral, en comparación con la zona occidental en la que es evidente el predominio de los efectos de la fracturación subhorizontal.



Figura III.15. El cabalgamiento de bloques proporciona la forma característica de los tors en el Parque eólico Pedra Chantada.

Figura III.16. En los denominados “castle kopje” cobran mayor importancia las diaclasas verticales, de origen tardihercínico, sobre las horizontales, fruto de los procesos de descompresión. Parque eólico Pedra Chantada.

La eliminación de la capa de alteración durante las fases erosivas que se sucederán a lo largo del Cuaternario, es decir, la evacuación de los materiales móviles como arcillas, arenas y gravas, originará la aparición en superficie de las formas graníticas de exhumación a partir del afloramiento de esta topografía enterrada.

A nivel de microformas se reconocen también “pías” y canales o acanaladuras (Figura III.17), unas formas de cavidades excavadas en la roca en forma de media naranja, en el primer caso, o de hendiduras alargadas según las definiciones de Pérez Alberti (1995).



Figura III.17. Aspecto de un domo en dorso de ballena cuya superficie está recubierta de pías y acanaladuras, ocupadas en la actualidad por vegetación.

Desde el punto de vista morfológico a finales del Terciario Galicia se caracterizaría por la suavidad del relieve y en ese momento ya estarían prefigurados algunos elementos representativos del relieve actual, como las cuencas y la red hidrográfica, esta última menos jerarquizada en torno al Miño. Durante el Cuaternario la Tierra experimentó una Edad de Hielo en la que los casquetes de hielos cubrieron grandes extensiones de Eurasia y Norteamérica; en este contexto Galicia también se vio afectada por estos climas fríos, quedando sus huellas registradas en las zonas de montaña y, concretamente en la Serra do Xistral (Valcárcel, 2001).

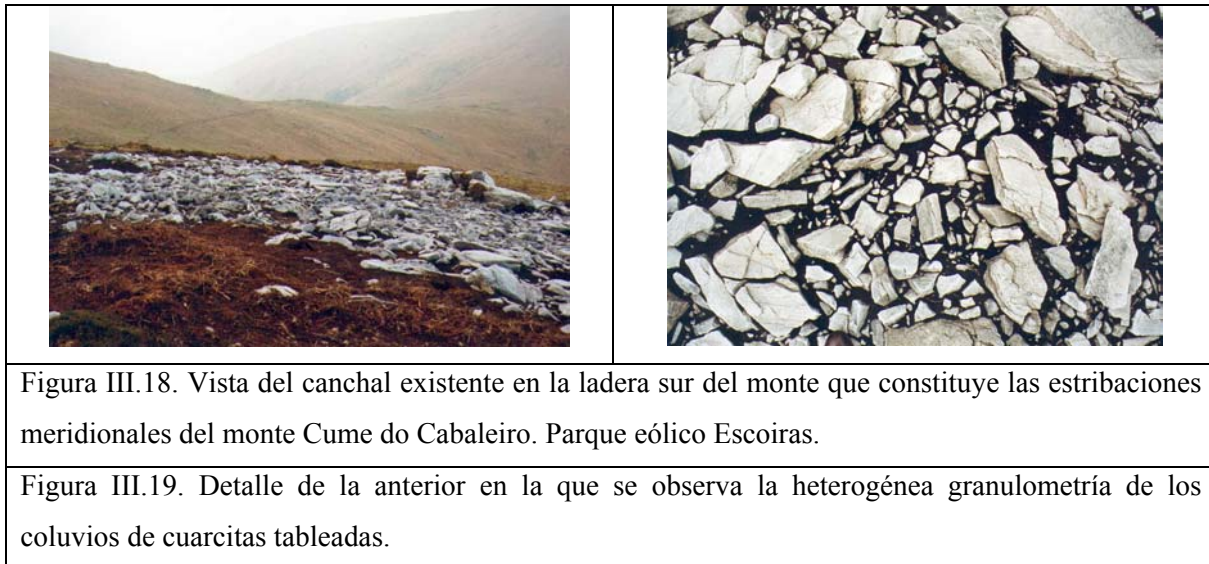
Estudio del modelado glaciar y periglaciar

La evolución geomorfológica y paleoclimática de Galicia durante el Pleistoceno superior y medio es poco conocida, pero durante el Pleistoceno reciente los hielos dominaron amplios sectores de Galicia, cuya acción se materializó en un amplio conjunto de formas y depósitos, unos fruto de la dinámica glaciar y otros debidos a la acción continuada de procesos de hielo/deshielo, denominados periglaciares, que han contribuido a la formación del relieve actual (Pérez Alberti, 2001). Los primeros datos de la evidencia de glaciario a baja altitud en la Serra do Xistral (y en los Montes do Cebreiro) fueron apuntados por Pérez Alberti y col., en 1993 y los estudios en otras áreas de montañas de Galicia como Faro do Avión y Capelada revelaron la presencia de aparatos glaciares en el Pleistoceno incluso en sierras de altitud relativamente baja (Valcárcel, 2001). Las evidencias de huellas de glaciario se encuentran por encima de al menos 700 m, lo que implica que en un momento dado los hielos afectaban a todas las áreas de montaña por encima de esa altitud; en cambio, en momentos posteriores el factor altitud tendría un papel determinante en el desarrollo glaciar a partir de los 1500 m, sobre todo en los momentos más secos y fríos, pero no en aquellos en los que el factor fundamental sería la alta nubosidad Pérez Alberti y Valcárcel (1997).

Según los estudios de los autores anteriormente mencionados, las evidencias de la acción **glaciar** se localizan fundamentalmente en las cabeceras (valles y crestas) de los ríos Eume, Ouro, Landro, Masma (Pedrido) y Labrada, y en algunos afluentes de estos cursos principales como Riobó, Rego de Ponte Coruxos, Río das Furnas y Pedrido. Las morrenas correspondientes con distintas fases de estabilidad en la retirada de los hielos son frecuentes dentro del territorio gallego, destacando precisamente las de los valles de los ríos Pedrido y Eume en la Serra do Xistral, a 650/890 m.

Entre las formas identificadas destacan las morrenas fronto – laterales y de retroceso y till indiferenciado entre los 1000 y 700 m de altitud, correspondientes a distintas fases de estabilidad en la retirada de los hielos, y que constituyen las manifestaciones más cercanas al mar y de menor altitud de todo el norte de la Península Ibérica; en el valle del Eume están presentes depósitos fluvio-glaciares, fruto de la fusión de las masas de hielo.

En cuanto a las formas de origen **periglaciar**, se encuentran derrubios estratificados, campos de bloques y coladas de gelifluxión, destacando los campos y vertientes de bloques (pedreiras) que se encuentran en las laderas y cumbres de los montes de la zona (Figuras III.18 y III.19). También se han identificado microformas como círculos de piedras y laderas modeladas por terracillas, guirnaldas de vegetación, lóbulos de gelifluxión y bloques aradores. Los primeros se emplazan a más de 1000 m de altura y se han originado sobre los campos de bloque de cumbre o de morrenas de nevero o glaciares rocosos, compuestos por materiales de naturaleza cuarcítica.



Los períodos fríos del Cuaternario y especialmente el Wurm, han presentado en estas zonas condiciones próximas a las glaciares en los momentos de mayor frío y periglaciares en prácticamente toda la duración de las pulsaciones frías. Esto ha hecho que los materiales superficiales hayan sido fragmentados y removidos por arrastres de coladas periglaciares, de modo que en superficie las cuarcitas aparecen formando una especie de canchal a partir de la cual se instalan las formaciones turbosas. Este canchal presenta una fuerte heterometría de los cantos y grandes diferencias de espesor, pudiendo ser de varios metros en las zonas de deyección de las torrenteras procedentes de las cimas. Este material aflora en superficie cuando los procesos de erosión eliminan la cobertura edáfica de suelos turbosos o regosólicos, que se ha formado a lo largo del Cuaternario.

Pérez Alberti y Valcárcel (1997) y Valcárcel (2001) indican que la dinámica glaciar parece haber estado favorecida por la presencia de una superficie aplanada en las áreas de cumbres y por la escasa pendiente de los valles fluviales existentes antes de la instalación de los hielos. Pero dada la escasa altitud media es necesario aceptar que las condiciones que permitieron la existencia del fenómeno glaciar en las áreas de montaña de Galicia por encima de los 700 m fueron las condiciones macroclimáticas y su situación en un lugar afectado por el paso frecuente de borrascas con una mayor o menor incidencia según la posición del frente polar. El papel jugado por la altitud, junto a exposición y relieve serían más importantes en los períodos más secos y fríos, manifestándose a través de las condiciones microclimáticas derivadas que, en último término, serían las responsables de las formas de manifestación.

En las áreas más elevadas de la Serra do Xistral, y a favor de una litología casi exclusivamente cuarcítica en la que dominan las formas fracturadas, se encuentran extensas superficies planas, heredadas de la evolución geomorfológica terciaria, sobre las que se han desarrollado depósitos de origen periglacial, ligados a las etapas frías del Cuaternario. Estos materiales, presentes a partir de los 600 m de altitud, y dispuestos a modo de campos de bloques muy ricos en matriz fina, limitan la infiltración del agua favoreciendo su acumulación. Se originaron a partir de afloramientos rocosos

subhorizontales o, en general, de pendiente escasa, sobre los que actúa un ambiente en el que predominó la macrogelifracción y la presencia de hielo intersticial. A la génesis de estos depósitos coadyuva sin duda el tipo de substrato cuarcitas muy diaclasadas y fracturadas, y además muy propensas a la disgregación y producción de partículas finas, al sufrir procesos de gelifracción durante los momentos más fríos del Pleistoceno reciente. A estos condicionantes marcados por un peculiar conjunto de formas heredadas, se une el efecto de los climas fríos del Cuaternario final y su peculiar situación geográfica, de gran exposición a vientos marinos cargados de humedad. De esta manera se origina y mantiene la presencia de turberas de cobertor sobre las áreas cimera de la sierra, como por ejemplo se dan en Chao de Lamoso, que lateralmente pasan a turberas de ladera o turberas en escalón, a favor de rellanos situados a diferentes altitudes.

El otro ámbito donde se dan las turberas minerotróficas en Xistral es el fondo de valles que han sido colmatados por depósitos fluviales y/o glaciares. En algunos casos coincide su presencia en valles disimétricos, en los que las vertientes orientadas al E y NE tienen una pendiente muy abrupta, mientras que en las laderas de solana la pendiente es mucho más suave (Figura III.20). Esta disimetría es una herencia de las glaciaciones pleistocenas, y provoca una circulación disimétrica de los cauces fluviales, que en muchos casos deben superar además desagües angostos, producidos por la obturación de sedimentos de origen glaciar o periglacial (Valcárcel y Pérez Alberti, 2001). Se originan así áreas hidromorfas que en algunos casos, han sido ocupadas por turberas, como es el caso de la cabecera del río Eume (turbera de Veiga do Rial).

En la actualidad, las potentes formaciones de turberas que recubren los fondos de los valles, cumbres y laderas de gran parte de las superficies de la zona de estudio, funcionan como auténticos reservorios de agua e intervienen en el control hidrológico a diferentes niveles al alimentar la red hidrográfica. Debido a la posición de cumbre que ocupan las turberas ombrotólicas captan las elevadas precipitaciones que se registran en la zona y repartidas a lo largo de todo el año, siendo valles retenida el agua en virtud de las propiedades físicas del material orgánico que compone la turba. Ante los extremos de precipitación actúan como moduladores de la descarga hídrica al retrasarla frente a los máximos pluviométricos. Este mismo mecanismo regula las descargas hidrológicas durante el deshielo, evitando las riadas e inundaciones facilitando la estabilidad de las formaciones sedimentarias ubicadas a menor elevación. Pero este control hidrológico también influye indirectamente sobre el clima, facilitando las regulaciones microclimáticas al provocar la formación de nieblas y rocío evitando las heladas (Macías y col., 1998), como se describe a continuación.

Figura III.20. Turbera de Veiga do Rial en el valle del Eume, con marcada disimetría entre laderas.



III.2.1.6. EL CLIMA ACTUAL

La situación geográfica de la Serra do Xistral, que separa la Mariña luguesa, en el sector costero nororiental de Galicia, y la depresión interior de la Terra Cha induce la existencia de unas características climáticas particulares y diferenciales en estos tres territorios. La sierra constituye una barrera frente a la progresión de los frentes oceánicos en su camino hacia el interior y su influencia se deja sentir intensificando la precipitación de las laderas orientadas al norte y como pantalla protectora a sotavento de los flujos de componente sur - suroeste.

Franco Maside (1997) realizó estimaciones de la pluviometría y las temperaturas medias esperadas a diferentes altitudes en el área de estudio, encontrando los datos que se recogen en la Tabla III.5, que sirven para resumir las características climáticas de la Sierra definiéndolas como oceánicas de tendencia fría.

Tabla III.5. Estimación de las condiciones de precipitación y temperatura en la Serra do Xistral.
Tomado de Franco Maside (1997)

Altitud	Precipitación					Temperatura				
	%Inv	%Prm	%Ver	%Oto	Anual	Inv	Prm	Ver	Ot	Anual
600	35	20	11	34	1347	6,3	9,9	14,6	9,1	10,0
800	34	19	11	34	1527	5,1	8,4	13,2	7,9	8,7
1000	35	19	11	34	1707	3,9	6,9	11,7	6,7	7,4

Los valores de **precipitación** media anual en las cumbres oscilan entre los 1.300 mm a 600 m de altitud y los 1.700 mm, en altitudes en torno a los 1.000 m. La pluviosidad es elevada a lo largo del año, distinguiéndose dos estaciones húmedas, otoño e invierno que suponen casi un 70 % de la precipitación anual, y un período estival en el que hay un acusado descenso de la precipitación, que supone tan sólo un 11 % del total anual, si bien la estacionalidad no es tan marcada como en otras áreas de Galicia.

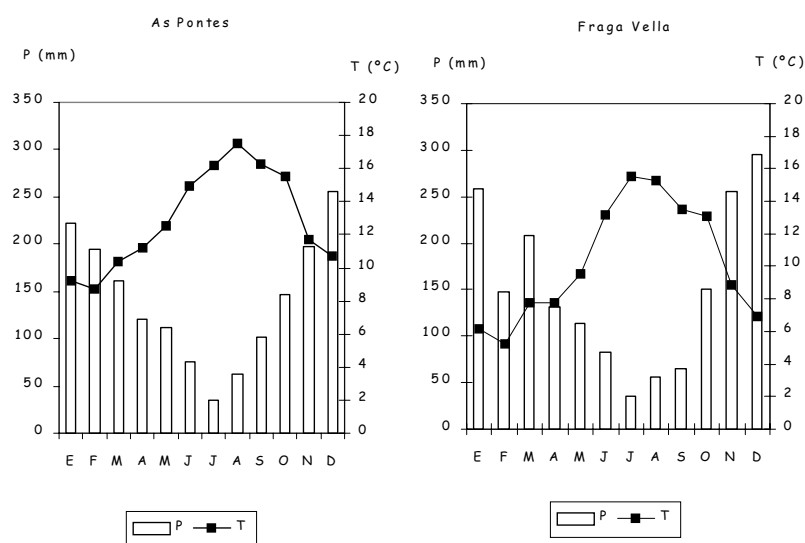
En cuanto a la **temperatura**, el valor medio anual oscila entre los 7,4 °C, en las cotas más altas y los 10 °C en las cotas más bajas. El fenómeno de continentalidad, evaluado mediante la media de las mínimas del mes de Enero, se muestra poco acusado en las Sierras Septentrionales, influidas por la acción marina, dicho parámetro no desciende de los 3 °C. Las temperaturas medias invernales oscilan entre los 3,9 y 5,1 °C, dependiendo de la altitud, y las estivales entre los 11,7 y 13,2 °C. El carácter oceánico de esta franja montañosa, frente al régimen más continental de la zona interior (Terra Cha) se evidencia también al considerar las amplitudes térmicas moderadas (entre 8 y 10 °C), características de ambientes oceánicos, aunque el frío invernal se hace evidente por las frecuentes nevadas y en la permanencia de la nieve en los tramos altos de la sierra.

La presencia frecuente de **nieblas** estivales se debe al régimen de temperaturas relativamente bajas y a las situaciones de estabilidad anticiclónica que generan entradas de aire superficial del primer

y tercer cuadrante, permitiendo el desarrollo de nubes de estancamiento; estas últimas, junto con las nieblas de irradiación constituyen el fenómeno de la denominada “criptoprecipitación” (lluvias ocultas) característico de la zona de estudio y colaboran a aumentar los aportes hídricos contribuyendo a la existencia y mantenimiento de los humedales de la Serra do Xistral (Castillo Rodríguez, 2001).

El estudio climático del área se ha completado con los datos tomados de Carballeira y col. (1983), normalizados para un período de 29 años, correspondientes a las estaciones termopluviométricas más cercanas: As Pontes (Central térmica) (370 m., 43°27'N 7°30'W). En la Figura III.21 se muestran los climodiagramas correspondientes.

Figura III.21. Climodiagramas de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio



Además, se ha calculado el **balance hídrico mensual**, suponiendo una reserva de agua en el suelo de 100 mm, que viene a indicar que los correspondientes períodos de reserva de agua útil (PRAU), sequía absoluta (PSA) y recarga (PR) son los siguientes:

	As Pontes	Fraga Vella
PRAU	1/junio a 23/Julio	1/junio a 30/Julio
PSA	24/julio a 30/Agosto	1/agosto a 30/agosto
PR	1/setiembre a 16/octubre	1/setiembre a 23/octubre

A pesar de los resultados obtenidos a partir de los datos normalizados de precipitación y evapotranspiración potencial (ETP), hay que tener en cuenta que en las cotas más altas de la zona de estudio, donde está prevista la instalación de los parques eólicos, las condiciones serán notablemente diferentes: con mayor precipitación, menor ETP, una elevada humedad ambiental y precipitación oculta en forma de nieblas. No debe haber periodos de sequía prolongados, pues de otra manera no se explica el mantenimiento de Histosoles y las formaciones de turbera en la Serra do Xistral.

Al igual que se indicó en el apartado de la geomorfología, los factores climáticos se van a convertir en los principales motores del modelado fluvial a lo largo del Cuaternario y en la actualidad determinan en buena medida las características hidrogeológicas de la zona de estudio.

III.2.1.7. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Como se ha referido anteriormente, a finales del Terciario el relieve de Galicia se caracterizaría por la suavidad de formas (Pérez Alberti, 1982, 1986, 1991) en los bloques previamente dislocados por la fracturación tardihercínica. Aunque posiblemente ya estarían configurados algunos elementos representativos del relieve actual de Galicia, la principal fase de elevación de las sierras gallegas durante la Orogenia Alpina se debió producir en la segunda mitad del Terciario (Valcárcel y Pérez Alberti, 2001), reactivando la intensa fracturación tardihercínica hasta por lo menos principios del Cuaternario (Pérez Alberti, 1982). Los procesos tectónicos actuaron a diferentes escalas espaciales, en consonancia con el recorrido y longitud de fallas y fracturas, pudiendo determinar:

1) los límites entre las cuencas, por ejemplo, generando las depresiones en cuyos bordes se perfilan las divisorias de aguas, por ejemplo, la Serra da Carba es la divisoria de aguas entre las cuencas de los ríos Eume y Miño, y transición entre la Serra do Xistral y la depresión de A Terra Cha.

2) los trazados de los cauces en buena parte de su recorrido, siendo destacable su frecuencia en el afloramiento de A Toxiza (Hoja núm. 24), afectado por la red de fracturas y fallas de dirección WNW-ESE, característica de la fracturación tardihercínica, y que ha condicionado la formación de las turberas mineralotróficas y las formas de agua asociadas existentes en la actualidad, tanto en posición topográfica de fondo de valle como en los alvéolos de alteración. Así, en la Cuenca del Masma, la tectónica de fracturación es la que facilita la erosión remontante de carácter fluvial, torrencial y especialmente periglacial (Asensio y Copa, 1985), que permite comprender la morfología de la cuenca (Río Barja y Rodríguez Lestegás, 1992).

El **basculamiento** de los bloques en que resultó dividido el territorio a favor de la fracturación tardihercínica, estableció las direcciones preferentes de drenaje y escorrentía y generó un amplio abanico de áreas diferenciadas con mayor o menor inclinación, hasta 12 niveles reconocibles a escala 1:250.000 (Pérez Alberti, 1986), que ha condicionado el encajamiento de la red fluvial en un claro fenómeno de antecendencia (Araújo y Pérez Alberti, 1999). En lo que se refiere a la zona de estudio, cabe destacar la disimetría que existe en la forma de los valles al norte y al sur de las Serras Septentrionales, a la que también contribuyen la diferente intensidad de encajamiento de la red fluvial y la distancia al nivel de base inferior en los ríos Landro y Sor (al W de la zona de estudio), que deben salvar un fuerte desnivel en un trecho muy corto en comparación con los que desembocan en el Atlántico, especialmente los de la cabecera del Miño, que realizan descensos mucho más suaves (Pérez Alberti, 1994).

El **encajamiento** progresivo de los cauces de agua ha tenido lugar en muchos casos desde la cabecera, como en los ríos Masma (Pedrido), Eume, Landro y Sor y persiste a lo largo de todo su recorrido en el Eume y en el Sor, que discurren en medio de laderas empinadas, al igual que sus respectivas redes hidrográficas. Por el contrario, el Masma, el Ouro, el Trimaz o el Espiñarco, que circulan encajados en sus cabeceras, ven ampliada su cuenca al discurrir por amplias planicies a medida que penetran en las depresiones de Ouro-Moucide, A Terra Cha o en el amplio alveolo-depresión de Mondoñedo (Pérez Alberti, 1994), que no pudieron ser elaborados por la erosión diferencial únicamente (Río Barja y Rodríguez Lestegás, 1992). En definitiva, un ejemplo más de las muchas interacciones entre fenómenos tectónicos y dinámica fluvial que explica el relieve actual de la zona de estudio.

Sin embargo, aunque parece evidente que los grandes trazados de las cuencas están en íntima relación con la evolución geotectónica del territorio, el papel de la **litología** juega en algunos casos un papel importante en aspectos relacionados con el relieve en general y con la morfología de las cuencas en particular. Siguiendo a Pérez Alberti (1995) cabe destacar la existencia de sectores con materiales bien diferenciados; así, al oeste de un hipotético eje Viveiro-Muras-Chao dominan rocas esquistosas, pizarras, neises y cuarcitas formando bandas con dirección norte-sur. Los materiales más resistentes, las cuarcitas, “arman” las alineaciones de montes que constituyen las divisorias entre los ríos Landro y Sor y dan forma rectangular a sus cuencas. De forma similar, los afloramientos cuarcíticos de las Serras do Xistral y Buio también han condicionado en gran medida la configuración de la vertiente oriental de la cuenca del Landro. Por el sur de la zona de estudio, la transición entre la Serra do Xistral y A Terra Cha viene definida por el afloramiento cuarcítico de la Serra da Carba, que constituye la divisoria entre los ríos Eume, al norte y Miño, al sur.

En lo que se refiere a las **aguas subterráneas**, las litologías de la zona presentan características hidrogeológicas impermeables, por lo que no hay áreas aptas que configuren grandes almacenamientos. Únicamente cabe esperar una cierta reserva de agua subterránea en relación con zonas en las que la tectonización (fracturas y diaclasas) hayan actuado de manera más clara, en zonas de desigual lajosidad o en los depósitos cuaternarios no consolidados, entre los que se encuentran las turberas. Dentro de las primeras destacan los depósitos residuales debidos a la alteración de las rocas, entre los que destacan las saprolitas desarrolladas a partir de las rocas graníticas. Las posibilidades de explotación hidrogeológica se limitan a la realización de captaciones a cielo abierto de escasa profundidad (como las que abundan en la región) sobre las zonas más alteradas superficialmente, aunque los caudales rara vez sobrepasarán los 1,5 l/s. En estas áreas las condiciones de drenaje superficial son óptimas, observándose una marcada red de escorrentía a través de los planos de esquistosidad o diaclasamiento cuando el relieve es acusado.

Como compensación, la zona de estudio se caracteriza por una elevada pluviosidad repartida a lo largo de todo el año, que alimenta una red hidrográfica controlada por las potentes formaciones de

turberas que recubren los fondos de los valles, cumbres y laderas de gran parte de la superficie. De esta manera, las turberas funcionan como auténticos reservorios de agua e intervienen en el control hidrológico a diferentes niveles. Debido a la posición de cumbre que ocupan las turberas ombrotóricas son captadoras de agua de precipitación, que es retenida en virtud de las propiedades físicas del material orgánico que compone la turba. De esta forma ante extremos de precipitación actúan como moduladores de la descarga hídrica al retrasarla frente a los máximos pluviométricos. Este mismo mecanismo regula las descargas hidrológicas durante el deshielo, evitando las riadas e inundaciones y facilitando la estabilidad de las formaciones sedimentarias ubicadas a menor elevación. Pero este control hidrológico también influye indirectamente sobre el clima, facilitando las regulaciones microclimáticas al provocar la formación de nieblas y rocío y evitando o mitigando las heladas (Macías y col., 1998).

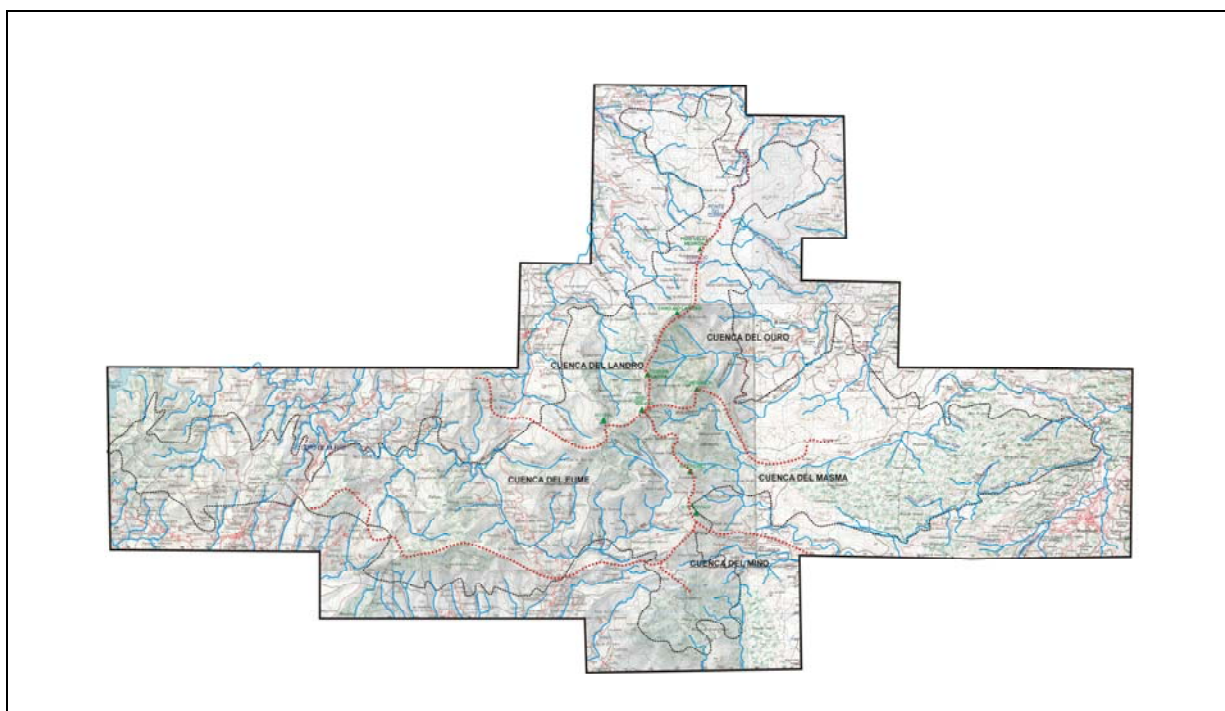
Las precipitaciones, repartidas a lo largo de todo el año, y las turberas constituyen las principales fuentes de la **red fluvial** existente en torno a dicha sierra (Figura III.22), red que se organiza en varias cuencas que drenan las aguas a la vertiente cantábrica (Masma y Ouro) y atlántica (Sor, Landro, Eume y Miño). La distribución espacial de las cuencas de estos cursos de agua en la zona de estudio es como sigue:

- Al norte, se sitúan de Oeste a Este las cuencas de los ríos Sor, Landro que presentan dirección Norte, y Ouro, con dirección Este, que desembocan en las Rías do Barqueiro, Viveiro y Fazouro, respectivamente.
- Al sur de las anteriores se encuentran las cuencas del Eume (que se dirige al Oeste) y el Masma, con dirección Este, hasta desembocar en las rías de Ares y Foz, respectivamente.
- En el sector más meridional de las Sierras de Xistral y Carba se localizan los tributarios de primer orden y siguientes que llevan las aguas al río Miño.

También cabe destacar que al noreste del Xistral, la Serra do Buio separa la cuenca del río Ouro de los ríos Regueira, Cobo y Xuncos, pertenecientes también a la vertiente cantábrica. En general, la proximidad de las sierras donde tiene lugar su nacimiento a la línea de costa explica el corto recorrido de estos ríos cantábricos, cuyos valles son encajados en la cabecera y se van ensanchando al aproximarse a su desembocadura.

Los límites orientales de la cuenca del Sor con la cuenca del río Landro vienen definidos por una alineación montañosa orientada con dirección general N-S y compuesta por los Montes de Montalén, Carballosa, Penas Gordas, Curuxeiras y Coto Redondo; estas tres últimas cumbres están incluidas en el polígono de investigación del parque eólico Curuxeiras, que se localiza al W de la Serra do Xistral. Por el sur, la divisoria con la cuenca del río Eume viene delimitada por la presencia de los Montes de Bustelo, Montouto, Outeiro Grande y Coto Redondo, que presentan dirección general W-E.

Figura III.22. Mapa hidrográfico de la Serra do Xistral



La divisoria entre los ríos Landro y Ouro está constituida por la alineación montañosa que dibuja el espinazo de la Serra do Xistral, esto es, las áreas cuminales de los montes, de norte a sur: Penido Novo, Coto da Cubela, Pico Velilla Medroso, Chao do Lamoso, Coto da Lagoa y Seixo Blanco. Al sur de este cordal y con dirección perpendicular se encuentra una alineación de montes que separan las cuencas de los ríos Landro y Ouro de las correspondientes a las del Eume (al oeste) y Masma (al este). Se trata de los montes, enumerados de W a E, Outeiro Grande, Coto Redondo, Talmante, Xistral, Seixo Blanco, Cadramón, Montemaior y, ya fuera del área de estudio, Monte de Leboeiro y Pena do Boi. A su vez, la divisoria entre las cuencas fluviales de Eume y Masma viene definida por los montes Seixo Blanco, Lombo Pequeño, Redondiño y Marinas del Real.

Paralela y al sur de la anterior, las cumbres del Peñote, Sodeal, Carba, Limpadoiro. Penas da Mosa, Pena Cadeira, Coto do Pico y Pena da Roca constituyen de W a E la divisoria entre las cuencas de Eume y Masma y la cuenca del Miño.

El **régimen fluvial** corresponde al tipo pluvial, oceánico a atlántico, en el que la alimentación del río viene condicionada únicamente por la distribución anual de las precipitaciones, encontrándose una notable semejanza entre pluviogramas de la cuenca y el hidrograma del río. En todos los casos las precipitaciones son abundantes y bien repartidas a lo largo del año, con una breve inflexión estival que tiene lugar en los meses de julio (Masma, Landro, Eume, subcuenca miñense en la zona de estudio) o julio y agosto (Ouro). Dentro de lo que se considera el macroclima oceánico de Galicia, la Terra Cha ofrece un clima de matiz subcontinental condicionado por el carácter depresionario de las superficies eógenas rodeadas por relieves residuales que atenúan el paso de las masas oceánicas dándole un matiz de continentalidad (Río Barja y Rodríguez Lestegás, 1992).

La acción fluvial a lo largo del Holoceno generó **depósitos de material aluvial** que, según describen Bastida y col. (1984), son poco como poco abundantes y de pequeña extensión en la zona de estudio, debido a que los ríos son poco caudalosos y circulan encajados en el sustrato, salvo en su curso más bajo donde los depósitos aluviales presentan un mayor desarrollo. Están constituidos por conglomerados heterogéneos, con matriz areno-limosa, frecuentes intercalaciones de lechos y capas irregulares de arenas y limo-arcillosas.

Los bloques de gravas son fundamentalmente cuarcíticos, estando la fracción arena formada por cuarcita y cuarzo en proporciones variables. Con carácter accesorio existen algunos cantos procedentes de los esquistos, siendo más accidental la presencia de cantos de granito. La potencia de estos sedimentos es muy variable, si bien, como tónica general, raramente superan los 5 ó 6 m de espesor.

Por su particular desarrollo destacan las terrazas asociadas al río Ouro en su recorrido sobre el macizo de A Toxiza, fuera de la zona de influencia de los parques eólicos. A pesar de su extensión reducida y carácter discontinuo, se han podido distinguir tres niveles de terrazas que diversos autores (Asensio Amor y Nonn, 1964; Nonn, 1966) interpretan como eustáticas y de edad pleistocena; según los mismos, parecen confirmar la hipótesis de que durante el interglaciar Mindel-Riss las condiciones de la actividad fluvial eran parecidas a las actuales, por lo menos en las regiones esquistas, si bien con una tendencia hacia condiciones climáticas más frescas, bajo las cuales las acciones mecánicas (gelivación) debieron jugar un papel preponderante en la erosión. En Beloi, a 11,7 km. del nacimiento del Ouro y en Falla, a 18,3 km. se encuentran terrazas inferiores, a 5 m sobre el curso actual del río. Existen otros depósitos, localizados a un nivel de 12-15 m, uno de ellos, muy extenso, en Lagoa, al N de Beloi y el otro en Trasmonte, al noreste de la zona de estudio y muy alejados de la zona de influencia de los parques eólicos.

Los abundantes ríos y arroyos de la zona de estudio tienen su nacimiento en **fuentes o manantiales**, siendo muy comunes los afloramientos en las partes altas de las laderas que dan salida de forma natural al exceso de agua almacenada en las formaciones de turbera. Ya se ha referido anteriormente el papel de las turberas en el control hidrológico a diferentes niveles, siendo destacable la frecuencia de las acumulaciones de agua en forma de pequeñas **charcas temporales** en las zonas de cumbre aplanada, como se ha observado de forma frecuente en la Serra do Xistral.

Dentro de los **usos y aprovechamientos** a que son sometidos los recursos hídricos de la zona de estudio, cabe tener en cuenta:

- Los molinos de agua, muy escasos en comparación con otras zonas de Galicia debido probablemente a la temporalidad de los cursos de agua existentes, a la escasa población del área, que se concentra preferentemente en los valles, al abrigo del rigor climático imperante en las áreas de mayor altitud.

- La presencia de las centrales hidroeléctricas en el río Landro: Xerdiz, en las proximidades de la aldea de Santa Mariña, que desvía parte de las aguas de este curso de agua mediante un canal y una tubería, y Chavín, alejada de la zona de afección. Además también cabe mencionar la central de Tronceda, aguas arriba de la localidad de Cabana, en el río Masma.
- Los cotos de pesca existentes en las cuencas y subcuencas afectadas por la proximidad a las áreas de instalación de parques eólicos en la Serra do Xistral, cuya denominación y descripción se resumen en la Tabla III.6. Se trata de los cotos de Muras en el río Eume, Xerdiz y Viveiro, en el río Landro, que podrían verse afectados en caso de darse la concurrencia de las peores condiciones constructivas y meteorológicas posibles. Los cotos del Masma (Mondoñedo y Celeiro) o del río Ladra (Madalena) en la cuenca del Miño se encuentran lo suficientemente alejados como para verse afectados por las instalaciones previstas.

Tabla III.6. Descripción de los cotos de pesca existentes en las cuencas de los ríos de la zona de estudio.

Eume	Muras	Límite superior en el puente de Samil hasta el puente de Casateita, O Batán (municipio de Muras)
Landro	Xerdiz	Se extiende desde su límite superior en el puente de Ferreira en el Landro y en el puente de Currás (en el río Xestosa, afluente del Landro), hasta la presa de Piegalbo en el Landro.
	Viveiro	Desde la desembocadura del Río das Balsadas en el Landro.

III.2.1.8. EL MEDIO EDÁFICO

El relieve constituye uno de los factores de formación de suelo de mayor peso en las áreas de montaña y en buena medida determina que la principal característica de la edafogénesis en las Serras Septentrionais de Galicia sea el predominio de los procesos erosivos que conducen a la presencia de perfiles esqueléticos o de escaso desarrollo, con secuencias verticales de tipo AR, gran número de afloramientos rocosos, así como suelos de origen coluvial debido a los procesos de acumulación de materiales arrastrados a lo largo de las laderas y con una fuerte influencia periglaciaria.

Junto al relieve, en la Serra do Xistral es manifiesto el papel de otros dos factores de formación estrechamente ligados a las formas topográficas a través de relaciones causa-efecto. Dichos factores, que han mostrado una relativa variabilidad en este territorio a lo largo del tiempo son, por un lado el clima, debido a la existencia de un fuerte gradiente termopluviométrico dependiente de la altitud y por otro, los materiales de partida del suelo, ya descritos en su apartado correspondiente. De forma resumida cabe recordar que se trata de materiales cámbricos (cuarcitas del Cámbrico Inferior) que forman una ancha banda que aflora en las cotas más elevadas de la Sierra, precámbricos que han sufrido un metamorfismo regional tenue o medio, constituidos por filitas, micaesquistos y gneises anfibólicos a ambos lados de la anterior y los afloramientos graníticos de Monseibane y A Toxiza en

el sector oriental de la zona de estudio. El grado de alterabilidad decrece en la secuencia: rocas esquistosas de la serie de Trastoy > rocas graníticas > gneises, esquistos y filitas de la Serie de Villalba > cuarcitas cámbricas, como corresponde a sus diferencias en las condiciones de formación, composición mineralógica, estructura y textura de las rocas.

Por otro lado, el efecto modelador de las condiciones climáticas, y sus variaciones a lo largo del tiempo, sobre los diferentes materiales de partida ha condicionado a su vez, la existencia de las distintas unidades de mesorelieve presentes en las sierras en la actualidad. En este sentido, los aspectos topográficos de mayor interés en el estudio de los distintos tipos de suelo vienen a ser la altitud, que condiciona la cantidad y distribución de las precipitaciones, y sobre todo la pendiente, al determinar la existencia de áreas con diferentes condiciones de drenaje y, consecuentemente, de diferentes sistemas de alteración edafoquímica.

Así, en las posiciones de cumbre con baja pendiente o en sus proximidades, donde las precipitaciones son abundantes y las temperaturas bajas, se han formado turberas ombrotáficas o de cobertor. También en pequeños valles o depresiones con descenso de la pendiente y nivel freático elevado se presentan áreas con drenaje impedido e intensa acumulación de materia orgánica que dan origen a las turberas minerotáficas. Estos suelos, de origen orgánico por las peculiares condiciones de formación, asociados a las áreas mal drenadas, se clasifican como Histosoles y en la presente memoria se denominan genéricamente con el nombre de turberas, término que también se emplea indistintamente para designar el tipo de ecosistema, hábitat o ambos que sostienen en su función de sustrato edáfico.

Por el contrario, en las áreas de fuerte pendiente se originan suelos de bajo grado de evolución, en los que el drenaje y la escorrentía superficial contribuyen a la rápida eliminación del agua de los suelos de modo que las condiciones de hidromorfía no son persistentes o tienen una corta duración. En estas condiciones y a la escala de trabajo manejada, el tipo de roca juega un papel fundamental en los procesos de edafogénesis.

En la Serra do Xistral son también frecuentes los suelos que registran varios ciclos de desarrollo, hasta cinco, donde Moares Domínguez (1994) y Moares Domínguez y col. (1995) han evidenciado la existencia de fases alternantes de mayor o menor intensidad de podsolización desde el Dryas reciente (a finales del periodo Tardiglaciario; 17.000-18.000 BP, según Muñoz Sobrino, 2001).

Considerada en conjunto, la zona de estudio cumple las condiciones enunciadas por Glazosvkaya (1983) y Macías y col. (1988) para la formación de podsoles (clima húmedo, materiales de granulometría arenosa, con gran permeabilidad y déficit de bases, Fe y Al en el material de partida o una escasa evolución y baja velocidad de alteración (Martínez Cortizas y Moares Domínguez, 1995). Así, sobre los materiales graníticos de A Toxiza, aparecen horizontes espódicos bien desarrollados en niveles altitudinales elevados, en ciclos profundos del perfil, con edades estimadas de 8.500-8.000 años; en algunos perfiles se encuentra también un segundo frente de podsolización más superficial, a

veces asociado a la base de horizontes A (criptopodsolización) con una edad de 2.500-3.000 años, en correspondencia con las condiciones climáticas frías de inicios del Holoceno y de la etapa fría de la Edad del Hierro, respectivamente propicias para el desarrollo de este tipo de edafogénesis.

Por otro lado, los ciclos de suelos que se desarrollaron en el Holoceno Inferior y en el óptimo climático del Holoceno Medio (Subboreal y Atlántico, respectivamente) no presentan características apreciables de movilización de formas de Fe y Al, pero sí el desarrollo de horizontes B cámbico. Este hecho indica una mayor intensidad de los procesos de meteorización química y biológica pareja al óptimo de temperaturas y de vegetación arbórea.

Junto a las evidencias climáticas deducidas de la evolución edáfica en la Sierra y en consonancia con ellas, los perfiles de suelos y las turberas de las Serras Septentrionales incluyen también los registros polínicos que han permitido conocer la evolución de la vegetación a lo largo del Holoceno y arrojar luz sobre las interacciones entre los factores climáticos y bióticos (vegetación y especie humana) que han conducido al paisaje actual de la zona de estudio, aspectos que se recogen en el apartado Historia de la vegetación.

A continuación se describen los procesos de edafogénesis, las características físicas y químicas y las unidades de suelo más frecuentes en la zona de estudio (Macías y Calvo, 1992). Por los motivos expuestos anteriormente, la descripción de los distintos tipos de suelos, las condiciones de su génesis y las características fundamentales se realiza atendiendo a los distintos tipos de materiales geológicos presentes en la zona. Sin embargo, los suelos orgánicos tipo turbera, que se localizan mayoritariamente sobre rocas cuarcíticas, se describen de forma individualizada debido a la gran extensión que ocupan en la zona de estudio y a la singularidad e importancia de su conservación.

1. Suelos desarrollados sobre materiales orgánicos

El estudio y tratamiento de las formaciones edáficas existentes en los terrenos de la zona LIC Serra do Xistral afectados por proyectos de parques eólicos se realizó de forma muy detallada y haciendo especial hincapié en la identificación y cartografía de los complejos turbófilos y, de forma particular, de las turberas ombrotóficas. Los motivos fueron por un lado el papel clave de la función del suelo en el mantenimiento y sostenibilidad de los hábitats de mayor interés en la sierra, y por otro lado, las singulares condiciones de formación y evolución de estos ecosistemas húmedos que hacen de enorme interés su estudio y preservación. En efecto, Galicia es la comunidad española con la más amplia distribución y variedad de turberas y donde se localiza el límite suroccidental de la presencia en Europa de turberas ombrotóficas, formaciones éstas singulares en su desarrollo, extremadamente frágiles y especialmente poco representadas; sin embargo en las Serras Septentrionales de Galicia se encuentra la mayor concentración de estos humedales de toda la Península Ibérica, escasamente alterados por factores no naturales, asociados a las cumbres y protegidos por un gran complejo turboso.

El denominado complejo de turberas de las Serras Septentrionais ocupa al menos una extensión próxima a las 8.000 ha, constituyendo un territorio netamente delimitado y continuo en el que se suceden y superponen en el espacio gran cantidad de clases y formas de turberas, junto a otros humedales de agua dulce como charcas, lagunas y arroyos (Pontevedra Pombal, 2002). En dicho territorio se encuentran formaciones de turberas atlánticas, ácidas, en diversas posiciones topográficas, básicamente cima, ladera, alvéolos de alteración y fondos de valle (principalmente en las cabeceras de los valles de ríos y arroyos que discurren en las proximidades de las cumbres) que, según el autor anteriormente citado se han desarrollado durante el Holoceno y, probablemente también, durante el último período glaciario.

En las cotas más altas de la zona de estudio existen turberas ombrotróficas cuya profundidad puede superar los 3 m, como en la línea de cumbres de Barreiras do Lago, extendiéndose por las laderas de los montes hasta la cota de 850 m con espesores inferiores. Pero las unidades más profundas son más frecuentes en posición de fondo de valle o alvéolo, pudiendo superar los 12 m, como la turbera de Chan da Cruz, localizada a pie del monte Cadramón (Martínez Cortizas, com. pers.).

Las turberas de fondo de valle se localizan en las cabeceras de los valles de los cursos de agua que tienen su nacimiento en la Sierra, destacando por su extensión las que se encuentran entre los montes de Valdeinfernos y la alineación de cumbres Pena da Silva y Coto Canelo, incluidos en los polígonos de los parques eólicos Labrada y Montemaior Norte.

La alteración de los afloramientos graníticos ha favorecido la existencia de un conjunto de áreas deprimidas a diferentes altitudes en las que se han desarrollado las turberas de alvéolo. Destaca como la de mayor entidad en la zona de estudio la de Veiga do Tremoal (también conocida como Pena Vella).

Al contrario de lo establecido por Ramil Rego y col. (1996a), la presencia de turberas en la Serra da Carba, se limita a unidades minerotróficas de pequeña extensión localizadas en las cabeceras de los valles de los arroyos que nacen en las laderas orientadas al N de los montes que comprende el polígono del parque; es el caso de la formación existente en el valle del arroyo que nace en Chao de Lousas y que discurre por el sur de la aldea de Corbelle con dirección Este hasta desembocar en el río Eume. Dicha formación se localiza al N del polígono y a unos 250 m del aerogenerador nº 31 (Macías y col. 1999a, 1999b). Con esta salvedad y según la cartografía sintética elaborada por el citado autor, el complejo de turberas tapiza las cumbres, laderas de los montes de la Serra do Xistral e Cadramón y sus valles asociados. Con una longitud máxima de aproximadamente 15 km y anchura variable entre 2 y 20 Km. dependiendo de las zonas, presenta dirección general NNE-SSW, extendiéndose por el norte hasta el monte Penido Novo y sus prolongaciones en Alto de Curuxeiras, Penido Vello y Pedra Furada; alcanza el macizo da Toxiza por el SE y se prolonga en dirección sur hasta las cumbres de Aira Vella y Campo do Foixo. Al Oeste de dicha unidad se encuentra otra de inferiores dimensiones

sobre el afloramiento cuarcítico que configura la alineación compuesta por los montes Curuxeira y Coto Redondo.

En esta área de estudio, la existencia de extensas zonas de aplanamiento que dificultan el flujo del agua, la elevada pluviosidad, que puede alcanzar los 2000 mm en las zonas cuninales y en forma de nieve durante cortos períodos, la presencia de nieblas casi continuas y el frío en las mayores altitudes condicionan en conjunto, la existencia de ecosistemas húmedos, suelos con hidromorfía próxima a la superficie o verdaderas lagunas, permanentes o estacionales. En estas situaciones la velocidad de acumulación de restos orgánicos en la superficie es superior a las tasas de descomposición y mineralización de la misma, debido a las dificultades que imponen el frío y, sobre todo, la baja difusión de oxígeno.

Como resultado de estas situaciones se forman suelos con una elevada cantidad de materia orgánica, de carácter turboso o verdaderas turbas, cuyo espesor se incrementa con el tiempo, creciendo hacia la parte superficial y alejándose del sustrato litológico. Son ecosistemas dinámicos en cuyo inicio las condiciones de hidromorfía son la clave para el desarrollo del depósito y cuya evolución viene determinada por la interacción entre los factores de formación que actúan sobre sus propiedades físicoquímicas, variables tanto espacial como temporalmente.

Las condiciones que favorecen el proceso de turberización y la formación de este tipo de suelos son las que limitan tanto la intervención del oxígeno atmosférico como oxidante como la actividad degradativa de los restos vegetales por los microorganismos del suelo, entre las que se encuentran el drenaje impedido o ralentizado, un nivel freático elevado, temperaturas bajas y la escasez de nutrientes asimilables (especialmente de nitrógeno). Las condiciones redox más favorables para la formación de las turbas tienen lugar entre 0 y 200 milivoltios, intervalo en el que la concentración de oxígeno disuelto en agua es prácticamente nula y tanto las bacterias aeróbicas como las anaeróbicas facultativas encuentran grandes dificultades para metabolizar los residuos orgánicos. En condiciones de encharcamiento el material turboso actúa de manera similar a una esponja y las aguas retenidas que rellenan los poros del suelo son muy poco movilizables, lo que dificulta la difusión del oxígeno atmosférico que sólo puede penetrar en los momentos en que no hay aportes de lluvia y cuando el nivel freático ha descendido.

Las bajas temperaturas también influyen frenando la actividad metabólica de los microorganismos del suelo, lo que limita la velocidad de mineralización. Este hecho explica la abundancia de los suelos turbosos en áreas frías de latitudes o altitudes elevadas y su menor frecuencia en las zonas templadas, subtropicales o tropicales. No obstante, debe aclararse que incluso en estas zonas es posible la existencia de este tipo de suelos siempre que se produzcan las condiciones adecuadas para ello, que exigen una mayor disminución de las condiciones de oxidación (drenaje más impedido y presencia de reductores) y una mayor producción de biomasa a medida que se incrementa

la temperatura. Este es el caso de las formaciones de marismas o pantanos de medios templados y tropicales.

Desde el punto de vista químico las condiciones idóneas de formación de turba se producen en ambientes con pH fuertemente ácido (3-4) o muy alcalino ($> 8,0$) y la pobreza de nutrientes asimilables, en especial de nitrógeno, condiciones que restringen fuertemente la actividad biológica descomponedora. En lo que respecta a las condiciones anaeróbicas el requerimiento de nitrógeno para la descomposición de la materia orgánica es notablemente inferior, del orden de un tercio de la concentración media necesaria para la descomposición aeróbica (Williams y col., 1968), por lo que la actividad microbiana edáfica puede producir una rápida liberación de N amoniacal (la actividad nitrificante está impedida) a partir de restos vegetales, que pueden tener una relación C/N elevada, en todo caso superior a la requerida para la mineralización en condiciones aeróbicas. Sin embargo, la mayor parte de este nitrógeno asimilable es movilizado rápidamente en la biomasa microbiana, desde donde será remineralizado a una tasa muy baja en condiciones aeróbicas y aún más lentamente en condiciones anaeróbicas (Neue, 1985). En todo caso, la velocidad de descomposición, incompleta, de los restos vegetales está ralentizada debido a las condiciones de temperatura, humedad o ambas que prevalecen en este tipo de suelos, favoreciendo su acumulación y convirtiendo a las turberas en medios fuertemente distróficos, en los que solamente pueden desarrollarse de forma adecuada especies vegetales muy poco exigentes en nutrientes y capaces de aprovechar las pequeñas cantidades de nitrógeno inorgánico aportadas por la lluvia o las aguas de escorrentía, así como las plantas carnívoras que tienen en la captura de pequeños insectos la fuente de nitrógeno necesaria con que satisfacer sus necesidades de este nutriente.

A mayor abundamiento, la escasez de nitrógeno disponible para las plantas, menos eficientes que la biomasa microbiana en la competición por el N asimilable edáfico, puede verse agudizada en ciertas condiciones por el proceso de desnitrificación, generalmente asociado a suelos con pH entre 6 y 8, que constituye el rango óptimo para los organismos mediadores, y favorecido en condiciones de hidromorfía o encharcamiento. Ahora bien, este proceso ha sido detectado en suelos muy ácidos y no es infrecuente en áreas encharcadas próximas a campos de cultivos desde los que el nitrato es transportado en las aguas de drenaje o escorrentía. Como resultado de la acción conjunta de todos estos factores, en el proceso de formación de turberas se produce una escasez de nitrógeno y también, aunque en menor medida, de fósforo, potasio y oligoelementos, lo que crea unas condiciones edáficas especiales en las que sólo las plantas adaptadas a estos ambientes pueden desarrollarse.

Por otro lado, a medida que se produce la acumulación de materia orgánica decrece la influencia del sustrato inorgánico y la vegetación se aísla progresivamente del subsuelo. En consecuencia, el estado nutricional pasa a depender cada vez más de los aportes externos por vía atmosférica en detrimento de los aportes del sustrato litológico y de las aguas superficiales. Las limitaciones de fertilidad se hacen más acuciantes cuando el sustrato es cuarcítico o la tasa de alteración es muy baja por efecto del frío y la posición topográfica sólo permite el aporte de aguas

pluviales. Estas son las condiciones típicas de las turberas situadas en las posiciones culminantes del relieve de la Serra do Xistral, en las que se produce una dependencia casi exclusiva de los aportes atmosféricos, denominándose este proceso ombrotrofización y turberas ombrotróficas a las producidas en estos casos. En su desarrollo, las turberas de cima pasan por una fase mineralotrófica inicial, cuando su espesor es escaso y las plantas pueden extraer nutrientes de los materiales geológicos subyacentes pero, a medida que se incrementa su espesor la dependencia de la atmósfera también aumenta, pasando a un estado de ombrotrofización en el que se instalan las comunidades y asociaciones vegetales que se adaptan a los diferentes ambientes en función de la importancia de las limitaciones físicas (drenaje, bajas temperaturas) y químicas (disponibilidad de oxígeno y nutrientes). Se trata de especies con escasas exigencias nutritivas, como las del género *Sphagnum* o con estrategias eficaces de obtención de nutrientes, como las plantas insectívoras (géneros *Drosera*, *Pinguicula*).

Las limitaciones de fertilidad son menores cuando el sustrato litológico y/o las aguas freáticas o de circulación lateral aportan nutrientes, como sucede en las denominadas turberas mineralotróficas, localizadas en posiciones de valle o de ladera, si bien los procesos de acumulación y turberización de la materia orgánica se produce de forma similar. La evolución de las turberas mineralotróficas conduce a la formación de áreas con condiciones de ombrotrofia, denominándose entonces turberas elevadas.

Existen por tanto, una cierta variedad de condiciones edáficas en las que pueden presentarse formaciones turberiformes y sus comunidades vegetales asociadas. Esto significa que no hay plantas formadoras de turba sino suelos con condiciones físico-químicas que impiden el desarrollo de muchas plantas y llevan al predominio de determinadas comunidades adaptadas a ambientes pobres en nutrientes y con baja disponibilidad de oxígeno. Sus restos vegetales son escasamente mineralizados y el proceso de turberización se acelera y retroalimenta llevando progresivamente a comunidades cada vez más específicas hasta alcanzar las condiciones de ombrotrofia en las posiciones de cima, en las que los musgos (*Sphagnum sp*) y algunas ciperáceas constituyen la vegetación dominante.

Químicamente, los suelos se caracterizan por una acusada acidez y bajo contenido en cationes alcalinos y alcalinotérreos en el complejo de cambio, que es también bajo y debido básicamente a los coloides orgánicos. Se presentan carencias generalizadas de calcio, magnesio, potasio y fósforo. La relación C/N es muy elevada debido a la riqueza de materia orgánica, generalmente superior a 20. Las propiedades más características de estos suelos son una densidad aparente muy baja, elevada porosidad y alto contenido en agua. La materia orgánica está en general poco evolucionada, pudiéndose reconocer fibras vegetales en distintos grados de descomposición. Se aprecia un cambio de estas propiedades a medida que se profundiza en el perfil, con una tendencia al aumento del grado de descomposición de la materia orgánica y un incremento de la densidad, lo que repercute en un descenso de la porosidad y del contenido en agua.

Los suelos de turberas se clasifican normalmente como Histosoles, que son suelos orgánicos que presentan contenidos muy elevados de carbono orgánico, superiores al 12 ó al 18 % (las

exigencias dependen del contenido en arcilla de la fracción mineral) y que permanecen saturados con agua durante largos períodos de tiempo. Pueden presentar como horizontes de diagnóstico un horizonte H hístico. Los tipos de suelos dominantes en el área son Histosoles sápricos, úmbricos y dístricos, a los que acompañan en áreas puntuales Gleisoles úmbricos Histosoles fibrícos o tínicos.

Metodología del estudio de las turberas de la Serra de O Xistral

La obtención por parte de la sociedad INEUROPA EÓLICA DEL XISTRAL, S.A. de autorización administrativa para la construcción de parques eólicos (Alabe-Nordés, Alabe-Soán y Alabe-Cuadramón) en una zona de 3.138 ha de extensión en la Serra do Xistral generó una fuerte contestación por parte de colectivos ecologistas. Habida cuenta de los múltiples valores (edáficos, geomorfológicos, botánicos, faunísticos, etc.) del área y de la existencia de otros proyectos similares en las sierras de O Xistral y O Buio (Serras Septentrionais), varios equipos de trabajo del Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Biología propusieron la realización de un estudio de carácter preventivo, que permitiera la ordenación y el aprovechamiento de los recursos naturales existentes sin menoscabo de su calidad ambiental. Esta propuesta fue valorada positivamente por GESTENGA, la Consellería de Industria y por la Asociación de Promotores de Energía Eólica de Galicia (APEGA) por lo que el Departamento de Edafología e Química Agrícola de la Universidad de Santiago de Compostela fue encargado del estudio de delimitación de las formaciones superficiales más importantes en las áreas afectadas por la construcción de parques eólicos, con los siguientes objetivos:

a) Evaluar las características del medio en la situación previa a la ordenación de usos y aprovechamientos (geológicas, geomorfológicas, edáficas, etc.);

b) Crear una información cartográfica de detalle sobre formaciones de particular valor ecológico, paisajístico, científico, etc..., con especial interés en las turberas (ombrotáficas, minerotáficas) y suelos.

c) Estudio de detalle de las áreas afectadas por las construcciones (posiciones de aerogenerador y viales de acceso, etc.), declaradas en los proyectos de aprovechamiento eólico propuestos al amparo del Plan Eólico de Galicia.

d) Evaluar las distintas alternativas de implementación de los aprovechamientos eólicos que se produzcan en las diferentes propuestas de replanteo, si las hubiere.

El acuerdo de colaboración arriba referido quedó fraguado en el proyecto de investigación denominado "Turberas del Xistral", permitiendo la realización de trabajos de gabinete y de campo en un período de dos años. Tanto los aspectos metodológicos como la información obtenida en los mencionados estudios se recogieron como informes individuales de cada polígono de investigación, titulados "*Estudio de las formaciones edáficas afectadas por el parque eólico (nombre del parque eólico), con particular atención a las áreas de turbera*". Fueron incluidos, literalmente, en los

correspondientes Estudios de Impacto Ambiental de los parques eólicos proyectados en el espacio natural Serra de O Xistral- Cadramón y en la Serra da Carba y han constituido la base para la publicación de diversos estudios de índole científica, contribuyendo así a la divulgación de los valores de la Serra do Xistral. A mayor abundamiento, en algunos de los polígonos de los parques eólicos estudiados se realizó una cartografía de más detalle (escala 1:2.000) que se incluyó igualmente en el EsIA (junto con los análisis de las alternativas de acciones y diseño de los proyectos que fueron proponiéndose sucesivamente para minimizar los efectos ambientales).

Sin embargo, desde el punto de vista de la EIA las consecuencias fundamentales que se derivan del desarrollo de este proyecto de investigación son:

- La inmediata disponibilidad de información actual, fiable, veraz y contrastada sobre los diversos sistemas naturales que posee la zona de estudio en general y las áreas de afección en particular.
- La posibilidad de realizar simultáneamente la valoración de dichos sistemas naturales y su expresión cartográfica en la que se delimitan zonas prohibidas, zonas permitidas con condiciones y zonas de “libre” actuación.
- La integración de las consideraciones y condicionantes ambientales en las primeras fases de diseño de proyecto, lo que conlleva un considerable ahorro de tiempo y dinero, tanto en lo que se refiere a la fase de diseño de proyecto propiamente dicha como en las subsiguientes que componen un EIA, como valoración de impactos y medidas correctoras o atenuantes, que se van estableciendo y perfilando de forma paralela.

En definitiva, constituye una oportunidad de innovación metodológica en la elaboración de los EIA de los parques eólicos proyectado en las Sierras Septentrionales de Galicia, que permite la incorporación y el desarrollo del concepto de Evaluación Ambiental Estratégica no formal, caracterizada por su carácter eminentemente preventivo de los impactos derivados de la ocupación del suelo, permitiendo la reordenación de las infraestructuras de los parques a fin de aprovechar los recursos naturales existentes sin menoscabo de la calidad ambiental y de la conservación del patrimonio natural.

Durante la fase de estudios de gabinete se empleó la fotografía aérea (1:18.000) de la zona (Hojas del Mapa Topográfico Nacional núm. 8, 9, 23 y 24) que corresponden a los vuelos realizados por la Xunta de Galicia en 1994 con el objetivo de delimitar las áreas de uso forestal, matorral, cultivos y pastizal, afloramientos rocosos y una primera aproximación a las distintas formaciones de turberas presentes en el área de estudio, junto con los viales, senderos, pistas forestales y cortafuegos que pudieran ser de utilidad para los accesos de los polígonos de los parques eólicos y a las alineaciones de aerogeneradores. A partir de esta información se cartografían las áreas con las atribuciones arriba referidas a la base cartográfica 1:10.000 de la Consellería de Ordenación de

Territorio de la Xunta de Galicia (1981) y a la aportada por los promotores de los parques eólicos en la que se incluye el diseño inicial de proyecto.

Posteriormente, en sucesivas salidas al campo se analizan de forma detallada las unidades ambientales susceptibles de ser afectadas directamente por las instalaciones previstas en el correspondiente proyecto de parque eólico, centrando el esfuerzo mayor en la presencia de turberas, su espesor, extensión, morfología y naturaleza, en la distribución espacial de los Podsoles desarrollados sobre distintos materiales de partida del suelo, de los Histosoles y de los puntos de interés geológico derivados de los procesos de modelado graníticos característicos de ciertos enclaves, haciendo referencia a otras unidades del territorio como los bosques de caducifolias o los afloramientos rocosos. La delimitación de las áreas de turba se ha realizado con gran detalle, atendiendo especialmente a un criterio de ecosistema unitario con diferentes formaciones (ombrotróficas - mineralotróficas) o Complejo de Turberas, determinando su espesor mediante el empleo de una sonda. Simultáneamente se realizan las correcciones de los límites de las distintas unidades ambientales cartografiadas y con frecuencia también es necesaria la modificación de la denominación de algunas unidades cartográficas inicialmente no incluidas como turberas debido a la ausencia de la cubierta vegetal característica de este tipo de medios. Se trata de algunas áreas cuninales o de fondo de valle que sostienen actualmente pastizales y praderas polifíticas implantadas o repoblaciones forestales sobre turbas de considerable profundidad en algunos puntos. Uno de los casos más llamativos es el que se observa en el monte Aira Vella que sostiene una pradera polifítica (Figura III.23). Las salidas al campo también han permitido establecer nuevas tipologías de las formaciones de turba desde el punto de vista morfológico y genético, como por ejemplo, las turberas de escalón o los frentes de turba de la ladera occidental del monte Coto da Lagoa en el interior del parque eólico Lugo, descritos de forma sistemática y en detalle por Martínez Cortizas (2001).

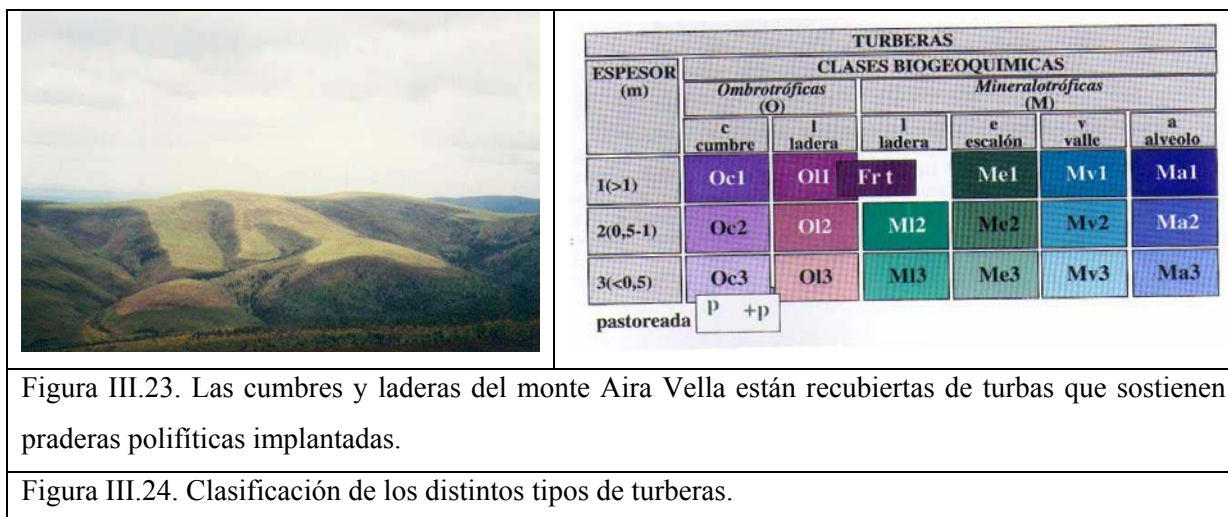
Los tipos de turberas se han clasificados desde tres puntos de vista diferentes: En función de las condiciones biogeoquímicas de formación se encuentran turberas ombrotróficas y mineralotróficas; atendiendo a su posición topográfica, se distinguen turberas de cumbre, de ladera, de fondo de valle, de alveolo de alteración y de escalón morfológico. En todos los casos se consideraron tres clases de espesor o profundidad de turba: más de 1 m de espesor de turba, entre 0,5 y 1 m y menos de 0,5 m. La delimitación cartográfica de las áreas con mayor espesor de turba se realizó con gran detalle, especialmente en el caso de las turberas de cobertor. Considerando las combinaciones de las tres clasificaciones en conjunto, los tipos de turbera estudiados se recogen en la Figura III.24.

Además, se han considerado Podsoles y suelos con características podsólicas, suelos poco desarrollados (regosoles, leptosoles y leptosoles en fase rúptica) y las formaciones edáficas con los siguientes tipos de horizontes:

- Horizonte orgánico H hístico. Horizonte superficial caracterizado por la acumulación de materia orgánica debido a una baja actividad biológica descomponedora de los restos

vegetales. Normalmente se localiza en ambientes fríos o en aquellos que permanecen encharcados durante periodos prolongados, reduciéndose el grado de oxigenación. Se exige un 12% de carbono e incluso más de un 18% si el contenido de arcilla es elevado.

- Horizonte orgánico O. Es la capa de hojarasca y otros restos orgánicos, con más de un 20% de carbono, escasamente transformados que se acumulan en la superficie del suelo en ambientes bien drenados.



En relación a las unidades finalmente representadas en los mapas a escala 1:10.000 es conveniente destacar que por tratarse de una cartografía de síntesis la asignación de un área a una unidad implica que ésta es la dominante en dicho área, aunque pueda no ser el único tipo de formación presente. De hecho, en mayor o menor medida todas las unidades representadas serán mixtas, conteniendo enclaves de otras unidades, que a la resolución de la escala no es posible cartografiar de forma individualizada sin exagerar su representatividad. Por ello, en caso de conflicto se recurre a una cartografía de mayor detalle, centrada en las áreas ocupadas en el futuro por las alineaciones y viales previstos en el proyecto de construcción del parque y cuya metodología consiste en realizar el barrido de una banda de aproximadamente 50 m de anchura a lo largo de las infraestructuras proyectadas, tomando datos de profundidad y caracterizando el tipo de formación edáfica cada 20-25 m. En aquellas áreas donde la naturaleza de la unidad estudiada representa un valor ambiental a conservar se amplía la extensión del área estudiada y en algunos casos, en el momento de la apertura de viales, que constituye una de las fases más críticas de todo el proceso de construcción, se ha recurrido incluso a la presencia de un experto en el campo, como por ejemplo en los parques eólicos Nordés, Cadramón y Soán y en algunos otros ubicados en la Serra do Xistral, en los que la construcción de viales, plataformas, zanjas, etc. requería un considerable grado de aquilatamiento debido a la presencia de formaciones turberiformes de elevada calidad en las proximidades de la zona de construcción.

En cuanto a su estado de conservación, cabe destacar que aunque gran parte de la superficie de turberas se ha visto degradada por procesos erosivos naturales comentados anteriormente, los

principales peligros de degradación de estas formaciones derivan fundamentalmente de acciones antrópicas. Especialmente importante será las que provocan alteraciones en los procesos de drenaje o perturbaciones de sus condiciones de fertilidad. Actuaciones que deberían prohibirse serán por tanto las tareas de apertura de pistas en terrenos inestables que incrementen la erosión y, en general, la realización de incisiones en superficie que modifiquen la circulación del agua, que disminuyan la capa freática, aceleren la eliminación de agua por los talweg o reduzcan su capacidad de almacenamiento de agua, así como la transformación en praderas y pastizales mediante quema, fertilización o encalado y el sobrepastoreo.

2. Suelos desarrollados sobre materiales cuarcíticos

La cuarcita armoricana es un material muy resistente a la alteración química que tiende a dar suelos de escasa evolución. El proceso de formación inicial de suelos es fundamentalmente de tipo mecánico, con fracturación de material, favorecida en los periodos fríos del cuaternario, y formación de un regolito. La resistencia a la alteración y la frecuencia con que se producen fenómenos erosivos apenas permite el desarrollo del suelo *in situ*, por lo que la profundidad de la alteración del sustrato litológico es muy escasa. A este hecho también contribuye el predominio de los procesos erosivos (resistáxicos) con denudación del suelo y mantenimiento del mismo en las condiciones iniciales de evolución. Los materiales erosionados se han acumulado formando campos de piedras y coladas con lóbulos de solifluxión caóticos y heterogranulares que pueden alcanzar grandes espesores. En consecuencia, la gran mayoría de los suelos son suelos esqueléticos o de escaso desarrollo, Leptosoles (Leptosoles líticos o úmbricos) y Regosoles sépticos o húmicos).

La influencia de la topografía se manifiesta en los procesos de acumulación en los replanos y pie de las laderas donde se produce un incremento del espesor del horizonte superficial (Ah) adquiriendo, en algunos casos, un carácter cumúlico. En sistemas abiertos generalmente son suelos bien drenados, pero donde hay una mínima tendencia al encharcamiento, aunque sea temporal, la materia orgánica evoluciona hacia la turberización. Además, si debido a las condiciones climáticas la mineralización de la materia orgánica es muy lenta, ésta se acumula en el suelo llegando a formarse un horizonte H sobre el coluvión de cuarcitas fragmentadas y dando origen a suelos con evolución de Regosol húmico a Histosol sáprico, lo más frecuente.

En posición de ladera con fuerte pendiente, donde el drenaje es más intenso el proceso de formación de suelo característico es una alteración en medio ácido, orientado hacia la aparición de sistemas acidocomplexolíticos en superficie que favorecen la movilización en profundidad de complejos organometálicos del escaso Fe y Al presentes en el material de partida (Franco Maside, 1997), sobre todo donde el coluviamiento facilita la aireación y el drenaje vertical. La acidez y los bajos contenidos de Fe y Al, relacionados con la composición del material de partida del suelo, junto a la presencia de una materia orgánica muy activa que presenta elevadas relaciones C_p/C_t , favorecen la formación de complejos organometálicos y su movilización en profundidad hasta que el cambio de las

condiciones de pH o el descenso de la relación C/metal induce su precipitación. Se trata de una génesis podsolizante que, en los casos más avanzados y en condiciones favorables, da origen a la presencia de horizontes álbicos, blanquecino y textura arenosa empobrecido en todos los componentes excepto en cuarzo, sobre el que se desarrolla un horizonte ácido (pH 3,6 – 4,1) con un humus poco evolucionado de tipo mor y moder grueso. El horizonte subsuperficial de acumulación es de tipo espódico (Bhs, o más frecuentemente Bs), de reacción ácida (pH en torno a 5) en el que se acumulan los complejos organometálicos y sesquióxidos que le comunican propiedades características de los materiales amorfos, esto es, carga variable y elevada retención de fosfatos. También se observan removilizaciones de Fe formando acumulaciones de tipo orstein o de horizontes pláquicos con pequeño espesor (1-2 cm) que siguen cursos y formas divagantes en las proximidades de las zonas de mayor pedregosidad y aireación.

Químicamente, los suelos desarrollados sobre cuarcitas se caracterizan por una reacción ácida a muy ácida (pH < 4 en los horizontes superficiales). La capacidad de intercambio catiónico es muy baja y debida básicamente a los coloides orgánicos; el complejo de cambio aparece desaturado en bases, presentándose carencias generalizadas de calcio, magnesio, potasio y fósforo, y con porcentajes de Al superiores al 70-80%, existiendo además protones de cambio. La relación C/N es muy elevada debido a la riqueza de materia orgánica, generalmente superior a 20.

En condiciones de intensa acidez del epipedón todos los minerales resistentes excepto el cuarzo son fuertemente atacados, lo que conlleva la destrucción de arcillas. La mineralogía de las arcillas se caracteriza por la presencia de algunos minerales primarios resistentes, micas de tipo moscovita y productos de degradación de estas y, sobre todo, de las biotitas, con formación de intergrados mica-vermiculita y vermiculitas aluminicas; en los casos de mayor evolución pueden encontrarse minerales 2:1 desordenados, esmectitas de alteración. En el horizonte B espódico predominan los filosilicatos 1:1, las arcillas 2:1 de tipo vermiculita y en ocasiones, gibbsita. La textura de los horizontes minerales es predominantemente arenosa a arenoso-franca, lo que favorece la permeabilidad de los horizontes minerales y la frecuencia de horizontes de lavado. La estructura es migajosa a suelta con humus de tipo turberiforme incluso en los suelos bien drenados.

La podsolización es un proceso dominante en los suelos desarrollados sobre cuarcitas pero no exclusivo de estos materiales geológicos, habiéndose detectado este proceso sobre paragneises y granitos en la Serra do Xistral (Franco Maside, 1997). Es muy habitual que los horizontes A de los suelos menos evolucionados de la zona presenten rasgos de podsolización visibles tales como el color gris ceniciento y la presencia de arenas de cuarzo lavadas. Los horizontes de diagnóstico identificados sobre estos materiales son los epipedones A úmbrico, A ócrico cuando el espesor es inferior a 10 cm o H hístico. Una secuencia característica sería la de un predominio de los Leptosoles (alumi-líticos y alumi-úmbricos) en las posiciones de cima y reborde de ladera y Regosoles húmicos en los lugares de acumulación, reconociéndose en estos últimos una cierta tendencia podsolizante. Algunos horizontes superficiales presentan un contenido de materia orgánica que hace que se los considere como

materiales orgánicos, pudiendo llegar a producirse algunos Histosoles de fase somera que suelen aparecer asociados a las áreas de mayor humedad intercalándose en el paisaje con Gleysols úmbricos y otros tipos de Histosoles. La formación de Podsoles (déntricos, rústicos, plácicos y háplicos) es puntual, con una mayor incidencia en las zonas de ladera bien drenadas.

3. Suelos desarrollados sobre materiales graníticos

Sobre este tipo de materiales y en áreas bien drenadas el proceso de formación de suelos característico es una alteración en medio ácido con dos microsistemas de alteración: uno superficial, con fuerte actividad biológica, bajo pH (3,8-4,5) y elevada actividad de ácidos orgánicos y CO₂ y otro subsuperficial, que afecta a los horizontes B y C y al frente de alteración de la roca, caracterizado por un pH entre 4,5 y 5,0. En los suelos más someros únicamente el primer compartimento biogeoquímico está presente.

El horizonte superficial es de color oscuro, rico en materia orgánica, textura con tendencia arenosa a franco arenosa y estructura migajosa fina. Se trata de suelos ácidos, con pH_{H2O} en torno a 5,0 y a 4,0 en KCl, indicativo del predominio ligero de las cargas negativas en el complejo de cambio. La capacidad de cambio, con predominio de cargas variables es baja al pH del suelo, pero se eleva fuertemente cuando el pH sube de 6,0. Esta característica está relacionada con los compuestos húmicos, aunque también se encuentran arcillas de tipo mica degradadas a vermiculita y vermiculitas hidroxialumínicas en los horizontes A, así como filosilicatos 1:1 de baja cristalinidad (halloisita) y, en algunos casos, gibbsita sobre todo en los horizontes subsuperficiales

El complejo de cambio presenta un escaso contenido en bases y está dominado por el Al, con grados de saturación superiores al 60% y con frecuencia, al 80%. Sin embargo, en algunas áreas las concentraciones de cationes pueden superar ligeramente los umbrales indicativos de carencias graves. El test de Fieldes, relativo a la fijación de fosfatos y presencia de compuestos de bajo grado de orden, no da valores elevados, generalmente se sitúa próximo a 8, lo que pone de manifiesto la presencia de ácidos orgánicos libres en los horizontes superficiales, mientras que estos compuestos desaparecen en los cámbicos y saprolitas, en los que el pH en NaF puede ser próximo a 10,0.

El contenido de carbono es elevado, con valores entre 8 y 10 en los suelos bien drenados, aumentando con el grado de hidromorfía. El contenido de nitrógeno es alto, pero la relación C/N presenta valores del orden de 14 o superiores, indicando una deficiente mineralización de los restos vegetales del brezal que todavía sería peor si no fuese por las aportaciones realizadas por las leguminosas (*Ulex sp.* fundamentalmente) y en la zona de estudio, por la presencia de ganadería libre. El contenido de P asimilable es también elevado en relación a lo habitual en otras zonas de Galicia no cultivadas, entre 11 y 22 mg/Kg en las muestras analizadas procedentes de la zona del Xistral.

Los horizontes de diagnóstico existentes sobre granitos o granodioritas son el horizonte Ah úmbrico, el más frecuente y muchas veces el único existente en el perfil; el A ócrico, presente cuando faltan los requisitos de espesor del anterior y, en ocasiones, se reconoce la presencia de un tipo

especial de horizonte Bw, muy rico en sesquióxidos fácilmente extraíbles con agentes complejantes como el oxalato y el pirofosfato, que le comunican un cierto carácter espódico, pero no se observa la existencia de horizontes álbicos. En sistemas de ladera, con drenaje lateral favorecido por la zona de contacto con el frente de alteración o con las saprolitas graníticas, se forma un delgado horizonte pláquico. Los perfiles presentan un escaso desarrollo, atribuible a la importancia de los procesos erosivos, favorecidos por la naturaleza de la roca madre, las fuertes pendientes existentes, la frecuencia con que se presentan en posiciones de cima o reborde de ladera y la elevada pluviosidad. Además la ocurrencia de incendios, tanto en áreas ocupadas por monte bajo como por pinares, constituye un factor decisivo para que los procesos de rejuvenecimiento por erosión de las laderas sean intensos y generalizables a toda el área.

Una secuencia topográfica característica presenta suelos de tipo Leptosol, úmbrico o lítico, en las posiciones de mayor erosividad como cimas o rebordes de laderas; Regosoles húmicos y lépticos, en zonas de ladera donde se produce una acumulación de materiales movilizados por las vertientes o en zonas sobre materiales alterados que no han originado un horizonte B cámbico. En ocasiones, localizadas puntualmente en pequeños replanos de las vertientes, los Regosoles húmicos presentan un mayor espesor, más de 50 cm, y génesis policíclica, con una o varias líneas de piedras separando materiales de tipo úmbrico. Los Umbrisoles con horizonte cámbico son muy poco frecuentes, apareciendo en situaciones especiales en las zonas de mayor estabilidad por baja pendiente asociados a las rocas graníticas más deformadas y, especialmente, en las zonas de mayor tectonización, mientras que los Podsoles se asocian a las laderas con saprolitas y un cámbico, por lo que parece que deben relacionarse con procesos de podsolización secundaria.

4. Suelos desarrollados sobre esquistos y gneises

En la zona de estudio existen dos áreas de afloramiento de rocas esquistosas correspondientes a las Series de Trastoy y Villalba, localizadas al E y W de la alineación montañosa principal, respectivamente. Las diferencias fundamentales entre ambas se refieren al contenido en cuarzo de la roca y al relieve actual de afloramiento, dos aspectos relacionados entre sí, que influyen en el desarrollo de los suelos, así como en sus propiedades y características.

4.1. Suelos desarrollados sobre esquistos y gneises de la serie de Villalba.

Sobre los esquistos y gneises de la zona de estudio el proceso de formación es una acidolisis o una acidocomplexolisis, como en el caso de los suelos desarrollados sobre cuarcitas y coluvios cuarcíticos, aunque la intensidad de los procesos de podsolización es inferior, especialmente cuando los suelos se desarrollan *in situ*. La topografía del área y la textura de la roca favorecen los procesos de erosión, como deslizamientos, descamaciones, modelando un paisaje abrupto en el que resaltan los crestones de cuarcitas que suelen formar parte de los paquetes de estratos de estas rocas.

En general se trata de suelos poco profundos, de espesor frecuentemente inferior a 50 cm, que aumenta desde las zonas de cumbre y escarpe hacia las de acumulación con pendiente cóncava. En

términos de secuencias de horizontes hay una gran heterogeneidad, estando representados suelos de perfil A-R, A-C, A-B-C, y suelos con más de un ciclo de formación (policíclicos). Así, en los suelos situados a media ladera son frecuentes las líneas de piedras y coluvios que evidencian la importancia de los procesos erosivos y que pueden separar diferentes ciclos de formación dentro de un perfil; en muchos casos las piedras y coluvios han sido movilizados por procesos de periglaciario que han tenido un importante papel en el modelado de las vertientes en estas sierras.

El espesor del horizonte A suele estar en torno a los 20 cm y se forman horizontes B bien diferenciados, que pueden alcanzar espesores de 35-45 cm en las zonas de acumulación, mientras que en los suelos desarrollados en las partes superiores de las laderas el espesor es inferior a 10 cm. La estructura es migajosa en los horizontes superficiales al ser muy ricos en materia orgánica y débil, en bloques subangulares, en los horizontes profundos. La textura tiende a franco-arenosas y arenoso-francas, con proporciones de arcilla muy bajas que raramente exceden el 20 %, mientras los suelos desarrollados sobre esquistos muestran una clara tendencia limosa, con texturas francas a franco limosas. Los contenidos en materia orgánica son elevados a muy elevados en los horizontes A, llegando a alcanzar un 26 ó 34 %, porcentajes muy próximos a los requeridos para los horizontes O (horizontes orgánicos); se observa una tendencia a la disminución de la materia orgánica y de la relación C/N al descender en altitud que se ha relacionado con temperaturas más elevadas, menor precipitación (Franco Maside, 1997) y mayor tasa de mineralización. El valor en torno a 15 de la relación C/N indica que se trata de un humus de tipo moder o mor. Los contenidos en nitrógeno oscilan entre valores medios del 0,65 % en horizontes A hasta el 0,04 % en horizontes subsuperficiales. Los niveles de fósforo asimilable son medios en relación a los habituales en suelos de Galicia no cultivados desarrollados sobre otros materiales geológicos, alcanzando valores de 30 á 40 mg kg⁻¹ en horizontes superficiales. Son suelos de reacción ácida a muy ácida (pH<5), desaturados en bases y con un marcado carácter álico, pues la saturación en Al del complejo de cambio oscila entre un 70 y un 90 %. La capacidad de intercambio catiónico efectiva es baja a muy baja (<3-15 cmolckg⁻¹) y los valores más elevados se asocian con mayores contenidos en materia orgánica en los horizontes superficiales.

En cuanto a la composición en minerales secundarios dominan los minerales micáceos con degradación a vermiculitas de medios ácidos en los horizontes superficiales y filosilicatos 1:1 (haloisita, caolinita) en los de menor contenido en materia orgánica. La presencia de gibbsita es ocasional y siempre en pequeñas cantidades.

Los horizontes de diagnóstico identificados en los epipedones son A ócrico y A úmbrico, y en los horizontes subsuperficiales, B cámbico y B espódico. Una secuencia topográfica característica sería la de un predominio del tipo Leptosol en posiciones de cima y reborde de ladera, Regosol (séptico y húmico) en zonas de ladera donde se produce una acumulación de materiales movilizados por las vertientes y Umbrisoles húmicos en las posiciones de mayor estabilidad.

En localizaciones de media ladera o en posiciones donde se produce acumulación de materiales se desarrollan Podsoles y suelos podsólicos (el proceso de formación y propiedades ya ha sido descrito para cuarcitas). En el área que nos ocupa, en algunos suelos desarrollados a partir de paraneises de la Serie de Villalba, a pesar de que se advierte una incipiente podsolización no es suficiente para el desarrollo de horizontes espódicos. El motivo es su mayor riqueza en minerales alterables que liberan más cationes susceptibles de ser complejados con la materia orgánica, incluso hasta la saturación, por lo que si hay migración de coloides (con Fe y Al), su movilización en profundidad es limitada.

En posiciones de fondo de valle o al pie de las laderas o en las pequeñas vaguadas o nacimientos de arroyos asociados a las frecuentes surgencias existentes, con condiciones alternantes de oxidación y reducción se desarrollan Gleysoles húmicos y/o Cambisoles gleicos. El proceso fundamental se debe a la presencia de condiciones reductoras, con un bajo o nulo nivel de oxígeno (Eh entre -100 y 200 mvol). El pH de los horizontes reducidos está próximo a la neutralidad y, en estas condiciones el Fe es reducido a forma ferrosa pudiendo ser movilizado y eliminado del sistema o bien ser precipitado en forma de sulfuros o fosfatos. La materia orgánica puede conservarse en forma más o menos descompuesta o ser mineralizada mediante sistemas de fermentación anaerobia, en los ambientes de máxima reducción. El resultado es la formación de horizontes B o C con colores característicos de la reducción (verdosos, grisáceos, azulados, blanquecinos...) y epipedones úmbricos o hísticos que pueden o no presentar moteados y concreciones. La composición mineral más frecuente de los horizontes reducidos es una asociación de caolinita, micas, diferentes tipos de intergrados 2:1, esmectitas, pudiendo existir en la zona de alternancia de condiciones oxidantes y reductoras, un delgado horizonte blanquecino en el que hay una tendencia a la destrucción de todas las arcillas.

4.2. Suelos desarrollados sobre esquistos y gneises de la serie de Trastoy.

Dada la topografía más suave en la zona de estudio, los procesos erosivos son aquí menos importantes, de modo que los suelos tienen en contadas ocasiones un escaso espesor y perfiles de tipo AR, predominando las secuencias AC o ABwC, en este último caso con horizontes cámbicos de pequeño espesor. El proceso de formación de suelos de mayor importancia es el de alteración y argilización *in situ*, pudiendo presentarse diferentes grados de evolución en la neoformación de los productos secundarios y en la degradación de los primarios alterables.

A modo de caracterización general se puede establecer que los suelos desarrollados sobre los esquistos más ricos en cuarzo son similares a las de los suelos formados a partir de materiales graníticos, con las excepciones derivadas de la textura (mayor presencia de condiciones hidromórficas, drenaje interno más lento) y frecuentemente de un menor espesor: La textura más frecuente tiene una clara tendencia limosa (franca a franco-limosa, si bien no faltan texturas arenosas), lo que favorece la impermeabilidad de los horizontes minerales y la frecuencia de horizontes con hidromorfía estacional en cuanto las pendientes no son muy acusadas (Macías y Calvo de Anta, 1992).

En general el horizonte superficial es de color oscuro, rico en materia orgánica, textura con tendencia arenosa a franco arenosa y estructura migajosa fina, ácido con $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ en torno a 4,0 y pH_{KCl} del orden de 3,5. El porcentaje de materia orgánica es elevado en estos suelos, en general con valores de carbono entre 5% y 20% y valor medio de 10%. También es relativamente elevado el contenido de nitrógeno que presenta valores medios entorno a 0,65%, dando relaciones C/N próximas a 15; además de la presencia de leguminosas como el tojo (*Ulex sp*) la abundancia de ganado en libertad permite justificar estos niveles de nitrógeno. La capacidad de cambio es relativamente baja al pH del suelo, que se incrementa fuertemente a pH 7,0 y 8,2. El aluminio es el catión predominante, saturando prácticamente el complejo de cambio y en mayor proporción en áreas no podsolizadas (más del 80%). El contenido de bases es escaso, aunque no muestran excesivo déficit, especialmente el K, y superan los umbrales utilizados habitualmente como indicativos de la existencia de carencias. La fijación de fosfatos debida a la presencia de compuestos de bajo grado de orden, estimada a partir del test de pH en NaF, da valores bajos, generalmente entre 7,0 a 8,0, lo que pone de manifiesto la ausencia de procesos de fijación y en muchos casos, la existencia de ácidos orgánicos libres. Por otra parte, el contenido de fósforo asimilable en los horizontes superficiales analizados, con valores medios de 16 mg/Kg en las muestras analizadas, es alto en relación a lo habitual en otras zonas, no cultivadas, de Galicia (Macías y Calvo de Anta, 1999).

Los horizontes subsuperficiales son de tipo C o B cámbicos (ocasionalmente B espódicos). La presencia del horizonte B está asociada con los suelos de mayor grado de alteración, en posiciones estables y sobre materiales con mayor grado de tectonización. El proceso dominante de formación es una acidolisis con neoformación de arcillas 1:1 y gibbsita. El pH es algo superior al de los horizontes Ah, entre 4,3 y 5,1 en agua y entre 3,7 y 4,4 en KCl. El % de C descende fuertemente respecto a la superficie, no obstante presenta valores relativamente elevados (entre 1-2% de C), mientras el contenido de N resulta inferior al 0,1%. Como en superficie, el complejo de cambio aparece saturado en Al respecto a las bases, que apenas ocupan en conjunto un 10% del total. La CICE es inferior a la del epipedón como consecuencia de un menor contenido en materia orgánica. El contenido de K es bajo, en el campo de los suelos con déficit y las diferencias encontradas entre los valores registrados en superficie y profundidad son indicativas de procesos de bioacumulación. En estos horizontes también existen carencias de Ca y Mg y en el caso del fósforo son reconocibles los procesos de bioacumulación superficial.

La secuencia característica de suelos sería Leptosoles líticos y úmbricos en las cimas y áreas descarnadas; Regosoles lépticos y húmicos y Umbrisoles húmicos en las laderas.

III.2.2. EL MEDIO BIÓTICO DE LA SERRA DO XISTRAL

III.2.2.1. HISTORIA DE LA VEGETACIÓN

Para la elaboración de este apartado se ha contado básicamente con la información disponible en los trabajos de Silva-Pando y Rigueiro (1992), Guitián Rivera (1993, 2001a) y López Andión (2001), y las revisiones más recientes y de carácter más específico sobre la vegetación del Cenozoico (Ramil y col., 2001) y sobre la evolución de las masas forestales en Galicia desde la Edad de Hierro (Guitián Rivera, 2001b).

Al objeto de establecer un punto inicial en la historia de la vegetación y retomar el hilo de la historia paisajística de la zona de estudio, cabe recordar que en la segunda mitad del Terciario, la Orogenia Alpina causó la reactivación de las líneas de fractura tardihercínicas, dividiendo el NW peninsular en una serie de bloques con cierta independencia. El basculamiento de los bloques, iniciado con las primeras fases compresivas en el Mioceno, afectó especialmente al territorio durante el final del Terciario (Plioceno) y generó los rasgos estructurales principales del paisaje actual de Galicia.

Las condiciones climáticas predominantes a lo largo del Terciario eran tropicales, cálidas y lluviosas en la zona litoral europea, y algo más secas en el interior. Estas condiciones favorecieron la meteorización de las rocas y la génesis de profundas capas de alteración, dando lugar a las formas del modelado actual del macizo granodiorítico de A Toxiza y al establecimiento de una densa cubierta vegetal (Pérez Alberti y col., 1995). En correspondencia con un clima más suave que el actual, la flora terciaria estaba constituido por angiospermas tropicales (*Magnolia sp*), gimnospermas similares a las actuales Taxodiáceas (*Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoia sempervirens*, *Taxodium distichum*) y a las palmeras (*Phoenix sp*) (Silva-Pando y Rigueiro, 1992).

A partir del Plioceno el papel principal jugado por la Tectónica de Placas pasa a segundo término o desaparece dando paso a los factores climáticos que, con la sucesión de diversos ciclos glacial-interglacial, afectaron especialmente a las latitudes medias y altas a lo largo del Pleistoceno y suponen el fin del predominio de las condiciones tropicales. De esta forma, los factores climáticos devienen los agentes principales del modelado cuaternario (fluvial, periglacial y glacial en las cumbres, ya comentado) y condicionan la génesis de los variables tipos de suelos existentes en la actualidad en la Serra do Xistral, ya descritos. En lo que respecta a las variables del medio biótico en estudio, el Cuaternario se corresponde con los periodos de desarrollo y expansión de los ecosistemas actuales, caracterizados por el dominio de angiospermas y de los mamíferos (Ramil y col. 2001). Los sucesivos cambios climáticos derivados de al menos seis periodos glaciares e interglaciares que tuvieron lugar a lo largo del Cuaternario, fueron cruciales para la pervivencia, desarrollo y expansión de las especies (no sólo humanas). Así, se tiene constancia de la desaparición de muchas especies botánicas y de una considerable reducción del área de otras. En la Península Ibérica, la situación del mar Cantábrico y la disposición de los ríos y sistemas montañosos principales según los paralelos

terrestres, debieron dificultar notablemente la circulación migratoria norte-sur, que se realizaría en dirección a latitudes, altitudes, o ambas menores en las glaciaciones y en sentido contrario en los períodos interglaciares, cuando las temperaturas ascendían (Silva-Pando y Regueiro, 1992). En algunos casos llegaron hasta nuestros días porque se refugiaron en enclaves especialmente protegidos, como los helechos del valle del Eume o la flora cuaternaria en las frías cumbres de Ancares.

Desde la óptica de la paleontología humana o antropología física, el Cuaternario se caracteriza por la evolución del género *Homo*, cuyos primeros representantes (*H. habilis* y *H. rudolfensis*) surgieron en África hace unos 2 millones de años, (en pleno Terciario). La especie actual, *Homo sapiens sapiens* alcanzó Europa hace unos 30-40.000 años, coincidiendo con el comienzo de las fases más frías de la glaciación Würm, que da inicio al Paleolítico superior. Sus poblaciones se entremezclaron con las de *H. sapiens neanderthalensis*, presentes en Europa desde hace 230.000 años y hasta la extinción de esta última (Arsuaga, 2003; Arsuaga y Martínez Mendizábal, 1998), lo que supuso la transición de la industria Musteriense, que se encuentra en el modo 3 o Paleolítico medio a la Auriñacense o Modo 4. A esta última siguió la Magdalenense, de la que quedaron evidencias materiales en los suelos preholocenos y que se caracteriza por las dimensiones reducidas y por el alto grado de perfección técnica y formal alcanzado por los arpones de hueso (Bello y de la Peña, 1995).

Los fósiles correspondientes al momento más frío de la historia de los cromañones en Europa (22-20.000 BP) presentan una serie de modificaciones anatómicas que apuntan a un cambio del sistema económico imperante hasta entonces y consistente básicamente en la ampliación del espectro alimenticio de mediante la inclusión de mamíferos pequeños, aves, reptiles e invertebrados y en las áreas litorales, el marisco, en detrimento de los grandes mamíferos. La explotación de estos recursos cinegéticos implica, entre otras una mayor abundancia y disponibilidad de recursos que puede conducir a un crecimiento demográfico y la confección de instrumentos elaborados con toda clase de materiales y diseñados para la captura de presas abundantes pero difíciles de atrapar (el propulsor, una novedad en relación con la tecnología neandertal; probablemente el arco y la flecha, el arpón, la red y el anzuelo, que caracterizan esta segunda etapa de los cromañones europeos). Por otro lado, el fenómeno de la regionalización, o división de los grandes complejos tecnológicos en variantes locales es de esta época, de donde se deduce que tanto las personas como las técnicas de talla muestran menor movilidad en consonancia con la disponibilidad de los nuevos recursos. Siguiendo al mismo autor, esta situación también podría explicar la reducción general de la talla debido a un aumento de la consanguinidad (Arsuaga, 2003).

Después de la última glaciación (Würm) que dio fin al Pleistoceno superior (120-12.000 BP), la transición hacia el Holoceno (<10.000 BP) y el paso Paleolítico -Mesolítico/Epipaleolítico) - Neolítico se realiza mediante el período Tardiglaciario, que a partir del 16.000 BP engloba dos períodos fríos, Dryas antiguo (16-13.000 BP) y reciente (11-10.000 BP), entre los que se sitúa una fase de atemperamiento climático, denominado Interestadío Interglaciario (Ramil y col., 2001), durante el que tiene lugar la fase de edafogénesis K5, descrita con anterioridad Martínez Cortizas y Moares, 1995).

Los primeros síntomas de mejoría ambiental se registran entre el 17.000 y el 18.000 BP en algunas localidades del sur de Europa, unos 2.000 años antes que en el norte del continente (Muñoz Sobrino en Ramil y col., 2001).

Los registros polínicos existentes en el NW peninsular ponen en evidencia diferencias entre distintos sectores del territorio y así, mientras en la zona litoral-sublitoral se aprecia un claro predominio de los porcentajes de gramíneas, que debieron constituir herbazales de tipo estepario, los registros de las montañas revelan unas condiciones más áridas que condicionaron la existencia de estepas de *Artemisia*, *Ephedra*, *Chenopodiaceae* y *Poligonaceae*, relegando a las gramíneas a un segundo plano. Los descensos de humedad y de temperatura ocasionaron una retracción y la redistribución de las masas forestales que comenzaron a desarrollarse durante el Pleistoceno Medio, que estaban compuestas por elementos habituales de nuestras latitudes en la actualidad (*Ulmus*, *Quercus*, *Caprinus*, *Fagus*, *Celtis*, *Olea*, *Corylus*, *Abies*) (Ramil y col., 2001). Se establecen gradualmente los bosques de abedul (*Betula alba* var. *celtiberica*) y pino silvestre (*Pinus sylvestris*), este último sobre todo en la mitad norte (Silva-Pando y Regueiro, 1992). La persistencia en el NW peninsular de ciertos elementos mesófilos (*Quercus robur* tp) e incluso termófilos como *Quercus ilex* en algunas zonas de montaña, sugiere que las condiciones ambientales en el Dryas reciente no fueron tan drásticas como las registradas en el Dryas antiguo (Ramil y col., 2001). El estudio de la fauna indica la ausencia significativa de los animales más característicos de los fríos extremos y la presencia de especies propias de climas templados y húmedos (Bello y de la Peña, 1995)

El pino silvestre desapareció como especie espontánea y los rodales que se pueden observar en las zonas altas de la Serra da Carba y en otras áreas del entorno próximo son plantaciones de origen antrópico, realizadas por Patrimonio Forestal del Estado en los años 1957-1960 y 1972 - 1975. Sin embargo el abedul es todavía abundante en todo el país, donde prefiere el clima atlántico con cierta influencia continental y forma bosques por encima de los 300-400 m, aunque compensa la influencia más mediterránea de las altitudes más bajas asociándose a los suelos encharcados como en las riberas de los arroyos (Silva-Pando y Regueiro, 1992).

A partir de entonces el bosque se expandirá, alcanzando su máximo desarrollo en el periodo Atlántico (7.000-4.500 BP), el óptimo climático del Holoceno medio (7.000-2.500 BP). El clima se hace más cálido y húmedo y abundan los bosques caducifolios semejantes a los que actualmente constituyen la vegetación climática de Galicia, alcanzando su distribución más amplia. Eran abundantes árboles como los robles carballo (*Quercus robur*), albar (*Q. petraea*) y rebollo o melojo (*Q. pyrenaica*), avellanos (*Corylus avellana*), olmos (*Ulmus glabra*), tilos (*Tilia spp*), alisos (*Alnus glutinosa*), fresnos (*Fraxinus excelsior*), arces (*Acer pseudoplatanus*), serbales (*Sorbus aucuparia*, *Sorbus spp*), cerezos (*Prunus avium*), hayas (*Fagus sylvatica*), tojos (*Taxus baccata*) abedules (*Betula alba*). Muchos de estos árboles siguen siendo abundantes en las formaciones autóctonas de Galicia (*fragas* y *carballeiras*), otros son escasos como el olmo y otros como los tilos ya desaparecieron como espontáneas (Silva-Pando y Regueiro, 1992).

Únicamente permanecieron deforestados parte de los tramos costeros, las áreas cuminales de los principales macizos montañosos y otros ambientes en los que las condiciones particulares del clima favorecieron la sustitución de las formaciones climáticas por comunidades azonales, como ecosistemas limnéticos, matorrales y distintos tipos de herbazales. Así, las estepas herbáceas heredadas del tardiglaciario de las Montañas Galaico-Asturianas fueron invadidas por elementos arbustivos, mayoritariamente ericoides (*Erica*, *Calluna*). La expansión arbórea del Holoceno a base de especies de *Pinus* y *Betula*, ya referida, no parece tener lugar hasta el 9.590BP, a la vez que en el registro sedimentológico se inicia la formación de turba. Un poco más tarde, hacia el 8785 BP se registra la expansión de *Quercus*, descendiendo simultáneamente la presencia de *Pinus* y *Betula*, y posteriormente la expansión de *Corylus*, hacia el 8.410 BP (Ramil y col., 2001).

El modo de subsistencia del ser humano imperante hasta ese momento, basado en la caza, el consumo de carroña y la recolección experimentó una transición hacia una economía de producción, pastoril o agrícola. Hasta entonces la influencia humana en su entorno aumentó con la importancia de los aclareos del bosque alrededor de los asentamientos y de las quemadas orientadas a tener un mejor aprovechamiento de los recursos cinegéticos. Las necesidades de leña y madera, de terrenos despejados para el pastoreo extensivo cuando comenzó la domesticación de animales, y de tierras para el cultivo de cereales, indujeron un manejo muy intenso del fuego y, consecuentemente, la desaparición de extensiones considerables de bosque. Por otro lado, el aprovechamiento casi depredativo que se hacía del monte dejaba el **terreno erosionado y empobrecido** hasta el extremo de que la recuperación natural del bosque era prácticamente imposible a corto y aún a medio plazo (Silva Pando y Regueiro, 1992) y generando una discontinuidad (correspondiente a la fase erosiva E3) en los perfiles de suelo, como se verá más adelante.

Los registros polínicos más antiguos sobre la presencia de polen de cereal son datados en torno al año 6.000 en Europa, en pleno periodo Boreal, y un poco más tarde (5.500 a.C.) en el NW ibérico, indicativo de la adopción de técnicas agrícolas y ganaderas que conllevan la generalización del empleo del fuego y, cuando los asentamientos humanos fueron importantes, la roturación de grandes extensiones.

Los trabajos realizados por el Museo de Prehistoria e Arqueología de Vilalba y la Universidad de Santiago permiten establecer una fase de colonización del espacio geográfico de las Serras do Xistral y da Toxiza, simultánea a la colonización de la vegetación arbórea: Indican que los **asentamientos humanos** más antiguos registrados hasta el momento se sitúan en afloramientos rocosos a altitudes inferiores a los 800 m s.n.m., en los valles donde el desarrollo del bosque arbóreo se vio favorecido. A partir del 8.000 BP el robledal se hace hegemónico en el territorio y el poblamiento alcanza también su mayor intensidad, registrándose una reducción significativa de la vegetación arbórea en áreas próximas a los yacimientos y una mayor representación de especies herbáceas. La aparición de restos de madera carbonizada en materiales edáficos que no registran

ocupación humana aparente, indican incendios provocados por los pobladores epipaleolíticos, vinculados probablemente a un mejor aprovechamiento de recursos cinegéticos (Ramil y col., 2001).

Hace unos 4.000 da comienza el declinar del bosque climácico gallego, que irá perdiendo terreno hasta nuestros días. Sin embargo, en las áreas montañosas como la Serra do Xistral, ese declinar se retrasa hasta el 2.500 BP, cuando da comienzo la cultura castreña. Los bosques alcanzan cotas superiores a las actuales al final del Holoceno Medio (4.500-2.500 BP), lo que confirma el predominio de los modelos de explotación silvo-pastorales a lo largo del Holoceno Reciente y el progresivo ascenso de los terrenos cultivados hasta alcanzar su mayor altitud y extensión en torno a 1.250 BP (Muñoz Sobrino y col., 1997 en Ramil y col., 2001), registrado con la presencia de la fase erosiva E5 en los perfiles de suelo de la zona de estudio.

Los procesos deforestadores, de frecuencia e importancia crecientes, condujeron a la sustitución progresiva del bosque por formaciones arbustivas y herbáceas que configuran el aspecto actual perfectamente reconocible en las montañas de Galicia y desde entonces, la influencia de la especie humana sobre el medio ha minimizado el efecto de las fluctuaciones climáticas acontecidas en los últimos seis milenios.

La **explotación tradicional** de la montaña gallega está basada en la utilización de un sistema agro-silvo-pastoral que se configura definitivamente en la Edad Media y que viene a constituir el origen del sistema actual de explotación que ha pervivido hasta nuestros días, basado en la disponibilidad de un territorio variado desde el punto de vista topográfico y edáfico:

Consiste en la explotación agrícola intensiva de las zonas bajas de las vertientes y fondos de valle mediante cultivos agrícolas. En general, los prados suelen ocupar las partes bajas de las laderas hasta el mismo lecho del río, pudiendo ascender por las vaguadas de los cursos de agua secundarios y, si la pendiente lo permite, alternando con parcelas de pastizales o matorral, tal y como se aprecia en la zona de estudio. Las aldeas y el caserío se emplazan en posición topográfica de baja o media ladera, preferentemente en las zonas de solana, aprovechando los rellanos o rupturas de pendiente y en los fondos de los valles más amplios. Las huertas se intercalan entre las edificaciones y los asentamientos dando paso inmediatamente a las plantaciones de castaños (*soutos*) o a los campos de centeno. Hacia la cumbre, se extiende el espacio dominado por el matorral, quemado periódicamente para regenerar los pastos o sometido a las rozas o el esquilmo para cama del ganado. Este aprovechamiento es complementado con algunos cultivos de huerta o frutales y la utilización de la madera del bosque o de algunas especies de matorral (*xesteiras*).

El campesinado gallego tenía más necesidad de terrenos de matorral que de bosques, pues del monte raso obtenían cama para el ganado y luego estiércol, campos para el cultivo de cereal (cavadas o estivadas) y terreno para pastoreo extensivo de ganado, sobre todo en las zonas de monte común. El régimen de tenencia de tierras, los fueros, también repercutió negativamente en la conservación del arbolado y simultáneamente dificultaba su recuperación.

El **empleo del fuego** en este territorio se puede considerar consustancial a la construcción del paisaje actual debido a que los incendios sucesivos, y la consiguiente degradación del suelo, pueden llegar a impedir la reconstrucción del bosque original, que es desplazado por formaciones vegetales de menor porte y menos exigentes (piornales, tojales o brezales) con tendencia a estabilizarse por la repetición cíclica de los incendios. De esta forma, los fuegos recurrentes han ido seleccionando las especies capaces de adaptarse a estas condiciones, favoreciendo el desarrollo de plantas que rebrotan a partir de rizomas y bulbos (*Pteridium aquilinum*, *Asphodelus albus*) o raíces (*Erica australis*, *E. arborea*, *E. umbellata*, *Ulex gallii*) que caracterizan las primeras fases de recolonización. Estas especies son, por tanto, buenas indicadoras tanto de condiciones xéricas imperantes en el sustrato edáfico, como de incendios pasados, junto con *Halimium alyssoides*, cuya proliferación esté probablemente motivada por la estimulación de su germinación tras el incendio.

Aunque en un tiempo lejano la finalidad fundamental de la utilización del fuego pudo ser el acondicionamiento del espacio vital o la realización de cultivos en las parcelas forestales, desde hace siglos los incendios intencionados del monte integrados en el sistema agrario tradicional son casi siempre superficiales a fin de destruir el matorral y favorecer el desarrollo de las herbáceas con el objeto último de mejorar los pastos para el ganado. Precisamente, el carácter superficial de los fuegos favorece la regeneración de algunas especies leñosas de carácter pirofítico y, en consecuencia, de la formación de matorral, lo que a su vez favorece el desarrollo del incendio y así sucesivamente en un proceso cíclico.

Desde el punto de vista edáfico esta forma de utilización del monte provoca un incremento de la erosión y la degradación del suelo y una pérdida de humedad que pueden llegar a bloquear la evolución de la vegetación, estabilizándola en fases no maduras y favoreciendo la expansión de las especies pirófitas o menos exigentes desde el punto de vista hídrico. Es bastante probable que antes de la aparición del hombre muchas de las especies arriba referidas, de marcado carácter pirofítico, constituyeran algún tipo de formaciones arbustivas, según se desprende de los diagramas polínicos, si bien su difusión posterior como resultado de la actividad humana resulta indudable.

En el **último milenio** la capacidad técnica de la especie humana para la transformación del medio y su expansión demográfica aumentan exponencialmente, lo que conlleva la intensificación del aprovechamiento de los recursos. En las épocas en las que la población se ve incrementada y para satisfacer las crecientes demandas de vivienda, alimentos, vestido, herramientas, etc., la presión sobre las tierras del monte se intensifica, por medio de la ampliación de los campos de cultivo, la sobreexplotación de los pastos y bosques, etc.

Los bosques autóctonos gallegos sufrieron importantes talas en los siglos VIII y XVIII, cuando muchos soutos se transformaron en viñedos y en el s. XIII se roturaron muchos montes para ser destinados a cultivos agrícolas. En el s. XVII se instalan las herrerías y las fraguas en los valles de las sierras, intensificando las extracciones de madera y de las raíces de los brezos, principalmente

Erica australis, para la elaboración de carbón vegetal. La revolución industrial y la construcción de los ferrocarriles también incrementaron la demanda de madera. También tuvieron importancia en la mengua de los bosques gallegos las desamortizaciones eclesiásticas, que en muchos casos llevaron a manos de especuladores montes arbolados bien conservados pertenecientes a órdenes religiosas.

Como consecuencia de estas vicisitudes, Galicia alcanzó un grado de deforestación muy alto. Según el Catastro del Marqués de la Ensenada, en 1752 solamente el 5% de la superficie de la provincia de Pontevedra estaba cubierta de árboles, mayoritariamente robledales; en el resto de Galicia la proporción de especies era similar salvo por una presencia más importante del castaño en las provincias orientales, en las que todavía no habían aparecido pinares.

Durante el siglo XX y concretamente en torno a 1930 comienza la pérdida de población y el **descenso demográfico** generalizado en las zonas montañosas, que supuso el abandono de los cultivos y la recolonización vegetal. Este proceso se acentúa dos décadas después como consecuencia de la intensificación de la emigración y tiene como resultado el abandono de los viejos campos de cultivo y la disminución de la presión ganadera y humana sobre el espacio de monte. Por otro lado, coincidiendo con las emigraciones masivas comienzan a realizarse las **repoblaciones** con especies de pinos a cargo de Patrimonio Forestal del Estado y, posteriormente, se extendieron las plantaciones a base de eucalipto en las altitudes y exposiciones más adecuadas para su crecimiento.

Una revisión más exhaustiva sobre la destrucción del bosque en Galicia se puede encontrar en Guitián Rivera (1993 y 2001b). Este mismo autor señala que al menos desde la Edad Media, el paisaje gallego se ha caracterizado por el predominio del matorral y la discontinuidad de las masas arboladas, siendo la Sierra del Xistral un claro exponente.

En la actualidad las masas puras o mezcladas de árboles no autóctonas representan el 70% de las masas arboladas de Galicia y están compuestas mayoritariamente por el pino do país o pino bravo (*Pinus pinaster*), el pino insigne o americano (*Pinus radiata*), el pino silvestre (*Pinus sylvestris*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Solamente algunas especies pirófitas y agresivas como el abedul (*Betula alba*) y otras correspondientes a vegetación azonal, como el aliso (*Alnus glutinosa*), ligado a los cursos y manchas de agua, se mantienen en expansión o mantienen su área. Lo más habitual es que los restos del bosque original se encuentran en localidades de difícil acceso, donde no llegaron la tala o el incendio y donde serían inviables otros usos de suelo; tal es el caso de las manchas de vegetación caducifolia que se observan en los valles encajados de los ríos que nacen en el ámbito geográfico de la Serra do Xistral.

El rigor climático, las dificultades orográficas y la escasez de suelo junto con otras características relacionadas, mantuvieron las montañas de Galicia en condiciones de relativo aislamiento, permitiendo la pervivencia de abundantes rasgos paisajísticos heredados y así, en la zona de estudio se pueden reconocer los restos de antiguos bosques climáticos, el robledal atlántico y el abedular. En lo que respecta a las formaciones de matorral, los diagramas polínicos parecen confirmar

que muchas de las especies, de marcado carácter pirofítico ocuparon una gran extensión y una amplia gama de ambientes, incluso antes de la aparición de la agricultura y la deforestación antrópica (Gutián Rivera, 2001). El origen de las landas no se considera únicamente antrópico aunque su difusión posterior como resultado de la actividad humana resulta indudable (Castroviejo, 1992 en Gutián, 2001).

Yacimientos arqueológicos

Además de esta herencia, que viene a ser el resultado de las interacciones entre las condiciones geológicas, geomorfológicas, climáticas, vegetaciones y la acción humana, en el ámbito geográfico de las Serras Septentrionales existe una herencia cultural en forma de yacimientos arqueológicos (clasificados como abrigos rocosos y ocupaciones al aire libre en sentido estricto) cuyo estudio ha permitido obtener información para interpretar los registros de dichas interacciones desde el Holoceno hasta la actualidad:

Los estudios de los suelos de varios yacimientos existentes en el ámbito de la Serra do Xistral, recogidos en Martínez Cortizas y Moares Domínguez (1995) han revelado la ocurrencia de varios ciclos de formación de suelos separados por discontinuidades, en coincidencia con las que se encuentran en el registro polínico, estudiado por Ramil (1992, 1993) desde el 12.000 BP hasta la actualidad. Estos trabajos, junto a la información revisada por Ramil y col. (2001) sobre la vegetación a lo largo del Cenozoico y por Gutián Rivera (2001b) sobre la evolución de las masas forestales en Galicia desde la Edad de Hierro (cultura castreña en Galicia) permite establecer la historia conjunta natural (condiciones climáticas y evolución de la vegetación) y humana, de la zona de estudio:

Así, en varios perfiles desarrollados sobre las cuarcitas del Xistral y los granitos de A Toxiza se evidencian claras discontinuidades en la distribución textural pues no siempre aumentan los contenidos de arena hacia la parte inferior de los perfiles, como es habitual en los suelos monogenéticos. De forma similar, la distribución del porcentaje de gravas también muestra cambios sustanciales, normalmente asociados a una discontinuidad; cuando el material se altera *in situ*, la concentración de gravas aumenta en dirección a la saprolita, pero si en un determinado perfil se constata un incremento en un nivel superior, dicho incremento evidencia aportes de materiales alóctonos, a partir de los cuales se ha desarrollado el siguiente ciclo de edafogénesis.

Martínez Cortizas y col. (1993) describen cinco fases de edafogénesis, la más antigua, de suelos preholocenos, K5 (>10.000 años), alberga conjuntos líticos pertenecientes a culturas del Magdalenense. A esta fase le sigue la primera fase erosiva (E1) de carácter general, durante el Dryas reciente (11.000-10.000 años; Martínez Cortizas y Moares Domínguez, 1995) o a principios del Holoceno (10.000-9.500 BP; Benito y col., 1991). E1 es evidenciada por la presencia de líneas de piedras y coluviones pedregosos en el nivel de tránsito K5-K4 y ha sido interpretada como indicativa de condiciones de inestabilidad de las vertientes.

La siguiente fase de edafogénesis (K4) se prolonga desde el 9.500 hasta el 6.000 BP, lo que supone básicamente el Holoceno inferior (10.000-7.500 BP). En la zona de estudio comprende la formación de horizontes espódicos bien desarrollados en niveles altitudinales elevados, con edades estimadas de 8.500-8.000 años (indicativo de un clima frío, muy lluvioso o ambos) y una fase de erosión (E2) menos intensa que la anterior, como lo evidencia la presencia de líneas de gravas y límites netos. Tuvo lugar hacia el 8.000-7.500 BP, probablemente es de carácter local, asociada a los entornos inmediatos de las áreas ocupadas y mediada por la presencia de culturas epipaleolíticas en la zona, en áreas benignas que permitieron el desarrollo de vegetación arbórea con dominio de *Quercus*, *Pinus*, *Betula* y *Corylus*.

La tercera fase de edafogénesis (K3), inmersa prácticamente en el período Atlántico, se prolonga entre el 6.000 y el 4.000 BP y supone el desarrollo de horizontes Bw, que indican una mayor intensidad de los procesos de meteorización química y biológica pareja al óptimo de temperaturas y de vegetación arbórea. A lo largo de esta fase han quedado registradas evidencias de dos fases erosivas: la denominada fase E3, asociada a una discontinuidad en los perfiles truncada por líneas de piedras y coluvios pedregosos, habría tenido lugar hacia el 5.500-5.000, coincidiendo con la detección de polen de cereal, testigo del inicio de la agricultura (Ramil, 1992, 1993). El subsiguiente descenso de la proporción del polen arbóreo a pesar de las favorables condiciones climáticas para su desarrollo, indica la expansión de este sistema de explotación del medio y de las formaciones de matorral, y el retroceso de la cobertura arbórea que podría haber originado otra fase de erosión (E4, de menor intensidad, evidenciada por líneas de gravas y límites netos) en torno a 4.500-4.000 BP.

La fase de edafogénesis K2 comprende suelos con edades entre 4.000 y 2.500 años, siendo destacable la existencia de fenómenos de criptopodsolización en niveles de 3.000-2.500 años de edad. A partir del año 3.000 queda registrado un período de aumento de las temperaturas y de humedad y en el año 2.500 surge la cultura castreña (identificada en Galicia con la Edad de Hierro), con un gran número de castros de gran tamaño que hacen pensar en una ocupación del territorio intensa aunque discontinua. Esta ocupación lleva asociadas una agricultura estable, complementada con el sistema de rozas en el monte; actividades ganaderas y otras que suponen un cierto consumo de madera (construcción de viviendas, aperos agrícolas o simplemente el consumo de combustible para uso doméstico o en los hornos y forjas), en definitiva, la reducción de la superficie forestal entre el 2.500 y el 1.600.

Coincidiendo básicamente con el último período de edafogénesis estudiado (K1 < 2.000 años), ni la romanización desarrollada en Galicia a partir del 2.200 BP, ni las invasiones germánicas (1.500 BP), debieron suponer cambios notables en la forma de explotación agrícola o en la estructura demográfica anteriores. Las fuentes de carácter arqueológico indican que aunque ciertos núcleos de población pudieron ser abandonados temporalmente tras la invasión sueva, la estructura regional del poblamiento bajorromano no fue modificada como lo demuestra la ocupación de gran cantidad de castros hasta bien entrado el Medioevo. El mantenimiento de la actividad humana podría haber

motivado la existencia de la fase de erosión E5, datada entre el 1.500 y el 1.000, que aparece en todos los registros edáficos estudiados. La intensificación de la extensión y diversificación de las actividades de los pobladores se produjo a partir del siglo VIII (800 BP), que podría tener relación con la existencia de un registro de un proceso erosivo muy reciente, de edad inferior a los 500 años, puesta en evidencia por Martínez Cortizas y Moares Domínguez (1995).

III.2.2.2. VEGETACIÓN ACTUAL DE LA SERRA DO XISTRAL

En la Serra do Xistral se encuentra una amplia diversidad de asociaciones y comunidades vegetales cuya importancia vegetacional y florística radica en tres aspectos esenciales: La existencia de refugios durante los periodos fríos para la persistencia de elementos nemorales y meso-termófilos, el hecho de actuar como área de interconexión fitogeográfica y su aislamiento e inaccesibilidad, que ha favorecido la persistencia de un buen número de hábitats y especies (Ramil y col., 1995).

Entre las formaciones existentes destaca el Bosque caducifolio del que se conservan buenos ejemplares, relegados a los enclaves menos accesibles como los fondos de los valles donde se entremezcla con el soto ribereño; el Matorral constituye la formación más extendida por la mayor parte de las cumbres y laderas de toda la zona de estudio, siendo destacable además su variedad atendiendo a la composición específica, que parece depender fundamentalmente del grado de humedad del sustrato edáfico. Esta formación ha sido sometida tradicionalmente a aprovechamiento ganadero, lo que ha provocado en ella modificaciones sustanciales, tanto de sus características fisionómicas como de composición específica, derivando finalmente en extensas manchas de pastizales y praderas polifíticas sembradas.

En las cotas más elevadas de la Sierra se encuentran extensas formaciones de turberas ombrotáficas, que sostienen las especies propias de este tipo de medios, entre las que se incluye el matorral, mientras los fondos de los abundantes valles de ríos y arroyos están ocupados las turberas mineralotáficas, con una amplia variedad de especies florísticas en ambos casos. Por otro lado, también se encuentran áreas en las que se han realizado Repoblaciones forestales mayoritariamente con especies de género *Pinus* con mayor o menor éxito dependiendo de la altitud y de las características del sustrato edáfico. Junto a éstas se han considerado además, la vegetación asociada a los sustratos rocosos y la asociada a los cursos de agua, obviando toda referencia a los cultivos de huerta que se localizan en las inmediaciones de las escasas aldeas existentes en las cotas más bajas de la sierra y las formaciones asociadas (ejemplo, nitrofila y ruderal), de influencia antropógena.

Las formaciones vegetales más relevantes de la zona de estudio son:

1. Repoblaciones forestales

Durante los años 1957-1960 y 1972 - 1975 el Patrimonio Forestal del Estado realizó intensas campañas de plantaciones forestales a base de *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris* de forma mayoritaria, sobre las formaciones de matorral y las comunidades de gramíneas, juncáceas y ciperáceas que

constituyen la cubierta vegetal en las cotas más elevadas de la Sierra del Xistral. Díaz Varela y col. (1997) han establecido que la proporción de superficie de pinares que se conserva actualmente viene a ser del orden del 24% de la inicialmente repoblada por el Patrimonio Forestal del Estado, lo que imputan a la inadecuación de las especies o variedades, a las limitaciones climáticas y edáficas del territorio para la producción forestal o a ambas.

Efectivamente, el análisis de su distribución y fisionomía en la zona de estudio permite comprobar que una de las especies más extendidas en las zonas altas es *Pinus sylvestris*, que habitualmente presenta un escaso desarrollo en las manchas asociadas a los suelos poco profundos; en general, se aprecia que tanto la altura de los pies como la densidad de las manchas disminuyen con la altitud (Figura III.25). En las cotas más altas la altura de *Pinus sylvestris* apenas alcanza 1 m, como se aprecia en buena parte de las zonas cuminales y en las partes superiores de las laderas de los montes Carba, Leboeiro, Cume do Cabaleiro, etc. (Figura III.26). Las manchas de mayor entidad de esta especie, tanto por su extensión como por el vigor y altura de los árboles, se encuentran preferentemente en las vaguadas y en las zonas bajas de las laderas, al resguardo del viento y en condiciones de mayor grado de humedad edáfica.

En las zonas bajas, entremezcladas con las praderas, se encuentran parcelas poligonales de muy pequeño tamaño repobladas con *Pinus pinaster*. Las áreas de repoblación más extensas a base de esta especie se localizan en la zona oriental del área de estudio, sobre los suelos graníticos del macizo de A Toxiza, donde se instalan los parques eólicos Montemaior Norte, Montemaior Sur, Labrada y Terral. Es muy frecuente observar los troncos de estos pinos combados por la evolución de los efectos erosivos derivados de la inestabilidad de ladera (*creeping*) aún en áreas no muy pendientes (Figura III.27). La formación de mayor interés ecológico se encuentra en el polígono del parque Terral, una extensa mancha de repoblación a base de distintas especies de pinos, fundamentalmente *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*, con algún pie de *Pinus sylvestris*. En el interior de esta formación se encuentran pies de acebo (*Ilex aquifolium*) de entre 5 y 10 m de altura, siendo frecuentes en las márgenes de los caminos que conducen al interior del polígono del parque eólico (Figura III.28) y entre los afloramientos graníticos.

Las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, antiguas o recientes, se hacen más frecuentes en dirección a la costa, como por ejemplo en Monte Castelo (Monte Buio, según el mapa topográfico E 1:25.000), incluido en el polígono del parque eólico Gamoide (Figura III.29).



Figura III.25. Ladera oriental del monte Coto Balsego en la que se aprecia la disminución del tamaño y la densidad de la repoblación a base de *Pinus sylvestris* con la altitud. Parque Lomba.

Figura III.26. Detalle del porte enano de los pies de *Pinus sylvestris* en las cotas altas de la ladera oriental del monte Leboeiro. Parque eólico Leboeiro



Figura III.27. La mancha de repoblación de mayor interés ecológico se encuentra en el polígono del parque Terral compuesta por *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*, con algún pie de *Pinus sylvestris*.

Figura III.28. Detalle del pinar con *Ilex quifolium* entremezclado con las coníferas.



Figura III.29. Vista de la extensa repoblación a base de *Eucalyptus globulus* en la ladera orientada al N y en la cumbre del monte Pedreira do Chao, en el sector septentrional del parque eólico Gamoide, (términos municipales de Cervo y Foz).

Figura III.30. Fraga del río Boo, vista desde el parque eólico Ventoada, una formación rodeada por una orla de *Erica arborea*, con un excelente estado de conservación.

2. Bosque autóctono

El bosque caducifolio se halla representado en la Sierra del Xistral en teselas de pequeña extensión, generalmente limitado a los valles de algunos ríos que surcan la zona en sus tramos superiores, por lo que su denominación se corresponde a menudo la del curso fluvial (por ejemplo, Fraga y Río de Besteburiz); el río toma a menudo el nombre de la Fraga, como en el Río da Fraga das Leiras, el Río da Fraga Vella, O Rego da Fraguella, o viceversa, como sucede con la Fraga do Riobó.

Los bosques autóctonos de la Serra do Xistral pertenecen a la asociación galaico asturiana **Blechnum spicantis - Quercetum roboris** R. Tx. & Oberdofer 1958, perteneciente a la Clase Querco-Fagetea Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937 y cuya composición en la zona de estudio varía en las facies típica y termófila reconocidas por Izco y col. (1990). Se caracteriza por el dominio del roble carballo (*Quercus robur* L), representante típico de la región eurosiberiana, que habita los pisos colino y montano en ombroclima subhúmedo a hiperhúmedo, aunque necesita una cierta cantidad de precipitaciones y, durante el verano, humedad edáfica y atmosférica (Figura III.30). En la zona de estudio puede coexistir con el roble albar (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.; Gal.: Carba o carballo albar), como en la Fraga de Riobó; se trata de una especie de clima atlántico continental, algo más resistente a las bajas temperaturas y a los veranos frescos y secos que la anterior y que se asocia a las mesetas y laderas de pendiente variable, preferentemente en los lugares agrestes de menor humedad, alejándose de los valles (Silva-Pando y Rigueiro, 1992).

Silva-Pando y Rigueiro (1992) señalan que en localizaciones más meridionales o continentalizadas, por ejemplo en la provincia de Ourense y en la mitad sur de la provincia de Lugo, se encuentran bosques de roble melojo (*Quercus pyrenaica* Willd.) con extensión apreciable y que dicha especie se incorpora al robledal en Guitiriz, si bien se ha citado la presencia de masas dominadas por esta especie de roble, pertenecientes a la asociación **Linario triornithophorae-Quercetum pyrenaicae**, en la Serra do Xistral (Izco y col., 2001).

Ramil y col. (1995) describen que en las zonas más húmedas y sombrías del interior del bosque se desarrollan densas formaciones de avellano (*Corylus avellana* L) junto con *Allium victorialis* L, *Allium ursinum* L, *Petasites fragans* (Vill) cuando se asocian a las márgenes de pequeños arroyos o *Ulmus glabra* Hudson y las especies típicas de fresnedas y alisedas, en los cursos más regulares (Izco y col., 2001). Las condiciones de humedad del interior del bosque también facilitan la proliferación de musgos, esfagnos y helechos; asociados al roquedo se pueden encontrar algunos helechos macaronésicos, como *Culcita macrocarpa*. *Davallia canariensis*, *Trichomanes speciosa*, *Woodwardia radicans*, *Hymenophyllum tunbrigense*, constituyen las asociaciones **Anogrammo leptophyllae - Davallietum canariensis** subass. **polypodietosum interjecti** y **Hymenophyllum tunbringensis** (Ramil y col., 1995).

La relativa proximidad a la línea de costa y la orientación de los valles de los ríos y arroyos favorece la existencia de zonas de mayor termicidad a pesar de la altitud como ocurre en los valles,

orientados hacia el noroeste, de los tributarios de la margen derecha del Landro que nacen entre Penido Novo y Coto da Lagoa. Un buen ejemplo lo constituye la Fraga del Arroyo de Torres Viejas, situada en el valle del río del mismo nombre, que delimita los interfluvios donde se ubican los parques eólicos de Silán y Pedra Chantada. Formando parte de su composición específica, en ella se encuentran *Laurus nobilis* y *Arbutus unedo*, que constituyen relictos de bosques laurifolios de épocas más templadas y que definen la subasociación lauretosum nobilis Losa Quintana ex Izco, Amigo y Guitián, junto a *Vaccinium myrtillus*, que caracteriza, con otras, la subasociación dryopteridetosum aemulae, descritas por Izco y col. (1990).

En algunas áreas el robledal contacta con otras formaciones arbóreas entre las que se encuentra el abedul (*Betula celtiberica*), como en la Fraga das Leiras, por lo que incorpora algunas especies características de la asociación azonal **Holco molli - Betuletum celtiberiae**, entre las que se encuentran: *Salix atrocinerea*, *Saxifraga spathularis*, *Viola riviniana*, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula henriquesii*, *Teucrium scorodonia*, *Pyrus cordata*, etc. En los suelos con dificultades de drenaje se incorporan *Carex sp*, *Viola palustris*, *Cirsium palustre*, *Osmunda regalis*, *Ulex minor*, *Senecio aquaticus*, etc. que señalan una marcada transición a las alisedas (Silva Pando y Rigueiro, 1992). Se localizan por ejemplo, en el valle del río Pedrido, en el tramo que discurre encajado entre los montes Cadramón y Lombo Pequeno.

En las márgenes de todos los ríos y arroyos se desarrollan las alisedas ripícolas (Figura III.31), de las que en Galicia se citan dos asociaciones: Carici laevigatae-Alnetum glutinosae (Allorge, 1922) Schweg, 1937 y Carici pendulae- Alnetum (Bellot, 1966), incluidas en la Clase Alnetea glutinosae Br Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946, que comprende bosques pantanosos de distribución holártica, con alisos y sauces como especies dominantes. Sin embargo, aunque algunos de los inventarios que definen las asociaciones provienen de medios afines a la clase, las especies arbustivas y arbóreas participan en comunidades de bosques higrófilos de la Querco - Fagetea y no reflejan más que el ecotono entre el robledal climácico y la aliseda edafohigrófila, aproximándose ecológica y fisionómicamente al concepto de un robledal higrófilo con alisos (Izco y col., 1999). La asociación **Valeriano pyrenaicae - Alnetum glutinosae** Amigo, Guitián & Fernández-Prieto 1987 es la más frecuente en la zona norte y este de Galicia, encontrándose siempre en cotas inferiores a los 1.000 m (Silva-Pando y Rigueiro Rodríguez, 1992). En la zona de estudio se encuentran manchas autóctonas compuestas por caducifolias en buen estado de conservación, debido probablemente a su situación alejada de los núcleos de población, como por ejemplo la denominada Fraga das Leiras, en el valle del río del mismo nombre, en el ámbito de los parques eólicos Nordés, Leste y Mareiro (Figura III.32).

Inversamente, el grado de naturalidad de estas masas de frondosas disminuye con la proximidad a las aldeas de la zona y con su accesibilidad, por lo que en ellas no es infrecuente encontrar pies de las especies de repoblación empleadas en la zona, principalmente de *Eucalyptus globulus* de distintas edades y pinos como se puede observar por ejemplo en la formación de caducifolias (*fraga*) que asciende desde el cauce del Arroyo de Torres Viejas por la ladera norte del

monte Penedo da Forca y que se encuentra parcialmente comprendida en el sector septentrional del polígono del parque eólico Silán. Se encuentra una elevada variedad de especies y, aunque en general presenta un buen estado de conservación, son evidentes las raíces de brezos quemadas, indicativo de incendios relativamente recientes y la plantación de *Eucalyptus globulus* y *Pinus pinaster*.

De forma similar, cabe destacar que la Fraga del Río Bó sufrió, entre marzo y septiembre de 1999, una afección ambiental importante debida a las acciones derivadas del plan de concentración parcelaria en el municipio que supuso la apertura de nuevas pistas, la ampliación de las existentes o ambas. Una de esas pistas bordea por el norte del mencionado bosque, al pie de la ladera suroeste del monte Talmante-Capellada (parque eólico Ventoada), generando de forma artificial una acumulación de agua en el margen de la pista y flanqueando los aportes hídricos a la vertiente norte de la cuenca del río Bó y de la formación de la *fraga*. También la Fraga de Besteburiz fue afectada por la apertura indiscriminada de pistas de la concentración parcelaria previamente a la instalación de los parques.

	
Figura III.31. Ejemplo de bosque de galería siguiendo el curso del río Pedrido, cuya extensión en ambas márgenes se limita a una estrecha franja. Parque eólico Labrada, desde el punto de cruce entre el río y la carretera local CP-01-01.	
Figura III.32. Vista de la Fraga das Leiras tapizando las vertientes del arroyo del mismo nombre (Foto L. Tapia del Río).	

3. Matorral

La formación de **matorral** característica, ampliamente extendida por toda la zona de estudio, es un brezal - tojal de escasa altura, normalmente inferior a 0,5 m, en toda la zona de estudio que se localiza en áreas colino - montañas de elevada humedad ambiental a lo largo del año, sobre suelos ácidos y ricos en materia orgánica. Se trata de una formación de pequeño porte (altura máximas de las matas, 50 cm y más frecuentemente, 30 cm) y aspecto almohadillado, sobre todo en las zonas más expuestas a los vientos. En las zonas aplanadas donde pasta el ganado, suele formar pequeños rodales distribuidos en núcleos separados por una densa red de veredas, aunque en las laderas de mayor pendiente de algunos de los montes de la zona de estudio no se puede obviar el efecto de posibles fenómenos de erosión lateral (Figura III.33).

Pertenece a la asociación **Gentiano pneumonanthe - Ericetum mackaiana** R. Tüxen & Oberdorfer 1958 (= *Ulici galli* - *Ericetum mackaiana* Dalda 1972 em. Rivas Martínez 1979), siendo muy escasa la representación de otras comunidades afines como *Genisto berberidae* - *Ericetum mackaiana* o *Cirsium filipenduli* - *Ericetum ciliaris*. Las especies más características son *Erica mackaiana* y *Calluna vulgaris* a las que se asocian en las matas el tojo *Ulex gallii*, siendo más escasa *Gentiana pneumonanthe* (Figura III.34) que se hace patente únicamente en los meses de floración, esto es, entre agosto y octubre (García Martínez, 1991).



Junto a esta comunidad tipo, la formación de matorral presenta una serie de variantes en lo que a composición específica se refiere y, en menor medida, a las proporciones de las distintas especies. Su presencia y extensión dependen fundamentalmente de las condiciones de humedad en sustrato edáfico. Así, en las laderas de los montes orientadas al sur y, generalmente, asociadas a suelos escasamente desarrollados, esto es, en condiciones de acusado grado de **XEROMORFÍA**, se encuentran distintas asociaciones de brezal-tojal incluidas bajo la denominación “Brezales secos” de la Directiva Hábitat:

- La presencia de *Halimium alysoides* y el aumento de la proporción del tojo *Ulex gallii* (Figura III.35), permiten determinar la existencia de la asociación **Halimio alysoidis - Ulicetum galli** Rivas Martínez, T.E. Díaz, Fernández-Prieto, Loidi y Penas, 1984. Cabe mencionar que, aunque *Erica mackaiana* sigue estando presente, se encuentra en proporción muy baja con respecto a su localización óptima. Esta asociación está presente en los terrenos incluidos en los polígonos de los parques Mareiro (en el área comprendida entre Penido dos Morros y Pasada do Curro), Ventoada (en la ladera meridional del Monte Porto do Río Bó), Carba (ladera meridional del monte Limpadoiro) y Buio (Monte Castelo).
- En las proximidades de los afloramientos rocosos destaca la dominancia de los brezos *Erica cinerea* y *E. umbellata* en la formación de matorral, junto a *Daboecia cantabrica*, *Calluna vulgaris* y *Ulex sp.* Esta comunidad vegetal, perteneciente a la asociación **Ulici europaei-**

Ericetum cinereae Bellot 1949, representa microhábitats muy abundantes y dispersos por toda la zona de estudio (Figura III.36).

- Otras comunidades de brezal más escasamente representadas son las pertenecientes a la asociación **Daboecio cantabricae- Ericetum aragonensis** Rivas Martínez *in* Fernández-Prieto & Loidi, 1984, propias del piso montano y caracterizadas por la presencia de *Erica australis*. Así, en la Serra da Carba (Figura III.37) y en contacto con la comunidad de brezal húmedo de *Erica mackaiana* Bab, se localizan formaciones abiertas de dicha especie en asociación con *Erica umbellata*, *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Pterospartum tridentatum* y *Halimium alyssoides*. En comparación con la vegetación existente en las áreas colindantes, estas se caracterizan por las mayores densidad y cobertura de las especies de matorral y la menor proporción de especies de gramíneas, una diferencia que podría ser debida tanto a un menor grado de humedad (lo que explica la presencia más escasa de *Erica mackaiana* y la aparición de *Pterospartum tridentatum* (L) P.Gibbs), como por una menor presión de pastoreo por el ganado en libertad, debido a la mayor pendiente de las laderas en las que se asientan estas formaciones vegetales. Se ha descrito en las laderas orientadas al sur de los montes Carba y Limpadoiro, en terrenos pertenecientes al parque eólico Vilalba y concretamente en los puntos de instalación de los aerogeneradores números nº 39, 53 y 60 (foto nº 11), nº 53 (fotos nº 31 á 33) y nº 60 (foto nº 38). Cabe reseñar en estas zonas la presencia puntual de *Xolantha globulariifolia* (Lam.) Wilk cuya biología es escasamente conocida en la actualidad.
- Localmente se encuentran pies aislados de *Erica arborea* dispersos por la formación del brezal-tojal de *Erica mackaiana* arriba descrito en toda la zona de estudio, pero sin constituir comunidades propiamente dichas, aunque en algunas vaguadas, como en Penido Novo, la densidad de la formación puede llegar a ser considerable (Figura III.38). Otro emplazamiento habitual de esta especie lo constituyen los afloramientos rocosos de naturaleza granítica, junto con *Vaccinium myrtillus*, el tojo *Ulex europaeus* de gran porte, y, aunque resulta más escaso, *Ilex aquifolium*. Por otro lado, *E. arborea* suele aparecer asociada a las formaciones de caducifolias y a modo de orla de regeneración de esta última, como se observa en la Fraga del Arroyo de Torres Viejas o en la Fraga de Riobó. Cabe destacar la presencia de una amplia mancha compuesta por ejemplares de esta especie en el monte Limpadoiro, incluido en terrenos del parque eólico Vilalba.



Figura III.35. Matorral xeromorfo en la ladera meridional del monte Porto do Río Bó, con *Halimium alyssoides*. Parque eólico Ventoada.

Figura III.36. Los brezos *Erica cinerea* y *E. umbellata*, asociados a los afloramientos rocosos de naturaleza granítica, son muy frecuentes por toda la zona de estudio. Estas especies son indicativas del carácter más xérico del sustrato edáfico. Parque eólico Labrada.



Figura III.37. Aspecto de la formación de matorral compuesto por *Erica australis* como el brezo de mayor porte, junto a *E. mackaiana*, *E. cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Pterospartum tridentatum* y *Halimium alyssoides* en las laderas orientadas al sur del monte Limpadoiro. Parque Vilalba.

Figura III.38. Vista de una formación de *Erica arborea* típicamente asociada a formas de vaguada. La localización que muestra la fotografía es la ladera oriental del monte Penido Novo.

- Finalmente, destacamos una variante del brezal-tojal propio de la zona de estudio, que se asocia de forma particular y exclusiva a un tipo de sustrato que aflora en buena parte del ámbito geográfico de la Serra do Xistral. Se trata de áreas de afloramientos de coluvios cuarcíticos (Figuras III.39 y 40), en las que la proporción de los brezos *Erica mackaiana* y *Calluna vulgaris* del matorral se invierte a favor de la segunda. También se ha constatado un aumento considerable de la cantidad de tojo (*Ulex gallii* o *Ulex europaeus*) en la formación y de la frecuencia de *Erica umbellata*. La abundancia de sustratos y el menor porte de las plantas en algunas localizaciones, hacen muy evidente la presencia de una variada flora líquénica en estas áreas. El carácter muy ácido de estos suelos esqueléticos proporciona unas condiciones de escasa humedad edáfica durante buena parte del año, que alejan a *Erica mackaiana* de su óptimo ecológico. Desconocemos la existencia de una denominación para

esta comunidad vegetal, aunque podría ser merecedora de una diferenciación desde el punto de vista fitosociológico, tanto por la peculiar proporción de especies florísticas como por la abundancia de hábitats, claramente delimitados en el territorio.



Figura III.39. El matorral característico de áreas de afloramientos de coluvios cuarcíticos (en primer término en esta fotografía) presenta una mayor proporción de *Calluna vulgaris*, lo que le confiere un color de tinte marrón a la formación, en comparación con las áreas colindantes.

Figura III.40. En la ladera del monte Veiga Mol da Torre se aprecia la mayor densidad del brezo *Calluna vulgaris* en comparación con las demás especies de la formación, indicativo de la presencia de los suelos esqueléticos y muy ácidos desarrollados sobre coluvios cuarcíticos

Por el contrario, en las zonas de mayor **HIDROMORFÍA** se origina una mezcla de brezal-tojal hidromorfo y pradera juncal, constituida fundamentalmente por Juncáceas y Ciperáceas, con mayoría de cárices, entre las que se encuentra el endemismo *Carex durieui*, sin límite de continuidad con las asociaciones propias de las charcas de la zona de estudio. Estas formaciones vegetales se localizan bien en replanos que favorecen la acumulación de agua de forma temporal, bien en las cabeceras de los valles de los cursos de agua temporales que discurren por las laderas. El tamaño de las manchas de este tipo de vegetación es muy variado, pudiendo oscilar entre unos pocos metros en los casos anteriormente descritos y menos de 1 m, cuando se localizan asociadas a las aguas de escorrentía que discurren por las laderas de los montes donde se definen microtalwegs de muy corto recorrido.

En las áreas de transición entre el brezal-tojal y las turberas mineralotróficas se han identificado *Genista berberideae*, *Salix repens*, *Potentilla erecta* y *Thymelea coridifolia* en la formación de brezal que presenta como especie dominante, *Erica mackaiana*, junto con *Daboecia cantabrica*, el tojo *Ulex europaeus*. Resultan más escasos *Ulex gallii* y *Calluna vulgaris* y también se encuentran *Asphodelus albus*, indicativo de antiguos incendios, y briofitos tapizando algunas zonas de la superficie del suelo. La presencia de *Erica mackaiana* y *Genista berberidea* define la existencia de la asociación recientemente descrita Genisto berberideae - Ericetum mackaiana (Soñora, 1995); correspondería con la Genisto berberideae - Ericetum tetralici de Bellot et Casaseca, 1959) perteneciente a la clase OXYCOCCO-SPHAGNETEA (Br Bl et Tx., 1943), pero no se han encontrado algunas de las especies que incluye la asociación, como *Narthecium ossifragum* Huds., *Carex durieui*

Steud., *Drosera rotundifolia* L., *Pedicularis silvatica* L. o *Myrica gale* L. Ejemplos de estas comunidades se encuentran en el sector norte del parque eólico Mareiro y, en mayor extensión, en las proximidades de la turbera mineralotrófica desarrollada al pie y entre los montes Talmante y Xistral, en la cabecera del río Landro.

Como es habitual en las áreas de montaña de Galicia, las formaciones de matorral de la Serra do Xistral han sido sometidas a diversos tratamientos con vistas a diversificar su aprovechamiento, lo que ha provocado modificaciones de su fisionomía y del grado de naturalidad:

Las unidades de mayor porte, compuestas a base de especies del género *Cytisus* (xesteiras), se empleaban para la extracción de leñas, pudiéndose encontrar en la actualidad parcelas abandonadas sobre antiguos campos de cultivo (Figura III.41). Son muy frecuentes en las laderas de los montes próximos a las aldeas (Labrada o monte Limpadoiro). El brezal o brezal – tojal era sometido a rozas periódicas para obtener cama para el ganado, una actividad que aunque se evidencia aún en la actualidad en las localizaciones próximas a las aldeas se encuentran hoy en franca regresión en la zona de estudio, como lo atestiguan algunas manchas dominadas por el tojo *Ulex europaeus* con gran desarrollo de la vegetación (Figura III.42).

La explotación del territorio se centra tradicionalmente, en el aprovechamiento ganadero, vacuno y caballar, en régimen extensivo, sobre las formaciones de matorral y herbáceas. Esta actividad se sostiene de forma perdurable en una dinámica en la que por efecto de los incendios controlados se provoca la combustión de la planta adulta a fin de obtener los rebrotes más tiernos de tojos y brezos, más apetecibles para el ganado, así como el encalado ocasional. Estas prácticas modifican la abundancia de especies y, en consecuencia, el grado de cobertura vegetal de la comunidad original de forma que, si bien mantiene su composición específica, las características fisionómicas varían ampliamente entre la característica del matorral prácticamente inalterada y la de pradera polifítica de pratenses sembradas, dependiendo del grado de manejo de la formación y de la carga ganadera que soporta: Así, se pueden encontrar los que hemos denominado matorral- pastizal (Figuras III.43 y 44), una formación caracterizada por la disposición laxa de las matas del brezal- tojal propio de la zona entre las manchas dominadas por gramíneas. Cuando este aprovechamiento ganadero es más intenso, las gramíneas llegan a dominar sobre las especies propias de la formación de matorral, presentes con muy pequeño porte, de modo que el aspecto de las unidades vegetales es el característico de una pradera (Figuras III.45 y 46).

Junto al aprovechamiento ganadero, las comunidades de matorral son sometidas a repoblaciones forestales a base de especies de crecimiento rápido, previo arado de las superficies de los montes (Figura III.47), siendo también muy frecuente la apertura de cortafuegos. Cuando el matorral forma parte del sotobosque del pinar, como sucede en los terrenos comprendidos en el parque eólico Terral, el grado de cobertura de la formación varía dependiendo grado de cobertura del pinar, encontrándose igualmente las dos comunidades diferentes según el grado de hidromorfía del sustrato

edáfico arriba descritas. Cabe destacar que en la proximidad de los abundantes cursos de agua que atraviesan el polígono de este parque, la formación de matorral se entremezcla con la vegetación característica de las turberas mineralotróficas, con lo que es este tipo de medios de transición, la diversidad de especies es muy elevada (Figura III.48).



Figura III.41. Aspecto de una xesteira empleada tradicionalmente para la obtención de leñas.

Figura III.42. Detalle de un tojal abandonado en la actualidad y manejado tradicionalmente para obtención de cama de ganado. Parque eólico Labrada.



Figuras III.43 y 44. En las zonas altas de la Serra do Xistral, se encuentran ejemplos de la modificación de la fisonomía del matorral original debido al aprovechamiento ganadero en régimen extensivo. Parque eólico Pedra Chantada.



Figura III.45. Cuando este aprovechamiento ganadero es más intenso, las gramíneas llegan a dominar sobre las especies propias de la formación de matorral, como en el monte Aira Vella.

Figura III.46. Uno de los efectos del pastoreo es la remoción de la cubierta vegetal dejando al descubierto el horizonte A del suelo. Parque eólico Pedra Chantada.



Figura III.47. Aspecto de una repoblación a base de especies de crecimiento rápido sobre matorral y ocupando parcialmente unidades de turbera mineralotrófica, a pie del monte Leboreiro.

Figura III.48. En las márgenes de los cursos de agua que surcan el parque eólico Terral la comunidad de matorral se entremezcla con las especies propias de las turberas mineralotróficas.

4. Vegetación de turberas

La vegetación natural de la Serra de O Xistral ha sido estudiada por Ramil y col. (1995), cuyo trabajo se tomó en consideración a la hora de realizar el inventario florístico del EsIA, a modo de complemento de la información obtenida en los estudio de campo, información que posteriormente quedó reflejada en los estudios de detalle de las comunidades vegetales y hábitats existentes en los polígonos de los parques. Más recientemente, Fraga Vila y col. (2001) han realizado un estudio comparativo de la vegetación de las turberas existentes en las Serras Septentrionales y Orientales de Galicia, en el que consideran que la cubierta vegetal de las turberas está constituida por especies formadoras de la turba, adaptadas a situaciones de exceso de agua, acidez y, con frecuencia, déficit de nutrientes, que presentan perfiles ecológicos similares, que se asocian para constituir comunidades vegetales sin una estructura fija.

En lo que se refiere a la vegetación propia de este tipo de medios, y con vistas a simplificar su descripción, hemos diferenciado dos tipos de formaciones con fisonomía y composición florística diferentes dependiendo de la fuente de alimentación hídrica de las turberas o, lo que es lo mismo, según las turberas sean ombrotáficas de cobertor o mineralotáficas. Así, en las zonas de mayor altitud las condiciones ambientales imperantes, bajas temperaturas y elevado grado de hidromorfía limitan fuertemente la descomposición de la materia vegetal procedente de las especies de carácter higrófilo, criófilo y acidófilo que tienden a cubrir toda la superficie del terreno. La acumulación progresiva de restos vegetales muertos, formándose extensos y potentes depósitos de turba. Por otro lado, la pobreza en nutrientes de las aguas de precipitación que mantienen estas formaciones condicionan en gran medida la formación de una densa y homogénea pradera compuesta por gramíneas y, en menor medida, cárices, entre las que destaca el endemismo *Carex durieui*, asociado a las hondonadas en las que el grado de humedad edáfica es relativamente elevado (Figura III.49). Cabe destacar la ausencia del algodón de los pantanos (*Eriophorum angustifolium*) entre las especies de las turberas figura III.50). Por el contrario, una especie del mismo género, *Eriophorum vaginatum*, junto a

Molinia caerulea y *Juncus spp* constituyen las especies dominantes en la vegetación clímax de la mayor parte de las turberas de cobertor de las zonas altas de las Islas Británicas (Eyre, 1968).

En las unidades de turberas mineralotróficas, asociadas a los valles de los ríos y arroyos que surcan toda la zona de estudio o a los alvéolos de alteración en las zonas graníticas, la diversidad florística es notablemente superior, tanto por una mayor disponibilidad de nutrientes (especialmente si hay movimiento de agua) como por la diversidad de microrelieves, con depresiones, llanuras o pequeños promontorios, en los que la capa freática está constantemente al mismo nivel o cerca de la superficie del suelo, lo que determina la presencia de diferentes “microhábitats” dentro de una misma unidad de turbera. Además, en estas formaciones tienen lugar cambios temporales o espaciales del nivel o del movimiento de las aguas como consecuencia de causas naturales (crecimiento de las plantas de la turbera, procesos de formación de turba) o debidos a factores externos (drenajes, pastoreo). Dichos cambios, ligados a procesos de colmatación y terrestización, hacen que la cubierta vegetal sea dinámica, produciéndose continuamente sustituciones de unas comunidades por otras y dando lugar a series de vegetación o sucesiones:

Las etapas iniciales de las sucesiones primarias, así como en los frecuentes canales que surcan las formaciones de turberas allí donde la pendiente lo permite, corresponden a comunidades acuáticas, como la asociación **Hyperico elodis Potamogetonetum oblongi** (Allorge, 1921), Br.-Bl. & Tx 1952, propia de los charcos profundos y también presente en los bordes de los riachuelos permanentes o en el cauce de muchos pequeños cursos que sufren una importante reducción del nivel de agua en verano, aunque la rizosfera permanece permanentemente encharcada. Junto a *Hypericum elodes* y *Potamogeton polygonifolius* y como especies características de las turberas mineralotróficas se han identificado: *Eleocharis multicaulis*, *Viola palustris*, *Eriophorum angustifolium*, *Anagallis tenella*, *Carum verticillatum*, *Narthecium ossifragum*, *Carex durieui*, *Drosera rotundifolia*, D., etc. y abundantes especies de *Sphagnum*, entre ellos, *Sphagnum pilaessii* y abundantes cárices y juncáceas, que se asocian atendiendo al diferente grado de encharcamiento del terreno.

En los microhábitats adecuados y, de forma más evidente, en los límites de las unidades mineralotróficas en las que el grado de encharcamiento es menor debido a procesos tanto de colmatación como de terrestización, aumenta la frecuencia de las especies características del matorral Gentiano pneumonanthe- *Ericetum mackaiana* (*Erica mackaiana* y *Calluna vulgaris*), junto a *Ulex gallii*, *Salix repens*, *Myrica gale*, *Pedicularis silvatica*, ... y aún, otras especies más propias de ambientes más xéricos, como *Erica umbellata*.

De manera similar a lo observado en las formaciones de *fraga*, las formaciones de turberas han sido afectadas por la apertura de viales derivada del proyecto de ejecución de la concentración parcelaria, siendo común la presencia de taludes sin rematar con frentes de turba abierta (Figura III.51) y acopios de material de excavación en los bordes de las pistas. Tradicionalmente se practican incisiones en la superficie de las formaciones turberiformes con el objeto último de implantar praderas

para aprovechamiento ganadero en régimen extensivo (Figuras III.52). Esta actuación modifica sustancialmente las condiciones de circulación hídrica en el sustrato edáfico iniciando o, en su caso acelerando, los procesos de drenaje, lo que conlleva cambios en la composición específica de la cubierta vegetal, consistentes en la sustitución de las especies características de las turberas por las propias del matorral y, en su caso, las pascícolas sembradas.



Figura III.49. Aspecto de las turberas ombrotróficas de cobertor en las cumbres de Barreiras do Lago; al fondo cumbre cónica del monte Coto da Lagoa. Parque eólico Lugo (Foto X. Pontevedra)..

Figura III.50. Las turberas mineralotróficas presentan una mayor variedad de especies, entre ellas *Eriophorum angustifolium* y distintas especies de esfagnos. Parque Montemaio Norte.



Figura III.51. Apertura de viales por la ejecución de proyectos agrarios. Pedra Chantada.

Figura III.52. Aspecto de un canal de drenaje de una turbera mineralotrófica. Parque Soán.

5. Vegetación asociada a cursos y masas de agua

Entre la vegetación asociada a cursos y masas de agua, Bellot (1966) diferencia dos clases según estén las plantas acuáticas enraizadas en el fondo o no (Lemnetea y Potametea) y considera las comunidades que se encuentran en los bordes de los cursos de agua (Litorelletea) y los céspedes de las orillas y de las cercanías de los manantiales (Montio-Cardaminetea).

- La clase LEMNETEA (W. Koch et Tx., 1954) comprende las asociaciones de plantas que flotan libremente en el agua, sin estar enraizadas al fondo. En Galicia es muy frecuente la asociación Lemnetum minoris en sentido estricto, formando céspedes que recubren las aguas tranquilas de lagunas, regatos, acequias, etc. de aguas escasas en sustancias nutritivas.

- La clase POTAMETEA (Tx. et Prsg., 1942) abarca comunidades de agua dulce y corriente enraizadas en el fondo, llevando como géneros distintivos *Ranunculus* y *Potamogeton*. La asociación de la zona de estudio es ***Ranunculus aquatilis*** (Bellot, 1966) y lleva, además de la especie que da nombre a la asociación, *Callitriche hamulata*. Se ha encontrado en las charcas permanentes, aunque de nivel fluctuante de los parques eólicos Terral y Carba.
- La última asociación referida se halla entremezclada con las comunidades de borde de laguna oligotrofa o de corrientes de agua que constituyen la clase LITORELLETEA (Br.-Bl. et Tx., 1943). Comprende asociaciones efímeras de bordes de lagunas con aguas oligotrofas en las zonas periódicamente inundadas al subir el nivel de las aguas, compuestas por *Potamogeton oblongus* e *Hypericum elodes*
- Los céspedes en las orillas y en las cercanías de manantiales de curso permanente en zonas ácidas de Galicia se encuadran en la asociación ***Philonotis fontana*-*Montia rivularis*** (Braun, 1915) Bükér et Tx., 1941 de la clase MONTIO-CARDAMINETEA (Br.-Bl. et Tx., 1943).

Cabe destacar la presencia de dos especies carnívoras *Pinguicula grandiflora* y *P. lusitanica* asociadas a cursos de agua de pequeña entidad (parque eólico Carba), e incluso a las cunetas de los viales de acceso, como por ejemplo en el que asciende a los terrenos incluidos en el polígono del parque eólico Gamoide.

4. Vegetación de roquedos

El roquedo es un componente esencial del paisaje de las Sierras Septentrionales debido a la gran extensión que ocupan los afloramientos de cuarcitas y los macizos graníticos, que afloran en grandes bloques superpuestos, como se describió con anterioridad. Las comunidades vegetales que se desarrollan en las grietas de los roquedos de carácter ácido, pertenecen a la asociación ***Anogramma leptophylla*-*Davallia canariensis*** (Bellot et Casaseca (1959, 1962) de la clase ASPLENIETEA RUPESTRIS (H. Meier; Br.-Bl., 1934). Entre la flora presente en este tipo de medios destaca la presencia de *Schistostega pennata* (Hedw.), Hook, en varios de los abrigos rocosos del macizo de Toxiza y en las pequeñas cavidades que existen dentro del depósito cuarcítico que tapiza el pico Cadramón. Estas localidades de las Sierras Septentrionales constituyen una de las tres únicas citas que se conocen de este musgo en toda la Península Ibérica (Ramil y col., 1995).

III.2.2.3. HÁBITATS NATURALES DE LA SERRA DO XISTRAL

Los EsEIA realizados en este Departamento incluyen un apartado específico dedicado al estudio de los hábitats existentes en las áreas afectadas por la instalación de los parques eólicos, tal y como se ha descrito en el apartado 1 de este mismo Capítulo. En relación con los hábitats que se encuentran habitualmente en dichas áreas, la Directiva 92/43/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas relativa a la conservación de los hábitats naturales de la fauna y flora silvestre (D.O. núm. L

206 de 22/07/92), modificada posteriormente por la Directiva 97/62/CE del Consejo de 27 de octubre de 1997 (D.O. núm. L 305 de 08/11/1997), considera:

1. Hábitats de interés comunitario, los que en el territorio de la Comunidad se encuentren amenazados de desaparición en su área de distribución actual, presenten un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a su área intrínsecamente restringida o constituyan ejemplos representativos de características típicas de una o varias de las cinco regiones biogeográficas: alpina, atlántica, continental, macaronésica y mediterránea. La mayoría de los existentes en las Sierras Septentrionales representan comunidades relacionadas con los humedales (Littorelletea, Potametea, Utricularietea), así como aquellas con predominio de Briofitos y Pterodófitos que colonizan repisas de peñascos, muros y taludes compactados sobre una delgada capa de tierra (exocomófitos), incluidos en la Amodonyo-Polypodieta y Asplenietea Trichomanis (Ramil y col., 1995). La Directiva establece igualmente la protección de los Robledales montanos orocantábricos pertenecientes al Vaccinio myrtilli-Quercetum roboris, junto con Alisedas y Acebales que debido a su posición en fondo de valle no son afectados por las instalaciones eólicas previstas, por lo que no son consideradas en la presente Memoria.

2. Hábitats naturales prioritarios, los amenazados de desaparición presentes en el territorio de la Comunidad, cuya conservación supone una especial responsabilidad para la Comunidad habida cuenta de la importancia de la proporción de su área de distribución natural incluida en el territorio de la Comunidad. Como Hábitats naturales prioritarios presentes en la Sierras Septentrionales cabe destacar las diferentes comunidades vegetales características de los humedales, que cubren prácticamente la casi totalidad de las cumbres y laderas existentes en las Sierras Septentrionales de Galicia, salvo en aquellas áreas donde se han sustituido por cultivos de pinos, o donde se han drenado parcialmente las turberas favoreciendo el desarrollo de pratenses.

La diferenciación y definición de los distintos hábitats existentes en las zonas LIC requiere el manejo de un esquema fitosociológico hasta el nivel de asociación, e incluso subasociación o comunidad, esto es, un grado de definición superior al necesario en otras áreas geográficas no incluidas en la Red Natura, por lo que las escalas de trabajo empleadas han sido 1:10.000, 1:5.000 y, ocasionalmente, 1:2.000.

En los polígonos de los parques eólicos proyectados en la Serra do Xistral el agrupamiento de formaciones vegetales en los usos Forestal, Matorral, Prados y cultivos, Afloramientos rocosos y Turberas se ha realizado de forma similar a lo descrito en el apartado III.1. Vegetación de la presente Memoria, pero sólo en las áreas no afectadas directa o indirectamente por las instalaciones previstas en los proyectos de los parques eólicos. Los estudios de conocimiento del medio ambiente tienen una vigencia y una permanencia en el tiempo y en el espacio no perdurable, no tanto por la propia dinámica de los factores ambientales (siempre variables), sino por el elevado grado de intervención antrópica que soporta el monte en Galicia, por los distintos sistemas de tenencia de propiedad y por las

diferentes contraprestaciones que se espera obtener de los recursos naturales disponibles. Estas circunstancias hacen necesario revisar las condiciones ambientales de los lugares de ubicación de las turbinas de los parques eólicos (y las transformaciones derivadas de su posible instalación) con el objetivo de facilitar la labor de identificación, conocimiento y posible evolución de los hábitats prioritarios existentes en el área. Consecuentemente, fue imprescindible la realización de sucesivos estudios de gabinete y de campo con el objetivo general de establecer las condiciones actuales de los hábitats en general y de las formaciones vegetales en particular, en aquellas áreas donde estaba prevista la instalación de los parques eólicos.

Básicamente y de modo sintético se puede establecer que los hábitats prioritarios existentes en las zonas cuninales de las Sierra de O Xistral y Carba, donde estaba proyectada la instalación de las alineaciones de aerogeneradores, pertenecen a dos tipos diferentes que vienen determinados por indicadores ambientales de distinta naturaleza. De esta manera, se estableció la primera diferenciación entre los hábitats naturales prioritarios turbosos y los que se definen exclusivamente en función de las comunidades vegetales que mantienen (brezales), siguiendo las descripciones establecidas en el “*Interpretation Manual of European Union Habitats*” (Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea). Dicho manual fue desarrollado por el Grupo Científico que designó el Comité de Hábitats, establecido a su vez por la Directiva Hábitat 92/43/CEE del Consejo, de 21/5/1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (D.O.C.E., nº L 206/7, 1992), que expresó la necesidad de unificar los criterios en las clasificaciones de los Hábitats Naturales Prioritarios como aspecto más inmediato a desarrollar. La versión más reciente (Octubre de 1999, disponible en la dirección <http://www.europa.eu.int/comm/-environment/nature/habit-en.pdf>) no difiere sustancialmente a la publicada en el año 1996 en lo que se refiere a las condiciones fundamentales (tipos de suelos, comunidades o asociaciones vegetales y composición florística) que requiere la definición de los distintos hábitats considerados en la presente Memoria. En la Serra do Xistral se encuentran entre otros los siguientes tipos de hábitats turbosos prioritarios cuya determinación requiere la presencia de turba:

Turberas Elevadas Activas* (Active Raised Bogs. 7110. Clase paleográfica: 51.1).

Son turberas ácidas, ombrotróficas, pobres en nutrientes minerales, alimentadas fundamentalmente por agua de lluvia con el nivel freático generalmente más elevado que en el terreno circundante, con vegetación perenne dominada por esfagnos de colores en montículos que permiten el crecimiento de la turbera (*Erico sphagnetalia magellanici*, *Scheuchzerietalia palustris* p. *Utricularietalia intermedio – minoris* p., *Caricetalia fuscae* p.). El término “activas” debe ser utilizando para significar que la turbera aún mantiene un área significativa de vegetación formadora de turba, pero también se incluyen las turberas (bogs) en las que la formación activa de turba se encuentra temporalmente ralentizada, como ocurre después de un incendio o durante un ciclo climático natural, por ejemplo, un periodo de sequía.

El referido Manual de Interpretación de Hábitats incluye sendos listados de especies vegetales y animales asociadas a estos hábitats, junto con su distribución geográfica y la referencia de formaciones equivalentes localizadas en algunos lugares de Europa que, a su vez, han servido de elemento definitorio de este hábitat.

Turberas Elevadas Degradadas, susceptibles de regeneración natural (Degraded Raised Bogs still capable of natural regeneration. 7120. Clase paleográfica: 51.2)

Se trata de turberas elevadas en las que se ha producido una perturbación (normalmente antropogénica) en las condiciones hidrológicas de la turba, lo que conduce a la desecación y/o a la pérdida de especies o cambios en la composición específica. La vegetación contiene habitualmente como componentes principales las especies típicas de las turberas elevadas activas, pero la abundancia relativa es diferente. Los lugares considerados como capaces de regeneración natural incluirán las áreas en las que se pueden recuperar las características hidrológicas y aquellas con expectativas razonables de restablecer la vegetación formadora de turba en un periodo de 30 años, mediante un manejo adecuado.

Turberas de cobertor (* sólo si son activas) (Blanket Bog, active only. 7130. Clase paleográfica: 52.1 y 52.2)

Comunidades o unidades paisajísticas de extensas turberas sobre zonas llanas o laderas de suaves pendientes, con un drenaje superficial pobre, en climas oceánicos con abundantes precipitaciones, característicos del oeste y norte de Gran Bretaña e Irlanda. Aunque puede haber algo de flujo hídrico lateral, las turberas de cobertor son mayoritariamente ombrotróficas. A menudo cubren extensas áreas con variaciones topográficas locales que sostienen comunidades distintivas (*Erico-Sphagnetalia magellanci* *Pleurozio purpureae-Ericetum tetralicis*, *Vaccinio-Ericetum tetralicis* p.; *Scheuchzerietalia palustris* p., *Utricularietalia intermedio-minoris* p., *Caricetalia fuscae* p.). Los esfagnos juegan un importante papel en todas ellas, pero la componente de ciperáceas es mayor que en las turberas elevadas. El término “activas” debe ser utilizado para significar que la turbera aún mantiene un área significativa de vegetación formadora de turba.

Turberas de transición y tremedales (Transition mires and quaking bogs 7140. Clase Paleográfica: 54.5).

Comunidades formadoras de turba desarrolladas en la superficie de aguas oligotróficas a mesotróficas, con características intermedias entre los tipos solígenos y ombrógenos y una amplia variabilidad de comunidades vegetales. En los grandes sistemas turbosos las comunidades predominantes son los céspedes oscilantes, capas de agua colgadas o tremedales, formados por juncos pequeños o de tamaño medio, asociados a esfagnos o musgos marrones y generalmente acompañados de comunidades acuáticas y anfibias. En la región boreal este tipo de hábitat incluye pantanos o cenagales (fens) mineralotróficos que no sean parte de un complejo de turberas, ciénagas abiertas y

pequeñas ciénagas en la zona de transición entre formaciones acuáticas (lagos, charcas) y suelo mineral.

Estas turberas (mires y fens) pertenecen a los órdenes *Scheuchzerietalia palustris* p., (alfombras flotantes oligotróficas entre otras) y *Caricetalia fuscae* (tremadales). Se incluyen también las interfaces agua-tierra oligotróficas con *Carex rostrata*.

Depresiones en sustratos turbosos (Rynchosporion) (4050. Clase paleográfica: 54.6)

Comunidades pioneras muy constantes en turba expuesta saturada de agua o, a veces, arena, con *Rhynchospora alba*, *R.fusca*, *Drosera intermedia*, *D.rotundifolia*, *Lycopodiella inundata*, formadas en los pasillos entre los frentes de turbera de cobertor o de turberas elevadas. También en áreas erosionadas de forma natural (por hielo o filtración de agua) de los brezales húmedos y turberas en puntos de flujo de agua y en la zona de fluctuación de charcos oligotróficos con sustrato arenoso ligeramente turboso. Estas comunidades son similares a las de las concavidades de turberas someras y de las turberas de transición, con las que están muy relacionadas.

En definitiva, la Directiva y el Manual de Interpretación definen este tipo de hábitats en base al tipo de sustrato (turbera, Bog) que los soporta y a las características físico - químicas de este último, refiriéndose a condiciones determinantes de propiedades estrictamente edáficas, como son condiciones de drenaje y de flujo de agua en el interior del suelo y condiciones biogeoquímicas propias de la ombrotrofia, así como algunas características climáticas (precipitación) y topográficas (morfología del terreno) que constituyen factores edafogenéticos. En consecuencia, la condición indispensable para la definición de las turberas de cobertor activas (Blanket bogs) y las turberas altas activas (Active raised bogs) radica en la existencia de turba, mientras que la vegetación no define, por sí misma, dichos hábitats. Por el contrario, si la sola presencia de las comunidades vegetales recogidas en las definiciones del “*Interpretación Manual of European Union Hábitats*”, fuera suficiente para definir dichos hábitats, entonces cabría concluir que otras zonas de Galicia estarían ocupadas por turberas y a mayor abundamiento todos aquellos lugares en las que aparecieran asociadas algunas de estas especies. Por lo tanto, se puede concluir que las distintas comunidades vegetales existentes en el ámbito de la Serra de O Xistral no son exclusivas ni excluyentes de la presencia de estos hábitats.

En cuanto a los hábitats caracterizados por la presencia de brezales o, más frecuentemente en Galicia, tojal-brezal, el Manual de Interpretación de 1996 describe dos tipos de hábitats atendiendo a su composición específica e independientemente del tipo de sustrato edáfico:

Brezales húmedos atlánticos meridionales con *Erica ciliaris* y *Erica tetralix* (4020. Clase Paleográfica: 31.12). Son brezales húmedos, turbosos o semiturbosos, que no sean turberas de cobertor, de los dominios Atlántico o subatlántico

Brezales secos (Todos los subtipos). Se trata de brezales mesófilos o xerófilos sobre suelos silíceos, podsólicos en clima húmedo atlántico y subatlántico de zonas llanas y montes de Europa Occidental, Central y Septentrional. Incluye los siguientes subtipos:

31.21. Brezales submontanos de *Vaccinium-Calluna Calluno- Genistion pilosae* p. (*Vaccinion vitis-idaeae* p.): *Vaccinium myrtilli* - *Callunetum* s.l. i.a. Brezales ricos en *Vaccinium spp*, normalmente con *Calluna vulgaris*.

31.22. Brezales subatlánticos de *Calluna- Genista. Calluno- Genistion pilosae* p.

31.23. Brezales atlánticos de *Erica - Calluna. Ulicenion minoris; Daboecion cantabricae* p.; *Ulicion maritimae* p. Brezales ricos en tojo (*Ulex*) de las márgenes atlánticas.

31.24. Brezales ibero atlánticos de *Erica - Ulex - Cistus. Daboecion cantabricae* p.; *Ericenion umbellatae* p., *Ericenion aragonensis*; *Ulicion maritimae* p.; *Genistion micrantho- anglicae*.

31.25. Brezales de *Erica cinerea* boreo atlánticos.

Inicialmente ambos fueron definidos como prioritarios en el Diario Oficial pero tras la revisión pertinente por parte de la Comisión y consultados los distintos documentos del Consejo Europeo, se decidió excluir a Brezales secos (Todos los subtipos) de la lista de hábitats prioritarios. Por otro lado, los resultados de los estudios de detalle realizados en el campo revelan que la mayor parte de la superficie de matorral corresponden de forma genérica al primer tipo de hábitat, Brezales húmedos atlánticos, puesto que están presentes las dos especies características de la formación (*Erica mackaiana* y *Calluna vulgaris*) en mayor o menor medida, habiéndose definido variantes de esa misma comunidad en función, por un lado, del grado de aprovechamiento ganadero a que es sometida y, por otro lado, del grado de humedad edáfica del sustrato, entre las que se ha destacado anteriormente una variante en las áreas donde afloran de coluvios cuarcíticos, dominada por *Calluna vulgaris*.

En Galicia, estas comunidades se desarrollan sobre suelos ácidos y pobres en nutrientes en condiciones de drenaje que van desde las bien o excesivamente drenadas (las dominantes) a las que presentan condiciones de encharcamiento en periodos más o menos prolongados. Suelos de tipo podsólico, aluminico (Umbrisoles, Regosoles y Leptosoles aluminohúmicos) o suelos ácidos con un cierto carácter gleico permiten el desarrollo de comunidades de brezo que son muy numerosas y extensivas en Galicia. En la sierra de O Xistral la formación de matorral parece presentar su límite de distribución en las áreas cubiertas por una delgada capa de material edáfico (horizonte A úmbrico o H) de modo que las raíces de las plantas alcanzan el suelo mineral subyacente, mientras disminuye su presencia, tanto en lo que se refiere a frecuencia como a densidad, según aumenta al grado de hidromorfía y el espesor del sustrato turboso. Aunque suele ser considerada por los botánicos como de carácter serial, esto es, con origen en la degradación del bosque climácico, en ciertas localizaciones, como es el caso de la Serra do Xistral, podría constituir la vegetación clímax, especialmente en aquellas áreas en las que la vegetación arbolada no puede establecerse o desarrollarse debido a la persistencia de fuertes vientos en conjunción con un cierto grado de hidromorfía en el sustrato edáfico (Eyre, 1968).

La degradación de esta comunidad se produce fundamentalmente por incremento de los procesos erosivos con denudación prácticamente total de los suelos o por cambios en las condiciones de fertilidad, siendo la subida del pH por encalado y los aportes nitrogenados los que causan su rápida sustitución. Aunque el fuego reduce inicialmente su desarrollo, en general actúa como un elemento positivo para incrementar la superficie ocupada por las especies de brezo en relación al tojo (*Ulex sp*) que, en todo caso, dominaría la composición en los últimos estadios de la sucesión vegetal. Estas comunidades son muy poco sensibles a la construcción de un parque eólico ya que se recuperan muy fácilmente en cuanto se toman las medidas adecuadas durante la fase de construcción y, sobre todo, en la de revegetación. Sólo las superficies ocupadas por infraestructuras se verían afectadas de modo directo por lo que hay que cuidar fundamentalmente los efectos indirectos por incremento de las actuaciones de transformación en praderas que se verían favorecidas por la construcción de los viales de acceso al parque.

Finalmente, cabe destacar que aunque los hábitats de turberas y, en general, las formaciones ambientales existentes en la Serra do O Xistral no son fiel reflejo de aquellos descritos en la Directiva, ni de otros ubicados en otras regiones de Europa, desde el momento en que se ha promulgado este instrumento de protección, se han estudiado las equivalencias y similitudes para catalogar las formaciones ambientales de alto valor de acuerdo con las calificaciones establecidas como Hábitat Prioritario, considerándolos equiparables en lo que se refiere a su valor ambiental en el pleno sentido de la palabra, lo que implica su protección.

Metodología del estudio de hábitats de la Serra do Xistral

Previamente a la elaboración de los EsIA se realizaron los correspondientes “*Estudios de las formaciones edáficas afectadas por los parques eólicos, con particular atención a las áreas de turbera*” de los parques eólicos proyectados en la Serra do Xistral de la forma en que se describe en el apartado El medio edáfico de esta Memoria. En estos estudios de detalle se recoge la cartografía de los distintos tipos de suelos como podsoles, suelos con tendencia podsolizante y todo tipo de turberas, existentes en los polígonos de los parques eólicos. Un estudio más detallado de la terminología relacionada con las turberas y otros tipos de humedales se puede encontrar en Pontevedra (1995, 2002) y Martínez Cortizas (2001), pero en los estudios de hábitats la correspondencia entre los tipos de turberas consideradas en la clasificación biogeoquímica empleada en el proyecto “Turberas del Xistral” y las incluidas en el “Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea” se ha establecido *a grosso modo* de la siguiente manera:

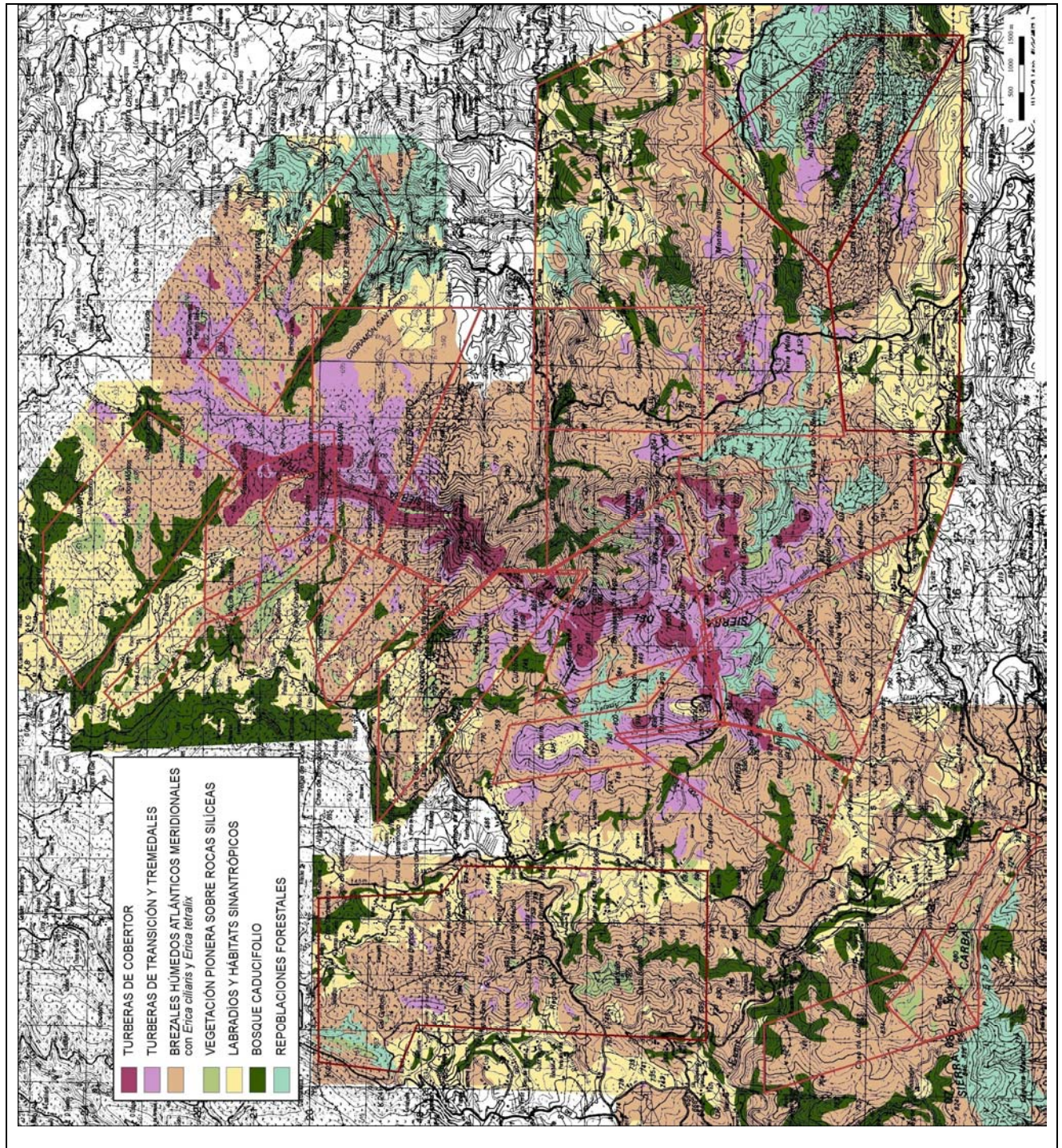
- Las **Turberas de Cobertor** se corresponden con las turberas ombrotróficas que se pueden encontrar en distintas posiciones topográficas, aunque se localizan típicamente en posición cuminal y cubriendo la parte superior de las laderas de los montes.

- Las **Turberas de Transición y Tremedales** (transition mires & quaking bogs) son básicamente las turberas mineralotróficas de depresiones de la superficie del terreno (fondo de valle, alvéolos de alteración,...), y
- Las denominadas **Turberas Elevadas Activas** y sus unidades degradadas susceptibles de recuperación se encuentran incluidas en las clases anteriores como unidades de pequeño tamaño, raramente cartografiable (Currovedo, Chan da Cruz) al igual que ocurre con las **Depresiones en sustratos turbosos** (Rhynchosporion).

En lo que respecta a los hábitats caracterizados por la presencia del brezal se han agrupado en la clase denominada Matorral del Mapa de Usos de Suelo del EsIA siempre y cuando el sustrato edáfico sea mineral, considerándose turbera o formación turberiforme si el sustrato edáfico es turboso o semiturboso, e independientemente de la composición vegetal indicada en el Manual de Interpretación.

La identificación de los tipos de hábitat existentes en la zona de instalación de los parques eólicos, se realiza mediante trabajos de campo consistentes en la determinación de las comunidades vegetales que existen en las unidades edáficas que comprende cada polígono, con un mayor nivel de detalle en la zona afectada directamente por la instalación de las alineaciones de aerogeneradores. Para ello se toma como área de estudio una superficie mínima de 250 m² en torno a cada uno de los aerogeneradores y, en su caso, a lo largo de una banda de unos 6 m de anchura correspondiente a los viales en su trazado más conflictivo, delimitando de esta forma las áreas de afección directa. Cuando en las proximidades existen ecosistemas de especial relevancia (turberas, lagunas u otros humedales) se estudian también como posibles áreas de afección indirecta. En todas ellas se procede a la determinación taxonómica de las especies vegetales identificables en el momento del estudio para determinar la comunidad vegetal que, junto a la información de las características edáficas, permite identificar el hábitat natural correspondiente. Una vez cartografiados los límites de las distintas unidades (Figura III.53), se describen sus condiciones en lo que se refiere a composición específica, grado de naturalidad, cobertura, altura de la vegetación,... que se ilustra con un breve reportaje fotográfico. Finalmente, se completan los listados de flora y se analiza el estado de conservación de las especies presentes.

Figura III.53. Mapa de hábitats de la Serra do Xistral



Tomando como base la información referida a los tipos de suelos y las distintas comunidades vegetales se elaboran los correspondientes Mapas de Hábitats que permiten perfilar los límites espaciales de las previsibles afecciones directas a los hábitats naturales y prioritarios debidas a la construcción o instalación de los distintos elementos del parque eólico: accesos principales, nuevos viales internos de comunicación, cimentaciones de aerogeneradores y sus plataformas (previendo en cada caso el movimiento de maquinaria pesada para la instalación de los aerogeneradores), zanjas de conducción de cableado, centros de transformación (en su caso), subestación y edificio de control y, en general, cualquier elemento incluido en el proyecto. Es en este proceso donde surgen las distintas alternativas de proyecto analizadas en el EsIA, que vienen a ser el resultado de sucesivas modificaciones del diseño inicial (que obedecía exclusivamente a consideraciones de optimización del aprovechamiento energético). El objetivo fundamental es la preservación de las unidades ambientales de mayor valor existentes en las respectivas zonas de estudio atendiendo a su singularidad, rareza, fragilidad, naturalidad, etc. La denominación de las correspondientes teselas se ajusta a la nomenclatura establecida en el “Manual de Interpretación de los Hábitats de la Unión Europea”, atendiendo a la composición de las asociaciones vegetales que definen los siguientes tipos de hábitats, descrito anteriormente.

Ocasionalmente estos estudios de detalle obedecen a requerimientos de diversas entidades administrativas consultadas en el proceso administrativo de la EIA (principalmente la Dirección Xeral de Montes e Medio Ambiente Natural) y, en menor extensión, consecuencia del desarrollo de la fase de información pública. La solicitud más habitual es de información adicional sobre los hábitats prioritarios existentes en las áreas afectadas por la instalación de un cierto número de aerogeneradores o la construcción de tramos de viales y zanjas. En general obedecen a la existencia de discrepancias entre la información que aporta el EsIA y los diferentes estudios accesibles y que no son coincidentes en la mayoría de los casos debido a que la definición de los hábitats radica en criterios estrictamente botánicos, edáficos o la combinación de ambos. Por este motivo a veces es necesaria la realización de estudios detallados en los que se describen los tipos de vegetación existentes en los puntos concretos de instalación de algunos aerogeneradores y en ciertos tramos de viales y zanjas. Esta información se recogió en los correspondientes “*Estudio de la incidencia del parque eólico (nombre del parque) sobre los Hábitats Naturales Prioritarios*”, acompañada de un reportaje fotográfico de las comunidades vegetales existentes en los puntos de instalación de los aerogeneradores de los parques proyectados en la Sierra del Xistral, cuando no, de todos y cada uno de dichos puntos y en áreas de trazado de viales proyectados.

III.2.2.4. FAUNA

Entre las especies faunísticas de las Sierras Septentrionales de Galicia se encuentra un buen número de especies ligadas fundamentalmente a las montañas. Esta zona constituye un refugio frente a la presión humana, que ha ido expulsando a muchas de sus hábitats, ubicándolas en una serie de zonas marginales, donde han experimentado un rápido proceso de adaptación. Por otro lado, la diversidad de hábitats, entre los que se cuentan los bosques de caducifolias y los setos de separación de fincas como de especial interés para el mantenimiento de las poblaciones, favorece la pervivencia de una cierta diversidad específica.

En lo que respecta a los vertebrados, los resultados que se exponen en primer lugar se han obtenido básicamente a partir del Atlas de Vertebrados de Galicia. Los recursos de este grupo existentes en las cuatro cuadrículas que comprende el área de estudio se han inventariado en un mínimo de 126 especies que viven asentadas o de forma temporal en el área: 4 especies de peces, 9 especies de anfibios, 8 de reptiles, 64 de aves y 41 de mamíferos (Tabla III.7), que se reparten los recursos disponibles en el área, de acuerdo con sus caracteres ecológicos distintivos, en comunidades diferenciadas. Entre ellos se encuentra un número relativamente elevado de endemismos, unos 12 en total, entre anfibios (4), reptiles (4) y mamíferos (4). La redacción de la presente memoria ha contado con el exhaustivo trabajo de campo sobre aves del Xistral recogido en Fontán y Tapia (2003), que sustituye al habitual inventario elaborado a partir del mencionado Atlas.

La humanización del medio en la zona de estudio ha provocado la aparición o desaparición de hábitats con los consiguientes cambios en la distribución y abundancia de especies y en las relaciones entre éstas. Así, la extensión de las prácticas agrícolas durante los tres últimos siglos y las incipientes industrias de construcción naval realizadas a partir del siglo XVIII han producido profundas modificaciones de las superficies arboladas, con lo que la fauna ligada al bosque ha ido dejando paso progresivamente a las especies mejor adaptadas a los espacios abiertos, cultivos y al medio humanizado en general. En la actualidad, las modificaciones a que se ve sometida la zona de estudio consisten en la creación de pastizales en terrenos de matorrales y brañas, apertura de pistas, incendios, repoblaciones forestales, etc.

1. Clase Peces

En la zona de estudio y ligadas al río Landro y, en menor medida, Ouro, se han inventariado un total de cuatro especies piscícolas, de las que únicamente la trucha (*Salmo trutta trutta*) se distribuye por toda la zona debido a su preferencia por las cuencas altas de los ríos.

Con la excepción del reo (*Salmo trutta reo*), figuran en el Libro Rojo de los Vertebrados de España (Blanco y González, 1992) como Vulnerables. Entre los problemas que sufren destacan la contaminación de las aguas, la existencia de embalses que fragmentan sus poblaciones y, en el caso particular de la anguila, la sobrepesca de angula.

2. Clase Anfibios

En la zona de estudio se localiza una comunidad de anfibios compuesta por especies muy comunes en la región Holártica (*Salamandra salamandra* y *Bufo bufo*, etc.). Dada la estrecha relación de este grupo con los cursos de agua es de esperar que sean abundantes en la zona de estudio al existir hábitats adecuados, estando su actividad facilitada además por la relativa constancia de la humedad y de la temperatura dentro de los límites tolerables durante gran parte del año. En este sentido cabe referir la frecuente observación de larvas y adultos de anuros y urodelos en las charcas que se forman en las áreas cuminales aplanadas.

Las 9 especies inventariadas figuran en el Libro Rojo de los Vertebrados de España como No Amenazadas, con las excepciones de los endemismos *Chioglossa lusitanica*, que se califica como Rara, y *Rana temporaria parvipalmata*, que se considera Insuficientemente conocida. Además cabe destacar la presencia de otros dos endemismos propios de la Península Ibérica: *Rana iberica* y *Discoglossus galganoi*.

Chioglossa lusitanica es un endemismo que se reduce al cuadrante noroccidental de la Península Ibérica: Norte de Portugal, Galicia y los dos tercios septentrionales de Asturias. En general habita áreas con precipitaciones superiores a los 1.000 mm/m². Vive en áreas de montaña, generalmente en umbrías vecinas a arroyos limpios de corriente rápida, con vegetación higrófila en las riberas, asociando su presencia a los torrentes y sotobosque de los rodales caducifolios montanos, muy frecuentes en el área de estudio. Los problemas principales están causados por la desaparición de biotopos, debida a canalizaciones, eliminación de fuentes y manantiales en galería.

Rana temporaria parvipalmata es una subespecie exclusiva de algunas zonas de Galicia, ricas en terrenos higroturbosos (brañas) en zonas de baja o media altitud. Es poco nadadora y vive en las riberas de lagunas y brañas, donde las aguas están remansadas. También se encuentra en zonas de matorral y en bosques de caducifolias y prados, evitando siempre las temperaturas excesivas. Su principal amenaza es la eliminación de las áreas de reproducción por desecación provocada de las brañas.

La *Rana iberica* es una especie que ocupa la Iberia húmeda: mitad norte de Portugal, Sistema Central, Galicia y área cantábrica hasta el País Vasco. Prefiere vivir en ambientes húmedos e frescos, ligados a aguas limpias y rápidas como los ribazos rodeados de mucha vegetación, donde se puede camuflar bien.

Discoglossus galganoi se distribuye por la mayor parte de la Península (oeste, centro y suroeste). Se trata de un anfibio ubicuo que vive muy relacionado con el agua, ocupando charcas y regatos de muy poco caudal en prados húmedos y junqueras. Es bastante común en Galicia y se adapta incluso a vivir en aguas algo contaminadas por materia orgánica, siendo uno de los pocos anfibios que llega a vivir en ambientes suburbanos.

3. Clase Reptiles

El Atlas de los Vertebrados de Galicia localiza un total de ocho especies de esta clase, todas ellas calificadas como No Amenazadas en el Libro Rojo de Vertebrados y entre las que se encuentran cuatro endemismos:

Lacerta schereiberi está muy ligado a la presencia de agua en otras zonas de la Península, pero no ocurre así en Galicia debido al elevado nivel de humedad ambiental. Es habitual entre la vegetación de las riberas de los ríos y también en zonas de matorral (como zarzales, tojal y brezales), en áreas abiertas, en los alrededores de los bosques caducifolios o en setos y vallados de prados y tierras de labor. Es un endemismo ibérico restringido a la mitad oeste de la Península.

Lacerta monticola es común en la zona N y NE de Galicia, donde forma poblaciones discontinuas. Tiene preferencia por los lugares sombríos y húmedos y por los sustratos rocosos. En zonas de baja altitud tiene hábitos forestales, haciéndose más independiente de estos medios en la alta montaña, donde aprecia más al sol.

Podarcis bocagei es un endemismo del NW peninsular y no corre peligro debido a su carácter ubicuista y a su capacidad para vivir en ambientes degradados (matorral, pedregales, roquedos e incluso ruinas). No es raro encontrarla en las ciudades

Vipera seoanei ocupa gran variedad de hábitats, viviendo preferentemente en lindes y claros del bosque autóctono, matorral, pradera y brañas. Tiene cierta preferencia por terrenos pedregosos, aunque no es muy lapidícola.

Cabe destacar la presencia de la Lagartija turbera (*Lacerta vivipara*), una especie eurosiberiana de amplia distribución cuyo límite meridional viene definido por la franja cántabro – atlántica y Pirineos. Es una especie asociada a los ecosistemas húmedos y montanos de la mitad septentrional de la Península Ibérica (Barbadillo y col., 1998 y se trata de una especie muy rara en Galicia, donde su distribución está restringida a las brañas frías de las áreas de montaña húmedas, principalmente Xistral y Ancares, aunque también es citada en A Capelada, lo que confirma la importancia biogeográfica de estas sierras en el contexto ibérico.

4. Clase Aves

Galicia posee una avifauna muy mezclada de elementos mediterráneos o atlántico-mediterráneos con ausencia de algunos nortños que habitan el resto de la región cantábrica. Aunque la presencia de elementos mediterráneos afecta más a las zonas costeras de Galicia y a los valles de los grandes ríos, tampoco deja de imprimir algún sello a la avifauna de la zona de media y alta montaña, tal y como ocurre en la zona de estudio en la que, junto a una mayoría de especies de carácter eurosiberiano, están presentes algunos elementos mediterráneos, como *Alectoris rufa* (Perdiz roja), *Sturnus unicolor* (Estornino negro), *Upupa epops* (Abubilla), *Emberiza cirius* (Escribano soteño) o *Serinus serinus* (Verdecillo).

En lo que se refiere a la avifauna del LIC Serra do Xistral e Cadramón, ha sido revisada recientemente por Fontán y Tapia (2003), en un trabajo que amplía notablemente el inventario faunístico de la zona de estudio, realizado habitualmente a partir del Atlas de Vertebrados de Galicia (SGHN, 1995). Dichos autores constatan la presencia de un total de 95 especies en el área de estudio especies durante el periodo primaveral, valor numérico que comprende especies observadas *in situ*, especies cuya presencia está confirmada en el Atlas de los Vertebrados de Galicia (SGHN, 1995) y en el Atlas de las Aves de España (SEO, 1997). De ellas, 7 se comportan como invernantes y hasta 88 son nidificantes en el área de estudio, siendo destacable que 25 mantienen un estatus de amenaza desfavorable a nivel europeo (Tabla III.7; Listado de aves). En general las posibilidades de la zona para albergar aves son relativamente elevadas dada la existencia de hábitats importantes para las aves a nivel europeo, tal como indican Fontán y Tapia (2003):

El **brezal** es un medio abierto, que se encuentra englobado entre los ocho más importantes según Tucker y Evans (1997), con interesantes características ecológicas condicionadas por factores bióticos (sucesiones botánicas, pastoreo) y abióticos (fuego, clima, suelos). La fauna de invertebrados es rica y variada, sobre todo en zonas de alta diversidad estructural del medio y durante el período primaveral. Las especies de avifauna más características de estas formaciones, de las que se han detectado hasta 16 prioritarias a nivel europeo, son la Tarabilla común (*Saxicola torquata*), Curruca rabilarga (*Sylvia undata*), Alcaudón dorsirrojo (*Lanius collurio*) y Alcaudón real meridional (*Lanius meridionalis*).

En la zona de estudio no toda el área ocupada por esta comunidad botánica está bien conservada pues las parcelas están muy alteradas por las prácticas agroganaderas, que han modificado la estructura del matorral sustituyéndolo en gran medida por las herbáceas que alimentan una cabaña ganadera extensiva, como se ha descrito anteriormente. Estas modificaciones de la estructura de la vegetación perjudican a algunas especies de aves adaptadas a la cobertura primitiva y favorecen el asentamiento de otras. Las comunidades de aves son relativamente pobres en lo que se refiere a densidad y diversidad porque estos medios poseen una capacidad de carga menor que la formación original, básicamente debido a la baja productividad y a la escasa complejidad estructural (Farrell, 1992); aún así pueden ser ocupadas por muchas especies de aves nidificantes que también son comunes en otros medios abiertos como el Chochín (*Troglodytes troglodytes*), Petirrojo (*Erithacus rubecula*), Pardillo común (*Carduelis cannabina*) o Escribano cerillo (*Emberiza cirinella*).

Durante el período invernal el medio es pobre en producción de semillas e invertebrados, resultando poco atractivo para muchas especies de aves; pero son espacios importantes como territorios de caza de algunas especies de rapaces que, aunque crían habitualmente en otro tipo de hábitats (medios forestales) suelen realizar sus prospecciones cinegéticas en terrenos abiertos (Giron y col., 1997), como el Alcotán europeo (*Falco subbuteo*), Azor (*Accipiter gentilis*), Culebrera europea (*Circaetus gallicus*) o el Busardo ratonero (*Buteo buteo*) o el Abejero europeo (*Pernis apivorus*). El hábitat presenta buenas características para acoger otras Falconiformes como los Aguiluchos pálido

(*Circus cyaneus*) y cenizo (*C. pygargus*) (Díaz y col., 1996), aunque no han sido citados en la zona como nidificantes (S.G.H.N, 1995). La existencia de pastizales permite el asentamiento potencial de otras especies de aves típicas de matorrales más abiertos, con vegetación menos desarrollada como la Lavandera boyera (*Motacilla flava*), la Collalba gris (*Oenanthe oenanthe*) o la Alondra (*Alauda arvensis*).

Salpicando la formación de matorral en la zona de estudio se encuentran abundantes afloramientos rocosos que permiten la existencia especies de hábitos rupícolas como el Colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*) o los Roqueros (*Monticola sp*), mientras las superficies ecotónicas entre este medio y algunas manchas de bosque caducifolio y de repoblación, también presentes en el área de estudio, son atractivas para algunas especies como el Chotacabras gris (*Caprimulgus europaeus*), Pito real (*Picus viridis*) y Totovía (*Lullula arborea*).

La reciente confirmación de cría de Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*) en localidades relativamente cercanas al área prospectada, hacen pensar en la posibilidad de algún pequeño núcleo reproductor en las grandes extensiones de brezal del área prospectada, un hábitat muy propicio para la especie, con matorrales abiertos de escaso porte con ausencia de árboles y áreas “desnudas” para nidificar (Tucker y Evans, 1997).

La presión ganadera en el área de estudio ha generado la presencia de otro medio de importancia europea para las aves, **pastizales y praderas polifíticas**, denominados *Grassland habitats* en la literatura anglosajona (Tucker y Evans, 1997), que alternan con superficies de matorral de diferente grado de desarrollo. De este modo se crea un interesante medio en mosaico, característico del área prospectada, con interesantes comunidades orníticas. Estos ecosistemas albergan una interesante fauna de invertebrados y de micromamíferos y también son frecuentados habitualmente por mamíferos mayores como las liebres (*Lepus sp*), Zorros (*Vulpes vulpes*) y Tejones (*Meles meles*).

Aunque el principal medio en el área prospectada es el brezal atlántico, también están presentes algunas **manchas boscosas caducifolias** importantes como la “*Fraga do Rego da Fraguella*”, y “*A Fraga das Leiras*”, fundamentalmente robledales (*Quercus sp*) y bosques de ribera (*Alnus, Salix*). Los bosques maduros generalmente presentan mayores diversidades que los bosques manejados y son preferidos por las 114 especies de aves prioritarias a nivel europeo (Tucker y Evans, 1997), muchas de las cuales no se encuentran en nuestras latitudes. Normalmente este tipo de bosques proporciona mayor producción de semillas, la fauna de invertebrado es más rica y la estructura resulta más adecuada para la nidificación de las rapaces forestales como Abejero europeo (*Pernis apivorus*), Accipiteres (Azores y gavilanes) o Cárabo común (*Strix aluco*). La mayor cantidad de madera muerta proporciona alimento a los Pícidos, Páridos, Trepadores (*Sitta*) y Agateadores (*Certhia*). Los árboles suelen estar más espaciados y abundan los claros que proporcionan lugares adecuados para aves insectívoras y frugívoras. Las especies de paseriformes típicas de estos medios como representantes de los géneros *Turdus, Sylvia, Phylloscopus* y *Parus*. Sin embargo, las prácticas de manejo del bosque,

reducen la diversidad de especies arbóreas y con ella, la estructura del bosque y la diversidad de la avifauna.

La estructura física de los bosques es el más importante factor ecológico en determinar la diversidad y densidades en los bosques templados y está influenciada por las especies dominantes de árboles, presión de pastoreo, edad, historia de las prácticas silvícolas, régimen de fuegos tipo de suelos y exposición. Algunas especies prefieren los bosques en sus primeras etapas de desarrollo, cuando la vegetación está más abierta, otras en cambio precisan de árboles maduros con cavidades para ubicar sus nidos. Las aves forestales a menudo requieren varios hábitats estructuralmente diferentes dentro de sus territorios (Raivio y Haila, 1990), por lo que bosques con árboles con diferentes estados de desarrollo presentarán unas diversidades de aves mayores que los bosques uniformes (Fuller, 1995).

El tamaño de los bosques puede ser importante para algunas especies como el Azor (*Accipiter gentilis*) o el trepador azul (*Sitta europaea*), sensibles a la fragmentación de este hábitat. Por el contrario otras especies son más adaptables y se encuentran en manchas boscosas de cualquier tamaño, es el caso del Cochín (*Troglodytes troglodytes*), Petirrojo (*Erithacus rubecula*) o el Mirlo común (*Turdus merula*), aunque estas tendencias pueden variar en función del área geográfica considerada (Tucker y Evans, 1997).

Los bosques caducifolios del área de estudio se encuentran muy reducidos aunque en un estado de conservación aceptable en la mayoría de los casos (Fontán y Tapia, 2003), manteniendo buenas condiciones para albergar una importante población de aves forestales nidificantes, aunque otras especies forestales más exigentes están ausentes, como en el resto de la geografía gallega, dada la escasa entidad de las masas boscosas presentes en la mayor parte de la región (Viada, 1998). En las zonas del bosque donde el pastoreo es más intenso, o donde existen talas o fuegos relativamente intensos sobre suelos pobres como es el caso del área de estudio, los bosques pueden convertirse en brezales, en hábitats más abiertos. Los ecotonos entre el bosque y el brezal y bosque pastizal son atractivos para muchas especies de aves, entre ellas especies como el Chotacabras pardo (*Caprimulgus europaeus*), la Totovía (*Lullula arborea*) y algunas aves de presa (Tucker y Evans, 1997).

En lo que se refiere a las **repoblaciones** a base de *Eucalyptus globulus* en general se trata de plantaciones bastante recientes, de forma fragmentada sin formar verdaderos bosques continuos, lo que unido a su escasa complejidad estructural, hacen pensar que *a priori* no ofrezcan demasiadas posibilidades a las comunidades orníticas de la zona (Fernández y Galarza, 1986). Sin embargo, algunas especies se pueden beneficiar de la presencia de coníferas en etapas maduras como el Piquituerto común (*Loxia curvirostra*) durante los movimientos dispersivos que tiene la especie en busca de cosechas de piñones (Tellería y col., 1999). En las formaciones maduras de coníferas, la diversidad ornítica y faunística en general aumenta considerablemente, y en este tipo de bosques de las sierras septentrionales de Galicia está confirmada la cría de dos especies norteñas hasta ahora desconocidas como nidificantes en Galicia, el Lúgano (*Carduelis spinus*), y Verderón serrano (*Serinus*

citrinella) (Vázquez Pumariño, 1998) que confirman la importancia biogeográfica de estas sierras. También este tipo de formaciones son muy utilizadas como áreas de nidificación por numerosas falconiformes forestales.

Finalmente, cabe referir la presencia de **cursos fluviales** en buen estado de conservación, en lo que se ha observado el Mirlo acuático (*Cinclus cinclus*), especie bioindicadora muy sensible a las alteraciones que sufren en la actualidad los cursos fluviales en muchas zonas de Europa.

A pesar de que el área objeto de estudio está próxima a una zona de paso de **aves migratorias**, el efecto sobre estas se prevé nulo o muy bajo debido fundamentalmente a que las especies transitan estrictamente de la línea de costa hacia mar a dentro y, en raras ocasiones sobrevuelan la franja costera continental. Como ejemplo del efecto inocuo de los parques sobre las aves podemos citar los resultados obtenidos en los Planes de Seguimiento de otros parques eólicos localizados en el litoral, con un paso intenso de aves migratorias y en donde no se han detectado efectos sobre las mismas.

I. 5. Clase Mamíferos

Se han detectado unas 41 especies de mamíferos, tratándose en general de especies poco exigentes, algunas auténticas oportunistas (*Mus musculus*, *Apodemus sylvaticus*, *Vulpes vulpes*) y especies de gran movilidad que transitan, crían y viven en diferentes medios (*Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles*). Este carácter poco exigente de las especies de esta clase es puesto en evidencia por la homogeneidad de su distribución en las cuatro cuadrículas prospectadas. Las excepciones son: el Lirón gris (*Glis glis*), el Murciélago mediterráneo de herradura (*Rhinolophus euryale*) presente en la Serra da Toxiza y el Musgano patiblanco (*Neomys fodiens*) presente en ambas zonas. En lo que se refiere al Lirón gris, del Orden Rodentia, es una especie de limitada distribución en Galicia (S.G.H.N., 1995) y en la Península Ibérica (Castells y Mayo, 1993). Se encuentran en franca regresión por la pérdida de su hábitat típico, el bosque caducifolio, formación que presenta buenas condiciones para la especie en algunas zonas del LIC de la Sierra del Xistral.

Aquellas especies vinculadas a la presencia de agua, riberas de ríos o regatos, como las de las familias Soricidae, Mustelidae y Muridae son abundantes en el área de estudio, debido a la presencia de charcas y cursos de agua. Asociada su presencia generalmente a los cursos fluviales poco alterados (Barea y Ballesteros, 1999), es posible detectar a la Nutria (*Lutra lutra*). Igualmente, la zona cuenta con especies de carácter más antropófilo (*Crocidura russula*), ubicuista (*Mustela nivalis*) o ligadas a las arboledas de caducifolias (*Genetta genetta*, *Felis sylvestris* y *Capreolus capreolus*) debido a la existencia de hábitats adecuados. Entre la fauna con una clara preferencia por las formaciones de matorral, la zona cuenta con *Meles meles*, *Martes foina*, *Erinaceus europaeus*, *Lepus capensis* y *Oryctolagus cuniculus*, mientras en las zonas arboladas se encuentran *Eliomys quercinus* y, muy abundante en la zona de estudio, la Ardilla roja (*Sciurus vulgaris*).

En los núcleos rurales es frecuente la presencia de quirópteros, ligados a edificaciones abandonadas, buhardillas (*Rhinolophus hipposideros* y *Rhinolophus ferrumequinum*), aunque sea

temporalmente (*Rhinolophus euryale*) y de miembros de la familia Vespertilionidae. Puesto que se trata de un grupo bastante complejo en cuanto a su ecoetología, incluso con hábitos migratorios en algunas especies, son a menudo relegados de los inventarios faunísticos. Además su muestreo entraña numerosas dificultades, ya que son muy móviles y de hábitos nocturnos y discretos (Cross, 1986), por lo que no ha sido posible establecer que especies están presentes en el área de estudio ya que distribución en Galicia no se conoce con precisión. Las siguientes especies parecen estar presentes en el área de estudio, Murciélago Ratonero de Nattereri (*Myotis nattereri*), Murciélago Ratonero Grande (*Myotis myotis*), Orejudo septentrional (*Plecotus auritus*). Como especies cavernícolas citar la presencia del Murciélago Grande de Herradura (*Rhinolophus ferruquinum*), Murciélago Pequeño de Herradura (*Rhinolophus hipposideros*), y el Murciélago de Cueva (*Miniopterus schreibersi*). Todas estas especies son fundamentalmente sedentarias, salvo el Murciélago de Cueva que presenta hábitos migratorios (Castells y Mayo, 1993).

La comunidad de carnívoros (Orden Carnívora) está bien representada en el área de estudio, estando afectadas como en el resto de la Península Ibérica, por diversos tipos de amenazas, como son la fragmentación y destrucción del hábitat, persecución ilegal, pérdida de disponibilidad trófica, etc. (Barea y Ballesteros, 1999). En algunas zonas del área prospectada existen interesantes áreas de matorral de gran cobertura, mezcladas con áreas de roquedo. Ese tipo de medios ofrecen un gran refugio para algunas especies de carnívoros como la Gineta (*Genetta genetta*), Garduña (*Martes foina*) o Gato montés (*Felis sylvestris*) (Castells y Mayo, 1993; Barea y Ballesteros, 1999). Destaca la presencia de Lobo Ibérico (*Canis lupus signatus*), que tiene una importante zona de campeo en el área de investigación y posiblemente en las proximidades una zona de cría.

Como especies de ungulados destacan el Jabalí (*Sus scrofa*) y el Corzo (*Capreolus capreolus*), muy comunes en el área de estudio. Ambas especies cinegéticas no están amenazadas (Berna III). Se tiene constancia de la presencia de individuos de Ciervo (*Cervus elaphus*), procedentes de antiguas repoblaciones realizadas en la zona, y que al parecer se han asentado con éxito. Como especies cinegéticas de caza menor destaca la aparente desaparición del Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en los últimos años, que contrasta con un más que probable aumento de las poblaciones de Liebre Ibérica (*Lepus granatensis*), presente y relativamente frecuente en el área prospectada, fundamentalmente en las zonas de matorral y pastizal de la zona alta del área de estudio, aunque sus poblaciones sufren a menudo el azote del furtivismo.

Junto al topo occidental (*Talpa occidentalis*) y al desmán (*Galemys pyrenaicus*) se encuentran en la zona otros dos endemismos ibéricos: el topillo lusitánico (*Pitymus lusitanicus*) y la musaraña ibérica (*Sorex granarius*). La mayor parte de las especies de mamíferos se califican en el Libro Rojo de los Vertebrados de España como No Amenazada. Las excepciones son las siguientes especies:

- **Insuficientemente conocidas:** *Meles meles*, *Talpa occidentales*, *Mustela putorius*, *Felis sylvestris*

- **Raras:** *Galemys pyrenaicus*
- **Vulnerables:** *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus euryale*, *Myotis myotis*, *Lutra lutra*, *Canis lupus*
- **Indeterminada:** *Plecotus auritus*

La presencia de ***Meles meles*** está condicionada a la existencia de cobertura vegetal que pueda esconder las madrigueras, pero pueden aparecer bajo rocas en zonas sin vegetación y en los bordes de los cultivos. Las amenazas más importantes son la pérdida de hábitat y la persecución ilegal para prevenir daños en los cultivos. El endemismo ***Talpa occidentalis*** (Topo ibérico) sólo se encuentra en la mitad occidental de la Península Ibérica. Como los restantes topos ocupa todo tipo de prados, eriales y huertas, por lo que debe ser relativamente abundante en el área de estudio.

El turón (***Mustela putorius***) tiene una amplia distribución en toda la Península viviendo en dos tipos de hábitats: por una parte, en las riberas de las charcas y arroyos, donde se alimenta de anfibios; y por otra, en espesuras de matorral donde los conejos son muy abundantes. Se supone que está afectado por la pérdida de hábitat por incendios y destrucción de zonas húmedas. El gato montés (***Felis sylvestris***) ocupa una gran cantidad de medios siempre que tenga suficiente cobertura (zonas boscosas amplias y bosques de galería, medios en mosaico de cultivos y matorral). Su principal amenaza es la hibridación con gatos domésticos, así como la pérdida y humanización del hábitat.

El endemismo ibérico ***Galemys pyrenaicus*** está ligado a arroyos y ríos de corriente constante y fuerte pendiente, de agua oxigenada y limpia. El tamaño de su población es desconocido y sus principales amenazas son la contaminación de ríos, la destrucción de riberas y la construcción de embalses.

* Los murciélagos pequeño de herradura (***Rhinolophus hipposideros***) y grande de herradura (***Rhinolophus ferrumequinum***) ocupan zonas de ambiente templado-húmedo con cobertura arbórea, de matorral o pastizal. Prefieren vivir en cuevas, simas, minas y túneles abandonados, pero también en desvanes. Las causas de sus declives son múltiples, pudiendo destacarse la pérdida y alteración de los refugios y el tratamiento químico para combatir plagas de xilófagos. El Murciélago mediterráneo de herradura (***Rhinolophus euryale***) es una especie gregaria típicamente mediterránea, aunque se adapta a climas continentales y atlánticos, y cavernícola. En invierno habita en cuevas en invierno y en verano frecuenta medios antrópicos como campanarios, etc. Aunque numeroso en la Cordillera Cantábrica, es escaso en Galicia debido a la falta de refugios naturales idóneos. La regresión de sus poblaciones parece ser debida a la pérdida de sus refugios y la transformación de sus hábitats naturales, así como el uso indiscriminado y abusivo de insecticidas. ***Myotis myotis*** (Murciélago ratonero grande) se distribuye por toda la España peninsular, ocupando zonas templadas y refugiándose en cavidades subterráneas, sin desdeñar desvanes y otras construcciones humanas en época estival. Sus amenazas principales son: pérdida de refugios naturales, insecticidas y las molestias que sufren las colonias en sus refugios. ***Plecotus auritus*** está restringida a enclaves forestales

montanos de la mitad septentrional de la Península. Sus principales amenazas son la pérdida de refugios naturales y los tratamientos contra insectos xilófagos.

La nutria (*Lutra lutra*) es especialmente abundante en la mitad occidental de la Península. De hábitos acuáticos, se puede encontrar en ríos, arroyos, embalses, lagunas y aguas costeras. Necesita riberas con un mínimo de cobertura vegetal y aguas no excesivamente contaminadas. La principal causa de su regresión es la presencia de sustancias contaminantes en las aguas como: dieldrín, PCBs y metales pesados (por ese orden), seguida de la alteración física del hábitat. Dentro de este último apartado, merece la pena destacar: el aprovechamiento intensivo de caudales, la construcción de embalses y, como consecuencia, la pérdida de recursos tróficos.

El lobo (*Canis lupus*) en Galicia vive en medios con alta densidad humana alimentándose de restos de basureros y ganado. En la mitad N de la Península la especie no tiene amenazas que pongan en peligro su supervivencia a corto plazo, aunque sí tiene importantes problemas de gestión.

El endemismo *Pitymus lusitanicus* (Topillo lusitanico) vive en galerías asociadas a hábitats con cierta humedad, con vegetación herbácea en las proximidades de ríos y regatos. También frecuenta los bordes de los bosques y las fincas de labradío con diversos cultivos (patatas, centeno, maíz, etc). En cuanto a la musaraña ibérica (*Sorex granarius*), y al igual que todo el grupo araneus, presenta una amplia distribución en Galicia, estando presentes en todos los hábitats con sustrato arbustivo, siendo más abundante en áreas con vegetación rastrera y terrenos relativamente húmedos.

Tabla III.7. Listados de especies faunísticas presentes en la Serra do Xistral. Elaborados a partir de SGHN (1995) y Fontán y Tapia (2003).

PECES Nombre científico	End	RD349/90	Hábitat	Berna	Bonn	CITES	CAM	CAE
<i>Anguilla anguilla</i> (<i>Anguila</i> , <i>angula</i>)	-	-		-	-	-	NA	V
<i>Salmo salar</i> (Salmón)	-	-	II,V	III	-	-	NA	V
<i>Salmo trutta fario</i> (Trucha)	-	-		-	-	-	NA	V
<i>Salmo trutta trutta</i> (Reo)								

ANFIBIOS Nombre científico	End	RD 349/90	Hábitat	Berna	CAM	CAE
<i>Triturus helveticus</i> (Tritón palmeado)	-	II	-	III	NA	NA
<i>Salamandra salamandra</i> (Salamandra común)	-	-	-	III	NA	NA
<i>Chioglossa lusitanica</i> (Salamandra rabilarga)	*	II	II,IV	II	R	R
<i>Alytes obstetricans</i> (Sapo partero común)	-	II	IV	II	NA	NA
<i>Discoglossus galganoi</i> (Sapillo pintojo ibérico)	*	II	IV	II	NA	NA
<i>Bufo bufo</i> (Sapo común)	-	-	-	III	NA	NA
<i>Rana iberica</i> (Rana patilarga)	*	II	IV	II	NA	NA
<i>Rana temporaria parvipalmata</i> (Rana bermeja)	*	II	V	III	K	K
<i>Rana perezi</i> (Rana común)	-	-	V	III	NA	NA

REPTILES Nombre científico	End	RD 349/90	Hábitat	Berna	CAM	CAE
<i>Lacerta lepida (Lagarto ocelado)</i>	-	-	-	III	NA	NA
<i>Lacerta schereiberi (Lagarto verdinegro)</i>	*	II	II,IV	II	NA	NA
<i>Lacerta vivipara (Lagartija de turbera)</i>	-	II	-	III	NA	NA
<i>Lacerta monticola cantabrica (Lagartija serrana)</i>	*	II	II,IV	II	NA	NA
<i>Podarcis bocagei bocagei (Lagartija de Bocaje)</i>	*	-	-	III	NA	NA
<i>Chalcides chalcides striatus (Eslizón tridáctilo)</i>	-	II	-	III	NA	NA
<i>Natrix natrix astreptophora (Culebra de collar)</i>	-	II	-	III	NA	NA
<i>Vipera seoanei seoanei (Víbora de Seoane)</i>	*	-	-	III	NA	NA

CLASE AVES Nombre científico	Nombre común	SPEC categoría	Estatus Europeo de Amenaza	R.D. 439/90	Lista Roja 1992	Directiva Aves	Estatu s gallego
<i>Pernis apivorus</i>	Abejero europeo	4	Seguro	2	-	Si	E
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera Europea	3	Rara	2	Si	Si	E
<i>Circus cyaneus</i>	Aguilucho pálido	3	Vulnerable	2	Si	Si	S
<i>Circus pygargus</i>	Aguilucho cenizo	4	Seguro	2	Si	Si	E
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor	-	Seguro	2	Si	-	S
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán	-	Seguro	2	Si	-	S
<i>Buteo buteo</i>	Busardo ratonero	-	Seguro	2	-	-	S
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar	3	Declive	2	-	-	S
<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	-	Seguro	2	-	Si	I
<i>Falco subbuteo</i>	Alcotán europeo	-	Seguro	2	Si	-	E
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	3	Rara	2	Si	Si	S
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	2	Vulnerable	-	-	-	S
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz	3	Vulnerable	-	-	-	E
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común	-	Seguro	-	Si	-	I/S
<i>Scolopax rusticola</i>	Chocha perdiz	3	Vulnerable	-	Si	-	I/S
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz	4	Segura	-	-	Si	S
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola común	3	Declive	-	Si	-	E
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco	-	Segura	2	-	-	E
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	3	Declive	2	-	-	S
<i>Bubo bubo</i>	Búho real	3	Vulnerable	2	Si	Si	S
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo común	3	Declive	2	-	-	S
<i>Strix aluco</i>	Cárabo común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Asio otus</i>	Búho chico	-	Segura	2	-	-	S
<i>Asio flammeus</i>	Búho campestre	3	Vulnerable	2	Si	Si	I
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Chotacabras gris	2	Declive	2	Si	Si	E

CLASE AVES Nombre científico	Nombre común	SPEC categoría	Estatus Europeo de Amenaza	R.D. 439/90	Lista Roja 1992	Directiva Aves	Estatu s gallego
<i>Apus apus</i>	Vencejo común	-	Segura	2	-	-	E
<i>Alcedo atthis</i>	Martín pescador	3	Declive	2	-	Si	S
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	-	Segura	2	-	-	E
<i>Picus viridis</i>	Pito real	2	Declive	2	-	-	S
<i>Dendrocopus major</i>	Pico picapinos	-	Segura	2	-	-	S
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	3	Declive	2	-	-	S
<i>Lullula arborea</i>	Totovía	2	Vulnerable	2	-	Si	S
<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común	3	Vulnerable	2	-	-	S
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	3	Declive	2	Si	-	S
<i>Ptyomoprogne rupestris</i>	Avión roquero	-	Seguro	2	-	-	S
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	3	Declive	2	-	-	E
<i>Delichon urbica</i>	Avión común	-	Segura	2	-	-	E
<i>Anthus campestris</i>	Bisbita campestre	3	Vulnerable	2	-	Si	E
<i>Anthus trivialis</i>	Bisbita arbóreo	-	Segura	2	-	-	E
<i>Anthus pratensis</i>	Bisbita común	4	Segura	2	-	-	I
<i>Anthus spinoletta</i>	Bisbita alpino	-	Segura	2	-	-	S/I
<i>Motacilla flava</i>	Lavandera boyera	-	Segura	2	-	-	E
<i>Motacilla cinerea</i>	Lavandera cascadeña	-	Segura	2	-	-	S
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	-	Segura	2	-	-	S
<i>Cinclus cinclus</i>	Mirlo acuático	-	Segura	2	-	-	S
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Chochín	-	Segura	2	-	-	S
<i>Prunella modularis</i>	Acentor común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo	4	Segura	2	-	-	S
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	-	Segura	2	-	-	S
<i>Saxicola torquata</i>	Tarabilla común	3	Declive	2	-	-	S
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Collalba gris	-	Segura	2	-	-	E
<i>Oenanthe hispanica</i>	Collalba rubia	2	Vulnerable	2	-	-	E
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Turdus philomenos</i>	Zorzal común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Turdus viscivorus</i>	Zorzal charlo	4	Seguro	2	-	-	S
<i>Cettia cetti</i>	Ruiseñor bastardo	-	Segura	2	-	-	S
<i>Cisticola juncidis</i>	Buitrón	-	Seguro	2	-	-	S
<i>Hippolais poliglotta</i>	Zarcero común	4	Seguro	2	-	-	E
<i>Sylvia undata</i>	Curruca rabilarga	2	Vulnerable	2	-	Si	S
<i>Sylvia communis</i>	Curruca zarcera	4	Segura	2	-	-	E

CLASE AVES Nombre científico	Nombre común	SPEC categoría	Estatus Europeo de Amenaza	R.D. 439/90	Lista Roja 1992	Directiva Aves	Estatu s gallego
<i>Sylvia borin</i>	Curruca mosquitera	4	Segura	2	-	-	E
<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca capirotada	4	Segura	2	-	-	S
<i>Phylloscopus brehmii</i>	Mosquitero Ibérico	-	Segura	2	-	-	S
<i>Regulus ignicapillus</i>	Reyezuelo común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito	-	Segura	2	-	-	S
<i>Parus cristatus</i>	Herrerillo capuchino	4	Segura	2	-	-	S
<i>Parus ater</i>	Carbonero garrapinos	4	Segura	2	-	-	S
<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Parus major</i>	Carbonero común	-	Segura	2	-	-	S
<i>Sitta europaea</i>	Trepador azul	-	Segura	2	-	-	S
<i>Certhia brachydactyla</i>	Agateador común	4	Segura	2	-	-	S
<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola	-	Segura	2	-	-	E
<i>Lanius collurio</i>	Alcaudón dorsirrojo	3	Declive	2	-	Si	E
<i>Lanius meridionalis</i>	Alcaudón real	3	Declive	2	-	-	S
<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo	-	Segura	-	-	-	S
<i>Pica pica</i>	Urraca	-	Segura	-	-	-	S
<i>Corvus monedula</i>	Grajilla	4	Segura	-	-	-	S
<i>Corvus corone</i>	Corneja negra	-	Segura	-	-	-	S
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	-	Segura	-	-	-	S
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	-	Segura	-	-	-	I
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro	4	Segura	-	-	-	S
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	-	Segura	-	-	-	S
<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero	-	Segura	-	-	-	S
<i>Frinilla coelebs</i>	Pinzón vulgar	4	Segura	2	-	-	S
<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo	4	Segura	-	-	-	S
<i>Serinus citrinella</i>	Verderón serrano	4	Segura	2	-	-	A
<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común	4	Segura	-	-	-	S
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero	-	Segura	-	-	-	S
<i>Carduelis spinus</i>	Lúgano	4	Segura	-	-	-	I
<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común	4	Segura	-	-	-	S
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Camachuelo común	-	Segura	2	-	-	S
<i>Emberiza citrinella</i>	Escribano cerillo	4	Segura	2	-	-	S
<i>Emberiza cirlus</i>	Escribano soteño	4	Segura	2	-	-	S
<i>Emberiza cia</i>	Escribano montesino	3	Vulnerable	2	-	-	S
<i>Miliaria calandra</i>	Triguero	4	Segura	-	-	-	S

MAMÍFEROS Nombre científico	End	RD 349/90	Hábitat	Berna	Bonn	CITES	CAM	CAE
<i>Erinaceus europaeus</i> (Erizo europeo occidental)	-	-	IV	III	-	-	NA	NA
<i>Talpa occidentalis</i> (Topo ibérico)	*	-	-	-	-	-	K	K
<i>Galemys pyrenaicus</i> (Desmán)	*	II	II,IV	II	-	-	R	R
<i>Sorex araneus</i> Musaraña cualicuada	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Sorex minutus</i> (Musaraña enana)	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Sorex granarius</i> (Musaraña ibérica)	*			III				
<i>Neomys fodiens</i> Musgaño patiblanco	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Neomys anomalus</i> Musgaño de Cabrera	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Crocidura russula</i> Musaraña común	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Crocidura suaveolens</i> (Musaraña campesina)	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Murciélago pequeño de herradura)	-	II	II,IV	II	II	-	NA	V
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Murciélago grande de herradura)	-	II	II,IV	II	II	-	NA	V
<i>Rhinolophus euryale</i> (Murciélago mediterráneo de herradura)	-	II	II,IV	II	II	-	NA	V
<i>Myotis myotis</i> (Murciélago ratonero grande)	-	II	II,IV	II	II	-	K	V
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Murciélago común)	-	II	IV	III	II	-	NA	NA
<i>Plecotus auritus</i> (Orejudo septentrional)	-	II	IV	II	II	-	NA	I
<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Conejo)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Lepus capensis</i> (Liebre)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Sciurus vulgaris</i> (Ardilla común)	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Eliomys quercinus</i> (Lirón careto)	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Glis glis</i> (Lirón gris)	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Microtus agrestis</i> (Topillo agreste)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Pitymus lusitanicus</i> (Topillo lusitanico)	*	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Arvicola sapidus</i> (Rata de agua)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Rattus norvegicus</i> (Rata común)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Rattus rattus</i> (Rata negra)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Ratón de campo)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Mus musculus</i> (Ratón doméstico)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Canis lupus</i> (Lobo)	-	-	II*,IV,V	III	-	C2	V	V
<i>Vulpes vulpes</i> (Zorro)	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Mustela erminea</i> (Armiño)	-	II	-	III	-	-	NA	NA
<i>Mustela nivalis</i> (Comadreja)	-	-	-	III	-	-	NA	NA

MAMÍFEROS Nombre científico	End	RD 349/90	Hábitat	Berna	Bonn	CITES	CAM	CAE
<i>Mustela putorius (Turón)</i>	-	-	V	III	-	-	NA	K
<i>Martes martes (Marta)</i>	-	-	V	III	-	-	NA	NA
<i>Martes foina (Garduña)</i>	-	-	-	III	-	-	NA	NA
<i>Lutra lutra (Nutria)</i>	-	II	II,IV	II	-	I	NA	V
<i>Meles meles (Tejón)</i>	-	-	-	III	-	-	NA	K
<i>Genetta genetta (Gineta)</i>	-	-	V	III	-	-	NA	NA
<i>Felis sylvestris (Gato montés)</i>	-	II	IV	II	-	II	NA	K
<i>Sus scrofa (Jabalí)</i>	-	-	-	-	-	-	NA	NA
<i>Capreolus capreolus (Corzo)</i>	-	-	-	III	-	-	NA	NA

III.2.3. EL MEDIO SOCIOECONÓMICO. USOS DE SUELO

Las actividades económicas principales de las zonas de montaña de Galicia en general y de la Serra do Xistral en particular, se encuadran básicamente en el sector primario: agricultura y ganadería fundamentalmente, siendo la explotación de recursos mineros prácticamente anecdótica. En estas circunstancias las unidades de estudio paisajístico o teselas vienen definidas en gran medida por la componente vegetación (Relación Paisaje-Vegetación), con la salvedad de la componente geológica que, a escala suficientemente reducida, predomina en el Macizo da Toxiza.

Por otro lado, la consideración de los Hábitats definidos en la Directiva Hábitats en lugar de la Vegetación, supone la integración de una mayor cantidad de información ambiental, especialmente en aquellos casos en los que la determinación de un hábitat requiere información sobre el tipo de suelo (turberas) o de roca (vegetación de afloramientos rocosos), y es a través de la distribución espacial de los hábitats como se puede entender la relación entre Paisaje y lo que hemos denominado Medio Natural (subsistemas físico y biótico).

En efecto, la vegetación y las actividades productivas que se desarrollan en la actualidad en la Serra do Xistral están muy vinculadas a (y limitadas por) las particulares características climáticas y geomorfológicas del área, de donde resulta un sistema con escasa complejidad estructural: En ausencia de acción antrópica, son los factores físicos y sus interacciones los que determinarían la viabilidad de las poblaciones biológicas naturales, básicamente el relieve (orientación, altitud, posición topográfica, pendiente) y las condiciones climáticas imperantes, estrechamente relacionados con el anterior (temperatura, precipitación, nieblas, humedad, sequía estival, etc.). En la zona de estudio, la vegetación actual constituye un buen reflejo de los efectos de la presión humana, histórica y actual, sobre el territorio y, a una escala más fina y en último término, la distribución de las teselas en el paisaje perceptible en la actualidad viene condicionada entre otros motivos, por la variedad de **usos de suelo** existente.

Uno de los principales escollos con que se encuentra la descripción del Medio Ambiente es la relativa independencia con que se abordan los aspectos socioeconómicos. Los esfuerzos realizados desde los inicios de la EIA en el ámbito de las Ciencias Económicas por lograr la conexión entre el Medio Natural (subsistemas físico y biótico) y el Medio Humano (subsistema socioeconómico), no suelen reflejarse en los EsIA debido a la dificultad aparente que entraña dicha relación, aún entendiendo las actividades socioeconómicas como un factor más de gran influencia en el conjunto del sistema en estudio.

Precisamente, las conexiones entre Paisaje y Medio Ambiente y entre Medio Natural (subsistemas físico y biótico) y Medio Socioeconómico vienen facilitadas si la unidad de estudio paisajístico, la tesela, representa los **usos de suelo**, en el sentido amplio del término. Su consideración en la descripción del medio ambiente ofrece muchas ventajas debido a la variedad de significados que posee y en consecuencia, la multiplicidad de puntos de vista que recoge:

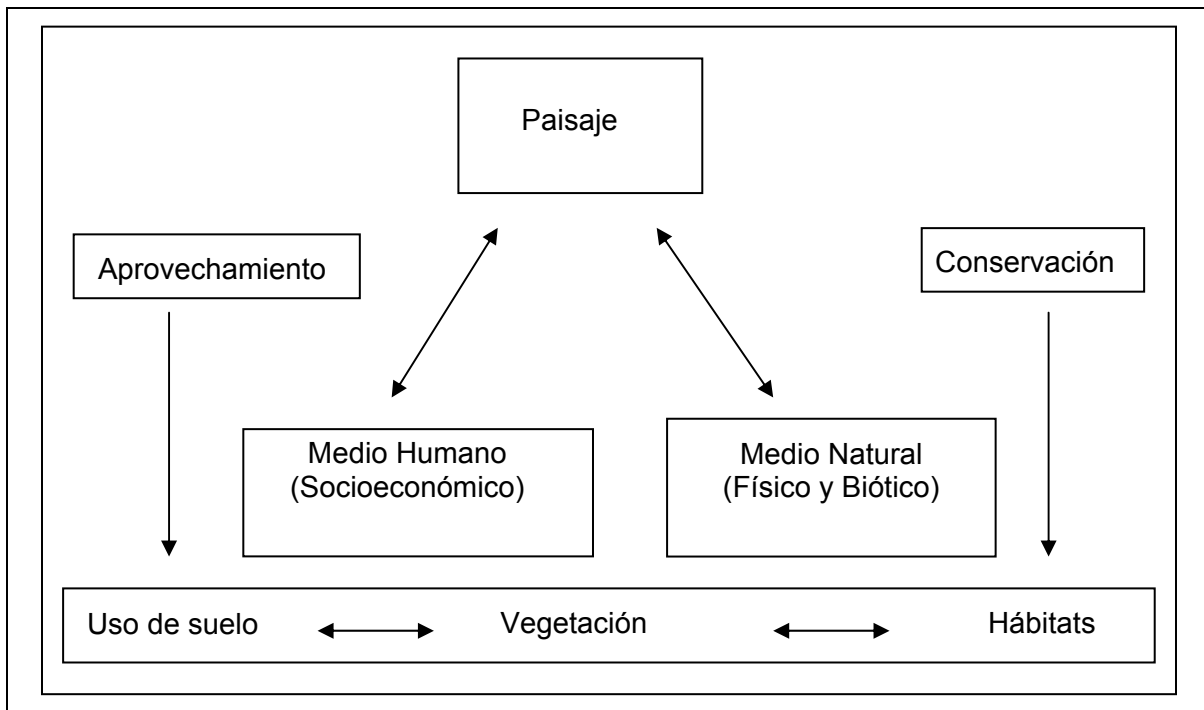
- A efectos prácticos, por ejemplo en la elaboración de cartografía se ha empleado el término “usos del suelo” como **equivalente a formación vegetal**, y las teselas correspondientes identifican terrenos ocupados por determinados tipos fisionómicos muy fáciles de identificar en el campo, básicamente vegetación arbórea autóctona (*fraga*), repoblación forestal, turberas, matorral, pastizal, praderas y afloramientos rocosos (improductivo) y que reflejan el aprovechamiento de los recursos en la zona de estudio.
- Por otro lado, esta expresión guarda en algunos casos cierta información sobre el **tipo de suelo** (relativo al material edáfico) que sustenta una determinada formación vegetal, lo que permite a mayor abundamiento, establecer una posible conexión entre usos de suelo y hábitats. A la escala de trabajo manejada habitualmente en la elaboración de los EsEIA, el material de partida del suelo determina el proceso edafogenético y muchas propiedades del suelo. Sin embargo, en líneas generales el efecto de la vegetación se hace muy evidente cuando se comparan algunas características de suelos que han soportado un uso forestal arbolado, arbustivo (matorral), cultivos o praderas, encontrándose diferencias de espesor, color, contenido de materia orgánica y concentración de cationes, principalmente en lo que se refiere al epipedon. Estas diferencias reflejan la distinta **aptitud del suelo** para soportar un cultivo (uso) u otro: En aquellas teselas en que coinciden uso de suelo y aptitud o vocación del suelo, caso de los bosques de ribera, de las formaciones de turberas y matorral que estabilizan las laderas de los montes en la zona de estudio, la cubierta vegetal refleja un óptimo ecológico por lo que la calidad de la vegetación y aún de la tesela será la máxima posible. Pero en caso de cambio de uso esas diferencias determinan la adopción de técnicas de manejo en el proceso productivo, que requieren inversiones económicas de cuantías diferentes y con distintos efectos en el conjunto paisajístico de la zona.
- En el ámbito geográfico de las zonas LIC Serra do Xistral y Montes do Buio la cartografía de los **hábitats** requirió inicialmente el conocimiento del tipo de suelo que ocupa una tesela y posteriormente el establecimiento de una correspondencia o equivalencia entre usos de suelo (entendidos como fisionomía vegetal) y las asociaciones botánicas que definen los hábitats prioritarios según el Manual de Interpretación de los Hábitats. A partir de esta relación se puede establecer un valor de conservación para ciertos usos de suelo, de donde se deduce que los hábitats, susceptibles de representación cartográfica, constituyen indicadores ambientales que integran una gran cantidad de información sobre el medio.

Las relaciones aparentemente complejas entre las categorías de usos de suelo, vegetación y hábitats se simplifican notablemente en el caso que nos ocupa con el establecimiento de las correspondencias entre:

- Paisaje y Medio Natural (subsistemas físico y biótico), a través de la relación entre vegetación y hábitats, ya establecida en el Manual de Interpretación de Hábitats e indicativa a su vez del valor de conservación según la norma comunitaria, y
- Paisaje y Medio Socioeconómico (o Humano), a través de la relación entre hábitats y usos de suelo.

Precisamente por la multiplicidad de significados que se le atribuyen, se propone el término “uso de suelo” como el elemento clave de conexión Figura III.54 entre los subsistemas que componen el medio natural (como sinónimo de aptitud del suelo, formación vegetal que sustenta, asociaciones vegetales que definen el hábitat correspondiente y su valor de conservación) y el medio socioeconómico (en términos de uso o aprovechamiento, con valor económico en el mercado). Los hábitats que existen en la actualidad en el ámbito geográfico de la Serra do Xistral representan los usos y aprovechamientos de la zona de estudio que están sujetos a la influencia, al menos parcial, de la estructura demográfica de la población y del conjunto de actividades económicas que se desarrollan a diferentes escalas geográficas.

Figura III.54. Relaciones entre los subsistemas Físico, Biótico y Socioeconómico que componen el Medio Ambiente y el Paisaje.



Las correspondencias entre los hábitats más extendidos por la zona de estudio y los usos de suelo se muestran en la Tabla III.8, a los que habría que añadir: 1) el uso minero, que ocupa una extensión reducida en el conjunto de la zona de estudio (ocasionalmente con notables implicaciones en el desarrollo de algunos aprovechamientos eólicos); y 2) el uso industrial, de carácter extensivo, adquirido con la instalación de los parques eólicos. Las correspondencias se presentan en número limitado en caso de aplicación práctica en una zona concreta como es la Serra do Xistral. Así por ejemplo, un mismo tipo de vegetación como el matorral puede estar compuesto por dos tipos de

hábitats diferentes (Brezales secos, todos los subtipos y Brezal Húmedo Atlántico Meridional) con distintos valores de conservación según la Directiva europea. Al ser sometidos a presión ganadera creciente su fisonomía irá adquiriendo sucesivamente las características de un pastizal y pradera. Las teselas ocupadas genéricamente por turberas requieren un tipo de suelo específico y pueden estar compuestas por varios tipos de turberas según su origen y posición topográfica, también con distinto valor de conservación.

Tabla III.8. Correspondencias entre los usos de suelo y los hábitats de la Serra do Xistral

Hábitat	Uso de suelo	Función
Turberas Elevadas Activas y Degradadas, susceptibles de regeneración natural Turberas de cobertor Turberas de transición y tremedales Depresiones en sustratos turbosos (Rynchosporion)	Turberas	Conservación, regulación hidrológica
Brezales húmedos atlánticos meridionales con <i>Erica ciliaris</i> y <i>Erica tetralix</i> (<i>E. mackaiana</i>) Brezales secos (Todos los subtipos).	Matorral	Orla de protección, ¿vegetación clímax?
Pastizal	Pastizal	Aprovechamiento ganadero, industrias lácteas derivadas
Cultivos y praderas. Labradíos y hábitats sinantrópicos	Praderas	
Repoblaciones Restos de vegetación clímax	Forestal	Aprovechamiento forestal
		Conservación
Afloramientos rocosos y pedregosos Vegetación pionera sobre rocas silíceas	Improductivo	Conservación, paisaje

Las teselas con los diferentes usos del suelo se pueden ordenar según un gradiente de naturalidad o, inversamente de presión de manejo, entre los recursos naturales, valorados en términos de vegetación clímax (turberas, *fragas*, brezales) y recursos agronómicos (pastizal, pradera, repoblaciones forestales) que poseen un valor de mercado (recursos económicos). De esta manera, los usos de suelo existentes en un territorio permiten establecer la conexión entre los sistemas económico y natural de la zona de estudio, y reflejan, al menos en la parte que le corresponde, la distribución de las actividades económicas (a la escala cartográfica que se desee).

A partir de este gradiente se han definido dos nuevas categorías de uso de suelo, concretamente pastizal y turberas, este último entendido como sinónimo de uso de conservación y con idéntica vocación, juegan un importante papel en la regulación de los recursos hidrológicos de la zona de estudio y de su área de influencia. El empleo del término pastizal surge de la necesidad de designar una serie de estados intermedios entre matorral y pradera generados por el pastoreo extensivo sobre el matorral, no contemplados en la Directiva Hábitats o en su Manual de Interpretación. La presencia de

matas dispersas del brezal, compuestas generalmente por las especies propias de los brezales húmedos atlánticos meridionales, induce a clasificarlos entre los matorrales, pero la formación no posee la estructura, cobertura vegetal ni la densidad de matas adecuadas para denominarlo matorral, pues su fisonomía por dominio de herbáceas es más semejante a la de las praderas. Estos estados intermedios se denominan pasto arbustivo (procedente de leñosas de menos de 5 m de altura) y pastizal, un tipo de pasto herbáceo natural dominado por herbáceas, salpicado con leñosas; ambos se aprovechan mediante pastoreo extensivo (SEEP, 2001) y son equivalentes desde el punto de vista paisajístico. En todo caso, la existencia de este tipo de formación intermedia, el pastizal, merece ser tomada en cuenta debido a las posibilidades que ofrece como:

- Punto de partida para la regeneración de las formaciones vegetales que definen los hábitats de mayor valor de la Serra do Xistral, esto es, los brezales húmedos atlánticos meridionales en toda la zona y, dependiendo de su posición topográfica, los diferentes tipos de turberas existentes, en el caso de que el uso ganadero extensivo a que es sometido en la actualidad sea abandonado.
- Zona de protección de las turberas y de su uso de conservación en el caso de que se aumenten las presiones ganaderas de la zona, pues los pastizales son más fáciles de transformar en pradera con menor coste económico que otras comunidades vegetales, de mayor valor de conservación, existentes en la Sierra. En estas circunstancias cabría esperar también la transformación paulatina del matorral en pastizal por aumento de la presión ganadera.

Hasta la aprobación del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) que establezca las directrices que regirán la explotación de los recursos de la zona LIC Serra do Xistral, el destino de las unidades paisajísticas depende en todo caso:

1) de las condiciones socioeconómicas imperantes en la propia zona de estudio. A pesar de la población, notablemente envejecida, escasa y con crecimiento vegetativo negativo, y de los menguantes recursos económicos que ofrecen las estructuras productivas tradicionales, actualmente en declive, todo el terreno ofrece intrínsecamente un gran potencial de cambio hacia la intensificación de los aprovechamientos y en detrimento de la conservación. El motivo radica en que el monte es concebido como un bien privado, particular o comunal, y de condición utilitaria preferentemente a corto plazo.

2) de los condicionantes externos de tipo macroeconómico que, en un lapso de tiempo relativamente breve han generado en la zona: 2.a) el cierre o traslado de industrias lácteas y de producción de carne de vacuno, lo que ha supuesto la transformación de praderas a uso forestal y, 2.b) la instalación de la industria eólica que, permitiendo la continuidad de los aprovechamientos preexistentes, ha supuesto una notable inyección económica en las áreas de montaña, la revalorización de los terrenos “a monte” y la sobrevaloración de las viviendas y otras construcciones abandonadas.

BIBLIOGRAFÍA Capítulo III

- Aguilo Alonso, M. y col. (1992). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid.
- Araujo, A. y A. Pérez Alberti (1999). Os medios xeográficos no noroeste peninsular. En: Xeografía do Eixo Atlántico. Coord. X.M. Souto González.
- Arce Duarte, J.M. y J. Fernández Tomás (1977). Mapa geológico de España. E. 1:50.000, hojas nº 24 (Mondoñedo) y nº 2 (Cillero). Inst. Geol. Min. España. Madrid.
- Arsuaga, J.L. (2003). Los aborígenes: la alimentación en la evolución humana. RBA, DL. Barcelona.
- Arsuaga, J.L. e I. Martínez Mendizabal (1998). La especie elegida: la larga marcha de la evolución humana. Temas de Hoy, Madrid.
- Asensio, I y J.R. Copa (1985). Aspectos morfológicos y sedimentológicos del Cuaternario de Mondoñedo-Lourenzana. Estudios geográficos, pp: 285-301.
- Barbadillo, L.J., J.I. Lacomba, V. Pérez-Mellado, V. Sancho y L. López-Jurado. (1998). Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica Baleares y Canarias. Geoplaneta. Barcelona.
- Barea, J. M. y E. Ballesteros (1999). *Carnívoros Ibéricos*. Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía. Serie de Estudios y proyectos de Biología. Nº 2. Granada.
- Barreno y col. (1984). Listado de plantas endémicas, raras y amenazadas de España. Información Ambiental, 3: 48-71
- Bastida, F. (1980). Las estructuras de la primera fase de deformación herciniana en la Zona Asturoccidental-Leonesa (Costa Cantábrica, NW de España). Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- Bastida, F., A. Marcos, J. Marquinez, J.R. Martínez Catalán, A. Pérez Estaún y J.A. Pulgar (1984). Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Hoja núm. 1. La Coruña.
- Bello Diéguez, J.M. y A. de la Peña Santos (1995). Galicia na Prehistoria. Vía Láctea Editorial.
- Bellot, F. (1966) La vegetación de Galicia. Ed. CSIC.
- Benito, E., B. Soto y F. Díaz-Fierros (1991). Soil erosion studies in NW Spain. En: M.Sala, J.L. Rubio y J.M. García Ruiz (eds.) Soil Erosion Studies in Spain. Geoforma Ediciones. Logroño.
- Blanco J.C. y J.L. González (1992). El libro rojo de los vertebrados de España. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Cabeza Quiles, F. (2000). Os nomes da terra. Topónimos galegos. Ed. Toxosoutos. Noia (A Coruña).
- Capdevila, R. (1969). Le metamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de galice nord orientale (NW de l'Espagne). These Univ. Montpellier.
- Carballeira A. y col. (1983). Bioclimatología de Galicia. Ed. Fundación Pedro Barrié de la Maza.
- Castells, A. y M. Mayo (1993). Guía de los mamíferos en libertad de España y Portugal. Ediciones Pirámide. Madrid.
- Castillejo Murillo, J., X.M. Santos Díaz y J. Iglesias Piñeiro (2001). Zoogeografía. En: Atlas de Galicia. Sociedade para o Desenvolvemento Comarcal de Galicia.
- Castillo Rodríguez, F. (2001). El clima de las áreas de turbera de Galicia. En: Turberas de montaña de Galicia. Martínez Cortizas y García-Rodeja Gayoso (coord.). Col. Técnica Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
- Castroviejo (1992) en Guitián Rivera (2001a). O papel do monte na construción das paisaxes em Galicia. En: O Feito Diferencial Galego. As Paisaxes de Galicia. . Vol. 2, p. 49-59. As Paisaxes de Galicia. Celebrado na sé do Museo do Pobo Galego en Santiagode Compostela os días 26-29 de xuño de 2000]. Augusto Pérez Alberti (coord.) Museo do Pobo Galego, D.L. Santiago de Compostela.
- Cross, S. P. (1986). Bats. En: *Inventory and Monitoring of Wildlife Habitat*. Allen y Cooperrider (Eds.) . U.S. Department of the interior. Bureau of Land Management.
- de Torres Luna, P., R.C. Lois González y A. Pérez Alberti (1993). A montaña galega. O home e o medio. Biblioteca de divulgacion. Serie Galicia. Univ. Santiago de Compostela.
- Díaz Varela, R.A., J. Filgueiras Silva, M.A. Rodríguez Guitián y P. Ramil-Rego (1997). Evaluación de la viabilidad de las repoblaciones de coníferas en la Serra do Xistral (Galicia, NW Ibérico). En I Congreso Forestal Hispano Luso. II Congreso Forestal Español. Libro de Actas, 1: 45-50. Puertas Tricas, F & M. Rivas (eds). Pamplona.
- Díaz, M., B. Asensio y J.L. Tellería, J.L. (1996). Aves Ibéricas I. No paseriformes. Madrid. J.M. Reyero Editor. Madrid.
- Duque Lucas, L.C., E. Elizaga y J.R. Vidal Romaní (1983). Puntos de Interés Geológico de Galicia. Ministerio de Industria y Energía. IGME. Servicio de Publicaciones.
- Escribano Bombín, M.M., M. de Frutos, E. Iglesias, C. Mataix e I. Torrecilla (1987). El paisaje. Unidades Temáticas Ambientales. Dirección General del Medio Ambiente. MOPU, Servicio de Publicaciones. Madrid.
- Español Echániz, I.M. (1998). Paisaje. Las obras públicas en el paisaje. Guía para el análisis y evaluación del impacto ambiental en el paisaje. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento. CEDEX. Madrid.

- Eyre, S.R. (1968). Vegetation and soils. A world picture. Edward Arnold Publishers Ltd.
- Fernández, A. y A. Galarza (1986). Estructura y estacionalidad de las comunidades de aves en distintos medios del tramo costero del País Vasco. Boletín de la Estación Central de Ecología, 29: 59-66.
- Fontán, L.E. y L.E. Tapia del Río (2003). Revisión del estatus de la avifauna en el LIC "Serra do Xistral". En: Actas do V Congreso Galego de Ornitología (S. González, Coor.), pag.7-19. Sociedade Galega de Historia Natural. Santiago de Compostela.
- Fraga Vila, I., E. Sahuquillo Balbuena y M. García Tasende (2001), Vegetación característica de las turberas de Galicia. En: Turberas de montaña de Galicia. Xunta de Galicia.
- Franco Maside, S. (1997). Variabilidad de los suelos de una secuencia topográfica de la Sierra del Xistral. Tesina de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Santiago.
- Fuller, R.J. (1995). Bird life of woodland and forest. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- G.E.P., Grupo de Estudios Paleoambientales (1995). Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Grupo de Estudios Paleoambientales y Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Vilalba.
- García Martínez, X.R. (1991). Guía das plantas con flores de Galicia. Ed. Xerais de Galicia.
- Giron Pendleton, B.A., B.A. Millsap, K.W. Cline y D.M. Bird (eds.) (1997). Raptor management techniques manual. National Wildlife Federation, Washington, D.C.
- Glazosvkaya, M.A. (1983). Soils of the world. Vol. I Trad. de Pochuy Mira, Osnovnye Semestria: Tipy Pochov (1972). Moscow Univ. Publ. Moscow.
- Gobster, P.H. y R.E. Chenoweth (1989). The dimensions of aesthetic preference: a quantitative analysis. *Journal of Environmental Management*, 29: 47-72.
- Gómez Campo y col. (1987). Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Serie Técnica. Madrid.
- Gómez Orea, D. (1994). Evaluación de impacto ambiental. Ed. Agrícola Española S.A. 2ª ed. Madrid
- Gutián Rivera L. (1993). La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los caminos Jacobeos: cambios ambientales y actividad humana. A. Pérez Alberti, L. Gutiérrez Rivera y P. Ramil Rego (eds.). Consellería de Relacións Institucionais e Portavoz do Goberno. Xunta de Galicia.
- Gutián Rivera, L. (2001a). O papel do monte na construción das paisaxes en Galicia. En: O Feito Diferencial Galego. As Paisaxes de Galicia. . Vol. 2, p. 49-59. As Paisaxes de Galicia, celebrado na sé do Museo do Pobo Galego en Santiagode Compostela os días 26-29 de xuño de 2000]. Augusto Pérez Alberti (coord.) Museo do Pobo Galego, D.L. Santiago de Compostela.
- Gutián Rivera, L. (2001b). La destrucción histórica del bosque en Galicia. Semata, Ciencias Sociais e Humanidades, vol. 13:105-166.
- I.G.M.E. (1975). Mapa Geológico de España (E. 1: 50.000) Hoja nº 23 Puentes de García Rodríguez. Servicio publicaciones. Ministerio de Industria.
- I.G.M.E. (1975). Mapa Metalogenético de España (E 1:200.000). Hoja nº 1. La Coruña. Serv. Publ. del Ministerio de Industria y Energía.
- I.G.M.E. (1976). Mapa Geológico de España (E. 1: 50.000) Hoja nº 8 Vivero. Servicio publicaciones. Ministerio de Industria.
- I.G.M.E. (1977). Mapa Geológico de España (E. 1: 50.000) Hoja nº 9 Foz. Servicio publicaciones. Ministerio de Industria.
- I.G.M.E. (1978). Mapa Geológico de España (E. 1: 50.000) Hoja nº 24 Mondoñedo. Servicio publicaciones. Ministerio de Industria.
- I.G.M.E. (1989). Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Ministerio de Industria.
- I.G.M.E., (1972). Mapa Geotécnico General. (E 1:200.000) Hoja nº 1. La Coruña. Serv. Publ. Ministerio de Industria.
- I.T.G.E. (1998). Mapa de Rocas y Minerales Industriales (1:200.000). Hoja nº 1. La Coruña. Instituto Tecnológico Geominero de España
- ICONA, (1993). Segundo Inventario Nacional Forestal 1986-1995. Tomo IV. Galicia. La Coruña Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Izco Sevillano, J. (1987). Galicia, pp 385-418 en: La vegetación de España. Serv. Publicac. Univ. Alcalá de Henares. Colección Aula Abierta, nº 3.
- Izco, J. (1989). Flora vascular. En: A natureza ameazada. Xea, Flora e Fauna de Galicia en perigo. Consello Cultura Galega. Colección Patrimonio Ecolóxico.
- Izco, J y J.M. Sáinz (1995). Revisión crítica del listado de flora endémica gallega. Botanica Macaronésica, 21:75-84.
- Izco, J., J. Amigo y J. Gutiérrez (1990). Los robledales Galaico - Septentrionales. Acta Botanica Malacitana, 15: 267-276.
- Izco, J., J. Amigo y D. García-San León (1999). Análisis y clasificación de la vegetación leñosa de Galicia (España). Lazaroa, 20: 29-47.

- Izco, J. R. Díaz Varela, S. Martínez Sánchez, M.A. Rodríguez Guitián, P. Ramil Rego e I. Pardo Gamundi. (2001). Análisis y valoración de la Sierra do O Xistral: Un modelo de aplicación de la Directiva Hábitat. Col. Técn. Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
- Jato, M.V. y V. Rodríguez-Gracia (1986). Introducción ao estudo da flora e vexetación de Galicia. En: O meio natural galego. Cuadernos Seminario Estudos Galegos, nº 47.
- Julivert, M., J.M. Fontbote, A. Ribeiro y L. Conde (1972). Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Inst. Geol. Min. España
- López Andión, J. M. (2001). Transformacións nas actividades e na paisaxe agraria. En: O Feito Diferencial Galego. As Paisaxes de Galicia. . Vol. 2, p. 29-48. As Paisaxes de Galicia. Celebrado na Sé do Museo do Pobo Galego en Santiago de Compostela os días 26-29 de xuño de 2000]. Augusto Pérez Alberti (coord.) Museo do Pobo Galego, D.L. Santiago de Compostela.
- López García, M.J., J.M. Arce, J. Fernández Tomás y V. Monteserín (1978). Mapa Geológico de España. E 1:50.000. Hoja número 24. Mondoñedo. Servicio de Publicaciones. Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Industria.
- Llopis Lladó, N. (1952). El Macizo Galaico. En: Geografía de España y Portugal, de M.Terán. Tomo I. pp 270-286. Ed. Montaner y Simon. Barcelona.
- Macías, F. y R. Calvo de Anta (1992). Suelos de la provincia de La Coruña. Ed. Serv. Publ. Diputación Provincial de La Coruña.
- Macías, F y R. Calvo de Anta (1993). Propuesta de delimitación de las zonas naturales protegidas en las Normas complementarias y subsidiarias de planeamiento en Galicia. F. Macías y R. Calvo (coord.). Departamento de Edafología y Química Agrícola de la USC y Xunta de Galicia.
- Macías, F. y R. Calvo de Anta (1999). Parque eólico Montouto. Plan de Recuperación de suelos y vegetación. Informe inédito, elaborado para Norvento, S.A.
- Macías, F., C. García Paz, E. García-Rodeja y B. Silva (1988). Micromorfología y génesis de podsoles y suelos podsólicos. An. Edaf. Agrobiol., 47:431-454.
- Macías y col. (1998). Estudio de las formaciones edáficas afectadas por el parque eólico Montouto, con particular atención a las áreas de turbera. Informe inédito. Dpto. Edafología e Química Agrícola. Universidad de Santiago.
- Macías Vázquez, F., Y. Quintas Mosteiro y A.M. García Arrese (1999a). Estudio de las formaciones vegetales y flora en las áreas de afección de los aerogeneradores del parque eólico Villalba. Laboratorio de Tecnología Ambiental del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la USC. Informe inédito
- Macías Vázquez, F., Y. Quintas Mosteiro y A.M. García Arrese (1999b). Estudio de las formaciones vegetales y flora en las áreas de afección de los aerogeneradores del parque eólico Carba. Laboratorio de Tecnología Ambiental del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la USC. Informe inédito.
- Macías Vázquez, F. y C. Nieto (2002). Informe complementario sobre los puntos de interés geológico del parque eólico Terral. Elaborado por el Laboratorio de Tecnología Ambiental del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la USC. Informe inédito.
- Martínez Catalán, J.R. (1981). Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (Sector Oeste de la Zona Asturoccidental-Leonesa). Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Martínez Catalán, J.R. (1985). Estratigrafía y estructura del domo de Lugo (Sector Oeste de la zona Asturoccidental-leonesa). Corpus Geologicum Gallaciae, 2ª Serie, 2, 1-291.
- Martínez Cortizas A. (2001). Las turberas: Terminología, tipos y clasificaciones. En: Turberas de montaña de Galicia. Martínez Cortizas y García-Rodeja Gayoso (coord.). Col. Técnica Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
- Martínez Cortizas, A. y C. Moares Domínguez (1995). Edafología y Arqueología. Estudio de yacimientos arqueológicos al aire libre en Galicia. Xunta de Galicia.
- Martínez Cortizas, A., M- Rodríguez Guitián, R. Ramil Rego, C. Moares Domínguez (1993). Evolución morfogénica y edáfica durante el Tardiglacial y el Holoceno en las Serras Septentrionais de Galicia. Actas III Reunido do Quaternário Ibérico. GTPEG-AEQUA.
- Martínez Cortizas y col. (1997). Relieve costero, dinámica atmosférica y gradientes pluviométricos en el noroeste de la Península Ibérica. En: "Dinámica litoral-interior" Vol. I. Cursos e Congresos da USC, Nº 107. Servicio de Publicacións y Asociación de Geógrafos Españoles. Santiago.
- Ministerio de Agricultura. Evaluación de recursos agrarios. Mapa de Clases Agrológicas. (E. 1: 50.000). Secretaría General Técnica. Servicio de Publicaciones Agrarias. Hojas nº 8 Viveiro (1978), nº 23 Puentes de García Rodríguez y nº 24 Mondoñedo (1977)
- Moares Domínguez, C. (1994). Suelos de yacimientos arqueológicos al aire libre en Galicia. Memoria de Licenciatura. Fac. Biología, Universidad de Santiago de Compostela.
- Moares Domínguez, C., T. Taboada Rodríguez, E. García-Rodeja y A. Martínez Cortizas (1995). Tendencias de la podsolización durante el Holoceno en áreas de montaña. En: Pérez Alberti y Martínez Cortizas (eds.) Avances en la investigación paleoambiental de áreas de montaña. G.E.P. Monografías, 1. Servicio de Publicaciones de la Diputación Provincial de Lugo (1996).

- Moreno y Sáinz (1992). Atlas corológico de las monocotiledóneas endémicas de la Península Ibérica e Islas Baleares. Bases para una política de conservación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Colección Técnica.
- Muñoz Sobrino y col., 1997 en Ramil Rego, P., C. Muñoz Sobrino y L. Gómez Orellana (2001). Historia ecológica de Galicia: modificaciones del paisaje a lo largo del Cenozoico. En: SEMATA, Ciencias Sociales e Humanidades. Vol. 13:67-103.
- Muñoz Sobrino, C. (2001). Cambio climático y dinámica del paisaje en las montañas del Noroeste de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Escola Politécnica Superior. Universidad de Santiago.
- Neue, H.U. (1985). Organic matter dynamics in wetland soils. En Wetland soils: Characterization, classification and utilization. International Rice research Institute.
- Nonn, H. (1966). Les régions cotières de la Galice (Espagne). Etude géomorphologique. Publ. Fac. Lettres Univ. Strasbourg.
- Ortiz, S. J. Rodríguez-Oubiña e I. Pulgar (1998). Unha primeira aproximación ao listado da flora rara e meazada de Galicia (NO da Península Ibérica). Nova Acta Científica Compostelana (Biología), 8: 95-101.
- Otero Pedrayo, R. (1926). Síntesis Xeográfica de Galicia. Ed. Lar. Sem. Est. Gal. Compostela.
- Parga Pondal, I. (1967). Carte geologique du Nord-ouest de la Péninsule Iberique. Serv. Goel. Portugal, 1ª ed. España.
- Parga Pondal, I. y E. Torre Enciso (1953). Sobre una relación entre los tipos de disyunción de los granitos gallegos y su historia geológico-tectónica. Trab. Lab. Xeol. Laxe, 1.
- Parga Pondal, I. y T. Aleixandre (1966). La arenisca ortocuarcítica del Gistral (Lugo). Inst. Geol. y Min. de España.
- Parga, J.R. (1969). Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico. En Trabajos de Laboratorio Geológico de Laxe. Nº 37: 17 p.
- Pérez Alberti, A. (1982). Xeomorfoloxía. En: Xeografía de Galicia. Tomo 1. O medio. Sálvora. A Coruña.
- Pérez Alberti, A. (1986). A Xeografía: O espacio xeográfico e o home. Ed. Galaxia. Vigo.
- Pérez Alberti, A. (1991). La geomorfología de la Galicia Sudoriental. Tesis doctoral. Facultad de Geografía. Universidad de Santiago de Compostela.
- Pérez Alberti, A. (1995). Los materiales y las formas de relieve. En.: Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Grupo de Estudios Paleoambientales y Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Vilalba.
- Pérez Alberti, A. (2001). Análisis geomorfológico y evolución paleoclimática de Galicia durante el Terciario y Cuaternario. En: SEMATA, Ciencias Sociales e Humanidades. Vol. 13:11-66.
- Pérez Alberti, A. y col. (1995). Marco geográfico. En.: Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Grupo de Estudios Paleoambientales y Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Vilalba.
- Pérez Alberti, A. y M. Valcárcel (1997). Caracterización y distribución espacial del glaciario pleistoceno en el noroeste de la Península Ibérica. En: Las huellas glaciares de las montañas españolas, pp: 17-62. Universidad de Santiago de Compostela.
- Pontevedra Pombal, X. (1995). Histosoles de la Sierra dos Ancares (Galicia). Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela.
- Pontevedra Pombal, X. (2001). Legislación ambiental que concierne a las áreas de turbera. En: Turberas de montaña de Galicia. Martínez Cortizas y García-Rodeja Gayoso (coord.). Col. Técnica Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
- Pontevedra Pombal, X. (2002). Turberas de montaña de Galicia. Génesis, propiedades y su aplicación como registros ambientales geoquímicos. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Raivio, S. e Y. Haila (1990). Bird assemblages in silvicultural habitat mosaics in southern Finland during the breeding season. *Ornis Fennica* 67:73-83.
- Ramil Rego, P, M. Rodríguez Guitián y J. Rodríguez-Oubiña (1995a). Flora y vegetación. En: Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Villalba (Lugo). Grupo de Estudios Paleoambientales.
- Ramil Rego, P, M. Rodríguez Guitián y J. Rodríguez-Oubiña (1995b). Los humedales. En: Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Villalba (Lugo). Grupo de Estudios Paleoambientales.
- Ramil Rego, P, M. Rodríguez Guitián y J. Rodríguez-Oubiña (1996). Valoración de los humedales continentales del NW ibérico, caracterización hidrológica, geomorfología y vegetacional de las turberas de las sierras septentrionales de Galicia. En: Avances en la reconstrucción paleoambiental de las áreas de montaña lucenses. A. Pérez Alberti y A. Martínez Cortizas (coord.). Diputación Provincial Lugo. Servicio de Publicaciones
- Ramil Rego, P. (1992). La vegetación cuaternaria de las Sierras septentrionales de Lugo a través del análisis polínico. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. USC.
- Ramil Rego, P. (1993). Evolución climática e historia de la vegetación durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno en las regiones montañosas del Noroeste Ibérico. En: A. Pérez Alberti, L. Guitián Rivera y P.

- Ramil Rego (eds.). La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los caminos Jacobeos. Consellería de Relacións Institucionais e Portavoz do Goberno. Xunta de Galicia.
- Ramil Rego, P., M. Rodríguez Guitián y J. Rodríguez-Oubiña (1995). Flora y vegetación. En: Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Grupo de Estudios Paleoambientales. Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Vilalaba. Servicio de Publicaciones.
- Ramil Rego, P., L. Gómez Orellana, C. Nuñez Sobrino y M. Rodríguez Guitián (1996b). Cambios globales del clima y de los hábitats terrestres. En: P. Ramil Rego y C. Fernández Rodríguez (eds.) Arqueometría y Paleoecología del Norte de la Península Ibérica. Cambios naturales y perturbaciones antrópicas. Férvedes, 3:33-116.
- Ramil Rego, P., M.A. Rodríguez Guitián y C. Muñoz Sobrino (1996a). Distribución, génesis y caracterización botánica de las turberas ombrotáficas de Galicia. En: Revista de la Sociedad Española de Historia Natural. Tomo extraordinario. 125 aniversario.
- Ramil Rego, P., C. Muñoz Sobrino y L. Gómez Orellana (2001). Historia ecológica de Galicia: modificaciones del paisaje a lo largo del Cenozoico. En: SEMATA, Ciencias Sociais e Humanidades. Vol. 13:67-103.
- Río Barja, F. y F. Rodríguez Lestegás (1992). Os ríos galegos. Morfoloxía e réxime. Consello da Cultura Galega. Santiago de Compostela.
- Rivas-Martínez (1979). Brezales y jarales de Europa occidental (Revisión fitosociológica de las clases Calluno-Ulicetaea y Cisto-Lavanduletea). Lazaroa, 1:5-119.
- Rodríguez Guitián, M. (1995). El Paisaje. En: Valoración del patrimonio natural e histórico de las Sierras Septentrionales de Galicia. Grupo de Estudios Paleoambientales y Museo de Prehistoria e Arqueoloxía de Vilalba.
- S.G.H.N. Sociedade Galega de Historia Natural (1995). Atlas de vertebrados de Galicia. Consello da Cultura Galega, Santiago de Compostela.
- SEEP, Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (2001). Nomenclátor básico de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Asamblea General celebrada en Alicante el 26 de abril de 2001.
- SEO/Birdlife, Sociedad Española de Ornitología (1997). Atlas de aves de España. F.J. Purroy (coord.). Lynx Edicions. Barcelona.
- Silva-Pando, F.J. y A. Rigueiro Rodríguez (1992). Guía das árbores e bosques de Galicia. Ed. Galaxia. Vigo.
- Smardon, R.C. (1979). Prototype visual impact assessment manual. State University of New York. Siracusa
- Soñora, X. (1995). Estudio das matagueiras da área coruñesa do subsector Galaico-asturiano septentrional. Memoria de Licenciatura. Fac. Biología. Univ. Santiago de Compostela.
- Tellería, J.L. B. Asensio y M. Díaz (1999). Aves Ibéricas II. Paseriformes. Madrid. J.M. Reyero Editor. Madrid.
- Torre Enciso, E. (1954). Estado actual del conocimiento de las Rías Gallegas. En: Homenaje a Ramón Otero Pedrayo. Pp 237-250. Ed. Galaxia. Vigo.
- Tricart, J. (1981). Géomorphologie climatique. Précis de Géomorphologie. Tome III. Ed. Sedes. París.
- Tucker, G.M. y Evans, M.I. (1997). Habitats for birds in Europe a conservation strategy for the wider environment. Cambridge UK: Birdlife International (Birdlife Conservation Series nº6).
- Valcárcel Díaz, M. (2001). As paisaxes das serras desde unha perspectiva xeomorfolóxica. En: Galicia fai dous mil anos. O feito diferencial galego. IV. As paisaxes de Galicia. Vol. 2 Museo do Pobo Galego.
- Valcárcel Díaz, M. y A. Pérez Alberti (2001). Geología y geomorfología de las áreas de turbera de Galicia. En: Turberas de montaña de Galicia. Xunta de Galicia.
- Vázquez Pumariño, X. (1998). Verderón Serrano e Lúgano novas especies nidificantes no Noroeste de España. IV Congreso Galego de Ornitología. Libro de resúmenes. Nigrán (Pontevedra). Grupo Erva.
- Viada, C. (1998). Áreas importantes para las aves en España. Monografía nº5, SEO/Birdlife.
- Vidal Romaní, J.R. (1992). Historia da formación de Galiza segundo a teoría da tectónica de placas. En: O meio natural galego: Homenaxe a D. Isidro Parga Pondal. 2ª ed. Edición do Castro, D.L Sada, A Coruña :
- Williams, W.A., D.S. Mikkelsen, K.E. Mudler y J.E. Ruckman (1968). Nitrogen immobilization by rice straw incorporated in lowland rice production. Plan Soil, 28:49-60.

CAPITULO IV. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

ÍNDICE

IV.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	399
IV.1.1. FASES DE EVALUACIÓN	404
IV.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENERADOS POR INSTALACIONES EÓLICAS EN GALICIA	408
IV.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MATRIZ DE IMPACTOS	419
IV.4. FASE DE ABANDONO DE LA ACTIVIDAD	425
BIBLIOGRAFÍA	426

CAPITULO IV. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

IV.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de los impactos generados por un proyecto, actividad o actuación lleva implícita la realización de una serie de tareas, fundamentalmente: identificación, predicción, interpretación, valoración y comunicación de todos los efectos de las acciones de proyecto sobre las distintas variables del medio susceptibles de ser afectadas, así como la selección de alternativas, en su caso, y el establecimiento de medidas preventivas, correctoras, compensatorias, etc. de los impactos.

Las discrepancias entre los diferentes autores acerca de las fases de que consta el proceso de análisis y evaluación de impactos ambientales, y a las que los métodos de evaluación deben responder, no son significativas. Sin embargo, los métodos utilizados en el proceso han sido conceptual y técnicamente dispares y han ido incrementando su complejidad a medida que ha avanzado el conocimiento y la experiencia en la materia. Así, se ha pasado del método más simple consistente en la utilización de listas exhaustivas de revisión de impactos para tener la seguridad de que ninguno es pasado por alto, al empleo de programas informáticos interactivos, redes de flujos energéticos, con un diseño de procedimientos que permiten asignar valores de significación ponderada a varios impactos con el fin de poner de relieve interacciones causa-efecto, las relaciones entre componentes ambientales, etc., o lograr la agregación sistemática de impactos en virtud de la cual se haga factible la comparación entre alternativas.

La metodología de evaluación surgió básicamente como una respuesta a los requerimientos de la NEPA, que exigía que los organismos públicos utilizasen métodos y procedimientos para garantizar que los elementos y valores ambientales no cuantificables tengan la debida consideración en la toma de decisiones, junto con los criterios más tradicionales de corte económico y técnico (Canter, 1998). En un buen número de casos, los métodos fueron desarrollados para la evaluación de proyectos concretos, condicionando en cierto modo sus posibilidades de generalización; de hecho, y como se analiza en el siguiente apartado, la mayoría de métodos más complejos de evaluación fueron diseñados a petición de determinadas agencias gubernamentales de Estados Unidos para la evaluación sistemática de un gran número de proyectos muy similares entre sí. Consecuentemente, algunos de ellos *per sé* poseen únicamente una validez parcial, limitada a la evaluación de proyectos similares y en condiciones ambientales y socioeconómicas semejantes, si bien su base conceptual siempre puede ser útil para el desarrollo de métodos adecuados a otras actuaciones que se pretenden evaluar. Así por ejemplo, los métodos gráficos del tipo de las transparencias de McHarg (1968) resultan de clara utilidad para la delimitación de zonas con distinta sensibilidad a ciertos usos de suelos y son perfectamente aplicables a la selección de alternativas de ubicación permanente, pero muy discutibles para otros propósitos.

Por el contrario, en los países europeos el estudio, desarrollo y utilización de este tipo de técnicas ha sido más pobre, siendo generalizado el empleo de listas de revisión o, a lo sumo, matrices simples para la identificación de los impactos y la comunicación resumida de los resultados. Este hecho se suele atribuir a la flexibilidad de la propia normativa y al deseo de no hacer el proceso excesiva e innecesariamente complejo o a la escasa utilidad/rendimiento de las aproximaciones más complejas disponibles en la actualidad (Glasson y col., 1999), pero no es menos cierto que el requerimiento de EIA regulada en la Directiva europea obedece a un enfoque generalmente reactivo del procedimiento, con el fin de responder a la necesidad de hacer viable desde el punto de vista ambiental un proyecto cuya implementación obedece a la demanda social y económica y, en consecuencia, a la mejora de la calidad de vida.

Es improbable que se desarrollen métodos globales de evaluación de impactos dadas la falta de información técnica y la necesidad de ejercitar juicios subjetivos sobre los impactos ambientales predecibles, fruto de la ubicación de las acciones de proyecto (Canter, 1998) y tras repetidos esfuerzos encaminados a la obtención de un método ideal durante décadas, parece quedar claro que debe renunciarse al intento (González Alonso, 1997). En realidad, tales esfuerzos pueden ser contraproducentes, pues un método puramente técnico de evaluación de impacto es contrario a la filosofía en que se basa la EIA y una parte no desdeñable de los errores cometidos en EIA proviene de la intención de transformar el medio y sus complejas interacciones en cálculos reduccionistas a partir de matrices, fórmulas o funciones (Cantarino, 1999). Una perspectiva más adecuada consiste en utilizar la metodología existente a fin de facilitar el proceso de EIA y, puesto que en ningún caso es necesaria una metodología al completo, puede ser más instructivo utilizar sólo distintas partes de varias metodologías para ciertas tareas. De esta forma, la selección de metodología puede considerarse un apartado más del estudio de impacto a realizar, a partir de una valoración apropiada y de la experiencia profesional, debiendo ser empleada con juicio crítico en lo que se refiere tanto a los datos como al análisis e interpretación de los resultados.

En todo caso, el conjunto de las características deseables en el método de EIA que se adopte debería comprender: 1) Ser adecuado a las tareas de identificación de impactos o comparación de alternativas, 2) Poseer una cierta independencia de los puntos de vista del evaluador y sus sesgos, esto es, los resultados deben poder reproducirse independientemente del grupo evaluador que los obtenga y 3) Ser económico en términos de costes y requerimientos de datos, tiempo de investigación, personal, equipo e instalaciones (Lee, 1983).

Idealmente y desde el punto de vista funcional, el método debería considerar objetivos más específicos, entre los que Glasson y col. (1999) apuntan:

- Asegurar la consideración y adecuación a la normativa vigente
- Facilitar la identificación de una amplia gama de impactos, incluyendo los aspectos sociales, económicos y culturales.

- Distinguir entre distintas categorías de impactos, lo que comprende la significación de los impactos, las diferentes calificaciones posibles (reversible, a corto plazo, etc.) y diferenciar impactos directos o indirectos, acumulativos, sinérgicos, etc.
- Permitir la comparación de alternativas
- Incorporar información cualitativa y cuantitativa de los impactos
- Ser sencillos y económicos de usar, así como permitir el resumen y comunicación de los resultados

Junto a la disparidad básica, de índole técnica y conceptual, de los métodos existentes, la cantidad y calidad crecientes de información que se ha ido considerando e integrando las técnicas de evaluación relativa a las interrelaciones entre componentes del medio, con vistas a la valoración, ponderación y agregación de impactos, etc., ha provocado la existencia de niveles paralelos de desarrollo y complejidad de los métodos iniciales. Este aumento de complejidad, ventajoso en muchas ocasiones y síntoma de un avance en los estudios de los impactos ambientales, ha conducido al solapamiento de técnicas y métodos distintos que añade dificultad a la clasificación en grupos más o menos homogéneos. De hecho, existen varias clasificaciones que intentan sistematizar los diferentes métodos, de los que a su vez existen decenas, pero ninguna de ellas está totalmente desarrollada ni resulta absolutamente idónea para un determinado proyecto. La práctica diaria viene a establecer que, en general, se trabaja con una metodología “a la carta” debido a la necesidad de ajustar el procedimiento de evaluación de los proyectos a la realidad física y socioeconómica que presenta una localización concreta y a las limitaciones inherentes (tiempo, esfuerzo, económicas) a este tipo de trabajos, ya comentadas. Hay que tener en cuenta además, que las técnicas o métodos existentes para la evaluación del impacto ambiental varían mucho según el factor ambiental que se considere. Así, por ejemplo, hay tecnologías muy adecuadas y probadas para la predicción de los impactos sobre la calidad del aire con las que se puede calcular las concentraciones de contaminantes en la atmósfera pero los efectos de estos últimos sobre la flora y fauna son difíciles de cuantificar; el impacto visual se puede analizar cartográficamente con aplicación de programas informáticos o no, simplemente reflejando de forma ilustrativa los resultados en una tabla-resumen de efectos visuales.

Un ejemplo de clasificación de las metodologías utilizables para la evaluación de impactos es la propuesta por Dickert, basada en las fases analíticas de identificación, predicción y evaluación propiamente dicha de que consta la EIA (Tabla IV.1, tomada de Estevan Bolea, 1989).

Pero en general, los métodos de identificación de impactos pueden convertirse en metodologías de identificación y valoración de impactos simultáneamente mediante la incorporación de índices o funciones de valoración. Así, las listas de revisión consisten en una mera enumeración de las variables del medio susceptibles de recibir impactos, acciones de proyectos o posibles impactos que, en su nivel de complejidad más bajo, permiten únicamente la identificación de los impactos directos. Si al procedimiento se incorpora una escala con fines valorativos y niveles de ponderación

para facilitar la agregación de impactos y el análisis de alternativas, las listas alcanzan un elevado nivel de integración de información y complejidad. Un ejemplo es la lista elaborada por el Laboratorio Batelle-Columbus para la evaluación de proyectos hidrológicos. De forma similar, la matriz de identificación de impactos más simple, incorpora cifras de valoración y ponderación de impactos en la conocida matriz de Leopold y en el intento de identificar impactos indirectos pasa a convertirse en un sistema de redes propiamente dicho.

Tabla IV.1. Clasificación de las metodologías para las EIA, según Dickert.

Función analítica	
Identificación	Descripción del sistema ambiental existente Determinación de los componentes del proyecto Definición de las alteraciones del medio debidas al proyecto
Predicción	Identificación de las alteraciones ambientales significativas Revisión del cambio cuantitativo, espacial o ambos en el medio Estima de la probabilidad del impacto
Evaluación	Determinación de la incidencia de costos y beneficios en la población afectada Especificación y comparación de las relaciones costo/beneficio entre varias alternativas

Existen otras formas de clasificar los diferentes métodos de evaluación de impactos: según la magnitud estimada inicialmente de los impactos (por ejemplo Estevan Bolea, 1977, 1989); en función de que identifiquen solamente impactos directos o también los indirectos; dependiendo si el método se refiere a aspectos cualitativos o cuantitativos de los impactos; o en función del nivel de evaluación o de agregación que se logre con los impactos. Optando por este último criterio los profesores de la Escuela de Caminos de Madrid, Rosa Arce e Ignacio Español, propusieron la siguiente clasificación:

A. Métodos evaluativos de primer nivel. Son aquellos que identifican, predicen y describen los impactos, pero no llegan a agregarlos ni, en general a sistematizar la selección de alternativas. Comprende las listas de revisión y los diagramas de redes.

B. Métodos evaluativos de alto nivel, nivel que conecta con la relación evaluación-comparación y supera la mera relación evaluación-valoración correspondiente al primer nivel, permitiendo la selección de alternativas. Este nivel de evaluación puede considerarse agregado en el sentido de que para la comparación de alternativas se hace necesaria la consideración conjunta de todos los impactos asociados a cada una de ellas y no tanto en el sentido de obligar a la suma literal de impactos. Según el grado de complejidad que alcance el procedimiento de selección de alternativas, se distinguen:

B.1. De primer grado, contribuyen a la selección de alternativas al ahondar en la interpretación de impactos o lograr una agregación grosera. Se incluyen la matriz de Leopold, el método de las transparencias y los métodos de interacción de componentes ambientales afectados.

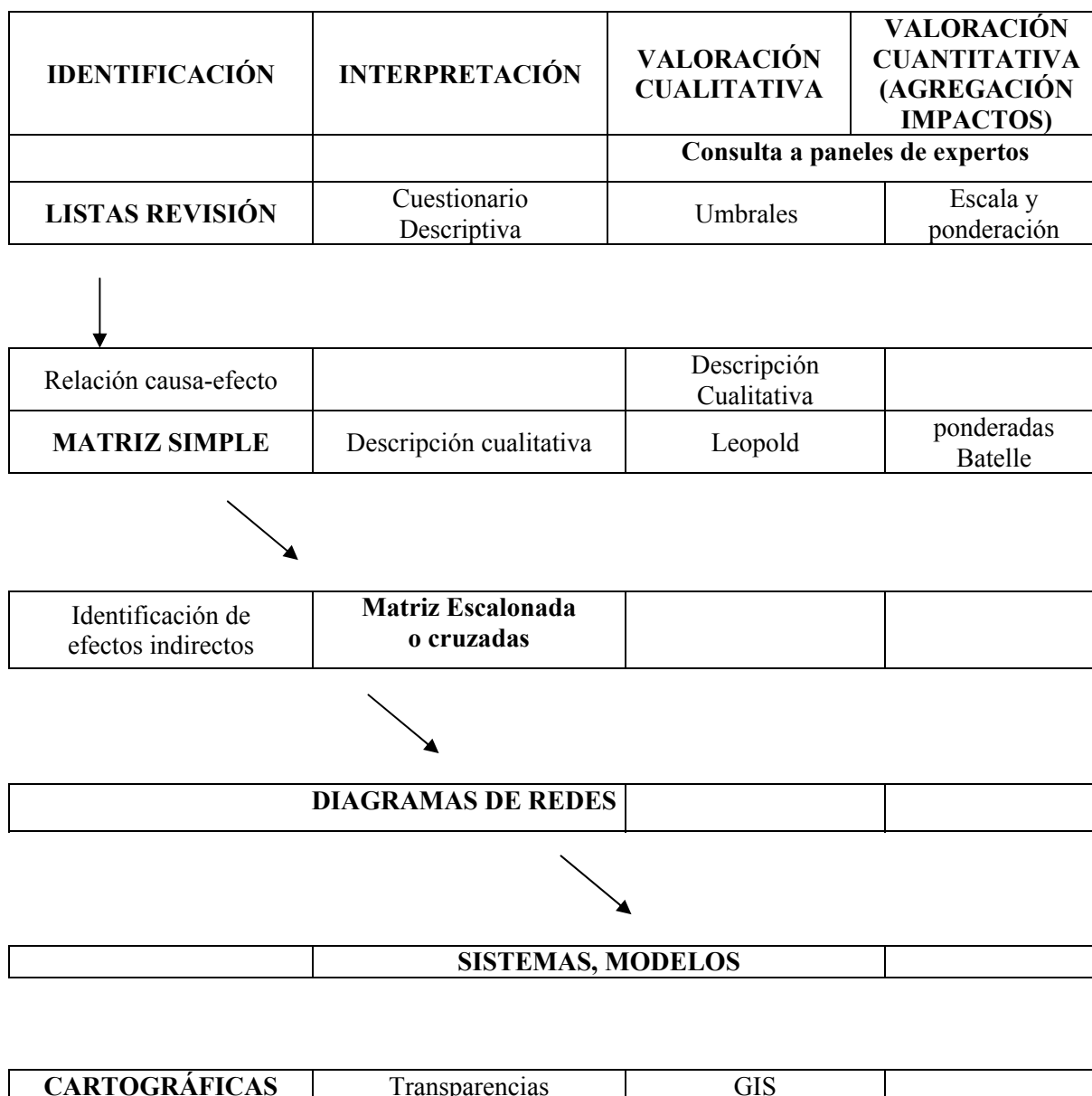
B.2. De segundo grado. Integran procedimientos de selección de alternativas mediante la agregación directa de impactos u otra fórmula que permiten elegir la “mejor” alternativa en función de unos criterios básicos prefijados. Pueden incluirse el método de Batelle, Índices agregados de impactos, Análisis energético y el Método Galleta.

En la realización de EIA de parques eólicos de Galicia, lejos de emplear un único tipo de metodología para la identificación, predicción y, en su caso, valoración de impactos, se han manejado diferentes métodos o técnicas de evaluación, dependiendo de la fase del proceso, de su adecuación al desarrollo del trabajo, de la naturaleza del ámbito geográfico donde se ubica el proyecto, de las variables ambientales afectadas y del estatus o calidad de estas últimas. Para ello se han seleccionado aquellos métodos y técnicas propuestas en los últimos años para la realización de EIA que han demostrado un grado de eficacia óptimo debido a su utilidad ante determinadas acciones de proyecto o fases de la evaluación.

Al objeto de sistematizar en la medida de lo posible los distintos tipos de métodos y técnicas de existentes en la bibliografía especializada se ha realizado una doble clasificación de los métodos de evaluación de impacto más utilizados en la actualidad (Figura IV.1), atendiendo al nivel creciente de complejidad e integración de información en lo que se refiere a los dos aspectos siguientes:

- A la **función** específica requerida en las tareas que componen el proceso de evaluación de impactos: Identificación/Interpretación, Predicción, Valoración y Evaluación propiamente dicha, siguiendo el esquema de clasificación propuesto por Dickert. El creciente nivel de complejidad refleja a grandes rasgos, la integración de las labores de valoración y ponderación de los impactos, facilitando la fase posterior de agregación de impactos para la selección de alternativas; este último aspecto constituye la base de la clasificación propuesta por Arce y Español.
- A la tipología de la **técnica** básica empleada en la identificación de impactos. El estudio detallado de las distintas técnicas y métodos descritos en la bibliografía permite comprobar la existencia de una serie continua de complejidad creciente en las técnicas básicas empleadas tradicionalmente en esta fase de la evaluación. Así por ejemplo, se puede establecer que una matriz está constituida por dos listas de revisión (de acciones de proyecto y de variables del medio susceptibles de ser afectadas) y es la forma de expresión más sencilla de las redes y diagramas, pudiéndose construir un modelo o sistema a partir de la asignación de valores a las interacciones que constituyen las redes o diagramas.

Figura IV.1. Clasificación de los métodos de evaluación de impacto más utilizados



IV.1.1. FASES DE EVALUACIÓN

Identificación de impactos

En lo que se refiere a la identificación de impactos, las clasificaciones clásicas y más comúnmente referidas toman como base las técnicas empleadas durante la fase de identificación o, todo lo más, la predicción cualitativa de impactos. Así, la clasificación de Warner y Bromley (1974) considera los siguientes tipos de métodos: 1. Métodos *ad hoc*; 2. Técnicas gráficas: mapas, superposiciones de transparencias; 3. Listas de revisión; 4. Matrices y 5 Diagramas.

La denominación *ad hoc* se refería en origen a los procedimientos consistentes en las decisiones de un equipo de especialistas para la identificación de impactos en sus áreas de competencia, con una orientación mínima que apenas sobrepasa el conocimiento de las exigencias de la NEPA. En la presente memoria se han denominado “Consulta a paneles de expertos”, analizándose

como una metodología más, muy útil en las distintas tareas de identificación, valoración y evaluación de impactos y referido a un planteamiento empleado por los organismos públicos federales en el periodo inmediatamente posterior a la promulgación de la NEPA. La expresión *ad hoc* se utiliza, pero en el sentido de que muchas metodologías generales son adaptadas a las necesidades específicas de cada caso concreto, referidas como “a la carta” en los párrafos precedentes.

Según recoge Estevan Bolea (1989), Heer y Hagerty clasifican los métodos en seis grupos que, de forma similar a los anteriores, son internamente homogéneos en cuanto a las técnicas de identificación de impactos: 1. Métodos tradicionales de evaluación de proyectos (beneficio/coste); 2. Técnicas gráficas: mapas, superposiciones de transparencias; 3. Métodos numéricos, mediante el empleo de ratios y otras cifras representativas; 4. Matrices; 5. Listas de revisión y 6. Sistemas cuantitativos.

Predicción de impactos

Con respecto a la tarea de predicción de impactos cabe puntualizar que algunos textos normativos y bibliográficos especializados la asemejan a la identificación de todos los impactos previsibles que se deducen del cruce de la información sobre los aspectos medioambientales y sobre las acciones de proyecto (Cantarino, 1999), mientras otros autores (Glasson y col., 1999; Estevan Bolea, 1977 y el propio Dickert) lo refieren a la estima de la magnitud de los impactos previamente identificados, esto es, la valoración de los impactos. Considerando este último caso, conviene en consecuencia diferenciar entre los métodos de identificación de impactos, como los que recogen las clasificaciones arriba referidas y los de predicción de impactos, basados fundamentalmente en los análisis de sistemas y modelos. En todo caso Glasson y col. (1999) ponen de manifiesto una tendencia generalizada a no considerar la fase de predicción de forma explícita a expensas de un mayor carácter descriptivo de los estudios.

Valoración de impactos

Una vez identificados los impactos potenciales generados por la actividad o actuación proyectada, se procede a la fase de valoración de los impactos que, en la consideración de Gómez Orea (1999), comprende tres niveles sucesivos:

- Cribado y selección de impactos significativos (fase preliminar de valoración)
- Caracterización cualitativa de los impactos
- Valoración cuantitativa

La **fase preliminar de valoración** de los impactos, consiste en el cribado y selección de los impactos a fin de determinar los que *a priori* y con la información disponible en este momento de la EIA se pueden estimar como significativos o, inversamente, despreciables. En efecto, no todos los impactos puestos de manifiesto en la fase de identificación deben estudiarse con la misma intensidad, siendo conveniente centrarse en los impactos clave, lo que debe ser objeto de reflexión sobre la

realidad del proyecto (en sus distintas fases) y de las variables del medio receptoras de impactos. A tal fin, Gómez Orea (1999) propone una clasificación de impactos que permite una buena economía de medios y clarifica la evaluación y que reproducimos a continuación:

1. Impactos significativos que, a su vez, se dividen en:

- los que se tratarán de forma cuantitativa
- los que se tratarán de forma cualitativa
- impactos clave, que deben ser objeto de atención especial, dentro de los que se encuentran aquellos tan importantes que por sí solos pueden determinar la aceptación del proyecto

2. Impactos despreciables, no significativos y que no se van a considerar en la valoración.

Puesto que el conocimiento que se tiene de la significación de los impactos (magnitud, extensión, importancia, etc.) es muy somero en este momento de la evaluación, creemos más conveniente detectar y descartar aquellos impactos o alteraciones del medio que sean claramente no significativas, antes que seleccionar los impactos clave que, necesariamente, habrán de determinarse después de un estudio más detallado. Alternativamente, el cribado de los impactos no significativos puede realizarse simultáneamente a la fase de identificación de impactos, principalmente si esta última se basa en una técnica adecuada, como las matrices de magnitudes.

La **valoración cualitativa** puede realizarse mediante un simple enjuiciamiento, basado en la caracterización de los impactos en los términos que señala el Reglamento de EIA: compatible, moderado, severo, crítico, o de acuerdo a otra terminología o código (colores, símbolos, etc.) que se considere oportuno. A este respecto, cabe destacar que el planteamiento de la normativa básica española es cualitativo, al dar más importancia a la información y caracterización del impacto que a la sistematización de su evaluación. Por otro lado, el Reglamento también explicita en su artículo 10 que *“la valoración de estos efectos, cuantitativa, si fuese posible, o cualitativa, expresará los indicadores o parámetros utilizados, empleándose siempre que sea posible normas o estudios técnicos de general aceptación, que establezcan valores límite o guía, según los diferentes tipos de impacto”*. E igualmente, señala que *“Se detallarán las metodologías y procesos de cálculo utilizados en la evaluación o valoración de los diferentes impactos ambientales, así como el fundamento científico de esa evaluación. Se jerarquizarán los impactos ambientales identificados y valorados, para conocer su importancia relativa”*.

La valoración cualitativa provoca en general una cierta insatisfacción “científica” que ha conducido a la utilización de índices mediante los cuales puede atribuirse un valor numérico, por ejemplo, en una escala de 0 á 10, al grado de afección al elemento ambiental o a la importancia del impacto (Cantarino, 1999). Pero este proceder no deja de ser una forma de valoración cualitativa a pesar del empleo de cifras, no tanto por el carácter subjetivo de la asignación inherente a todo sistema de valoración de impactos, que puede reducirse con el establecimiento de criterios lo más objetivos

posibles, como porque no permite la comparación directa entre impactos, ni su agregación para la evaluación de alternativas; esto último es posible previa ponderación de los factores ambientales afectados, de las acciones de proyecto o de ambas. De esta manera la denomina, por ejemplo Gómez Orea (1999) que además diferencia entre *valoración simple*, cuando cada impacto viene representado por un solo valor, y *valoración compuesta*, cuando está representado por dos cifras que sintetizan el valor del impacto, esto es, incidencia (sinónimo de importancia) y magnitud.

La **valoración cuantitativa** de los impactos permite casi por definición la agregación de impactos, lo que es posible únicamente cuando sus unidades son homogéneas. Se trata del tipo de valoración que sugiere el Reglamento y cabe referir la existencia de distintos métodos de integración de impactos empleados en la evaluación.

La valoración de cada interacción se hace en función de una escala de valores previamente seleccionada para la caracterización de los impactos y referidos a: Intensidad, Extensión, Sinergia, Persistencia, Efecto, Momento, Acumulación, Recuperabilidad, Reversibilidad y Periodicidad. La valoración cuantitativa o importancia del impacto (**IM**), se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente:

$$\mathbf{IM} = \pm [3(\mathbf{I}) + 2(\mathbf{EX}) + \mathbf{SI} + \mathbf{PE} + \mathbf{EF} + \mathbf{MO} + \mathbf{AC} + \mathbf{MC} + \mathbf{RV} + \mathbf{PR}]$$

Posteriormente se procede a la clasificación del impacto partiendo del análisis del rango de la variación de la importancia del efecto, de donde resulta la clasificación de los impactos como Compatible, Moderado, Severo o Crítico.

Al realizar las valoraciones cuantitativa o cualitativa y numérica, debería evitarse el empleo de cifras negativas para indicar la existencia de impactos negativos, pues podría conducir a la “tentación” de contrarrestarlos con los impactos positivos. La valoración de impacto global del proyecto en cuestión resultaría falsamente atenuada y se pasaría por alto la consideración de un gran número de efectos que convendría, en todo caso, analizar más detalladamente.

IV.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENERADOS POR INSTALACIONES EÓLICAS EN GALICIA

En la realización de EIA de parques eólicos de Galicia, lejos de emplear un único tipo de metodología para la evaluación de los impactos, se han manejado diferentes métodos o técnicas, dependiendo de la fase del proceso, de su adecuación al desarrollo del trabajo, de la naturaleza del ámbito geográfico donde se ubica el proyecto, de las variables ambientales afectadas y del estatus o calidad de estas últimas. En líneas generales se trata de:

1. Matrices de impactos, para la identificación y valoración cualitativa de los impactos, a las que se dedica un apartado específico de este capítulo.

2. Métodos de transparencias, cuya utilidad en la fase de evaluación radica en la identificación y valoración cuantitativa de los impactos derivados de la ocupación del suelo, especialmente en el caso de la existencia de formaciones de turberas. A pesar de sus limitaciones aparentes, la técnica de las transparencias ha sido ampliamente utilizada en la realización de la EIA de este Departamento a fin de:

- Inicialmente, delimitar las áreas afectadas directa o indirectamente por el desarrollo de proyecto,
- Identificar los caracteres del territorio afectados por el proyecto y en qué grado, lo que implica un primer paso hacia la valoración de los impactos, llegando a constituir un sistema de generación de alternativas y un elemento clave para la toma de decisiones sobre el diseño último, total o parcial, de proyecto,
- Cuantificar las afecciones a las superficies ocupadas por elementos de distinto valor ambiental,
- Alcanzar criterios restrictivos de protección del medio, especialmente en el caso de incompatibilidades de uso.
- Exposición gráfica de los resultados de la evaluación, al objeto de facilitar su comprensión y comunicación

3. Técnicas basadas en los sistemas de información geográfica (GIS), empleados en ocasiones para ilustrar los resultados de los efectos paisajísticos por la presencia de los aerogeneradores y en otros tipos de proyectos. De hecho, constituyó una práctica habitual en los primeros trabajos de EIA realizados en el Departamento, pero fue abandonada debido a los elevados costes en tiempo, dinero o ambos que requiere la digitalización y georeferenciación de la información topográfica. Aún así, se trata de una técnica con excelentes posibilidades de desarrollo y aplicación y a utilizar con ventaja en el caso de que concurren varios proyectos en un mismo ámbito geográfico.

4. Modelos sencillos para la valoración cuantitativa de los impactos sobre distintas variables del medio como son:

4.1. La atmósfera, para el cálculo de la intensidad sonora a diferentes distancias del foco emisor (la turbina del aerogenerador), lo que incluye las entidades de población más próximas a los parques.

4.2. La avifauna, como los índices de diversidad y otros a fin de cuantificar y valorar las posibles modificaciones inducidas en las poblaciones de aves en la zona de instalación de un parque eólico.

4.3. El paisaje, mediante simulaciones de los efectos visuales generados por la presencia de los aerogeneradores desde el entorno del parque eólico, fundamentalmente las entidades de población próximas y los lugares de elevada accesibilidad visual.

Los modelos empleados son descritos de forma detallada en los apartados correspondientes del Capítulo V.

Cabe destacar también que en la elaboración de los PSVA también se han empleado índices agregados de impacto para la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos sobre la avifauna, debido a la concurrencia de distintos tipos de proyectos de parques eólicos o de fases de implementación en un mismo ámbito geográfico (Tapia, 2000; Fontán y Tapia, 2001).

En cualquier caso y siguiendo a Riera (2000), se podría establecer que, con un respaldo técnico mínimo, propio del conocimiento básico de las distintas disciplinas implicadas, es el sentido común el método más utilizado en los EsIA y el que guía la identificación, caracterización, valoración y evaluación de los distintos impactos ambientales.

Identificación y predicción de impactos. Matrices de impacto

La previsión de los impactos generados por la construcción de un proyecto en general y de un parque eólico en particular implica establecer la relación entre las alteraciones o efectos que producen las acciones de proyecto durante las distintas fases de su implementación sobre las características ambientales de su área de ubicación.

La confirmación de la existencia de estos impactos y su valoración cualitativa se realizó posteriormente mediante un método matricial, consistente en un cuadro de doble entrada con una fila en la que figuran los factores ambientales susceptibles de recibir impactos y con una columna que recoge las acciones de proyecto susceptibles de producir impactos. La elección de esta técnica obedece a su gran plasticidad, siendo muy ilustrativa en lo que se refiere a la exposición de las diferentes fases de proyecto, permite obtener una visión total del conjunto de impactos generados por un determinado tipo de proyecto y resulta un vehículo ideal para la comunicación de los resultados de la identificación de los impactos. Además, permite establecer una primera valoración tanto de las acciones de proyecto con mayor capacidad para generar impactos como de las variables del medio más susceptibles de ser afectadas en las distintas fases de implementación del proyecto.

Las matrices de impactos constituyen con toda probabilidad el método de identificación y valoración de impactos más utilizado en la actualidad, debido a su sencillez y versatilidad. Una matriz de impactos consiste simplemente en una tabla de doble entrada que abarca dos extensas listas de revisión, una de proyectos, elementos de proyectos y actuaciones (en general, denominadas acciones de proyecto) capaces de producir impactos y otra de factores ambientales que pueden ser afectados por cualquier tipo de proyecto. En esa tabla se pueden señalar todos los puntos en los que se producen interacciones significativas Proyecto/Medio ambiente, cada una de las cuales es considerada un impacto. De este modo, las matrices incorporan las relaciones causa-efecto en el proceso de identificación de impactos, por lo que a veces son denominadas matrices causa-efecto, a pesar de no serlo en puridad (Estevan Bolea, 1989).

Aún la concepción de matriz de impactos más simple, la que contempla únicamente la identificación de las interacciones entre las distintas acciones de proyecto y los factores del medio ambiente susceptibles de ser afectados, permite en una primera aproximación al impacto ambiental, realizar una evaluación preliminar del proyecto poniendo de relieve las acciones más significativas (o inversamente, menos significativas) en la generación de impactos y, paralelamente, conocer las variables del medio más susceptibles de ser afectadas durante el desarrollo de proyecto. Esta primera valoración, meramente cualitativa, proporciona una visión general de los aspectos a tener en cuenta en las subsiguientes aproximaciones al estudio, análisis, descripción, interpretación y valoración de los impactos más significativos del proyecto.

La EIA de los parques eólicos se ha realizado mediante una matriz de este tipo en la que, como se verá, los distintos tipos de impactos se caracterizan desde el punto de vista cualitativo según las categorías descritas en el Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre que aprueba el Reglamento sobre Evaluación de Impacto Ambiental, pero el sistema matricial también permite la integración de una mayor cantidad de información con la inclusión de descriptores y/o valoraciones de las interacciones significativas (impactos), en lo que se refiere a su magnitud e importancia (matriz de Leopold), momento de aparición, extensión, capacidad de recuperación y valoración cuantitativa, constituyendo las que Glasson y col. (1999) denominan “matrices de magnitudes”, con lo que el método matricial ofrece una cierta cantidad de información sobre las características de los impactos derivados de la actuación.

Los descriptores de impactos pueden ser de naturaleza cuantitativa y la primera en este campo fue elaborada por Leopold y col. (1971) para el servicio Geológico de los Estados Unidos al objeto de evaluar el impacto de una mina de fosfatos, cuya explotación resultaba conflictiva por diversas causas. La pretensión inicial era que la matriz constituyese un elemento guía de los informes y de las EIA y que fuese aplicable a la evaluación ambiental de una amplia gama de proyectos y, específicamente, para evaluar impactos de actuaciones concretas, cualquiera en los que pudiese estar implicada una Agencia Federal, y alternativas de proyectos. En la matriz de Leopold original se consideran 88 factores ambientales, que se relacionan en vertical de forma que a cada factor se le hace corresponder

con una fila de la matriz, y 100 acciones de proyecto listados en horizontal, de manera que cada uno se corresponde con una columna de la matriz. En consecuencia, el número total de posibles interacciones es 8800, tal y como se puede apreciar en la matriz reproducida en Estevan Bolea (1977, 1989).

La amplitud de la matriz de Leopold hace que en la mayoría de casos, grandes áreas de la misma sean irrelevantes y queden en blanco, dificultando su análisis, por lo que en la práctica no se maneja una matriz completa al no ser necesaria la consideración de todas las acciones listadas. Entonces se seleccionan por un lado, las acciones asociadas al proyecto que se trate de evaluar y por otro, los factores ambientales que van a ser afectados por ese proyecto concreto. En cualquier caso se deben incluir todos los indicadores que se consideren necesarios o significativos.

Entre las principales ventajas que posee el método matricial se suelen citar:

- Se trata de un sistema de fácil comprensión, sencillo, puesto que requiere pocos medios para su elaboración y muy útil en la identificación de todos los impactos: La amplitud o extensión de las listas de acciones de proyecto y factores ambientales disminuye el riesgo de soslayar algún impacto directo implicado en la actuación. Además, resulta adaptable a cualquier tipo de situación ambiental o proyecto debido a su gran plasticidad.
- Resulta muy útil como instrumento de focalización para la identificación y valoración preliminares de los impactos y en el desarrollo de planes para estudios más amplios sobre factores ambientales e impactos específicos.
- El formato matricial permite exponer los resultados de la identificación, evaluación e interpretación de los impactos de forma resumida e integrada en una única tabla. En el caso de la matriz de Leopold, con indicaciones sobre la magnitud y el peso relativo de cada impacto, favoreciendo de esta forma la decisión.
- Se pueden emplear códigos de color para mostrar y comunicar la información sobre los impactos previstos en la forma más sencilla, círculos de distintos tamaños representando ampliaciones de impacto.

Como desventajas de este sistema cabe destacar:

- Es muy importante definir cuidadosamente cada factor ambiental y los límites espaciales de todos ellos, así como las fases temporales y las acciones específicas asociadas al proyecto y en su caso, la puntuación del impacto o las escalas que se utilicen en la matriz.
- Al igual que las listas de revisión, obvia la interrelación entre componentes ambientales de modo que los impactos indirectos, secundarios, etc. no son sometidos a evaluación, aunque existen técnicas matriciales más desarrolladas que sí permiten su identificación.
- Su amplitud, que puede constituir una ventaja, añade complejidad al proceso de manejo e interpretación de los resultados.

- Leopold y su grupo reconocieron que el factor tiempo es importante y sugirieron la realización de una matriz para diversos períodos de tiempo lo que, unido a la necesidad de elaborar una matriz para cada alternativa, conlleva que el número de matrices a ir introduciendo en el estudio sea grande, dificultando la comparación de alternativas y alargando el proceso. Este inconveniente ha sido subsanado durante la realización de EIA de los proyectos de parques eólicos y así, por ejemplo, se ha introducido la definición de impactos a corto, medio y largo plazo en cada una de las interacciones, para evaluar el momento de aparición de los impactos.
- No se dan indicaciones o criterios que orienten sobre la asignación de valores a las cifras de magnitud e importancia que requiere la matriz de Leopold, adquiriendo así la evaluación una mayor componente subjetiva.
- La lista de revisión de factores ambientales entremezcla factores amplios con otros más restringidos y, ocasionalmente, con parámetros e indicadores. Incluso habiéndose valorado la magnitud e importancia de los impactos, estos últimos no resultan directamente comparables, ni se pueden sumar o acumular, a menos que se haya establecido previamente el peso relativo de los impactos. Sin embargo, sí admiten en cierta extensión la comparación de las alternativas de un mismo proyecto, por comparación de los correspondientes valores de las cuadrículas de interacción.
- La cuantificación del impacto y las comparaciones con estándares relevantes pueden proporcionar una valiosa base para la asignación de puntuaciones de impacto de las diferentes acciones de proyecto y los factores ambientales.

En todo caso, las matrices de impacto son muy ilustrativas en lo que se refiere a la exposición de las diferentes fases de proyecto y a los resultados de la identificación de los impactos. Pero también constituyen un elemento de gran plasticidad, pudiendo ser manejadas en la comparación de varias alternativas de proyecto, en relación a localización, procesos de producción, incorporación de diferentes medidas correctoras, etc.

Las acciones de proyecto

La identificación de las acciones de proyecto susceptibles de producir impactos o, según Gómez Orea (1999), las partes activas que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, requiere la desagregación del proyecto en una serie de fases de desarrollo, preferentemente en orden cronológico, con distintos niveles de detalle. Previamente el proyecto ha quedado definido en lo que se refiere a:

- Normativa vigente en materia de medio ambiente, cuyas determinaciones limitan en primera instancia el alcance de los efectos del proyecto en cuestión, en relación a actividades molestas insalubres y peligrosas, ruido, hábitats o especies protegidas, conservación de suelos, etc.

- Relación con los planes existentes, directrices y políticas, tanto en lo que se refiere a la definición del proyecto en el desarrollo del plan general en el que se inscribe (Plan Eólico de Galicia) y del Plan Eólico Estratégico del promotor (actual Plan Eólico Empresarial), como a los planes de ordenación territorial que teóricamente, deberían atribuir funciones a cada punto del territorio atendiendo a su capacidad de acogida.
- Descripción de los elementos constituyentes: instalaciones, obras, edificios, infraestructuras viaria y eléctrica, como se recoge en el Capítulo II y, en lo que se refiere a las últimas, su relación con las existentes en la zona de actuación.
- Localización geográfica en relación con su entorno territorial.

Existen diversos métodos para realizar la desagregación de las acciones de un proyecto como cuestionarios, consultas a paneles de expertos, escenarios comparados, grafos genéricos de relación causa-efecto, modelos de flujo genéricos para numerosas actividades, descritos por ejemplo en Gómez Orea (1999), pero la información contenida en el documento técnico de proyecto y posteriormente el trabajo conjunto realizado en gabinete y en el campo con los técnicos de obra civil, de aprovechamiento energético y técnicos ambientales, ha resultado suficiente para analizar los proyectos de parques eólicos, a pesar de su carácter novedoso.

En los EsIA de parques eólicos de Galicia se han considerado inicialmente todas las labores, tareas o acciones necesarias para la implementación del proyecto durante las fases de Diseño, Construcción, Instalación, Funcionamiento y Abandono del proyecto (Tabla IV.2). Se partió de la consideración *a priori*, que todas las acciones que comprende el desarrollo de este tipo de proyectos son susceptibles de producir impactos.

La construcción de un parque eólico requiere una serie de obras relativamente sencillas y de pequeña entidad, por lo que el riesgo de impacto deriva fundamentalmente de las características de las áreas de localización de los proyectos (inaccesibilidad, fuertes pendientes, presencia de hábitats protegidos, paisajes de interés) que determinan específicamente una baja capacidad de acogida del proyecto. Consecuentemente, **el proceso de valoración de los impactos, se ha centrado en la adjudicación de valor a los factores del medio susceptibles de ser afectados por el proyecto**, más que al impacto propiamente dicho. El motivo fundamental es que los proyectos de parques eólicos son muy similares entre sí y, al estar determinada por normativa legal la potencia máxima de las instalaciones individuales (inicialmente 25 MW, ampliada posteriormente a 50 MW), las diferencias entre proyectos son de índole cuantitativa (número de aerogeneradores o de centros de transformación, longitud de zanjas y viales, etc.) por lo que las distintas acciones de proyecto a realizar resultan muy similares en la mayoría de los casos. En esta situación las diferencias cualitativas que pueden existir entre los distintos emplazamientos se hacen más importantes, diferencias que suelen radicar en la presencia de los factores ambientales clave y en su calidad.

Tabla IV. 2. Acciones de proyecto de los parques eólicos consideradas en los EsIA.

ELABORACIÓN DE PROYECTO. En dicha fase se introducen las mejoras tecnológicas y ambientales referidas a: trazado y dimensiones de viales y zanjas, diseño de los elementos, tipos de materiales, características de funcionamiento y acabados.		
CONSTRUCCIÓN. Comprende una serie de tareas que se han agrupado en dos categorías diferentes atendiendo a su extensión espacial y temporal		
1. Obras generales , entre las que se han distinguido		
	1.1.	Preparación del terreno (desbroce o eliminación de la cubierta vegetal y del denominado suelo vegetal, movimiento de tierras, explanaciones, desmonte, terraplén y voladuras.)
	1.2.	Las acciones que se realizan a lo largo de la instalación:
	1.2.1.	Transporte de materiales y tráfico de maquinaria
	1.2.2.	Utilización de plataformas.
2. Obra civil que comprende el conjunto de construcciones y edificaciones necesarias para realizar la instalación como		
	2.1.	Apertura de Viales y de Zanjas
	2.2.	Canalización de arroyos, en su caso
	2.3.	Cimentaciones de las zapatas de los aerogeneradores y de la subestación
3. INSTALACIÓN de los aerogeneradores, de los centros de transformación y del aparellaje eléctrico de la subestación		
4. FUNCIONAMIENTO del parque eólico		
	4.1.	Producción de energía
	4.2.	Mantenimiento
	4.3.	Producción de residuos
5. ABANDONO de la instalación, fase no incluida en el estudio matricial, pero analizada de forma independiente.		

Así por ejemplo, una misma acción de proyecto como la apertura de zanjas podrá tener consecuencias muy distintas según la pendiente de la zona de trazado y los impactos directos e indirectos derivados del desbroce serán muy diferentes según el tipo de vegetación que sostenga la zona y de su calidad (dependiente a su vez del grado de humanización del medio). Esta consideración prioritaria de la calidad intrínseca del medio en la valoración de los impactos se pone de manifiesto por el hecho de que se han elaborado dos tipos de matrices de impacto, dependiendo de si en el área de afección existen formaciones de turberas o no, como se verá más adelante. Este procedimiento de valoración viene justificado por el tratamiento de la información que se va realizando de forma inherente a lo largo de la elaboración del inventario, lo que permite determinar, al menos de forma somera, cuales serán las variables del medio afectadas y en qué medida, lo que a su vez depende de la

escala de trabajo necesaria para el estudio de su afección. En consecuencia, podemos establecer que la valoración propiamente dicha de los impactos se realiza prácticamente desde el mismo momento en que da comienzo la elaboración del inventario ambiental.

Una vez conocidas las acciones proyecto y sus potenciales efectos en las peores condiciones constructivas posibles sobre las características ambientales de su área de ubicación, teniendo en cuenta las características del medio, el alcance y la ocupación de las instalaciones, las directrices de la bibliografía existente y las recomendaciones de los Organismos Internacionales para este tipo de actividades, se elaboró un "Listado de Impactos Ambientales" (Tabla IV.3).

Tabla IV.3. Listado de impactos ambientales generados por los parques eólicos

- **Contaminación atmosférica** en forma de partículas en suspensión (construcción) y perturbaciones sonoras y electromagnéticas para los núcleos de población que puedan quedar bajo la influencia del parque. Influencia de las condiciones meteorológicas sobre la emisión de ruidos y afección al paisaje.
- **Alteración de la red hidrográfica superficial** como interceptación de cauces de flujo temporal o permanente, desviación de caudales y procesos de pérdida de calidad de agua (Contaminación) que aparezcan durante la construcción, instalación y funcionamiento del proyecto previsto.
- **Alteraciones estructurales del sustrato edáfico**, por procesos erosivos y ocupación por las infraestructuras viarias y el emplazamiento de los aerogeneradores e infraestructura asociada.
- **Afecciones florísticas**: Vegetación y especies protegidas, dañadas y/o eliminadas.
- **Afecciones faunísticas** referidas a especies afectadas y protegidas y rutas de migración.
- **Modificación de hábitats**: Ocupación temporal, fragmentación y destrucción, con los consiguientes efectos barrera-presa y sus consecuencias.
- **Modificaciones de paisaje** desde los puntos de vista estructural (variaciones de la topografía) y estético (áreas de interés paisajístico, ínter visibilidad y cuencas visuales).
- **Usos del suelo** definidos en términos de aprovechamiento: Forestal y Agronómico.
- **Aspectos Demográficos y Socioeconómicos**: Núcleos de población cercanos, densidad y distribución de población, recursos turísticos, actividades económicas, cinegéticas y explotaciones agrícolas.
- **Equipamientos Socio-culturales**: Valores histórico-culturales.

A partir de este listado se realiza la valoración de los impactos, estableciendo el nivel de detalle a que deben considerarse cada una de las componentes del medio afectadas. Para la definición de estos impactos se han aplicado los criterios de: Representatividad y Relevancia, por ser portadores de información importante sobre el estado y funcionamiento del medio; Exclusividad, a fin de que no existan solapamientos ni redundancias entre ellos que puedan dar lugar a repeticiones en la

identificación de impactos, y Facilidad de identificación, susceptibles de una definición nítida y consecuentemente, fáciles de localizar en el campo y cartografiar.

Elaboración de las matrices de impactos

Las matrices de impactos fueron elaboradas de acuerdo con la secuencia temporal de actuaciones descritas en el “Proyecto de construcción y explotación del parque” y con los aspectos ambientales que sufrirán cambios definidos por este tipo de actividades, ya establecidos previamente en el Listado de Impactos Ambientales. El principal valor de este método radica en que su elaboración permite comprobar que la identificación de impactos previa ha sido la correcta y revisar las listas de acciones de proyecto y de factores ambientales, que constituyen la estructura matricial.

En el momento de su elaboración la definición de impacto se equipara al producto de la interacción entre acciones de proyecto y factores ambientales. Durante este proceso se determinan los efectos compatibles, esto es, aquellos impactos que *a priori* se pueden calificar como despreciables debido a su significación, intensidad, extensión, etc. Constituye una primera aproximación al proceso de **cribado de los impactos** que va estableciendo categorías de impactos en una jerarquía, según su importancia, al objeto de centrar los esfuerzos de la valoración en los más significativos. Las posibilidades de pasar por alto una interacción significativa (impacto) se reducen si se tiene en cuenta que en cualquier momento es posible “la vuelta atrás” del cribado inicial de impactos y su nivel de estudio, así como por la oportunidad que brinda la descripción detallada posterior de todos los impactos posibles, en el apartado Descripción de Impactos y Medidas Correctoras (Capítulo V de la presente memoria). Así se explica que el ruido provocado durante la fase de obras, calificado como moderado en la mayoría de las casillas de la matriz de impactos, sea cuantificado mediante un modelo de difusión y valorado por comparación de los resultados obtenidos con los valores límite que establece la normativa legal vigente; de hecho, constituye uno de los indicadores ambientales a vigilar en el correspondiente PSVA de un parque eólico.

Una vez identificados los impactos en las casillas correspondientes se procedió a su valoración cualitativa atendiendo a las categorías del impacto definidas en el **Real Decreto 1131/1988**, de 30 de septiembre, que aprueba el Reglamento sobre Evaluación de Impacto Ambiental. Este documento tipifica los impactos según distintas categorías, que se han tenido en cuenta en la valoración de los impactos. Así, en los EsIA de parques eólicos, los efectos derivados de las actividades o acciones susceptibles de producir alteraciones se han clasificado en primer lugar y de modo general en tres niveles o grados de impacto: positivo (+), efecto compatible (EC, como sinónimo de efecto mínimo o no significativo) y negativos (-). Los impactos negativos se han valorado, según necesidad creciente de prácticas protectoras o correctoras, en moderado (EM), severo (ES) y crítico (ER), junto a otros calificativos que responden a las características de: Persistencia (Temporales TP o permanentes PR), Momento en que se produce (A corto C, medio M o largo L plazo), Continuidad (Continuo CN o discontinuo DCN), Extensión (Puntuales PT o extensivas EX), Reversibilidad (Reversibles RV o

irreversibles IRV), Acumulación (Simple SP , acumulativo AC o sinérgico SN), Posibilidad de recuperación (Recuperable RCP o irrecuperable IRCP).

En lo que respecta a los impactos positivos se han diferenciado únicamente dos categorías, clasificándolos en temporales (TP) y permanentes (PR). En todo caso, la calificación de los impactos producidos por las distintas acciones de proyecto se han encuadrado en una escala temporal que coincide con la duración de la propia acción de proyecto y en la escala espacial definida por la propia naturaleza de la variable en estudio.

Teniendo en cuenta que los componentes de mayor interés *per sé* son las formaciones turbosas catalogadas por la Directiva Hábitat, se elaboraron dos tipos diferentes de matrices dependiendo de la existencia en el polígono del parque de formaciones turberiformes en distintas posiciones topográficas. La principal diferencia entre estas matrices obedece a la definición de una calificación de los impactos más severa en el caso de la existencia de turbas; dichos impactos son producidos por algunas acciones de proyecto agrupadas en los epígrafes Obras generales y de obra civil, sobre todo las labores de desmonte y terraplén. Las variables del medio implicadas son las aguas superficiales (desvío), características edáficas, especies y comunidades vegetales, destrucción y fragmentación de hábitats, procesos de erosión y sedimentación, inestabilidad de taludes y modificación del paisaje desde el punto de vista morfológico (Tabla IV.4).

Tabla IV.4. Diferencias entre las principales categorías de impactos contempladas en las matrices de impactos según existan o no turberas en el polígono del parque eólico (remarcadas en la tabla) (T.: Presencia de turberas; NT: Ausencia de turberas)

	Aguas Desvío		Suelo Caract.		Vegetación Spp y comunidades		Hábitats Destrucción		Geología Eros. Sedim.		Inestabilidad		Paisaje Morf.	
	T	NT	T	NT	T	NT	T	NT	T	NT	T	NT	T	NT
1.1.1. Desbroce	EM	EC	ER		ES	ER	ES	ER	EM		EM		EM	EC
1.1.2. Desmonte	ES	EM	ER		ES	ER	ES	ER	ES	EM	ES	EM	EM	
1.3. Plataf	ES	EC	ES		ES		ES	EM	EC		EC		EC	
2.1. Viales	ES	EC	ES	ER	ER		EM		EM		EC		ES	
2.1.3. Can arroyos	ES	EC	EM	EC	EM		ES		EM		EC		EC	
2.2. Zanjas	ES	EC	ES		EM		EM		EM		EM		EC	

A efectos prácticos también se tuvo en cuenta la realización de dos tipos de matrices, según el proyecto contemplaba la construcción de una subestación transformadora de tensión, lo que sucede en la mayoría de los parques, o no, como en el caso de que se trate de una fase posterior de implementación o ampliación de proyecto preexistente. La combinación de presencia de turberas y construcción de la subestación rindió un total de cuatro matrices diferentes que se manejaron en la

elaboración de los EsIA de parques eólicos en Galicia. En la Figura IV.2 se ha incluido una matriz genérica elaborada para los parques eólicos en Galicia.

Figura IV.2. Matriz genérica realizada para la construcción de un parque eólico.

Dpto. EDATOLOGIA FAC. BIOLOGIA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO			MATRIZ DE IMPACTOS: PARQUE EOLICO MUROS																					
FASES PROYECTO	ACCIONES DE PROYECTO	Atmósfera				Aguas superficiales		Suelo		Veget.	Fauna		Hábitats		Geología		Paisaje		Socioeconómicos					
		Ruidos	Polvo	Destro	Contaminación	Características	Usos del	Especies común	Especies población	Movilidad de especies	Destrucción	Fragmentación	Habitats	Sedimentación y erosión	Instabilidad	Morfología (estructura)	Estética	EMPLEO	Actividad económ.	Canadereo	Aprovechamiento Forestal	Actividades Recreativas	Actividad cinegética	
1 GENERALES	1.1.- Preparación del terreno 1.1.1.- Desbroce	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	1.1.2.- Desmonte y terrapién	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	1.2.- Transporte de materiales y tráfico de maquinaria	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	1.3.- Utilización de Plataformas	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
2 OBRA CIVIL	2.1.- Apertura de viales	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	2.1.1.- Canalización de arroyos	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	2.2.- Zanjas	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	2.3.- Cimentaciones 2.3.1.- Voladura 2.3.2.- Cementación	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
3 INSTALACION	3.1.- Aerogeneradores	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	3.2.- Instalación de los Transformadores	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
4 FUNCIONAMIENTO	4.1.- Producción de Energía	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	4.2.- Mantenimiento	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				
	4.3.- Residuos	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	EM EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	ES EV ACM ACONT CONT	+	EC	EC				

IV.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MATRIZ DE IMPACTOS

En la matriz genérica realizada para la construcción del parque eólico (Figura IV.2), las acciones de proyecto consideradas, agrupadas en las fases de Obras generales, Obra civil, Instalación, Funcionamiento y Abandono suman un total de 14 (15 si se incluye la construcción de la subestación). Los factores ambientales analizados corresponden a los indicadores: atmósfera, agua, suelo, vegetación, fauna, procesos ecológicos, geología, paisaje y socioeconomía; obteniéndose un total de 21 factores afectados. El cruce de las diferentes actividades de cada fase del proyecto con los componentes del medio natural y socioeconómico seleccionados, dio lugar a una matriz con un total de 294 (o 315) cuadrículas. Cada una de ellas corresponde a la acción individual de cada actuación de proyecto sobre los componentes ambientales y socioeconómicos considerados. Los resultados que se incluyen a continuación se refieren a una matriz de impactos típica de un proyecto de parque eólico sin presencia de turberas y con subestación, indicándose entre paréntesis los resultados numéricos correspondientes a una matriz de parque eólico con turberas.

1.- Actividades compatibles

Algo más de la mitad de las actividades consideradas producen efectos compatibles (EC), como sinónimo de efectos mínimos o no significativos sobre el medio. En concreto, el 52,1% (50,2) de las interacciones de las acciones a realizar con el medio natural y socioeconómico no suponen una alteración de la situación actual o ésta desaparece en cuanto la obra cesa, sin necesidad de tomar medidas protectoras o correctoras.

La fase de ejecución del proyecto en la que existe un mayor predominio de las actividades compatibles y, por tanto menos nociva para el entorno, resulta ser la fase de funcionamiento. También cabe destacar un considerable número de acciones compatibles, principalmente con el medio socioeconómico: Se trata de la instalación propiamente dicha de las turbinas y de los transformadores y el transporte y tráfico de materiales y maquinaria. Los aprovechamientos ganadero y forestal en las inmediaciones del área del parque resultan compatibles en todas las fases de ejecución del proyecto. Por el contrario en la fase de preparación del terreno y apertura de zanjas y viales es donde se ha registrado un mayor número de efectos negativos sobre los indicadores ambientales considerados.

2.-Impactos negativos

Los impactos negativos son casi tan frecuentes como los compatibles (42,2% de las interacciones consideradas; 43,8%), casi todas correspondientes a la fase de dotación de infraestructura. Se han diferenciado varias categorías de intensidad en función del grado de incidencia del efecto sobre el medio. Así, el 64,7% (60,9) de los impactos negativos se han calificado como Moderados (EM), el 22,6% (30,4) como Severos (ES) y un 12,8% (8,7) pertenecen a la categoría más problemática, de Efectos Críticos (ER). El mayor número y porcentaje de estas dos categorías se encuentran en la fase de Preparación del terreno y Obra civil, concretamente la Apertura de nuevos viales y zanjas y la voladura.

Cuando se analizan los impactos desde el punto de vista del factor tiempo, hay tres características que interesa tener en cuenta, persistencia, continuidad y momento en que se producen, que son las que se analizan en primer lugar:

2.1.- Persistencia

Con respecto a esta característica, los impactos se distribuyen en partes iguales entre las categorías permanente y temporal con un 52,3% y un 47,7%, respectivamente (48,6% y 51,4%, respectivamente). Ejemplos de efectos permanentes, o que se manifiestan a lo largo del todo el período que dura la acción, son el ruido, la modificación de las características del suelo y la fragmentación de hábitats. Por el contrario, son de carácter temporal la emisión de polvo y la contaminación de las aguas superficiales, las modificaciones de las características geológicas de la zona de ubicación (procesos de erosión y sedimentación e inestabilidad) y las actividades de recreo y cinegéticas.

2.2.- Continuidad

La gran mayoría de los impactos, el 80,5% (80,4), son continuos, esto es, se manifiestan a través de alteraciones regulares en su permanencia y afectan a todos los indicadores ambientales estudiados, exceptuando las aguas y la mayoría de los socioeconómicos. Ninguno de ellos ha podido ser calificado como periódico, mientras entre los discontinuos se encuentran las emisiones de partículas en suspensión a la atmósfera, que además de ser temporales dependen de las condiciones atmosféricas, y la contaminación de las aguas superficiales.

2.3.- Momento en que se producen

No todas las acciones se manifiestan en el mismo momento. De hecho, un 50,4% (52,9) son efectos a corto plazo (pueden manifestarse en menos de un año) y derivan de las actividades de construcción del futuro parque eólico, prevista en ese mismo período de tiempo: emisiones de ruido y polvo, los efectos sobre la movilidad de la fauna, la fragmentación de hábitats y las actividades de recreo y cinegéticas.

Algunas de estas mismas acciones de proyecto producirán un 21% (21,7) de impactos que se manifestarán a medio plazo, (de uno a cinco años) y afectan a las características del suelo, a los procesos geológicos de erosión-sedimentación y estabilidad y a algunas especies faunísticas y vegetales, cuya recuperación se prevé durará ese período de tiempo.

Los impactos a largo plazo constituyen el 28,6% (25,4) restante, destacando la modificación de las características físicas del suelo (debido a las actividades de preparación del terreno, apertura de viales y zanjas y utilización de plataformas) y del paisaje, tanto estructurales como estéticas.

Considerando estos tres factores temporales en conjunto y sus categorías más nocivas para el medio, se encuentra que los impactos permanentes, continuos y a largo plazo constituyen el 24,1% (21,0%) del total de los impactos negativos, y afectan a las características físico-químicas del suelo, a la destrucción de hábitats, a los usos del suelo y a algunas especies vegetales.

2.4.- Extensión

Los impactos se han clasificado en extensivos y puntuales, en función de la superficie afectada por el proyecto o por su naturaleza. Los extensivos constituyen el 52,6% (53,6) de los impactos negativos y se producen al realizar las acciones de desbroce, apertura de viales y zanjas, cementaciones e instalación de los aerogeneradores; entre los impactos extensivos por su propia naturaleza, se encuentra el ruido producido a lo largo de todas las fases de obra y funcionamiento. Los impactos derivados de la voladura se han calificado como extensivos, debido a la pequeña profundidad de los suelos de la zona, haciendo necesario recurrir a esta acción para construir los cimientos de los aerogeneradores. Sin embargo, al analizar el momento en que se producen los impactos extensivos se constata que algo más de la mitad de este tipo de impactos (52,9%; 54,1) son a corto plazo, mientras el 10% (16,2) se producen a medio plazo y una cifra algo superior, el 37,1% (29,7) se producirán a largo plazo.

Los impactos puntuales son en general producto de aquellas acciones que afectan a una pequeña extensión del área de parque en comparación con el conjunto de las acciones de proyecto como desmonte-terraplén, canalización de arroyos, construcción del edificio de control o instalación del aparellaje de la subestación. La utilización de plataformas, aunque se trata de una acción que se repite en toda la superficie del parque produce impactos puntuales en el medio natural pues en lo posible se utilizarán los cruces de viales preexistentes.

2.5.- Reversibilidad

Cuando se tiene en cuenta la capacidad del medio para integrar o asimilar los efectos de las distintas acciones del proyecto, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio, hay que considerar el carácter de reversibilidad de los impactos. Si el retorno a la situación anterior se realiza de forma medible y a medio plazo, se habla entonces de impactos reversibles, que constituyen un 64,7% (56,5) de los impactos negativos y son los que afectan a la atmósfera (ruido y polvo), a las actividades recreativas y cinegéticas y la contaminación de las aguas. Algunos impactos que afectan al paisaje desde el punto de vista estético, a la vegetación y a la fauna son también de carácter reversible, por implicar una serie de medidas correctoras o protectoras ya descritas en el diseño del proyecto.

Los impactos irreversibles son aquellos que suponen la imposibilidad o dificultad extrema de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce y afectarán fundamentalmente a las características físicas del suelo (pérdida de estructura) y a su uso, destrucción y fragmentación de hábitats, procesos de erosión y sedimentación y aspectos morfológicos del paisaje. Constituyen el 35,3% (43,5) del total de impactos negativos, habiéndose analizado tanto su extensión como el momento en que aparecen por ser relativamente nocivos para el medio.

Con respecto al momento en que se manifiestan, cabe destacar que el 34% de los impactos irreversibles se encuentran entre los que aparecen a corto y medio plazo (20 y 31,7, respectivamente),

mientras los que aparecen a largo plazo constituyen el 66 % (48,3) restante. Entre estos últimos, se han diferenciado los puntuales que suponen el 26% (34,5) y los extensivos con el 74% (65,5) restante, de modo que los **impactos irreversibles, a largo plazo y extensivos constituyen el 17,3% (13,8) del total de los impactos negativos.**

2.6.- Acumulación

Los efectos simples constituyen el 48% (38,4) de los impactos negativos y son aquellos que se producen sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia. Las acciones de proyecto que producen mayor proporción de impactos de este tipo son el transporte de materiales y tráfico de maquinaria, la instalación del aparellaje de la subestación, la construcción del edificio de control y la producción de energía, aunque no faltan en las otras acciones. Por otro lado, los indicadores ambientales afectados por este tipo de impactos son la atmósfera (ruido), los hábitats existentes en la zona de estudio, el paisaje desde el punto de vista estético y las actividades recreativas.

Los efectos acumulativos son aquellos que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor incrementa progresivamente su gravedad y constituyen el 52% (38,4) del total de los impactos negativos. Se encuentran en todas las acciones de proyecto, exceptuando el transporte de materiales y el tráfico de maquinaria, siendo especialmente abundantes en las fases de preparación del terreno (desbroce y desmonte-terraplén), apertura de viales y zanjas y la voladura. Pueden afectar a varios componentes del medio a la vez: atmósfera, vegetación (y en consecuencia fauna), suelo y geológicos. Aquellos cuya gravedad aumenta según progresa la acción se encuentran en todos los indicadores ambientales, pero aparecen con más frecuencia en la atmósfera (partículas en suspensión), aguas (contaminación), vegetación y procesos geológicos (erosión-sedimentación).

En las zonas turbosas se han contabilizado además impactos sinérgicos que son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente y constituyen el 3,6% de los impactos negativos. Se ponen de manifiesto con aquellas acciones de proyecto que suponen desvío o modificaciones en los cursos de agua y compactación de suelos.

Entre los impactos acumulativos aproximadamente la mitad (46,4%) son de carácter puntual, lo que hace disminuir su gravedad para el medio, y el 53,6% restante son de carácter extensivo. El momento en que aparecen también modifica el grado de gravedad de los impactos, y a este respecto, cabe destacar que entre los impactos acumulativos y extensivos, el 38% (33,3) se manifiestan a largo plazo y la mitad, el 19% (21,1) se producen antes de los cinco años; el 43% (51,3) restante se manifiestan a corto plazo y afectan a las características y al uso del suelo y a la movilidad de la fauna fundamentalmente. Esto implica que **el 12% (14,5) de los impactos totales son acumulativos, extensivos y a largo plazo.**

2.7.- Posibilidades de recuperación

Atendiendo a esta característica, los impactos se pueden calificar como recuperables, esto es, aquellos en los que la alteración puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, o bien aquel en el que la alteración que supone puede ser reemplazable. Se han incluido bajo esta denominación el 72,9% (71,0) del total de los impactos y afectan fundamentalmente a la atmósfera (ruido y partículas en suspensión), aguas superficiales (contaminación), procesos geológicos (erosión-sedimentación e inestabilidad geológica) y actividades recreativas. También están sujetos al efecto de impactos recuperables en gran proporción, la fauna y el paisaje desde el punto de vista estético. Las acciones de proyecto que producen mayor número de efectos recuperables son: el transporte de materiales y el tráfico de maquinaria, la utilización de plataformas, la apertura de zanjas, la voladura, la construcción del edificio de control y la instalación de los aerogeneradores y del aparellaje de la estación.

El resto de los impactos negativos, esto es el 27,1% (29,0) se han calificado como irrecuperables y son aquellos en los que la alteración o pérdida que supone es imposible de reparar o restaurar tanto por la acción natural o humana. Suponen un 27,8% del total de los impactos negativos y por su incidencia en el medio se hace necesario un estudio detallado para conocer otras características que puedan modificar su gravedad: El 73% (75,0) de los impactos irrecuperables son extensivos, el 75,7% (65,0) se manifiestan a largo plazo, el 59,5% (65,0) son acumulativos y el 94,6% (95,0), irreversibles.

Combinando las características **irrecuperable, extensivo y a largo plazo**, se encuentran un total de 22 (19) impactos, considerados los más significativos para este tipo de proyectos, lo que supone **un 16,5% (13,0) de los impactos negativos totales**, y son los que se muestran en la Tabla IV.5. Se puede observar que una de las acciones de proyecto que mayor incidencia presenta en el medio es la apertura de viales, pues afecta al uso del suelo (inicialmente matorral en la mayoría de los casos estudiados) y a la vegetación, que tiene que ser eliminada por desbroce. En consecuencia, implica la destrucción y fragmentación de hábitats, incidiendo además sobre la movilidad de algunas especies faunísticas. Producirá cambios en la morfología del paisaje, aunque nunca serán críticos pues la anchura definitiva de los viales será la mínima necesaria para la maniobrabilidad de la maquinaria y se prevé que no sean necesarios muchos desmontes por ser la zona de ubicación de los aerogeneradores relativamente llana; desde el punto de vista estético, los viales son elementos lineales añadidos al paisaje, con el consiguiente aumento del contraste de color. Por el contrario, la variable ambiental más afectada es el suelo, principalmente durante la fase de construcción al ser el medio receptor de impactos derivados de la ocupación permanente (viales, cementación) o temporal (plataformas eólicas).

La producción de energía a lo largo de los 20-35 años de la vida media del parque implica el aumento del nivel sonoro hasta niveles similares a los producidos en el interior de una casa. Puede

afectar a la movilidad de las aves, que suelen evitar la proximidad de las palas de los rotores, reduciendo los daños directos por colisión.

Tabla IV.5. Resumen de los impactos irrecuperables, extensivos y a largo plazo generados por los parques eólicos.

	Desbroce	Desmonte	Plataf.	Viales	Cementac	Producción Energía
ATMÓSFERA Ruido						X
SUELOS Características Usos	X X	X	X	X X	X X	
VEGETACIÓN Especies, población				X	X	
FAUNA Especies, población Movilidad	X			X		X X
HÁBITATS Destrucción Fragmentación				X X	X	
PAISAJE Morfología Estética	X X	X		X		

3.- Impactos positivos

El 6,1% (6,0) del total de los efectos son positivos (+) e implican fundamentalmente a factores socioeconómicos como la creación de empleo a lo largo de todas las fases de construcción del parque eólico y actividades económicas inducidas que derivan de la fabricación en el país de algunos de los componentes de los molinos. A este respecto y considerando el valor añadido que se crea en el país, genera 542 empleos por 1000 gigavatios hora al año (Ferrando Vitales, 1994).

A largo plazo hay que considerar también los impactos positivos derivados de un proyecto de desarrollo energético de fuentes naturales renovables, con la consecuente disminución del consumo de combustibles fósiles y la ausencia de emisiones de sustancias contaminantes.

El incremento de la disponibilidad energética es sin duda, otro efecto positivo que puede incidir en la creación de empleo. Otro de los aspectos que indirectamente pueden verse beneficiados por el proyecto es el aprovechamiento forestal debido a la mejora de las labores de siembra, saca, etc. que se ven facilitadas con la construcción de nuevos viales en la zona.

IV.4. FASE DE ABANDONO DE LA ACTIVIDAD

El parque eólico es un tipo de instalación que no genera transformaciones ambientales especialmente intensas, por lo que parece tener unas perspectivas muy favorables que se traducirán en una extensión de su uso en las próximas décadas. Aún así cabe recordar las intensas fluctuaciones que han sufrido los aprovechamientos eólicos dependiendo de la necesidad de mitigar las consecuencias derivadas de las crisis del mercado de los combustibles fósiles. De todas formas, la vida media del parque estará en función de la vida media de los aerogeneradores (20-35 años), de los avances tecnológicos y de la demanda energética. Al contrario de lo que sucede con otros tipos de proyecto, la disponibilidad del recurso no se modificará sustancialmente en el tiempo y menos debido a la construcción e instalación de nuevos parques o de más o menos aerogeneradores. Aún así la variabilidad espacial y temporal del viento es muy grande y la posibilidad de almacenamiento de la energía producida es nula, por lo que cuando se exigen coberturas energéticas horarias disminuye mucho la efectividad del sistema y podemos considerar que en la actualidad se trata de un abastecimiento energético complementario.

En Galicia los máximos de velocidad y frecuencia de vientos coinciden con los máximos de demanda energética en los meses de febrero y marzo, por lo que en algunos momentos la producción de los aprovechamientos eólicos podría incorporarse a la red de distribución supliendo ese plus de demanda en beneficio de otras fuentes energéticas que sí permiten el almacenamiento.

Al finalizar el período de explotación del parque eólico se procederá al desmantelamiento de las instalaciones electromecánicas y a suprimir la mayor parte del equipamiento. Únicamente permanecerán los viales y las cementaciones de los aerogeneradores. Los centros de transformación, en su caso, serán demolidos y retirados los escombros, permaneciendo el edificio de control al que se otorgará un uso acorde con el lugar de ubicación y su entorno. Posteriormente se procederá a recuperar las zonas afectadas por la retirada de las instalaciones para lo que se realizará el PSVA descrito en el apartado correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA Capítulo IV

- Cantarino, C.M. (1999). El estudio de impacto ambiental. Textos docentes. Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Canter, L.W. (1998). Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw-Hill. Interamericana de España S.A.U. Madrid
- Tapia del Río, L. (2000). Estudio de los efectos sinérgicos en la avifauna de la Sierra del Buio generados por los parques eólicos promovidos por Eurovento, S.L. Informe inédito. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Universidad de Santiago de Compostela.
- Fontán, L y L. Tapia (2001). Estudio de los efectos sinérgicos en la avifauna de la Serra del Xistral generados por los parques eólicos promovidos por Alabe. Estudio valorativo de los posibles impactos acumulativos o sinérgicos. Informe inédito. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Universidad de Santiago de Compostela.
- Estevan Bolea, M.T. (1977). Las evaluaciones de impacto ambiental. Cuaderno núm. 2 del Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales. Madrid
- Estevan Bolea, M.T. (1989). La evaluación de impacto ambiental. 2ª ed. Fundación MAPFRE.
- Ferrando Vitales, F. (1994). Consideraciones para la realización de “otro” análisis económico en tecnologías energéticas. Particularización para la energía eólica. En: Energías renovables y medio ambiente. U. Domínguez Garrido (coord.). Valladolid. Secretariado de Publicaciones de la Universidad.
- Glasson, J., R. Therivel y A. Chadwick. (1999). Introduction to Environmental Impact Assessment. 2ª edición.
- Gómez Orea, D. (1999). Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- González Alonso, S. (1997). Consideraciones generales sobre la identificación y valoración de impactos. En: Peinado Lorca, M. y I.M. Sobrini Sagaseta de Ilurdoz (eds.) Avances en Evaluación de Impacto Ambiental y Ecoauditoría. Ed. Trotta. Madrid.
- Lee, N. (1983). Environmental Impact Assessment: A Review. Applied Geography, Vol. 3, pp:5-27.
- Leopold, L.B., F.E. Clarke, B.B. Hanshaw y J.R. Balsley (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645. Washington.
- McHarg, I.L. (1968). A comprehensive route selection method. Highway Research Record 246. Highway Research Board. Washington.
- Riera, P. (2000). Evaluación de impacto ambiental. Rubes Editorial, S.L. Barcelona.
- Warner, M.L. y D.W. Bromley (1974). Environmental Impact Analyses: Review of three methodologies. Tech. Rep. Wisconsin Water Resources Center. Univ. Wisconsin. Madison.

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTORAS

ÍNDICE

V.1. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO	
V.1.1. ATMÓSFERA	429
V.1.2. DESTRUCCIÓN DEL SUELO	436
V.1.3. ALTERACIONES DE LA RED HIDROGRÁFICA	448
V.2. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO	
V.2.1. VEGETACIÓN	454
V.2.2. FAUNA	455
V.3. IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS	468
V.4. IMPACTO PAISAJÍSTICO	471
BIBLIOGRAFÍA	480

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS CORRECTORAS

El parque eólico es un tipo de actuación que afecta localmente a los recursos naturales y socioculturales del ámbito en el que se localiza. A mayor abundamiento, el desarrollo de este tipo de proyectos tal y como ha sido concebido incide en el desarrollo industrial autonómico, con el consecuente crecimiento económico por la disponibilidad del recurso. En el presente apartado se analizan y describen los impactos derivados de las acciones de proyecto que comporta la instalación y funcionamiento de un parque eólico, de manera genérica.

Los indicadores medioambientales estudiados son los resultantes del proceso de selección establecido en la metodología de evaluación y que están referenciados en el apartado anterior.

Para la realización del presente trabajo se ha prestado especial atención a la valoración de impactos sobre el medio edáfico y la propuesta de aplicación de medidas correctoras ha sido tratada de forma independiente para las fases de proyecto, ejecución de obra, operación y funcionamiento y abandono. El motivo es la importancia que tiene la conservación y posterior recuperación del suelo no sólo en lo que se refiere a las unidades edáficas de mayor interés presentes en una zona determinada, sino para la posterior revegetación y retorno de las especies faunísticas desplazadas temporalmente. Los impactos sobre el resto de las variables del medio han sido analizados con la misma metodología aunque se presenten de distinta forma.

V.1. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO

V.1.1. ATMÓSFERA

Los efectos que este tipo de instalaciones producen sobre las condiciones meteorológicas previas son nulos en lo que se refiere a movimiento de las masas de aire (salvo el efecto estela tras el rotor, Capítulo II de la presente memoria) o inversión térmica. Así mismo, ni la presencia de los parques eólicos ni su funcionamiento tienen efecto sobre las condiciones meteorológicas.

Los aspectos referidos a la frecuencia e intensidad del viento no se han tenido en cuenta en este apartado porque forman parte intrínseca del propio proyecto constructivo, y como tales se contemplan en Estudio del Potencial Eólico. En todo caso, las características cinéticas y potenciales del recurso eólico no se ven alteradas apreciablemente por los elementos de captación de la turbina.

El funcionamiento de los aerogeneradores no produce contaminación atmosférica en cuanto a la emisión de sustancias que alteren la calidad del aire. De hecho en algunos estados europeos ya ha entrado en vigor la Orden de Utilización de Combustibles no Fósiles (NFFO), mediante la que se establece las pautas para que cada compañía eléctrica asegure un porcentaje anual de la energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables. Según Martín Barajas (1996), una instalación de

energía eólica equivalente a 1 MW de potencia de energía eólica supone una reducción anual de emisiones a la atmósfera de:

- 2,5 Tm de partículas
- 75 Tm de óxidos de azufre
- 11,5 Tm de óxidos de nitrógeno
- 0,12 Tm de monóxido de carbono
- 0,2 Tm de hidrocarburos, y
- 3.900 Tm de dióxido de carbono

Al mismo tiempo, la generación diaria de energía eléctrica por un aerogenerador de potencia media, por ejemplo 660 Kw., equivale a 4 Tm de carbón y 6 barriles de petróleo (1.200 Kg.) con los consiguientes ahorros en el gasto de combustible importado (Fernández Castro, 2001). Sin embargo, pueden generar contaminación atmosférica mediante emisiones de polvo y formas de energía que potencialmente producirán riesgo o molestia a las personas, ecosistemas o bienes naturales, como son las perturbaciones sonoras y alteraciones en la transmisión de las señales electromagnéticas.

En lo que respecta al ruido, se ha valorado su incidencia de forma independiente en las fases de obra y funcionamiento del parque eólico. El estudio del ruido producido por el funcionamiento de los aerogeneradores se ha realizado con mayor grado de detalle a su naturaleza extensiva y a que se trata de un ruido continuo, entendido como sinónimo de que producirá a lo largo de toda la vida del parque eólico, al contrario del ruido producido durante las fases de obra e instalación de los elementos del parque, de duración notablemente inferior.

1.1. Durante la fase de construcción

Durante esta fase, el incremento de los niveles sonoros es de carácter extensivo, por la propia naturaleza del factor, y reversible, mientras se ejecuten todas las tareas de construcción del parque, especialmente perforaciones, voladuras y transporte de material y tráfico de maquinaria. Sus impactos sobre la fauna de vertebrados pueden provocar desplazamientos temporales hacia zonas más idóneas, aunque es frecuente la presencia del ganado caballar en libertad en los montes donde se ubican los parques eólicos que, en ningún momento se ven seriamente perturbados por el desarrollo de las labores de construcción.

En esta misma fase variable de cuatro a trece meses dependiendo de las dimensiones del parque eólico, podrá generarse emisión de partículas de polvo en el ambiente produciendo un impacto negativo de carácter puntual y reversible (Figura V.1). Pero teniendo en cuenta su carácter temporal, al estar limitada a las labores del movimiento de tierras y al tráfico de maquinaria, su efectividad sería comparable a la generada por las labores habituales de la actividad agrícola y, en consecuencia, no se considera necesaria la adopción de medidas correctoras.

Figura V.1. La producción de partículas en suspensión durante el transporte constituye una afección de carácter temporal y reversible equiparable al tráfico de maquinaria agrícola.



Únicamente cuando la fase de obras coincida con períodos estivales o, en general, de sequía prolongada, es recomendable regar para que el polvo no se disperse provocando molestias o afectando sustancialmente a la componente biótica de la zona.

1.2. Durante la fase de funcionamiento

A) El **ruido** generado por el funcionamiento de las futuras instalaciones tiene origen múltiple, ya que las diferentes partes en movimiento y la vibración son fuentes de radiación sonora. La fuente de emisión de ruidos reside principalmente en la rotación de las palas, el funcionamiento del generador y el sistema de transmisión, sin olvidar que en cualquier caso resulta variable según la velocidad del viento y el sistema de captación de la máquina.

El ruido se define de forma elemental como un sonido no deseado o desagradable, o bien como un sonido en un lugar y momento no adecuado que resulta molesto para la audición humana (EPA, 1972). A partir de estas definiciones se deduce el carácter subjetivo del concepto de ruido pues es el estado anímico del sujeto el que decide si el sonido percibido entra en la categoría de ruido. Por otro lado, si bien el ruido puede perturbar a la fauna y por ende a los sistemas ecológicos en general, la componente subjetiva se refiere exclusivamente a la especie humana y así se considera en la mayoría de las normas legislativas que pretenden su regulación. Sirva de ejemplo lo expuesto en la Ley 7/1997, de 11 de agosto, de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad Autónoma de Galicia que considera *“el derecho de los ciudadanos a organizar sus actividades económicas, productivas y recreativas con libertad y respeto a la ley y que igualmente asiste a todas las personas para gozar de la intimidad y el descanso sin ser molestadas y de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de su personalidad”*. En todo caso, cabe tener en cuenta que aunque desde el punto de vista físico el ruido existe aún cuando no haya receptor que lo perciba, la percepción de un ruido como sensación auditiva exige la presencia de un receptor.

El sonido es una forma de energía mecánica que tiene su origen en las vibraciones de la materia sólida, líquida o gaseosa (foco) y que se propaga a través de un medio en forma de ondas longitudinales caracterizadas por su amplitud, frecuencia, velocidad de propagación y variación en el tiempo. Las concentraciones y expansiones de las partículas del medio generan pequeñas variaciones de presión atmosférica que al actuar sobre la membrana del oído ponen en marcha todo el mecanismo anatómico-fisiológico conducente a la sensación de sonido o ruido. La frecuencia de dichas variaciones (sonidos) que podemos detectar los seres humanos está comprendida entre 16 y 20.000 Hz (Sanz Sá, 1987).

La medida de la variación de la presión atmosférica en un punto, presión sonora o acústica (P), se realiza mediante sonómetros en relación a una presión de referencia (Po), que corresponde a la menor presión acústica audible que un oído joven puede detectar en condiciones de audición reales ($2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$). Entre ambas magnitudes existe una relación logarítmica y debido al amplio margen de variación de la presión acústica se ha hecho usual la utilización de “niveles de presión acústica” en su

lugar y se ha adoptado el decibelio (dB) como unidad de medida de los niveles de presión acústica (NPA), donde el valor 0 corresponde con el límite inferior de la presión acústica audible arriba mencionado. Los sonidos se tornan dolorosos por encima de 100 dB y dolorosos a partir de 120 dB.

$$NPA = 10 * \lg_{10} (P/P_0)^2 \quad (1)$$

No obstante, y como se verá en el apartado PSVA de esta memoria, en los estudios del ruido se registra el "Nivel Sonoro Ponderado A" expresado en dBA, según una serie de curvas de ponderación que actúan de filtro selectivo discriminando los componentes más agudos y más graves y aproximándose a los efectos reales sobre los organismos. De las diferentes curvas existentes la denominada curva A es la normalmente empleada en los aparatos de medición de sonidos de nivel medio debido a que la respuesta de esta curva es la que mejor se ajusta a la forma en como el oído humano percibe el sonido. El Nivel de presión acústica equivalente (LpA) es un parámetro de gran interés en el estudio del ruido y a cuyos valores hace referencia la normativa legal vigente, como se verá el apartado PSVA de ruidos.

Una onda sonora lleva asociada un flujo de energía mecánica (acústica), definiéndose como **potencia acústica** (W) la energía acústica total emitida por una fuente sonora en la unidad de tiempo. Se trata por tanto de una característica del foco emisor de ruido, la turbina en el caso que nos ocupa. El componente logarítmico de la escala implica que los niveles de presión acústica de dos máquinas similares adyacentes no se pueden sumar aritméticamente, de modo que por ejemplo, si dos aerogeneradores producen niveles de 60 dBA a una determinada distancia, la presión total no es de 120 dBA, sino de 63 dBA.

La energía sonora (W) que atraviesa una superficie (A) perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo se conoce como **intensidad acústica** o sonora (I), cuyas unidades son w/m². La intensidad es la propiedad del sonido que, junto a otras magnitudes físicas, permite evaluar el sonido con la sensación fisiológica (sonoridad) en el individuo, de ahí el interés se su estudio. Así, si se considera una esfera de radio r en cuyo centro hay una fuente sonora de potencia W que emite en todas las direcciones, la Intensidad acústica vendrá dada por la expresión siguiente:

$$I = W/(4\pi r^2) \quad (2)$$

Puesto que la intensidad acústica es proporcional a la media cuadrática de la presión acústica la ecuación (1), puede escribirse de la forma:

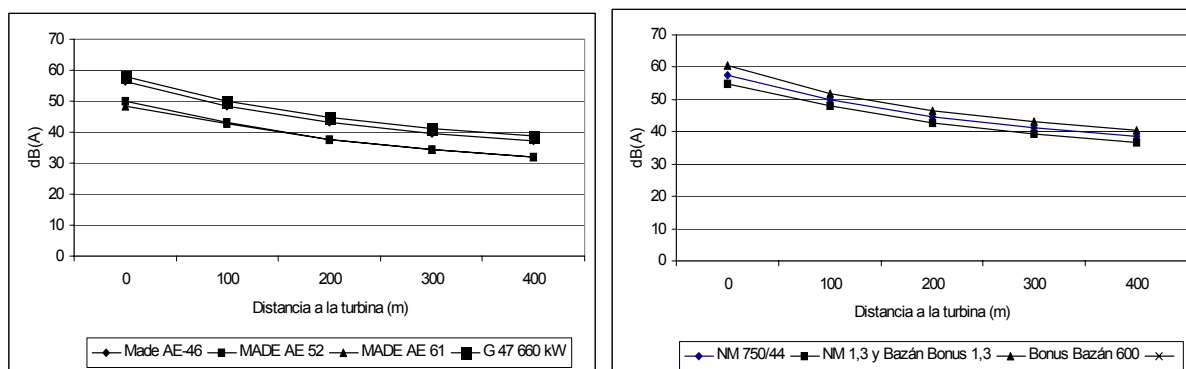
$$NPA = 10 * \lg_{10} (I/I_0) \quad (3)$$

siendo I₀ la intensidad que corresponde al límite de la sensibilidad humana (0 decibelios) y cuyo valor es 10⁻¹² W/m².

La memoria de calidad ofrecida por la firma comercial suministradora del aerogenerador incluye la información correspondiente a los niveles de intensidad sonora (NPA) en decibelios a una o varias distancias, emitidas por la turbina. A partir de este dato y en la ecuación (3) se calcula en primer

lugar la Intensidad acústica, de gran utilidad para conocer la potencia acústica del generador correspondiente. Este último dato permite volver a calcular los niveles de intensidad acústica (I) a las distancias deseadas, generalmente de 100 en 100 m, en línea recta desde foco emisor. Los resultados obtenidos se recogen en la Figura V.2, suponiendo en todo caso las mejores condiciones meteorológicas para la propagación de las ondas sonoras, que indudablemente se cumplirán en muy raras circunstancias en el medio natural: un bajo grado de humedad relativa del aire, y la ausencia total de barreras orográficas, vegetales, etc. y de fenómenos de reflexión, difracción o absorción.

Figura V.2. Ejemplos de los niveles sonoros resultantes a diferentes distancias de los distintos aerogeneradores instalados en Galicia.



Entre la serie de datos de intensidad sonora a diferentes distancias se incluye el nivel sonoro esperado en el asentamiento de población más cercano a cualquier aerogenerador del parque eólico, indicando además su dirección geográfica y comparándola con la de los vientos dominantes. El valor obtenido en este punto se compara a su vez, con el valor límite de emisión de ruido superior (55 dB) establecido para zonas de sensibilidad moderada, por presencia de viviendas en este caso, en horario nocturno, según establece la Ley 7/1997, de 11 de agosto, de protección contra la contaminación acústica.

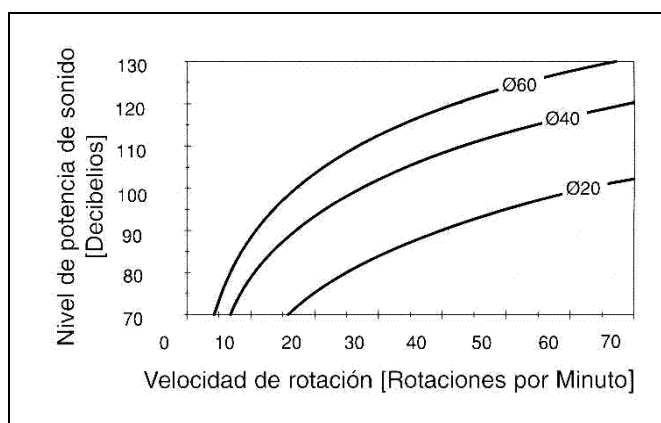
Conviene considerar que en condiciones meteorológicas adversas, como en presencia de niebla las ondas sonoras se propagan con enorme dificultad, pudiendo percibirse a pie del aerogenerador toda la perturbación generada. Por otro lado, si el asentamiento de población se localiza a sotavento del parque eólico cabe esperar que se provoquen molestias en la población dependiendo de la distancia a la que se encuentran los aerogeneradores más cercanos. En todo caso, cuando la velocidad del viento es elevada, el sonido de este último enmascara la percepción de las emisiones de otras fuentes sonoras.

En las gráficas recogidas en la Figura V.2 cabe destacar que, a una misma distancia a la base del aerogenerador, los niveles sonoros son inferiores según aumenta la potencia nominal de las turbinas. Este hecho es consecuencia, por una parte, del incremento de altura que también afecta a la fuente de ruido, ubicada en la góndola y, por otro lado, por las mejoras introducidas en el diseño de los

componentes del aerogenerador que determinan una sustancial reducción de la potencia de ruido, como se ha comprobado en la tecnología de MADE o en las máquinas empleadas por Gamesa.

En cuanto al ruido aerodinámico, producido por la rotación de las palas, en el proceso de transferencia de la energía eólica al rotor las palas producen algunas emisiones de ruido blanco (una mezcla al azar de frecuencias, similar al que se produce cuando el viento incide sobre la vegetación o la superficie del agua). Además y debido a que por razones aerodinámicas la superficie de las palas es muy lisa, también emiten un tono puro que se origina en el borde de salida o borde posterior y que puede percibirse en las proximidades de un aerogenerador a velocidades de viento relativamente bajas. Siendo constantes los restantes parámetros, la presión sonora aumenta con la quinta potencia de la velocidad de la pala relativa al aire circundante (Figura V.3). Puesto que las puntas de la pala se mueven a una velocidad tangencial muy superior a la de la base y el flujo de aire alrededor de la punta de la pala extremadamente complejo en comparación con el flujo en el resto de la pala, el diseño de la punta de la pala es un importante factor en la producción de ruido aerodinámico en las turbinas.

Figura V.3. Relación entre el nivel de potencia de sonido y la v rotación del rotor (Tomado de www.lm.dk).



Se han probado hasta 15 diseños diferentes de punta, junto con otras modificaciones como el borde de salida afilado como un cuchillo o en "pluma de pájaro", entre otras (Figura II.114). Este es el diseño, introducido por LM en 1993 para producir un bajo nivel de ruido, que incorporan los modelos empleados en los parques eólicos de Galicia.

Por otro lado, las turbinas de los aerogeneradores entran en funcionamiento cuando el viento alcanza la "velocidad inicial o de arranque", emitiendo un ruido proporcional a la velocidad rotacional del extremo de la pala, de forma que a mayor velocidad, mayor será el nivel de ruidos, hasta la velocidad de desconexión del aerogenerador. Los modernos aerogeneradores con grandes diámetros del rotor tienen una velocidad de giro muy baja, apreciándose además un descenso de este parámetro según ha progresado el tamaño y potencia de la turbina: Los primeros modelos empleados en parques en Galicia presentan velocidades de giro del rotor 34 r.p.m. (MADE AE-30) y 30 r.p.m. (Vestas V42-600), valores que han ido reduciéndose paulatinamente a 28,5 r.p.m. (G47-600), 27/18 r.p.m.

(NM750/44 Kw. y Bonus Bazán 600), 25/16,7 r.p.m. (MADE AE45/1, AE-41PF y AE-46/I) hasta las actuales NM 1.300 Kw. o Bonus 1,3 MW, con 13/19 r.p.m.

Como medidas correctoras se recomienda en todos los casos la verificación de que la emisión de ruidos se produce según los datos comerciales facilitados y que los procesos de disipación se producen en la dirección predominante. En caso necesario se recomienda introducir un apantallamiento. El control debe realizarse en puntos de afluencia: núcleos de población próximos y viales y en la forma en que se describe en el correspondiente PSVA.

B) La creación de **campos electromagnéticos (CEM)**. Desde los años sesenta en EEUU y desde los noventa en Europa viene manifestándose cierto interés hacia el conocimiento de los posibles efectos inducidos por los campos electromagnéticos que emanan de las líneas de transporte eléctrico. Según las conclusiones formuladas recientemente por Hernando (2002), los efectos sobre la salud de las radiaciones no ionizantes manejan dos tipos de componentes que son:

1. Las científicamente conocidas:

a) Naturaleza de interacciones electromagnéticas y las leyes de la física que rigen su funcionamiento.

b) Daños graves y menos graves que derivan de la acción de campos electromagnéticos no ionizantes sobre la materia viva como efectos comprobados. Tales son inducción de corrientes eléctricas según intensidad que causan desde daños en el sistema nervioso central y cardiovascular a sensación desagradable, llegando a producir la muerte (rayo atmosférico y episodios de electrocución). La inducción de aumentos de temperatura daño térmico asociado a campos de frecuencia de miles de millones de hertzios o campos de rango de los microondas.

2. Las científicamente desconocidas.

Que constituyen el objeto de las investigaciones médico biológicas en curso y ante las cuales se debe adoptar una actitud de cautela y no de alarma social infundada.

Ante esta situación, la Comunidad Europea, consciente de los derechos de las personas a una información rigurosa y honesta y a la protección de su salud, ha reunido a especialistas en Física, Biología y Medicina para establecer una serie de restricciones básicas y niveles de referencia basados en la certeza de evitar los efectos nocivos comprobados. Las restricciones indicadas están basadas en la Guía de la Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones no Ionizantes y avalado por el Comité Científico Director de la Comisión. Es destacable que considerando los datos conocidos y comprobados relativos a los daños que la corriente eléctrica genera sobre el organismo se formula un protocolo de recomendaciones en el que se establecen los niveles de seguridad.

Para la frecuencia de la red eléctrica industrial (50 Hz en Europa), y por tanto, para la frecuencia de los campos magnéticos y eléctricos producidos por la conducción de energía eléctrica, los niveles de referencia en la **Recomendación del Consejo 519/CE**, de 12 de Julio de 1999 relativa a

la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz) son: a) Campo magnético límite **100 microteslas** y b) Campo eléctrico límite **5.000 V/m**

Estos niveles recomendados son aún más limitantes/restrictivos que las Restricciones Básicas por lo que, como indica la propia Recomendación del Consejo, la superación de los valores de referencia no implica que se sobrepasen las condiciones básicas, considerando además que el campo magnético terrestre estático es de 50 microteslas y que el campo eléctrico terrestre es de 150 V/m alcanzando en condiciones de tormenta 10.000 V/m

Este instrumento normativo tiene el acierto de enfocar rigurosamente el problema al determinar cuantitativamente niveles de seguridad respecto a los efectos comprobados. Los valores prefijados por la Recomendación fueron revisados críticamente por el Comité Científico de Toxicidad, Ecotoxicidad y Medio Ambiente de la Comisión Europea con fecha 30 de octubre de 2001 (Vargas y Úbeda, 2001), concluyendo que los nuevos datos aportados por la bibliografía científica no sugieren la necesidad de alteración de los límites indicados en la norma de referencia.

En otro orden de cosas, las perturbaciones electromagnéticas producidas por los aerogeneradores podrían ser una fuente de molestias relativas para la población que vive en las inmediaciones por diferentes motivos:

- Efecto de "sombra" de las palas sobre la propagación de ondas electromagnéticas y, en particular, las señales de televisión y los sistemas de telefonía empleados en el medio rural.
- Perturbaciones originadas por el generador y el tendido eléctrico (en proyecto), que pueden corregirse sin dificultades.

La posibilidad de que se produzcan perturbaciones en la transmisión de dichas señales, con los consiguientes perjuicios para la población de la zona, aumenta con la implementación de varias fases de proyecto o proyectos de diferentes promotores en un mismo ámbito geográfico, por lo que se recomienda como medida correctora verificar la nitidez de la percepción de las correspondientes señales en las entidades de población que se encuentren en la zona de afección del parque eólico. En todo caso, y al objeto de evitar estos problemas deben seguirse las recomendaciones de las normas establecidas en la legislación vigente.

V.1.2. DESTRUCCIÓN DEL SUELO

Las principales afecciones a los suelos derivadas de la implementación de parques eólicos se producen casi exclusivamente durante la fase de construcción e instalación del parque en la que, dependiendo de la acción de proyecto considerada se generan impactos de diferentes grados:

Así, en una fracción pequeña del polígono del parque eólico se produce la destrucción total del suelo y de forma irreversible debido a la **ocupación** por las infraestructuras permanentes del parque (viales, zapatas de cimentación, etc.).

Los movimientos de tierras necesarios para la apertura de los viales de acceso, para la construcción de las zapatas de cimentación de los aerogeneradores, del edificio de control y, en su caso, de los centros de transformación, así como la apertura de las zanjas de conducción de cableado suponen *a priori* la eliminación de la cobertura vegetal y la **alteración del espesor y posición de los horizontes** por remoción, con las consecuencias que ello implica en el aumento de los mecanismos de degradación por aceleración de los procesos erosivos. Además, los movimientos de tierras pueden originar modificaciones de la circulación de las aguas, cuyo curso e intensidad pueden sufrir cambios significativos con aparición de nuevas zonas de drenaje, ralentización o impedimento al drene, o incremento del mismo, según los casos.

Los horizontes edáficos pueden ser perturbados por aportes superficiales de arenas, gravas y piedras o por mezcla de materiales del subsuelo expuestos en superficie debido a las actividades de excavación necesarias para la instalación del cableado e infraestructuras propias del parque. Por otra parte los suelos pueden verse afectados por mecanismos de **compactación** causados por el paso repetido de maquinaria pesada y en casos de una mala actuación de la empresa constructora, pueden presentarse zonas **contaminadas** fundamentalmente por el derrame de hidrocarburos, grasas y otros residuos.

En lo que se refiere a la **ocupación** definitiva de suelo, en este tipo de proyectos es baja aún considerando la superficie total que las distintas instalaciones proyectadas ocuparán de forma irreversible. Al objeto de simplificar dicho cálculo se han considerado las peores condiciones constructivas posibles, es decir, que los viales llevan cunetas a ambos lados a lo largo de todo su trazado (lo que sólo será necesario en ciertos tramos) y que la anchura de las zanjas y las dimensiones de las cimentaciones de los aerogeneradores son las máximas previstas (lo que sólo será necesario en ciertos tramos y/o casos).

Igualmente, se incluyen las plataformas eólicas necesarias durante la fase de instalación de los aerogeneradores para la maniobra de grúas y camiones (Figura V.4). Si bien no es necesario construir estas plataformas en todos los casos pudiéndose aprovechar los viales a tal fin y, en todo caso serán sometidas a labores de revegetación una vez finalizadas la instalación de los aerogeneradores, se incluyen en el cálculo debido a los riesgos de compactación irreversible y de movimiento y acumulación de tierras en las formaciones edáficas existentes en el área del correspondiente parque. Por el contrario, no se incluyen las instalaciones auxiliares de operación de obra, porque los terrenos

Figura V.4. Plataformas eólicas en el parque Nordés (Foto ERVA-ADEGA).



ocupados temporalmente, serán recuperados.

En la Tabla V.1 se recogen un ejemplo con el que se ilustra el cálculo de la superficie ocupada por los elementos de un parque eólico, compuesto por 25 aerogeneradores cimentados con zapatas de 13 m de lado y sus correspondientes plataformas eólicas, 3 centros de recogida a media tensión, el edificio de explotación, 3,681 km. de viales y 6,635 km. lineales de zanjas de conducción de cableado.

Tabla V.1. Ejemplo de la superficie ocupada por las instalaciones de un parque eólico.

Elementos	Nº	Dimensiones (m.)			
		Largo	Ancho	Área (m ²)	Área (ha)
Aerogeneradores	25	13	13	4.225,0	0,4
Centros recogida	3	6,08	2,38	43,4	0,0
Viales		3.681	4	14.724,0	1,5
Cunetas	2	3.681	0,75	5.521,5	0,6
Zanjas		6.635	0,8	5.308,0	0,5
Edificio explotación	1	15,7	36,2	568,3	0,1
Plataformas	25	17	35	14.875,0	1,5
TOTAL				45.265,3	4,5

La instalación del edificio de explotación no se considera en las fases segunda y, en su caso, siguientes, de implementación de un parque eólico si se contempla la instalación de un único edificio para varios parques, lo que minimiza los impactos derivados de la construcción de varios elementos arquitectónicos en distintas áreas de montaña. De forma similar, la instalación de los centros de transformación en el interior de las torres de los aerogeneradores minimiza la afección por ocupación del suelo.

Una vez conocida la superficie teórica máxima que ocuparán las distintas instalaciones del parque eólico se calculan los respectivos porcentajes de superficie ocupada en relación a las áreas de investigación y de afección. Para el conjunto de los 20 parques estudiados en las Serras do Xistral y Carba (Tabla V.2), el porcentaje medio de la superficie ocupada en relación al denominado genéricamente polígono del parque o al área de afección es del 2,15%, oscilando entre el 0,83 (Leste) y el 3,76% (Refachón).

En relación al área de investigación, el valor medio calculado en ocho de los parques es 0,73% y varía entre 0,39% (Leste) y 1,18% (Montemaior Norte). En ambos casos, el resto del terreno queda libre para los mismos usos que venían dándose en el área de emplazamiento. En la misma Tabla V.2 se muestran las superficies ocupadas por las instalaciones previstas en todos los parques eólicos proyectados en la Serra do Xistral. La suma total, equivalente a la superficie teórica máxima prevista al haberse incluido las plataformas eólicas supone unas 133,983 ha o, lo que es lo mismo, el 0,66% de las 20.265 ha que comprende el espacio natural denominado Serra do Xistral.

Tabla V.2. Relación de las superficies teóricas máximas ocupadas por las instalaciones previstas en los 20 parques eólicos del Xistral.

Parque eólico	Superficie ocupada (km ²)	Área polígono afección (km ²)	%	Área polígono investigación (km ²)	%
Pena Luisa	0,05664	1,46	3,88		
Pedra Chantada	0,07380	3,58	2,06		
Leboreiro	0,06323	4,06	1,56		
Silán	0,04212	1,19	3,54		
Pena Grande	0,03817	1,46	2,61		
Lugo	0,05966	2,40	2,49		
Escoiras	0,04368	2,62	1,67	6,5	0,67
Mareiro	0,06693	4,44	1,51	9,5	0,70
Leste	0,03831	4,63	0,83	9,86	0,39
Terral	0,08678	4,56	1,90	8,89	0,98
Coruxeiras	0,17963	19,37	0,93	9,88	0,46
Labrada	0,04527	3,47	1,30	5,85	0,85
MMS	0,04988	2,31	2,16	6,82	1,18
MMN	0,08058	3,75	2,15	10,73	0,60
Ampliac Soán	0,06477	4,73	1,37		
Ventoada	0,07510	2,86	2,63		
Lomba	0,07484	3,08	2,43		
Refachón	0,09992	2,66	3,76		
Carba	0,05502	4,70	1,17		
Vilalba	0,04552	3,26	1,40		
Total	1,33983				

Dada su posición en zona de cumbres, en la mayoría de los casos estudiados las unidades edáficas presentan un escaso espesor en la zona de instalación de los aerogeneradores, salvo que se trate de turberas. Por este motivo, no se espera el movimiento de volúmenes grandes de materiales a la hora de ejecutar las labores de obra civil para la construcción de viales y apertura de zanjas de conducción del cableado. Aún así, la dotación de infraestructura debe realizarse en todo caso de forma cuidadosa y teniendo en cuenta los efectos de los factores ambientales analizados en el presente EsIA, fundamentalmente la pluviometría, régimen de vientos, grado de la pendiente y la naturaleza del suelo (principalmente en las zonas con mayor grado de hidromorfía), de modo que se minimice este impacto.

Las **MEDIDAS CORRECTORAS** propuestas en las áreas de parque con escaso espesor de suelo son las que se exponen a continuación:

1. Medidas correctoras introducidas en la fase de proyecto:

Durante la fase de elaboración del proyecto técnico se ha realizado un estudio detallado de las condiciones ambientales del área de afección del parque eólico, con el fin de minimizar los impactos ambientales derivados de las acciones de proyecto:

- Uso y posible adecuación de pistas, cortafuegos y viales preexistentes.
- Las características finales de los viales internos del parque se adaptarán a las determinaciones de proyecto según la alternativa seleccionada en lo que se refiere a trazado, longitud total y anchura, así como características de las cunetas (anchura y pendientes), bermas, arroyos interceptados y acabados.

2. Medidas correctoras aplicables en la fase de construcción:

La adopción de medidas preventivas durante la fase de construcción es de una extraordinaria importancia por el ahorro de tiempo y dinero que supone en el posterior proceso de recuperación. Algunas de estas medidas no son fáciles de introducir hasta que no se formula el replanteo de obra civil y se determinan específicamente las áreas de ocupación. Las buenas técnicas constructivas incluyen diferentes aspectos entre los que se destaca la preservación de los horizontes de suelo que son más favorables para la reinstalación de los ciclos biogeoquímicos de manera autosostenida. En este sentido, además de los factores ligados específicamente a la fertilidad química son importantes los factores físicos y, sobre todo, los microbiológicos ya que el correcto funcionamiento de muchos ciclos de elementos importantes, como los del N, P o C están relacionados con la actividad biótica. Esto hace que los horizontes superficiales del suelo sean los de mayor importancia a efectos de restauración, por encontrarse en ellos no sólo elementos en formas asimilables sino también diferentes enzimas y organismos capaces de catalizar muchos procesos que aceleran la restauración del sistema edáfico. Por ello, se recomienda retirar los horizontes superficiales del suelo (horizontes A, AB y BA) y, si no es posible separarlos, la mezcla de los horizontes edáficos A, Bw y C. Cuando no se utilicen estos horizontes el proceso de recuperación también es posible aunque más lento y requiere el empleo de especies pioneras. Resultan útiles las capas de alteración, saprolitas o los sedimentos de textura fina especialmente cuando se trata de llevar a cabo la recuperación en áreas con frecuentes afloramientos rocosos o excesiva pedregosidad,

A fin de garantizar la conservación de sus cualidades, el material que se va a reutilizar para su disposición en superficie debe acopiarse en condiciones adecuadas, en pequeños volúmenes, de 1 a 2 m de altura como máximo dependiendo de su textura (más pequeños cuanto más fina sea), evitando su compactación por el uso de maquinaria. Se recomienda sembrarlo con gramíneas o leguminosas y, si es necesario, regarlo y fertilizarlo cada cierto tiempo, medidas de precaución a considerar cuanto más

prolongado sea el período de acopio, mayor sea el estrés hídrico y especialmente en el caso de los suelos con horizonte H.

Otras medidas correctoras a tener en cuenta durante la fase de construcción de un parque eólico son:

- Determinación de la ubicación de las instalaciones auxiliares para obra en cuanto a tamaño y grado de ocupación, utilizando en la medida de lo posible áreas degradadas a la vista de un experto, esto es, con menor espesor de suelo indicado por la presencia de afloramientos rocosos o pedregosos, quedando prohibido invadir otros terrenos diferentes a los previstos.
- Control topográfico de los límites de excavación y reducción al mínimo del uso de tierras de relleno para no modificar sustancialmente las características del sustrato.
- Reducir a lo estrictamente necesario el movimiento de tierras y la ocupación derivada de las labores de obra civil: apertura de viales, construcción de zanjas, explanaciones, acúmulos, ... En los movimientos de tierras se procurará equilibrar al máximo el volumen de tierras procedentes de desmonte con los terraplenes y, en cualquier caso, los materiales sobrantes de las excavaciones serán llevados y depositados en vertederos adecuados, quedando expresamente prohibidos los vertidos a cauces fluviales, sus riberas o a los terrenos adyacentes. También estará prohibido cualquier tipo de vertido que pueda degradar los suelos o dañar la vegetación existente.
- La pendiente de desmontes y terraplenes será la adecuada para evitar la posibilidad de erosión de las laderas o del movimiento de masas. Si las pendientes pronunciadas fuesen inevitables se realizarán bermas intermedias.
- Evitar la ocupación de formaciones turberiformes y de las brañas existentes en el área del parque eólico o en sus proximidades por las instalaciones provisionales, así como las planicies de inundación y las zonas próximas a fuentes o áreas de captación de agua con entornos de suelos hidromorfos.
- En ningún caso se realizará ningún tipo de incisión en áreas con las formaciones anteriores, evitando así la modificación de las condiciones de drenaje y la desecación de los humedales.
- Estabilizar inmediatamente los taludes, los terraplenes y los materiales movilizados, empleando mallas para evitar deslizamientos y su afección a la vegetación ladera abajo y a los cursos de aguas superficiales (Figuras V.5 y V.6).
- Minimizar la superficie ocupada para todas las instalaciones necesarias durante esta fase. Preservar los afloramientos rocosos con interés geomorfológico o botánico.
- Adecuar la superficie de ocupación por las plataformas eólicas necesarias para la instalación de los aerogeneradores a las condiciones topográficas de la zona y reducir en la medida de lo posible dicha superficie (máximas dimensiones proyectadas inicialmente 17 X 35 m); en todo

caso, se evitará el sobredimensionamiento. Se recomienda aprovechar los viales existentes y de nueva construcción (que se realizarán siguiendo estrictamente lo establecido en el punto 1).

- Minimizar la compactación tanto en las plataformas eólicas como en zonas no afectadas inicialmente por las instalaciones de forma directa, pero que serán utilizadas para la maniobra de maquinaria. En todo caso, en las plataformas debe favorecerse una cierta revegetación que minimice el impacto sobre la vegetación y el paisajístico pero sin perjuicio de mantener la consistencia necesaria para dicha la realización de maniobras.
- Controlar el diámetro de perforación en las voladuras y evitar el sobredimensionamiento.
- Recubrir con materiales procedentes de la excavación las bases de los aerogeneradores, las zanjas y los taludes. En todo caso se realizará la revegetación de todas las zonas denudadas o que hayan recibido aportes, incluyendo taludes pedregosos.
- Se realizará un control y vigilancia continuados de las labores de obra y especialmente durante la apertura de viales, construcción de las zapatas e instalación de los aerogeneradores, así como el seguimiento estricto del PSVA (Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental) propuesto, iniciándose el Plan de Recuperación de Suelos y Vegetación.
- Se realizará un **Control de Eficacia**, para verificar que las medidas correctoras propuestas son suficientes. Si durante esta fase de construcción se comprobara la existencia de formaciones que requirieran especial preservación, se procederá a un replanteo de las labores de ejecución de obra civil allí donde sea necesario con la introducción de medidas

Estas medidas correctoras son necesarias para la protección de la atmósfera por contaminación con partículas en suspensión, del suelo y para facilitar la recuperación de la situación original en cuanto a morfología, relieve paisaje, riqueza edáfica, restitución de la cubierta vegetal, así como para evitar la aparición de efectos secundarios indeseables.

3. Medidas correctoras aplicables en la fase de operación y funcionamiento

- Acondicionamiento y rehabilitación de las zonas que hubiesen sido afectadas, procediendo en primer lugar a la redistribución de los acopios procedentes del movimiento de tierras. Recuperación de la morfología superficial, acabado y sustentación de terraplenes, taludes (Figura V.7.).
- Restauración de los suelos alterados para favorecer la reinstalación de la vegetación original a tenor de lo establecido en el Plan de Recuperación de Suelos y Vegetación

En síntesis, este tipo de actuaciones no resultan significativas en cuanto a su afección para el sistema, pero pueden ser causa de importantes modificaciones si no se restablecen las condiciones edáficas y no se adoptan las medidas pertinentes para la recuperación de la cubierta vegetal. Además, hay que tener en cuenta que la dotación de viales y nuevos accesos incrementará la presión humana en la zona.



Figura V.5. Las condiciones de estabilidad de los terraplenes determinan la aparición de episodios erosivos y la posibilidad de ocurrencia de afecciones a la vegetación y a los cursos de agua existentes ladera abajo.

Figura V.6. En el parque eólico Montouto las labores de estabilización y restauración de la cubierta vegetal de los terraplenes se realizaron inmediatamente después de extendida y compactada la zahorra de los viales.

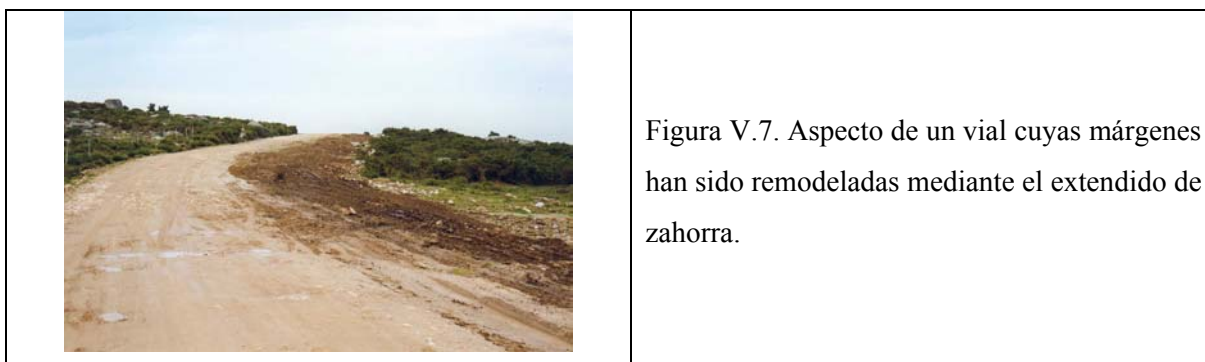


Figura V.7. Aspecto de un vial cuyas márgenes han sido remodeladas mediante el extendido de zahorra.

4. Medidas correctoras aplicables en la fase de abandono del parque:

- Retirar los aerogeneradores, el cerramiento de la subestación, los edificios de los centros de recogida y todo el aparellaje eléctrico de la subestación.
- Inutilizar el cableado enterrado en las zanjas.
- Acondicionamiento y rehabilitación de las zonas que hubiesen sido afectadas por las labores de desmantelamiento de la instalación, siguiendo en cada caso concreto, las medidas correctoras recogidas más arriba.

Impactos sobre el suelo en áreas con turberas

Dada la fragilidad de las formaciones turberiformes cualquier actuación mal realizada puede causar su deterioro, por lo que las actuaciones tienen que reducirse al mínimo, tanto en su intensidad como en la superficie afectada, evitando totalmente las turberas de fondo de valle y las de ladera por ser muy frágiles y sensibles a los cambios en sus condiciones. En lo que se refiere a las turberas en posición de cumbre deben evitarse las afecciones a las formaciones de mayor espesor y, en todo caso, las actuaciones se llevarán prioritariamente por las áreas erosionadas o de menor espesor sin causar

incisiones en el terreno, es decir por compactación, siendo necesario utilizar las áreas de borde de las formaciones y no sus zonas centrales. En este sentido, la conservación de los ecosistemas de turba de la Serra de O Xistral pasa por la correcta planificación de las áreas prohibidas y de las que pueden ser utilizadas para la construcción de viales o instalación de infraestructuras, adquiriendo especial significación la incorporación de medidas correctoras de carácter preventivo en la fase de diseño de proyecto. Consecuentemente, en estas zonas turbosas el diseño del parque y el *modus operandi* durante la ejecución de las labores de obra civil debe ser modificada sustancialmente debido a la presencia de las turberas que recubren las laderas y cumbres por encima de la cota de los 600 m en toda el área de la Serra do Xistral y que presentan espesores superiores a 1 m en áreas extensas.

Así, debido a sus especiales características de estructura, porosidad, densidad, etc., el tráfico de maquinaria pesada producirá un efecto de **compactación** que resulta ser irreversible e irrecuperable, lo que puede condicionar la evolución o mantenimiento de la actividad y características de formaciones de turberas colindantes, en lo que se refiere a hidrología, estabilidad, etc.

A priori, las labores de obra civil conllevan el **movimiento de grandes volúmenes de materiales** dado el considerable espesor de los suelos de la zona del parque para la construcción de viales y apertura de zanjas de conducción del cableado. Además, desde el punto de vista geotécnico, los depósitos de turba proporcionan condiciones muy desfavorables por tratarse de materiales con una baja capacidad de carga, un elevado contenido en agua y problemas de deslizamientos. Debido a estas características y a su frecuente disposición sobre canchales de coluvios cuarcíticos y a sus propias características, los efectos de la **voladura** pueden producir en ocasiones daños estructurales e inestabilidad en las formaciones geológicas existentes.

La presencia de **fuertes pendientes** en las laderas de algunos montes en los que estaba prevista instalar alineaciones de aerogeneradores, como por ejemplo Espita Vella en Montouto, hace imprescindible la realización de explanaciones para facilitar la maniobra de maquinaria en las labores de instalación de aerogeneradores, aumentando el riesgo de episodios de desprendimientos y deslizamientos en masa. La construcción de las bases de cementación de algunas turbinas rodeadas por formaciones turberiformes requirió el empleo de un helicóptero.

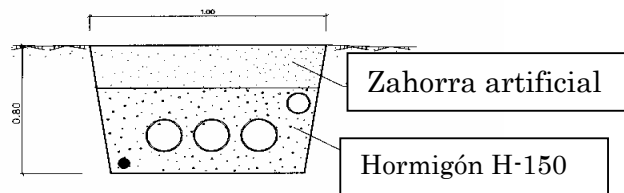
Como **MEDIDAS CORRECTORAS** se recomienda:

1. Medidas correctoras introducidas en la fase de diseño de proyecto:

- En las zonas donde las acciones de obra así lo requieran por la existencia de formaciones de turberas que tengan un especial grado de conservación, se establecerá un área mínima o cinturón de seguridad compuesto por turberas bajas que protejan y mantengan la dinámica natural de las turberas ombrotáficas. En ningún caso se realizará ningún tipo de incisión en áreas con las formaciones anteriores, evitando así la modificación de las condiciones de drenaje y la desecación de los humedales.

- Uso y posible adecuación de pistas, cortafuegos y viales preexistentes, así como las áreas más degradadas a la vista de un experto, puestas de manifiesto generalmente por el afloramiento de material coluvial pedregoso en superficie.
- El efecto extensivo que las acciones de apertura de viales y zanjas de conducción de cableado provocan se reducirá en parte por la disposición de las zanjas paralelas y colindantes a los viales en una buena parte de su recorrido. Se trata de una medida correctora aplicada en la fase de diseño del parque (Figura V.8), extensible a otros casos de existencia de turberas en el interior del polígono del parque que implica la modificación de la tipología constructiva inicialmente prevista con el fin de adaptar la infraestructura a las zonas sensibles desde el punto de visto edáfico.

Figura V.8. Perfil transversal de un tramo de zanja de conducción de cableado construido bajo vial en zona de turba, a fin de minimizar la extensión del impacto sobre el sustrato edáfico. Parque eólico Montouto



2. Medidas correctoras a aplicar en la fase de construcción:

- Evitar la ocupación de formaciones turberiformes y de las brañas existentes en el área del parque eólico o en sus proximidades, así como las planicies de inundación y las zonas próximas a fuentes o áreas de captación de agua con entornos de suelos hidromorfos.
- Reducir a lo estrictamente necesario el movimiento de tierras y la ocupación derivada de las labores de obra civil: apertura de viales, construcción de zanjas, explanaciones, acúmulos,...
- Control topográfico de los límites de excavación y reducción al mínimo del uso de tierras de relleno para no modificar sustancialmente las características del sustrato.
- A fin de garantizar la aplicación de las dos últimas, se recomienda el empleo de maquinaria con las mínimas dimensiones posibles que sea efectiva en las labores de construcción.
- Minimizar la superficie ocupada para todas las instalaciones necesarias durante esta fase, especialmente en formaciones turberiformes próximas para evitar su compactación. Si los afloramientos rocosos tuvieran interés geomorfológico o botánico deben ser preservados.
- Presencia de expertos sondeando el espesor y calidad de las formaciones edáficas a escasos metros por delante de la maquinaria en el momento de la apertura de viales.

- La acumulación del material turboso resultante de las excavaciones y de los movimientos de tierra se realizará con dos objetivos: 1) En los frentes de erosión o avance de turberas como disposición definitiva y 2) en un acopio de material que será utilizado en la restauración y recuperación ambiental de los suelos. En cualquier caso estos acopios habrán de realizarse con altura máxima de 1,0 m y con criterios de mantenimiento que garanticen la conservación de las propiedades de la turba (grado de humedad y de oxidación, densidad,...).
- Cuando los taludes deban abrirse afectando a materiales turbosos, por las especiales características de éstos, deberán impermeabilizarse totalmente de forma estanca mediante la aplicación de geotextiles u otros materiales, estableciendo, al mismo tiempo, los puntos de comprobación necesarios para controlar el flujo de agua según el tipo de material, pendiente del talud, espesor o, en general, entidad de la formación turbosa y definiendo los umbrales admisibles para la conservación y mantenimiento de las condiciones naturales de la turbera.
- En las zonas que puedan afectar a formaciones turberiformes y por la particular sensibilidad de la zona de trazado los tramos de vial se realizarán sobre la superficie del terreno, compactándolo si fuera preciso, pero sin realizar ningún tipo de incisión que incremente el drenaje y desecación de los humedales. Para ello se procederá al depósito de gravas, piedras y bloques de cuarcitas (en general el material geológico de la zona de construcción), sin hormigón, como preparación del terreno antes de proceder a la construcción del vial. Sobre esta subbase se extenderá un material impermeable y distribuidor o repartidor de cargas (tipo geotextil), sobre el que se construirá el vial propiamente dicho con las características técnicas descritas en proyecto (Figuras V.9 y V.10).



- Revisada la documentación comercial, se observa que las propiedades del geotextil y, consecuentemente sus aplicaciones, pueden ser diversas. Es deseable que este material ejerza una distribución de cargas en la superficie del vial, siendo previsible una reducción en el grado de compactación del substrato. Es necesario comprobar la eficacia de utilización de este material verificando la evolución de los suelos colindantes y, en la medida de lo posible,

subyacentes. Esta medida fue incluida como parte del proyecto técnico de algunos parques eólicos de la Serra do Xistral durante los estudios de detalle realizados con anterioridad a la redacción del EsIA, para la construcción de algunos tramos de vial-zanja necesarios para la instalación de las alineaciones de aerogeneradores (por ejemplo, en Lombo Pequeño).

- Ejecutar con exactitud la longitud y anchura de los nuevos viales, sin perjuicio de que durante la fase de construcción aparezcan nuevos datos haciendo necesario nuevas instrucciones de operación, por parte de personal autorizado. Consecuentemente, si durante la fase de construcción se comprobara la existencia de formaciones que requirieran especial preservación, se procederá a un replanteo de las labores de ejecución de obra civil utilizando el geotextil allí donde sea necesario. En todo caso, se minimizarán las actuaciones que supongan incisiones en las formaciones que aceleren su desecación y alteren sus condiciones hídricas.
- De manera similar, adecuar la superficie de ocupación por las plataformas eólicas necesarias para la instalación de los aerogeneradores a las condiciones topográficas de la zona y reducir en la medida de lo posible dicha superficie (15 X 20 m); en todo caso, se evitará el sobredimensionamiento. Se recomienda aprovechar los viales existentes y los de nueva construcción (que se realizarán siguiendo estrictamente las recomendaciones del punto 1).
- Debe evitarse la aparición de canales de drenaje, por lo que en las áreas de turba o en sus proximidades no se construirán zanjas o cunetas laterales que faciliten la eliminación de las aguas por drenaje. Antes al contrario, los bordes de los viales deben tener una baja pendiente que facilite el mantenimiento y persistencia de condiciones hidromorfas y estar recubiertos por material turboso (Figura V.11).



Figura V.11. Detalle de las superficies afectadas en las que se ha eliminado la zanja de drenaje para favorecer la reinstalación de las condiciones hidromorfas. Parque eólico Capelada.

- Minimizar en lo posible la compactación en las plataformas eólicas, o zonas no afectadas inicialmente por las instalaciones de forma directa, pero que serán utilizadas para la maniobra de maquinaria pesada, grúas y vehículos de transporte. Es necesario evitar esta afección aprovechando los viales de nueva construcción, que se realizarán siguiendo estrictamente los trazados indicados por este estudio, a no ser que durante la fase de construcción aparezcan nuevos datos y que por parte de personal autorizado se den nuevas instrucciones. Esto hace especialmente necesaria la existencia de un control y vigilancia intensivos durante la apertura de viales, construcción de las zapatas e instalación de los aerogeneradores y el seguimiento

estricto del PSVA (Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental) propuesto en la declaración y en el Plan de Recuperación de Suelos y Vegetación que en su día será redactado y aprobado antes del inicio de las obras, incluyéndose como documento vinculante en el desarrollo del proyecto.

- Las propiedades de los materiales geológicos sobre los que se realizan las voladuras deben considerarse especialmente en este caso, atendiendo a su geometría y empleando, si fuera necesario, elementos resistentes en la construcción de taludes. Es importante valorar el diámetro de perforación evitando los daños por sobredimensionamiento.
- Las bases de los aerogeneradores, las zanjas y los taludes se recubrirán con materiales procedentes de excavación, propiciando un acabado de obra acorde con las formaciones de suelos existentes. Los viales tendrán superficies de colores oscuros, de modo que si la zahorra a utilizar es de colores claros, deben añadirse en superficie pequeñas cantidades de horizontes humíferos.
- Elaborar un plan de restauración de suelos y vegetación específico y con especial atención a toda la zona limítrofe a las formaciones turberiformes. En dicho plan se tendrán en cuenta criterios hidrogeológicos y de comportamiento de la dinámica del agua en las turberas. En todo caso, se fomentarán las actuaciones que ralenticen el drenaje y alteren lo menos posible los circuitos de captación de las aguas por los arroyos y escorrentías temporales.
- Además de la ejecución del **Plan de Restauración y Recuperación de Suelos**, que en su día determine la Administración competente en la correspondiente Declaración de Impacto o Efecto Ambiental, será necesaria la realización de un **Control de Eficacia**, que consistirá en un estudio cuantitativo y científicamente fundado, de carácter sistemático y periódico que verifique el cumplimiento de la conservación, el mantenimiento y la evolución que, como exigencia, plantea la legislación ambiental para el caso de las turberas.

Las medidas correctoras aplicables en las fases de operación, funcionamiento y abandono del parque son idénticas a las referidas anteriormente.

V.1.3. ALTERACIONES DE LA RED HIDROGRÁFICA

Las posibilidades de alteración de las aguas superficiales se reducen prácticamente a la fase de construcción del parque eólico en la que se pueden producir episodios erosivos de intensidad variable que se reflejarán en la pérdida de la calidad de las aguas y modificaciones del nivel freático, si bien limitadas a las áreas geográficas en las que este factor es importante en el mantenimiento de las unidades de brañas y turberas.

La **calidad de las aguas** puede verse modificada temporalmente por las obras y el necesario

tránsito de vehículos. Dependiendo de la naturaleza del sustrato litológico del área de construcción, los materiales removilizados serán fundamentalmente arenas (sobre rocas graníticas y cuarcitas) o finos (si se trata de rocas metamórficas) procedentes de la alteración del sustrato geológico y finos ricos en materia orgánica. Estos materiales son fácilmente transportables, en suspensión o en disolución, por las aguas de escorrentía o por medio de los circuitos subterráneos desde las cabeceras (zonas especialmente sensibles) hacia arroyos y ríos, con la consiguiente afección a la calidad de las aguas: El principal efecto negativo que puede producirse es el incremento de la carga sólida en suspensión y del contenido en C soluble (TOC) que influye sobre la DBO y DQO de las aguas (Figura V.12), mientras otros efectos debidos a la presencia de aceites sólo parecen posibles en situaciones accidentales. Por otro lado hay que considerar que la composición química de las aguas es en general, muy pobre, caracterizándose por una muy baja capacidad de neutralización, por lo que ante cualquier cambio químico que se pudiese producir en las aguas de drenaje y en las escorrentías superficiales como consecuencia de las actividades antrópicas, es de prever la dificultad con que estos materiales apenas amortiguan dichos cambios en la composición química de las aguas. De ahí la prioridad de establecer medidas preventivas frente a las correctoras para evitar la afección a los cauces.

Figura V.12. La remoción de material terrígeno puede provocar aumentos notables en la turbidez de los arroyos del área de afección, durante la fase de construcción. Parque eólico Ventoada.



Puesto que las alineaciones de aerogeneradores se ubican en las líneas de cumbres, las actividades a desarrollar dentro del polígono del parque pueden afectar, al menos potencialmente, a áreas externas al mismo, derivadas de su enclave en el eje de las divisorias de cuencas. En todo caso, el grado de afección a la red hidrográfica va a depender en gran medida de las características topográficas de la zona de instalación de las infraestructuras y muy especialmente de la pendiente, debido al papel que juegan en la definición tanto de las líneas de flujo de drenaje como del riesgo de erosión de material terrígeno.

Las vías naturales de drenaje pueden verse afectadas la movilización de material terrígeno durante la fase de construcción en su intersección con el trazado de los viales, la instalación de algunos aerogeneradores o ambos. Por este motivo se consideran cruciales en la aparición de impactos y en la intensidad y extensión de estos últimos el diseño de los proyectos y, muy especialmente, los movimientos de tierras para la apertura de la infraestructura de acceso. En efecto, aunque las infraestructuras se desarrollarán en un periodo de tiempo limitado, los aportes de material derivado de estas actuaciones pueden producir efectos a lo largo de los cauces de los ríos de forma secuencial, llegando a provocar que los impactos sean patentes en áreas que se sitúan fuera de los límites del parque eólico. Esta variabilidad espacial y temporal en las afecciones va a estar directamente

a) **Las afecciones directas** son aquellas que se producen cuando los talwegs son incididos por alguno de los viales proyectados. También se incluyen en este grupo aquellas afecciones que derivan de la presencia de viales en las proximidades de turberas que drenan agua hacia talwegs, y de aquellos talwegs que son cabeceras de cursos de agua que drenan directamente a turberas minerotróficas. En la Figura V.13 se corresponden con los puntos de color rojo.

Figura V.13 Ejemplo de mapa de puntos de posibles afecciones. Parque eólico Adraño.



En algunos casos no se ha considerado la existencia de afección a pesar de la proximidad de la zona de instalación, concretamente, cuando se encuentre una infraestructura viaria preexistente entre la zona de actuación y el curso o forma de agua o cuando la pendiente entre ambos puntos sea suave y la distancia insuficiente como para que tenga lugar el arrastre de material. La consideración de las condiciones orográficas y edáficas existentes en los puntos de posible afección permite la delimitación de las denominadas áreas de afección, de gran interés en el diseño del PSVA de la calidad de las aguas de drenaje de uno o varios parques eólicos colindantes, como se verá más adelante.

En todo caso, como medidas correctoras de carácter general, se recomienda:

- No modificar o afectar a la red hidrológica de la zona de actuación, excepto que se disponga de autorización expresa del correspondiente organismo de cuenca
- No se puede depositar, ni acumular en el emplazamiento, ni en terrenos adyacentes, ningún tipo de residuo sólido diferente de los restos generados por la explotación, que deberá ser tratado de acuerdo al tipo de residuo y a la gestión autorizada.
- Se prohíbe el vertido a los cursos fluviales de cemento procedente del lavado de cubos y otros materiales, siendo responsable el promotor de los daños que se pudiesen causar.
- Las tareas de mantenimiento de equipos o maquinaria se efectuarán sin riesgos para la salud o el medio ambiente y los aceites deberán ser recogidos en contenedores adecuados y ser entregados a un gestor autorizado.
- Las aguas residuales que se puedan generar en los servicios higiénicos deberán ser llevadas a una red de saneamiento municipal o bien a una fosa séptica u otro sistema de tratamiento adecuado.

A la vista del papel que ejercen las características topográficas en conjunción con la ejecución de las labores de construcción en el control de la aparición de fenómenos erosivos, como medidas correctoras de índole general se recomienda lo siguiente:

- Preservar las aguas de los cursos hidrográficos adoptando las medidas correctoras recogidas para el tratamiento de suelos.
- Los movimientos de tierras para la apertura de la infraestructura de acceso que deben realizarse minimizando la exposición de material desprovisto de cobertura vegetal, sobre todo en las áreas de mayor pendiente. En todo caso se tendrá en cuenta que no se impida el adecuado drenaje horizontal y vertical, de modo que se permita el libre flujo de agua evitando la formación de encharcamientos y otras formas que dificulten la circulación del agua.
- Los acúmulos del material terrígeno, convenientemente separados como se establece en el apartado anterior, se depositarán en las zonas de menor pendiente siempre que sea posible, con el objeto de reducir el riesgo de arrastre de material terrígeno por las aguas de escorrentía

- Evitar en lo posible las afecciones a los cauces superficiales, restituyendo el aporte de caudales a las vertientes originales, evitando la aparición de canales de drenaje.
- Las charcas y lagunas existentes en el interior de los polígonos de los parques Carba, Coruxeiras, por citar unos ejemplos, serán rodeadas en todo su perímetro por una banda de obra que avise de su existencia a fin de evitar su ocupación permanente o temporal.

La experiencia indica que, a pesar de la relativa abundancia de formas de agua que pueden encontrarse habitualmente en el interior de los polígonos de algunos parques, de la propia naturaleza (extensiva) del factor y de tratarse de tributarios de primer orden, especialmente sensibles, rara vez se han manifestado impactos durante los primeros años de la vida del parque. Hay que tener en cuenta que en la mayoría de los casos, las pequeñas cuencas de recepción de los tributarios de primer orden se localizan en posición de media-alta ladera y, por consiguiente, a una cierta distancia de la zona de obra o instalación. Los impactos son prácticamente nulos cuando las obras han coincidido con períodos de escasas o nulas precipitaciones.

Otro aspecto que puede verse modificado es el del **nivel freático elevado**, una característica que se produce actualmente en las zonas de topografía aplanada ocupadas por formaciones de turbera o brañas. La instalación de una turbera está condicionada por cuestiones de tipo climático y topográfico y debe poseer unas propiedades hidrológicas tales que permitan la hidromorfía permanente; de ahí la importancia de la localización topográfica, las modificaciones del circuito hidrológico y el balance hídrico. La perduración de una turbera depende entonces del mantenimiento de esas condiciones particulares, de tal forma que aquellos procesos que impliquen un aumento de la disponibilidad de agua favorecerán, *a priori*, su preservación, mientras que aquellos que la disminuyan o provoquen modificaciones en el régimen hidrológico tenderán a favorecer su regresión y desaparición.

Las propiedades y los componentes que constituyen estos ecosistemas, analizados en Capítulo III. Estudio del medio les confieren la capacidad de modificar sustancialmente las condiciones de los entornos en que se forman, por lo que las afecciones a estas formaciones se consideran de carácter extensivo. Su destrucción o modificación por ocupación, apertura de taludes, reducción del área o de sus características físicas por compactación debido a tránsito de maquinaria pesada (dadas sus especiales características de estructura, porosidad, densidad, etc.), impermeabilización parcial, etc. producirá efectos irreversibles e irrecuperables que van a condicionar la evolución o mantenimiento de la actividad y características no sólo de la unidad directamente afectada, sino de las formaciones de turberas colindantes (hidrología, estabilidad, etc.).

Dichas afecciones pueden producir cambios en las características de la capacidad de encharcamiento que aumenten la escorrentía superficial y, por tanto, de la capacidad erosiva de las aguas superficiales; por el contrario, la incisión de estas unidades puede provocar un incremento del

drenaje y, consecuentemente, favorecer la erosión, oxidación, desecación y desestructuración del ecosistema turboso con su consiguiente pérdida.

Como MEDIDAS CORRECTORAS para evitar o mitigar estas transformaciones se recomienda:

- Evitar las zonas más húmedas, instalar trampas de sedimentos o mallas para controlar la escorrentía y reducir al mínimo el uso de materiales de relleno.
- Mejorar la construcción y acabado de los viales, mediante el uso de mallas de retención de sedimentos, adecuación de diseño evitando las formaciones turbosas y de las condiciones de construcción de cunetas, márgenes, bermas, arroyos interceptados,...
- Cuando los taludes deban abrirse afectando a materiales turbosos deberán impermeabilizarse totalmente de forma estanca mediante la aplicación de geotextiles u otros, estableciendo, al mismo tiempo, los sistemas de evacuación de agua subsuperficial con el fin de que discurran por los talwegs, microtalwegs y pequeños valles existentes, evitando así modificar la geometría de la red hidrográfica.
- Deben establecerse los puntos de comprobación necesarios para controlar el flujo de agua según el tipo de material, pendiente del talud, espesor o, en general, entidad de la formación turbosa y definiendo los umbrales admisibles para la conservación y mantenimiento de las condiciones naturales de la turbera.
- Es necesario realizar el control del funcionamiento de las redes de drenaje y escorrentía superficial, debido a cambios de pendiente y a las posibles afecciones de obra (canalización, encauzamiento,...) a algunos de los arroyos existentes, tratando de restituir las actuales condiciones del aporte hídrico superficial; así como evitando los posibles efectos derivados de las arroyadas concentradas.
- Es necesario efectuar las obras con el contenido adecuado de humedad (variable para cada material), facilitar la salida del agua por las zonas que causen menor erosión, evitar la permanencia de superficies desprovistas de vegetación en períodos lluviosos, especialmente cuando se trata de zonas con pendientes pronunciadas
- En lo referente a la calidad de las aguas, minimizar los movimientos de tierras (que, como se ha indicado, deberán acumularse en las zonas estables libres de turberas), vigilando el aumento de sólidos en suspensión, el riesgo de aparición de fenómenos de ladera por sobrecarga de agua o de acúmulo de materiales, etc.

V.2. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

V.2.1. VEGETACIÓN

Los impactos que pueden producirse sobre la vegetación son los debidos a la pérdida y la fragmentación de hábitats, que constituyen impactos extensivos, o la aparición de especies exóticas en las labores de revegetación. De los estudios realizados para la elaboración del presente documento se desprende que ninguna de las especies vegetales de la zona aparece en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 439/1990 de 30 de marzo) y de las especies incluidas en el Anteproyecto de Ley de Protección y Fomento de la flora silvestre gallega, en la zona de estudio se encuentran la *Drosera rotundifolia*. También se encuentran un total de 5 endemismos y las especies de *Sphagnum*, entre ellas *S. pylaessii* junto con otras especies están incluidas en alguno de los anexos de la Directiva 92/43/CEE, estando sujetas a distintos grados de protección.

En cualquier caso, deben utilizarse **MEDIDAS CORRECTORAS** tales como:

- Mantener el hábitat existente (vegetación nativa), con el imperativo de reducir de forma sistemática el grado de ocupación y compactación derivado de la acción de cualquier tipo de obra civil y utilizar técnicas adecuadas de desbroce que favorezcan la revegetación por las especies del lugar en las áreas afectadas por las obras.
- De ser necesarios, los procedimientos de aclareo deberán realizarse mediante técnicas de eliminación de la vegetación que no se lleven a cabo mediante incendios controlados.
- Aunque las instalaciones del proyecto no modifican sustancialmente las formaciones de vegetación de mayor valor en la zona (vegetación de las turberas mineralotróficas de fondo de valle), deben tenerse en cuenta las medidas correctoras propuestas en el apartado 2.- para evitar efectos indirectos no deseados.

Para mayor seguridad, durante la Fase inicial de desarrollo del PSVA, se llevaría a cabo un reconocimiento de detalle de la evolución estacional de las especies y comunidades de interés, con el fin de afinar en la eficacia de las medidas correctoras propuestas y evitar los efectos de las acciones de proyecto que pudieran transformarlas.

En las zonas de la Serra do Xistral con presencia de turberas se propuso como medida correctora a aplicar durante las obras la recogida de la vegetación junto al material de turba subsuperficial a utilizar para recubrimiento de los taludes y como defensa contra la erosión de todos los frentes de erosión, que será conservada cuidadosamente hasta su utilización. Para ello se extrae separadamente la capa de vegetación con una capa delgada del horizonte superficial de la turba, lo más fina posible (menor de 40 cm sería adecuado), a modo de "tepes", que se acumularán en la superficie del terreno en capas de muy pequeño espesor (máximo de 50 cm y óptimo de 20-30 cm), manteniendo su humedad de modo permanente hasta que vuelvan a instalarse en el terreno.

En el parque eólico Montouto la retirada de la cubierta vegetal y el horizonte más superficial del suelo se realizó en forma de cepellones lo que preserva de forma inmejorable las condiciones de viabilidad de la vegetación y las características del material edáfico. Una vez contruidos los viales se procedió inmediatamente a la disposición de los tepes en los terraplenes y taludes, tal y como se muestra en las Figuras V.14 y V.15.



Figura V.14. En la fotografía, detalle de los acúmulos de cepellones en las márgenes de un vial del parque eólico Montouto a la espera de ser colocados

Figura V.15. Detalle de un terraplén recientemente restaurado por disposición de los cepellones. La pala estaba asegurando la colocación de los tepes en el momento en que se tomó la fotografía.

La inmediatez de la realización de las labores de restauración de la cubierta vegetal en las superficies del parque afectadas por la construcción permitió:

- Alcanzar una buena integración paisajística de las obras en el entorno ya durante las obras de construcción,
- Prevenir episodios de erosión por exposición de material edáfico y, consecuentemente, mantener la calidad de las aguas de,
- Garantizar el mantenimiento y conservación de la cubierta vegetal en una zona sensible.
- Reducir notablemente los gastos derivados de las labores de restauración tanto en tiempo como en términos económicos.

V.2.2. FAUNA

Los impactos sobre la fauna, vertebrados principalmente, se manifiestan con mayor intensidad durante la fase de construcción, estimada en unos 4-18 meses, dependiendo de las dimensiones de la instalación. La fauna local sufrirá desplazamientos temporales durante la fase de obra que en algunos casos, podrían ser de carácter definitivo por la construcción de nuevos viales y el funcionamiento de los aerogeneradores. De todas formas se ha podido comprobar en muchas de las áreas de instalación (Sierras da Capelada, Xistral, Vicedo, Montes de Bustelo, Paxareiras, etc.) que el ganado vacuno y caballar, que viven en libertad y se muestran asustadizos cuando se acercan personas o automóviles,

campan tranquilamente al pie de las torres mientras los aerogeneradores están en funcionamiento, empleándolos como resguardo en condiciones de vientos fuertes.

La evaluación de impactos se refiere fundamentalmente a los grupos faunísticos voladores, aves y quirópteros, debido a las posibles modificaciones inducidas en los hábitats de las especies existentes en la zona, genéricas para muchas especies faunísticas y, sobre todo, a las posibilidades de colisión con los aerogeneradores.

Impactos sobre las aves

Las AVES constituyen la clase faunística más afectada por los problemas de nidificación, cría y alimentación, a lo que habría que añadir los posibles impactos contra las palas, torres y tendidos. Los primeros estudios realizados sobre la incidencia de las instalaciones de explotación de la energía eólica en las poblaciones de aves datan de la década de los ochenta, cuando comenzaron a generalizarse las instalaciones eólicas de carácter industrial en Europa y Estados Unidos. Los resultados obtenidos a partir del estudio de las afecciones generadas por aerogeneradores individuales venían a indicar un leve o nulo impacto sobre la avifauna (Howell y DiDonato, 1991; Nelson y Curry, 1995), así que los esfuerzos posteriores se centraron en la incidencia de las áreas de intenso desarrollo eólico de Altmont Pass y Solano sobre la mortalidad de las rapaces (Howell y Noone, 1992; Orloff y Flannery, 1992) y en las aves migradoras nocturnas en San Gorgonio, todas ellas en California (McCrary y col. 1986).

Altamont Pass (California-EEUU) constituye la primera instalación eólica a gran escala desarrollada en ese país, que concentra más de 7000 aerogeneradores en un territorio de unos 200 Km². El trabajo realizado por la California Energy Commission durante los años 1984 á 1988 (CEC, 1989) puso en evidencia 108 colisiones de rapaces de siete especies, principalmente aves rapaces (Orden Falconiformes) como el águila Real (*Aquila chrysaetos*), cernícalos americanos (*Falco sparverius*), auras gallipavos (*Cathartes aura*) y especies representantes del género Buteo (*Buteo jamaicensis*). Otros grupos como el de las rapaces nocturnas (Orden Estrigiformes) también resultaron afectados negativamente por los aerogeneradores, por los tendidos eléctricos o por electrocución en porcentajes decrecientes (Orloff y Flannery, 1992). Los estudios sucesivos vinieron a confirmar la elevada mortalidad de fauna avícola en general y de aves rapaces en particular, en esta zona (Orloff y Flannery, 1996; NREL & PBRG, 1995; Howell, 1997). La mayor frecuencia de colisión se dio entre el *Aquila chrysaetos*, cuya mortalidad anual variaba entre 25 (Howell y DiDonato, 1991) y 39 individuos (Orloff y Flannery, 1992), sugiriendo los modelos de población una reducción del número de efectivos de la población local como consecuencia, al menos parcialmente, de los efectos derivados de la existencia del parque eólico (Hunt y col., 1999), aunque no se pueden subestimar los efectos del desarrollo de viviendas, industrias y vías de comunicación (Erickson y col. 2001).

En Europa, la preocupación por el posible impacto de la energía eólica sobre la avifauna surgió a finales de los sesenta, cuando se erigieron los primeros prototipos de aerogeneradores y comenzaron a perfilarse los planes nacionales relativos a este aprovechamiento; los primeros

resultados obtenidos datan de 1983 y 1984, fruto de los estudios llevados a cabo en los países pioneros en el desarrollo de este tipo de energía como Suecia, Dinamarca y Holanda. Unos 10 años después habían concluido unos 14 estudios que abarcaban 108 ubicaciones con una o más turbinas en los países arriba mencionados, norte de Alemania y Reino Unido, iniciándose en ese momento el primer trabajo en la instalación eólica de Tarifa (Winkelman, 1994).

A pesar de la abundante bibliografía referente a los impactos derivados del funcionamiento de parques eólicos sobre la avifauna, en el momento en que comenzaron a implementarse las primeras instalaciones en Galicia (1995), la información obtenida resultaba escasamente útil a la hora de estimar posibles impactos de estas instalaciones en otras ubicaciones o de realizar proyecciones de futuro. En primer lugar por cuestiones metodológicas, relativas a la corta duración de los estudios y a las diferencias en el diseño, frecuencia de toma de datos y alcance de los mismos, normalmente centrados en rapaces. Por otro lado, la constante evolución tecnológica y de diseño experimentada por las turbinas (sustitución de la torre de celosía por las tubulares, aumento de la altura de la torre y de las dimensiones del rotor, cambios en su velocidad de giro, etc.) reduce el número de estudios y la longitud de las series de datos comparables y, consecuentemente, tanto las posibilidades de comparación de los resultados obtenidos en la actualidad, como su extrapolación a situaciones futuras. Así, la citada revisión de Winkelman (1994) evidencia que la mayor parte de los estudios realizados en Europa en los años 80 se refieren a turbinas aisladas y de pequeña potencia (<100-150 kW), siendo muy escasas las referencias a parques eólicos (constituidos entonces por turbinas de 250-500 kW) y aún más a los grandes aerogeneradores, con potencia del orden de MW instalados en la actualidad.

Así por ejemplo, varios trabajos insisten en que los resultados obtenidos en California no son extensibles a otras instalaciones eólicas y que apenas se producen mortandades sobre la avifauna (Erickson y col., 2001). La información recopilada para ilustrar este aspecto permite constatar que en algunos estudios el número de turbinas estudiadas es inferior a 12 (Kerlinger y Curry, 2000; Kerlinger y col., 2000), el período de estudio es 1 año o inferior (Orloff, 1992; Colson y Assoc. 1995; Erickson y col., 2000, en Erickson y col., 2001) o ambos (Demastes y Trainer, 2000; Kerlinger, 1997), tal y como se recoge en la Tabla V.3.

En consecuencia, la significación de los datos resulta ser inestable al ampliar temporalmente los estudios y así en una misma ubicación, como Buffalo Ridge, Johnson y col. (2000) obtuvieron una tasa de mortalidad casi 6 veces superior (2,8 aves/turbina/año) al incluir un mayor número de aerogeneradores y aumentar la duración del estudio (4 años) a la estimada por Higgins y col. (1996) durante dos años (0,49 aves/turbina/año). Este aumento de las colisiones obedece a la inclusión de los resultados obtenidos durante una única campaña de prospección en la fase III de dicho parque, que puede no ser representativa del conjunto de la instalación, mientras el periodo de estudio de las fases I y II abarca un mayor número de años.

Tabla V.3. Ejemplos de parques eólicos con bajas tasas de mortalidad. (Elaborada a partir de Erickson y col., 2001).

Parque	Años estudio	Nº Turbinas	Nº colis.	Tasa (1)	Referencia bibliográfica
Tehachapi	< 1	156	0	0	Orloff, 1992
	2	156	0	0	Colson y Assoc. 1995
	5	156	9	0,012 (2)	CEC, 1989
Searsburg	0,33	11	0	0	Kerlinger, 1997
Somerset	0,5	8	0	0	-
Algona	0,75	3	0	0	Demastes y Trainer, 2000
Vansycle Ridge	1	38	12	0,16	Erickson y col., 2000
Carbon County	2	74 (3)	95	1,75 aves 0,036 (2)	Johnson y col., 2001
Colorado	2	29	9	0,16	Kerlinger y Curry, 2000 Kerlinger y col., 2000
Buffalo Ridge I	2	73	8	0,49	Higgins y col., 1996
Buffalo Ridge I, II y III	4	350	55	2,8	Johnson y col., 2000

(1) número de colisiones de aves por turbina y año; (2) rapaces; (3) 69 aerogeneradores y 5 torres meteorológicas.

Finalmente, no se puede perder de vista el hecho de que muchos de los trabajos se han llevado a cabo como consecuencia de la existencia previa de episodios “catastróficos” en áreas problemáticas, concretamente en parques eólicos instalados en rutas migratorias (por ejemplo, Altmont y Tarifa, con elevadas tasas de mortalidad de rapaces) cuando lo ideal es realizar estudios sistematizados con una metodología estandarizada y de forma independiente de la preexistencia de riesgo de impactos. Sin llegar a estas situaciones extremas, cabe destacar por otra parte las grandes diferencias en la valoración y forma de abordar los problemas derivados de la implementación de las instalaciones eólicas y así, por ejemplo, en un ámbito geográfico reducido como es Europa occidental, la discusión relativa a las turbinas instaladas en la costa alemana del mar de Wadden se centra en los efectos de la perturbación de las áreas de alimentación y descanso durante el día (Guillemete y col., 1998), mientras en Holanda se le ha dado más énfasis al riesgo de colisión en período nocturno (Dirksen y col., 2000). Esta situación no es sino un reflejo de la amplia diversidad de hábitats y de especies de avifauna, que requieren aproximaciones, consideraciones y modos de actuación diferentes, así como de localizaciones con características no comparables. Baste mencionar que a partir de los datos obtenidos en parques eólicos instalados en todo el mundo Howell y Noone (1992) estimaron que las tasas de colisión de aves con las turbinas oscilan de 0 a 37 aves/turbina/año.

Recientemente se está realizando un considerable esfuerzo encaminado al desarrollo de métodos estandarizados para el establecimiento de nuevos parques eólicos y para el seguimiento de los impactos derivados de la energía eólica (Anderson y col., 1999; Erickson y col., 2001), así como para definir modelos de simulación al objeto de estimar el impacto (NREL y PBRG, 1997), modelos que tienen en cuenta la estructura y dinámica de las poblaciones (Morrison y Pollock, 2000).

En el ámbito estatal eran escasos los estudios realizados hasta el momento de la puesta en marcha de los planes de seguimiento de los parques eólicos de Galicia, siendo el más conocido el realizado entre diciembre de 1993 y diciembre de 1994 por investigadores de la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) y la Junta de Andalucía en varios parques eólicos situados en la Comarca del Campo de Gibraltar e incluidos en el Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz) (Martí Montes y Barrios Jaque, 1995). Esta instalación eólica constituía en su momento el mayor complejo eólico de Europa, compuesto por un total de 268 aerogeneradores en funcionamiento de seis modelos diferentes que suponían una potencia total instalada de 30 MW. Por otro lado, el Estrecho de Gibraltar representa uno de los enclaves más importantes del mundo, para el paso migratorio de especies planeadoras, entre las que cabe citar Milano negro (63.032 individuos), Alimoche (1.315 individuos), Buitre leonado (734), Águila calzada (3.312) y Aguilucho cenizo (1.363) (Bernis, 1980), junto a otras especies que pasan en gran número como son la Cigüeña común (50.281), Halcón abejero (96.171), Águila culebrera (4.171) según Fernández-Cruz y col. (1990). Las aves toman tierra en Tarifa para descansar y alimentarse antes de cruzar los 14 km. de distancia que los separan del continente africano.

El estudio arriba referido, centrado en 87 aerogeneradores de los parques PESUR y E-3 (que representan el 34% de los existentes), las torres meteorológicas adyacentes y unos 13 km. de tendido eléctrico (el 54% del total), detectó un total de 69 ejemplares muertos por colisión (60 en los aerogeneradores y 9 en el tendido), encontrándose un total de 82 aves accidentadas (Barrios, 1995). Puesto que la búsqueda de cadáveres se limitó a las aves mediano – grandes, se estima que las cifras de mortalidad hubieran sido más elevadas de haberse incluido especies de menor tamaño. Para el conjunto de las especies estimó una mortalidad de 0,38 aves/aerogenerador/año, siendo las especies más afectadas el buitre leonado (*Gyps fulvus*) y el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*). Una vez aplicados los coeficientes de corrección, el número detectado de aves muertas por colisión fue de 106 individuos, resultando las especies más afectadas el Cernícalo vulgar (49 individuos) y el Buitre común (28 individuos). La mortalidad del cernícalo en este parque parecía estar asociada a los aerogeneradores con torre de celosía metálica que esta especie utiliza como posaderos, con lo que se incrementa notablemente el riesgo de colisión con respecto a los de torre tubular. En el caso del Buitre común su mortalidad parecía estar relacionada con la presencia en las cercanías de un vertedero al cual acudían para alimentarse, pues su sellado redujo la mortalidad a 5 individuos en los 6 meses siguientes.

Cabe destacar las notables diferencias encontradas en los valores de mortalidad de ambos parques (0,45 y 0,05 aves/aerogenerador/año en PESUR y E-3, respectivamente), atribuidas

inicialmente al comportamiento (tipo de vuelo) más peligroso de los buitres en PESUR, que viene determinado a su vez por el emplazamiento del parque y concretamente, por la interacción entre los factores relieve, viento y rutas de aves. Entre los factores de riesgo dichos autores mencionan la velocidad del viento, el tipo y la altura del vuelo de las aves, indicando además que resulta fundamental conocer el uso que hacen las aves del territorio y otros aspectos ecoetológicos a fin de predecir impactos y determinar medidas correctoras.

La comparación con los resultados obtenidos en otros países, revela como aspectos más destacables del estudio realizado en la Comarca del Campo de Gibraltar la elevada cifra de aves muertas con respecto a las obtenidas en otros estudios europeos o estadounidenses y, al contrario de los resultados obtenidos en otras regiones de Europa, la práctica totalidad de las muertes se produjeron en condiciones de buena visibilidad, siendo la mortalidad debida a las colisiones mucho más importante que los efectos sobre el comportamiento de las aves y la pérdida del hábitat.

La Estación Biológica de Doñana (CSIC/ECOTECNIA) llevó a cabo otro estudio en la misma zona, comparando el paso de aves sobre la hilera de 66 aerogeneradores con dos zonas adyacentes. Se encontró que la frecuencia de paso resultó mayor que sobre las otras zonas y las aves iban a mayor altura, registrándose además una mayor densidad de aves nidificantes en el parque que en las zonas de control, sobre todo especies rupícolas. Sólo dos individuos colisionaron en 18 meses de estudio, lo que en comparación con la frecuencia de paso, no es una mortalidad elevada. Se comprobó además que la altura de vuelo de aves está relacionada con la dirección y velocidad del viento y la temperatura, de modo que bajo ciertas condiciones atmosféricas y como medida correctora para disminuir la posibilidad de colisión se recomendó la parada de los aerogeneradores conflictivos.

A partir de estos estudios se deduce que el impacto de los parques eólicos sobre la avifauna puede reducirse notablemente si se tienen en cuenta aspectos relacionados con la etología y ecología de las especies presentes en el área, pues el riesgo de impacto no es genérico para todas las aves. En consecuencia, la diversidad de especies, su abundancia o su estructural poblacional pueden carecer de significación, *a priori*, como indicadores de riesgo de impacto, pues la susceptibilidad a la colisión parece depender de **características específicas**, entre las que la forma de vuelo y las pautas de comportamiento resultan fundamentales. Así:

- El riesgo de colisión con las instalaciones del parque resulta prácticamente nulo en las Paseriformes debido a su pequeño tamaño y, en muchas especies del grupo por la escasa altura máxima de vuelo, de 1 m aproximadamente, por ejemplo, *Sylvia undata* o *Saxicola torquata*.
- Aunque Anátidas y Limícolas presentan una sensibilidad apreciable por tener una vista menos sensible y un vuelo más torpe, estas aves explotan en la mayoría de los casos un territorio muy reducido, limitado a los hábitats costeros en los que desarrollan su ciclo vital. En consecuencia, la frecuencia de impactos directos debidos a las instalaciones eólicas depende en gran medida de la distancia entre las instalaciones eólicas y sus hábitats.

- Por el contrario, las posibilidades de colisión de las rapaces aumenta notablemente en el momento en que se abaten sobre sus presas puesto que parecen tener una visión en túnel y el riesgo está relacionado también, aunque en menor medida, con su mayor tamaño y a la costumbre de utilizar posaderos elevados.

Existen además otros factores, en muchas ocasiones relacionados entre sí, que condicionan el riesgo de colisión y entre los que se suelen considerar el carácter sedentario o migratorio de las especies, las condiciones meteorológicas y el hábitat, concepto este último que engloba un conjunto de factores o aspectos parciales de diferente significación según la especie implicada como son: la presencia de presas, posaderos, formas de agua superficial, topografía, etc., factores que se revisan a continuación:

La bibliografía especializada hace especial hincapié en la consideración de las **especies migradoras** como un caso especial o, al menos, muy diferenciable de las aves sedentarias en lo que respecta a la susceptibilidad a sufrir impactos derivados de la instalación y funcionamiento de los parques eólicos y, concretamente, en relación con las colisiones. Resulta bastante significativo que los primeros trabajos enfocados al estudio de las interacciones entre parques eólicos y avifauna se realizaran en instalaciones localizadas en rutas migratorias muy importantes o en sus proximidades (Tarifa, Altmont, San Gorgonio, etc.). En consecuencia, la recomendación más habitual que incluían dichos estudios es evitar el emplazamiento de los parques eólicos en zonas donde se canalice la migración de las aves. Los trabajos realizados en Tarifa han puesto de relieve el interés de los estudios previos a la construcción de un parque eólico y específicamente la importancia de un preciso conocimiento de las rutas migratorias, siendo destacable que en España no existe ningún estudio sistemático sobre este aspecto.

A priori y en términos comparativos, las aves migradoras estarían menos familiarizadas con los riesgos asociados a las estructuras pero las posibilidades de afección se reducen notablemente puesto que el tiempo de contacto es notablemente inferior. Por el contrario, las especies locales serían menos susceptibles de verse afectadas por los parques pues, aunque el “tiempo de exposición” al factor de riesgo es mayor, la mayor parte de las especies de aves se acostumbran a la presencia de los aerogeneradores y aprenden a esquivarlos. Así, a pesar del incremento del tamaño de la población de *Somateria mollissima* en Blyth Harbour (NE Inglaterra), las tasas de colisión descendieron hasta cero en 1996/97; este hecho fue imputado a la adaptación de las aves a la presencia de las turbinas, si bien se ha constatado el abandono de la zona del parque por el Cuervo (*Corvus corax*) y el Milano Real (*Milvus milvus*,) que muestran preferencia por las áreas adyacentes o una mayor actividad en la zona de control (Green, 1995). Los parques de las islas Orkney (Escocia) han mostrado un escaso efecto sobre las poblaciones de aves locales, como lo evidencian las muy escasas colisiones y por la ausencia de cambios poblacionales (Phillips, 1994, en Meek y col., 1993) y tampoco Ferrer y col. (1997) encontraron variaciones significativas en los efectivos poblacionales de avifauna residente o no nidificante atribuibles a la construcción y funcionamiento del parque eólico de Malpica (Galicia).

De forma genérica, el peligro de colisión para las aves migradoras diurnas es insignificante en buenas condiciones meteorológicas, ya que suelen divisar el obstáculo y modificar su ruta de vuelo a gran distancia de los parques eólicos para evitar en lo posible las turbinas (Ferrer y col. 1995). Así se ha observado por ejemplo en Tarifa, donde los cambios en la dirección de vuelo resultaron más frecuentes en el área del parque que en las dos áreas de referencia; las aves migradoras tendían a volar a mayor altitud sobre el parque eólico, al contrario de lo observado para las aves residentes (buitres mayoritariamente), aunque por falta de datos estos resultados no se pueden comparar con la situación preoperacional (Barrios y Aguilar, 1995). En Holanda el 13% de los bandos en migración y el 5% de los bandos de especies residentes, experimentaron cambios en el comportamiento de vuelo, que pudieran ser atribuidos a la presencia de aerogeneradores en la zona (Winkelman, 1985).

La distancia de reacción de varias especies de *Aythya*, que mayoritariamente tienden a evitar las alineaciones de turbinas durante sus movimientos nocturnos, fue estimada en 100 – 200 m en el Lago IJsselmeer (Dirksen y col., 2000). La revisión de estudios europeos de Crockford (1992) concluye que la probabilidad de colisiones es baja en días de buena visibilidad.

Por el contrario, las aves migradoras nocturnas son más susceptibles de sufrir episodios de colisiones, que se pueden concentrar en las denominadas “noches catastróficas” asociadas principalmente a las torres de comunicaciones y estructuras similares (En comparación con este tipo de instalaciones el efecto de los parques eólicos es, con excepciones, menos impactante). Así, el episodio de mayor entidad que Erickson y col. (2001) recogen en su revisión se refiere a la muerte de 14 passeriformes migradoras nocturnas durante la migración primaveral, en la que estaban implicadas dos turbinas del parque de Buffalo Ridge, Minnesota. Sin embargo, Winkelman (1994) detectó hasta 170 colisiones en siete noches consecutivas en su paso otoñal en el parque de Oosterbierum (Holanda), una cifra equivalente al 2,5% del total de aves que volaban a la altura del rotor (20-50 m) y el 1,2% de las que atravesaron la alineación de aerogeneradores (0-50 m) y, en general, coincidiendo con noches de pobres condiciones de vuelo y visibilidad. La tasa resultante fue de 0,051 aves/hora/100 m de alineación, una cifra muy elevada en comparación con otros estudios en los que se suele concluir que, si bien efectivamente los episodios de colisiones numerosas se concentran en zonas de paso de migradoras nocturnas el nivel de mortalidad resulta ser insignificante en comparación con la frecuencia de paso (Johnson y col., 2001; McCrary y col., 1986).

El papel de las **condiciones meteorológicas** es determinante en general y en el caso de las migradoras nocturnas en particular, por varios motivos: Generalmente, el número de migradoras es bajo cuando la visibilidad es deficiente debido a la presencia de niebla o lluvia, aunque algunas aves vuelan en estas condiciones: se trata de individuos que alcanzan una zona con malas condiciones meteorológicas, sin visibilidad para tomar tierra, volando a inferior altura de la habitual y con el consiguiente riesgo de colisión (Richardson, 2000). Aunque parece haber un escaso efecto de la iluminación nocturna de los centros de población, al menos en noches claras, en condiciones de escasa visibilidad las migradoras nocturnas son atraídas por las luces, especialmente si son únicas y

estacionarias (faros, torres de comunicaciones, etc.), sobrevolándolas y precipitándose hacia ellas (Winkelman, 1994; Kerlinger, 1997). Esta constituye una situación típica que favorece las colisiones masivas y como ejemplo, cabe referir el episodio que tuvo lugar en el faro de Cape Scott, Isla Vancouver en mayor de 1972, en el que colisionaron 57 aves de cinco especies distintas (Erickson y col., 2001), pero hay que destacar que hasta el momento no se ha documentado la importancia de este factor en los estudios realizados en parques eólicos. Las experiencias realizadas hasta ahora indican que para prevenir los episodios de colisiones masivas las luces deben ser parpadeantes, evitando los focos en las estructuras de cierta altura (Richardson, 2000).

La mayoría de las especies muestran preferencia por realizar sus vuelos migratorios con vientos constantes o suaves a fin de acortar el viaje, reducir los problemas de navegación y minimizar el gasto energético. En caso de vientos fuertes en dirección opuesta a la de vuelo, las aves tienden a descender su altura de vuelo, con el objeto de aprovechar la inferior velocidad del viento que se genera por fricción con la superficie del terreno. Aunque en estas condiciones el número total de aves en vuelo suele ser inferior al que existiría en caso de vientos favorables, el número de aves volando a la altura de las turbinas se ve incrementado en términos relativos; las situaciones de mayor riesgo tienen lugar cuando las condiciones atmosféricas cambian con rapidez (mejorando o empeorando) en un punto a lo largo de la ruta migratoria, pues en ambos casos inducen a las aves a tomar tierra.

En relación con el **hábitat**, se ha estimado que el emplazamiento de las instalaciones eólicas es el factor más significativo relacionado con la mortalidad de aves (Erickson y col., 2001). La abundancia y diversidad de especies en un territorio y sobre todo el uso que la avifauna hace del mismo pueden condicionar en gran medida la mortalidad. Por ejemplo, la existencia de presas en abundancia o la presencia de formas de agua superficial en las proximidades de los parques pueden atraer a un mayor número de rapaces y acuáticas, respectivamente, y en consecuencia, aumentar las probabilidades de colisión. Las características topográficas de la zona de estudio también se suelen incluir como factores determinantes de mortalidad entre planeadoras, habiéndose observado un cierto grado de interacción con este factor en Tarifa.

Con la excepción de los resultados obtenidos en Tarifa, los efectos de la perturbación o de pérdida del hábitat asociados a los parques eólicos en territorio europeo son de mayor importancia que la muerte directa debida a colisiones, efectos que se pueden extender hasta distancias de 250-500 m de las turbinas y con reducción en el número de individuos de hasta el 95% (Winkelman, 1994). Así, el estudio realizado en el Parque Eólico Marino de Tunø Knob (Dinamarca) entre 1993 y 1997 concluyó que los aerogeneradores no tenían un efecto significativo sobre la abundancia y distribución de las especies más abundantes, *Somateria mollissima* y *Melanitta nigra*, y que el descenso de sus efectivos poblacionales en los tres últimos años de estudio obedecía a una variación natural, estrechamente relacionada con la disponibilidad de los recursos alimenticios (Guillemete y col., 1998). En el mismo sentido, Meek y col. (1993) sugieren también que el cambio de vegetación o la presencia humana podrían tener una mayor influencia en la variación del número de aves que las turbinas del parque

Orkney's West Mainland. En consecuencia, la existencia, distribución y tipos de hábitats presentes en una zona y el particular uso que de ellos hagan las especies de avifauna, sedentarias o migradoras, debe ser objeto de estudio de forma individual para cada caso concreto.

Estudios realizados en Galicia

En el año 1998 se iniciaron los Planes de Seguimiento y Vigilancia Ambiental (PSVA) de avifauna de varios parques eólicos situados en sierras costeras y del interior de Galicia. Como se describe en el apartado correspondiente, el objetivo fundamental de un PSVA de avifauna consiste en comprobar la evolución de los impactos directos e indirectos generados por el funcionamiento del parque eólico sobre las poblaciones y especies de aves, básicamente 1) Alteraciones de las comunidades de especies invernantes y 2) Posible mortandad de aves locales, fundamentalmente rapaces y migradoras, y con especial atención a los fenómenos meteorológicos susceptibles de condicionar cambios de las rutas migratorias.

En Galicia, cada vez son más numerosos los trabajos realizados sobre este tema. El CSIC y la empresa promotora del parque eólico Malpica, ECOTECNIA S. Coop., llevaron a cabo un proyecto de investigación a lo largo de tres años consecutivos (1995-1997) al objeto de conocer el efecto de la instalación del parque sobre la fauna de aves y micromamíferos. Dicho trabajo puso de manifiesto que la avifauna residente en las zonas de parque y control estudiadas mostraron variaciones similares a lo largo del período de estudio, por lo que no se puede concluir que haya tenido efecto importante sobre la misma la construcción y/o el funcionamiento del Parque, o al menos, no a corto plazo: En los tres años de estudio, la presencia de aves nidificantes pareció haberse incrementado en mayor medida en la Zona Parque que en la Zona Control; la presencia de aves no nidificantes disminuyó en ambas zonas, y en mayor medida en la Zona Parque, aunque las diferencias no eran significativas. Tampoco detectaron víctimas de colisiones

En este Departamento se han realizado numerosos informes que recogen los resultados de los PVSA llevados a cabo desde la primavera de 1998, cuando se puso en funcionamiento el parque eólico Paxareiras I. Estas experiencias previas indican que las aves se acostumbran rápidamente a la presencia de los aerogeneradores y existen pocos daños, con muy baja frecuencia de colisión, y que el impacto de los parques sobre las poblaciones de aves es muy reducido pues que las aves suelen evitar la proximidad de las palas. Las instalaciones ubicadas en las sierras costeras no parecen interferir en las rutas de los itinerarios estacionales y a pesar de la proximidad de los hábitats a algunos de los parques eólicos (Capelada, Vicedo, Barbanza y, especialmente, Paxareiras), pues las aves ocupan preferentemente los hábitats de la franja costera hacia el mar y alcanzan rara vez la franja continental. La ausencia de atractivos para estas especies en las zonas de instalación de los parques eólicos previene en gran medida los impactos sobre la avifauna migradora. De hecho, no se han observado concentraciones de aves en migración en las zonas de instalación de los parques, tanto en sierras costeras como del interior, por lo que los riesgos inherentes a las bandadas de aves levantando el vuelo

o posándose en los terrenos de los parques son prácticamente nulos. Aunque no se puede descartar un cierto efecto de atracción de las charcas temporales, naturales o derivadas de las obras de excavación para la obtención de materiales de préstamo creemos que, en todo caso, el efecto conjunto sería positivo; de todas formas, existiendo zonas con recursos alimenticios en las proximidades no serán muy frecuentadas sino de forma muy esporádica por aves propias de las zonas de braña.

Al pie de las sierras costeras en las que se ha llevado a cabo la instalación de muchos parques eólicos, existen hábitats costeros de interés ornitológico (marismas, arenales, etc.) por constituir áreas de paso, nidificación e hibernación de aves, con especies de aves sedentarias y migradoras, que han sido objeto de especial atención durante el desarrollo de los correspondientes PSVA. Aunque dichas áreas se encuentran muy próximas en línea recta a los parques se encuentran relativamente separadas por un desnivel medio de 500 - 600 m, que constituye una barrera natural que previene las interferencias entre la instalación eólica y las comunidades de aves costeras, no habiéndose detectado incidencias en las poblaciones de aves acuáticas costeras sino rara vez: Únicamente cabe destacar la detección de sendos cadáveres de gaviota reidora (*Larus ribidundus*) en los parques eólicos de Paxareiras (en marzo de 2001, Fontán, informe inédito) y de Bustelo (Otero, com. pers.). Se trata de una especie fundamentalmente invernante, aunque en Galicia existen poblaciones sedentarias. En ambos casos resultó difícil establecer la causa de la muerte al no haber evidencias de colisión con los aerogeneradores, se consideraron relacionadas con los temporales que se sucedieron en el NW peninsular entre octubre de 2000 y marzo de 2001, con velocidades de viento superiores a 100 km/h.

Los resultados obtenidos hasta el momento (García Arrese y col., 2003) evidencian la existencia de impactos directos sobre la avifauna, que se traducen en adaptaciones de comportamiento para esquivar las palas del rotor, con gran destreza por parte de las rapaces, y en episodios de colisión. Las especies más afectadas por estos últimos son la Alondra (*Alauda arvensis*), probablemente debido al comportamiento del macho en vuelo; el Busardo ratonero (*Buteo buteo*), debido a su tendencia a sobrevolar las cumbres de los montes en busca de alimento y, con menor frecuencia que los anteriores, el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*).

Las colisiones parecen seguir una pauta general de carácter estacional, concentrándose en las épocas de mayor actividad, en los meses de verano, aunque se pueden extender a las primeras semanas del otoño cuando las condiciones meteorológicas favorecen la actividad depredadora de las rapaces. La frecuencia de las colisiones en época invernal resulta ser mucho menor. Por otro lado, el comportamiento en vuelo de las rapaces indica que en los días con buena visibilidad, las aves modifican su dirección de vuelo a fin de esquivar las palas del rotor en movimiento, siendo destacable la agilidad mostrada por el cernícalo. Vista la destreza y habilidad que muestran ambas especies en sus vuelos entre las alineaciones de aerogeneradores, cabe deducir que los episodios de colisión tuvieron lugar en condiciones adversas de visibilidad o bien, que existe una cierta relación con la experiencia y el aprendizaje de las aves sedentarias presentes en la zona de estudio puesto que las rapaces que han

sufrido las colisiones son mayoritariamente ejemplares jóvenes, frente a una muy baja proporción de individuos adultos.

Se ha detectado un caso en el que las colisiones parecen estar asociadas a la utilización de corredores o pasillos entre hábitats con distintos usos por parte de las rapaces, de donde se puede deducir una interferencia entre una alineación de aerogeneradores y una ruta de migración local entre zona de caza y de cría. En algunas localizaciones concretas parece haber un cierto efecto de las características topográficas del entorno del parque, concretamente, laderas de fuerte pendiente que se localizan aguas abajo del rotor: Las corrientes de aire ascendente son aprovechadas por las aves para cernirse en busca de presas, a barlovento del parque con lo que los aerogeneradores están funcionando fuera del alcance visual de las aves.

En todo caso, los primeros resultados obtenidos hasta la fecha indican en general la ausencia de modificaciones significativas en la abundancia de las especies de aves en las distintas zonas estudiadas y el índice de colisiones con respecto a la intensidad de utilización del territorio por las aves no alcanza un nivel de alarma que pudiera calificarse como inadmisible.

Consideraciones sobre el diseño de proyecto

En el tipo de proyecto que nos ocupa, ya durante la fase de proyecto se ha seleccionado la tecnología de control y funcionamiento, velocidades de arranque y parada, sistema de frenado, operación y mantenimiento, para evitar en lo posible los episodios de colisión de aves y quirópteros durante la fase de funcionamiento del parque. Las diferencias estructurales y de funcionamiento entre los modernos aerogeneradores y las turbinas del modelo más antiguo instaladas en Altmont (KCS-56 sobre torres de unos 18 m de altura) son notables, lo que ha permitido reducir el riesgo de colisión de las aves, al menos de las especies más susceptibles.

Así, el **diseño de la torre** tubular y la ausencia de raíles o miembros horizontales en la góndola y de aperturas o salientes en las turbinas evitan que las aves rapaces se posen o aniden en las instalaciones reduciendo las probabilidades de colisión con las palas de las turbinas. Por otro lado, los **diámetros de los rotores** también han aumentado por lo que, *a priori*, serían esperables mayores impactos con estas máquinas que presentan una superficie de riesgo de colisión mayor.

Otro factor relacionado con la incidencia de las colisiones está relacionado con la **velocidad de giro del rotor**. En el parque de Tarifa se descubrió que la mayor mortalidad se produce en el arranque de los aerogeneradores, recomendándose el retraso de la entrada en funcionamiento de los aerogeneradores más conflictivos (Barrios, 1995) hasta una cierta velocidad de viento (40 km/h; Purroy, 2002, com. pers.). Las turbinas actuales incorporan rotores con bajas velocidades de rotación de rotación (19/13 r.p.m., en velocidad nominal), inferiores por ejemplo a los 75 r.p.m. del modelo KCS-56 empleado en Altmont, por lo que aumentan la seguridad con respecto a la colisión al ser menor la posibilidad de arrastre de las aves dentro de una corriente de aire adyacente a la turbina. En todo caso, hay que tener en cuenta que la especie más afectada en Tarifa y Altmont fue el buitre, un

ave de gran envergadura y vuelo pesado en comparación con las rapaces presentes en los parques eólicos de Galicia (Busardo ratonero y Cernícalo vulgar), mucho más ágiles.

En lo que respecta al **diseño del parque** también parece ser determinante la posición de las turbinas en la alineación (Kerlinger y Curry, 2000), siendo en general las turbinas de los extremos de las alineaciones las más conflictivas. Esto ha resultado especialmente cierto en al menos un punto, pero esta relación podría ser circunstancial y estar enmascarando un efecto de las características topográficas.

En cuanto a los episodios de electrocución, que constituyen la principal causa de muerte entre las aves, pueden afectar especialmente a las de mayor envergadura de alas. No se esperan efectos en este sentido pues los conductores se colocan en zanjas dentro del polígono del parque. Aún así, los efectos pueden minimizarse atendiendo a las recomendaciones establecidas para los tendidos y que ya se han contrastado en estudios realizados en otras regiones del Estado.

Además de la mortalidad por colisión, hay que tener en cuenta otros aspectos negativos derivados de la **construcción de un parque** como por ejemplo, la apertura de pistas que puede conllevar la fragmentación del hábitat, el deterioro de la vegetación, y el efecto barrera que afecta muy notablemente a algunos grupos zoológicos (Robinson, 1991; Sydney, 1992; Rodríguez y Crema, 2000; Viada, 1998). Para paliar este tipo de alteraciones ecoetológicas en las comunidades de aves, se han desarrollado técnicas de manejo y de estudio sobre las interacciones de las aves con las estructuras artificiales (Satheesan, 1992; Sydney, 1992; Resit, 1992, entre otros).

Impactos sobre los quirópteros

La zonas cuninales sobre las que se instalan los aerogeneradores en Galicia suelen ser zonas agrestes con vientos de fuerza variable y prácticamente desprovistos de refugios adecuados para los quirópteros: La vegetación está constituida por formaciones de matorral, pastizal o pradera y en los casos en que existen repoblaciones a base de especies de pino, éstas suelen ser o bien recientes o bien antiguas pero fallidas por lo que en principio no pueden servir de refugio para los Quirópteros debido a su pequeño porte y a la ausencia de huecos o recovecos en los troncos. Por otro lado, teniendo en cuenta los límites ecológicos tan estrechos en que los Quirópteros se muestran activos no es de extrañar la nula actividad que estos muestran en estas áreas más expuestas, con condiciones ambientales que varían en un rango muy amplio. Por estos motivos, las estaciones de observación realizadas en las áreas de instalación de los aerogeneradores suelen dar resultados negativos, por lo que el impacto debido a la presencia o funcionamiento es, inicialmente nulo.

Por el contrario, en zonas más bajas y protegidas donde sí se encuentran refugios potenciales (bosques, casas viejas, etc.), así como en las proximidades de puntos de luz, que suelen concentrar gran cantidad de insectos, base alimenticia de Quirópteros, es habitual detectar su presencia.

Como medida correctora a considerar durante el desarrollo de las obras de los parques eólicos, se recomienda evitar en la medida de lo posible la destrucción de posibles refugios para Quirópteros, como antiguas minas, concavidades, árboles viejos, etc.

V.3. IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Los impactos económicos principales generados por la instalación de los parques eólicos derivan de la necesaria ocupación de los terrenos, lo que implica diversas modalidades de contratación con los propietarios.

Ocupación de terrenos

La energía eólica es una energía ampliamente distribuida y de baja densidad. Puesto que no existe posibilidad técnica de ser concentrada en un único punto su captación requiere un conjunto de aerogeneradores separados entre sí. Y así, aunque la instalación de un parque eólico supone una ocupación de terrenos muy reducida, ésta se encuentra distribuida a lo largo de una zona muy amplia.

La ocupación asociada a la instalación de un parque eólico se puede agrupar en dos tipologías:

a. Ocupación de pleno dominio, asociada a la construcción de elementos que impiden la realización de otros usos en el terreno (cimentaciones, viales, subestación, centros de transformación, etc.

b. Ocupación en servidumbre, en referencia a la instalación de elementos que posibiliten la compatibilidad de otros usos en el terreno o la limitación de usos con el fin de la correcta explotación del parque eólico. Es la modalidad asociada a las canalizaciones subterráneas, vuelo de palas de aerogeneradores, servidumbres de paso de líneas eléctricas, servidumbre de protección eólica,...

De forma resumida se puede estimar que un parque eólico supone una ocupación de terrenos de 2.500 m²/aerogenerador en régimen de pleno dominio, incluidas cimentaciones, plataformas y viales, así como una superficie de ocupación en régimen de servidumbre de aproximadamente otros 2.500-3.000 m²/aerogenerador, incluido el vuelo de palas, servidumbre de paso de canalizaciones subterráneas y servidumbre de protección eólica, teniendo siempre en cuenta la importante variación que se produce entre diferentes parques por motivos asociados a la configuración orográfica, disposición de viales y otra serie de factores características de cada instalación en particular. La superficie global afectada viene a ser, por tanto, de 5.000-6.000 m²/aerogenerador.

Modalidades de acuerdos de ocupación

Para la ocupación de terrenos de parques eólicos se utilizan dos modalidades de contratos: compra o arrendamiento. En el primero de ellos, el terreno pasa a ser propiedad de la empresa promotora, siendo habitual la inclusión de la superficie de “restos o retales” de fincas, siempre y cuando sean de extensión reducida. Pese al cambio de titularidad del terreno, se suele permitir al antiguo dueño que mantenga los usos del mismo que viniera realizando, siempre y cuando no

interfieran en el funcionamiento del parque eólico e incluso, que se utilice la red viaria del parque. En las áreas de montaña de Galicia en particular, es habitual el mantenimiento de ganado no estabulado. El pago se realiza por una sola vez y todos los costes derivados de la transferencia de propiedad (registro, notaría,...) son soportados por la empresa promotora.

En los contratos de arrendamiento la propiedad permanece bajo la titularidad de su antiguo propietario, formalizándose un alquiler del mismo para la instalación del parque eólico con una duración habitual de 25 á 30 años prorrogables. El contrato supone el consentimiento para la ocupación de los terrenos necesarios para la implantación de las instalaciones del parque, así como la no realización de actividades que interfieran en el buen funcionamiento del mismo. Con esta única limitación, cualquier uso que se viniese realizando se puede mantener, posibilitándose también la utilización de las infraestructuras viarias del parque por parte de los titulares de los terrenos. Contra este alquiler se realiza un pago anual fijo, revisado con el IPC.

Como una particularidad de las situaciones anteriores, en el caso de comunidades de montes vecinales en mano común existen limitaciones legales a la compra o al arrendamiento por periodos superiores a 11 año, motivo por el que se recurre a la formalización de contratos de derecho de ocupación, conceptualmente similares a los contratos de arrendamiento. Cabe señalar también la reciente aparición de fórmulas alternativas al pago fijo de los contratos de arrendamiento (pago fijo + variables según producción, pagos fijos variables a lo largo del tiempo, pago de anualidades al contado y posterior período de carencia,,,) con el objeto de adecuar en la medida de lo posible la retribución del alquiler a las demandas del propietario.

El parque eólico como un nuevo uso del terreno

Los usos habituales del terreno en los emplazamientos en los que se ubican parques eólicos suelen estar restringidos a dos, explotación forestal y explotación ganadera en régimen extensivo.

La explotación forestal más habitual es la de eucalipto, si bien tiene sus limitaciones por la altitud a la que suelen instalar los parques eólicos, asociada a razones de temperatura y viento. En ocasiones se pueden encontrar de forma alternativa plantaciones de pino si bien su rendimiento económico resulta ser inferior. De forma aproximada, se puede indicar que el rendimiento anual por hectárea de este tipo de explotaciones oscila entre los 600 y los 780 €. En el caso de los emplazamientos de los parques eólicos este rendimiento desciende notablemente, situándose por debajo de los 600€/Ha/año.

En el caso de las explotaciones ganaderas no estabuladas, el rendimiento anual por Ha es aproximadamente de entre el 25 y el 40% del rendimiento de la explotación forestal, motivo por el que es habitual en el caso de que esta última sea inviable; en las zonas de instalación de los parques eólicos su rendimiento es del orden de 180€/Ha/año.

Los contratos más habituales son los de alquiler y en los primeros años de instalación (1995) la retribución habitual era de 600€/aerogenerador/año (retribución que ha aumentado hasta las 1.500-

1.800€ una década después). Puesto que la ocupación media por aerogenerador suele ser del orden de 0,5-0,6 Ha, se entiende que el rendimiento anual real por hectárea era de unos 1.200€ en 1995. Además, la instalación de un parque eólico no supone limitaciones de importancia a los usos tradicionales del terreno, en especial a las explotaciones ganaderas, que constituyen el uso más habitual en los emplazamientos de los parques eólicos.

A partir de estos datos se puede concluir que la instalación de un parque eólico supone la incorporación de un nuevo uso al terreno, compatible con el mantenimiento de los usos anteriores y con un rendimiento anual cinco veces superior al de las explotaciones forestales (poco frecuentes) y quince veces superior al de las explotaciones ganaderas no estabuladas, con las que es perfectamente compatible.

La expropiación

Pese al elevado grado de acuerdos que se han venido obteniendo en la instalación de parques eólicos en Galicia, no siempre es posible alcanzar el 100% de los mismos, por motivos de legítimo desconocimiento del legítimo titular de los terrenos, ilocalizabilidad del mismo, documentación contradictoria sobre la titularidad, diferencias irreconciliables entre diferentes propietarios conjuntos de fincas o bien por incapacidad para llegar a un acuerdo amistoso de ocupación. En este sentido, los parques eólicos y sus líneas de evacuación están declarados como instalaciones de utilidad pública por la legislación actual, lo que lleva implícita la posibilidad de expropiación con urgente ocupación.

La práctica totalidad de los expedientes de parques eólicos son tramitados solicitando de forma simultánea la autorización de la instalación y declaración de utilidad pública, conforma a lo establecido en el Decreto 205/95, de 6 de julio, por el que se regula el aprovechamiento de la energía eólica (DOG núm. 136, de 17 de julio de 1995) en Galicia. Sin embargo, la expropiación debe ser entendida como una herramienta que permite salvar obstáculos puntuales asociados a la ocupación de terrenos en la instalación de parques eólicos y no como una fórmula de ocupación genérica. En este sentido, la experiencia acumulada en los casi 10 años de implantación eólica en Galicia refleja que el porcentaje de fincas expropiadas es inferior al 5%, una cifra asimilable al porcentaje de fincas adscritas a las situaciones de difícil negociación indicadas en el primer párrafo.

Situación actual

Analizando de forma retrospectiva la evolución de las negociaciones de terrenos a lo largo de los últimos años, podemos concluir que la implantación de parques eólicos en Galicia ha sido bien recibida por parte de los propietarios de los terrenos, por suponer un nuevo uso del terreno con un rendimiento entre cinco y quince veces superior al de los rendimientos tradicionales, a la vez que compatible con los mismos.

En las primeras etapas se apreciaba por parte de los propietarios una preferencia por la alternativa de compra de los terrenos, por cuanto los precios de valoración (entre 0,36 y 0,90€/m²) eran muy superiores a los precios de compra-venta entre particulares (0,06 a 0,18€/m²). Progresivamente, la

situación ha ido evolucionando hacia la opción del alquiler por cuanto el rendimiento económico al final de la vida del contrato es superior al de la opción de compra, a la vez que se mantiene la titularidad del terreno.

En el momento actual sin embargo, se aprecia una demanda creciente por parte de los propietarios de mayores retribuciones debido posiblemente a la generación de una imagen del sector en la que, pese a que los rendimientos derivados de la compensación económica por la instalación de los parques eólicos son muy superiores a los de los usos tradicionales del suelo, se perciben por parte de los propietarios como muy inferiores a los rendimientos del negocio eólico. Esta imagen del sector está causando grandes prejuicios a las negociaciones en curso pues las demandas por parte de los afectados pueden frenar la instalación de los parques.

A lo largo de los años ha habido una progresión en el nivel de precios sostenible desde el punto de vista de la evolución tecnológica del sector, pues mayores potencias unitarias implican menor ocupación por potencia instalada, si bien la situación actual requiere las actuaciones necesarias con el propósito de aunar dos objetivos, a saber, lograr la máxima repercusión económica en el propietario y mantener los parques en situación de viabilidad económica. Estas actuaciones requerirán forzosamente la traslación a la sociedad de los parámetros económicos reales de los parques eólicos y de las incertidumbres asociadas a su desarrollo, a la vez que se logra establecer una política de retribución por ocupación que se perciba como justa por parte de los propietarios, evitando posibles agravios comparativos entre emplazamientos.

V.4. IMPACTO PAISAJÍSTICO

Un parque eólico es una instalación industrial para el aprovechamiento de la energía contenida en el recurso eólico de la zona de ubicación y constituye un elemento extraño en un paisaje natural, lo que supone una modificación de la calidad estética del escenario paisajístico, también conocida por impacto visual, cuyo efecto es necesario analizar tanto si los lugares de instalación tienen protección legal como si carecen de ella.

Previamente a este análisis, conviene diferenciar entre: a) los impactos paisajísticos o cambios físicos en la estructura y características del paisaje, muy existente, por ejemplo, cambio en la disposición y dimensiones del relieve (volúmenes) de la zona o y b) los impactos visuales, que son modificaciones de la calidad estética del escenario paisajístico. En el caso que nos ocupa son más importantes los impactos visuales que los impactos paisajísticos, tratándose más de cambios de la calidad visual que de transformaciones en la estructura y/o forma del propio paisaje. En la mayoría de los casos estudiados los movimientos de tierra a realizar son de pequeña entidad debido a la escasa profundidad de los suelos de los polígonos de los parques, las instalaciones se han proyectado en zonas de penillanura de cumbres, lo que reduce sustancialmente la necesidad de realizar desmontes y es infrecuente la apertura de viales en trinchera cuya construcción implica una sustancial modificación de la disposición de los volúmenes. En general, se puede establecer que los cambios paisajísticos más

intensos tienen lugar cuando el trazado del vial principal de acceso a las instalaciones del parque discurre por una ladera con cierta pendiente y únicamente en el caso de que no se disponga de uno preexistente.

Por el contrario, el impacto visual tiene gran importancia en este tipo de instalaciones debido al tamaño de los aerogeneradores y a la altitud de los lugares en que se tienen que instalar, en las líneas de cumbres. La magnitud de este impacto viene definida por la cuenca visual que, a su vez, depende del grado de irregularidad del terreno y por la accesibilidad visual, esto es, por el número de observadores potenciales. Este último viene determinado por la cantidad y densidad de población, por la existencia de vías de comunicación y su densidad de tráfico, así como por la presencia en el entorno de lugares de atracción turística o recreativa.

Como en cualquier otro tipo de instalación, conviene separar los efectos sobre el paisaje en la fase de obras y en la de funcionamiento, debido a su distinta duración:

A) Durante la **fase de obra** de un parque eólico tienen lugar modificaciones temporales de las características estéticas del paisaje, que se pueden resumir en un aumento de los componentes derivados de acciones humanas. Son de corta duración al estar limitadas a la fase de obra, estima en torno a un año; y por las características cromáticas y estructurales de los elementos que se introducen (grúas, camiones de gran tonelaje, etc.) la zona de visibilidad es muy baja, con la ventaja de que las instalaciones se ubican en lugares poco poblados o poblados de forma dispersa, en definitiva, en áreas de accesibilidad visual muy reducida. Únicamente cabría referir como los impactos que se manifiestan de forma más evidente durante esta fase de obras los derivados de las labores de transporte de los componentes del aerogenerador, instalaciones auxiliares de obra, etc. en los núcleos rurales situados en las proximidades de las vías de comunicación que conducen a los terrenos del parque. En estas zonas, se produce un aumento, con respecto a los niveles habituales, de la presencia de vehículos y maquinaria y de la densidad de tráfico, que conllevan el incremento de los niveles sonoros de la zona.

B) El estudio de los impactos visuales se ha centrado en los elementos del parque que perduran a lo largo de toda su **fase de funcionamiento** y en sus características constructivas o estructurales más relevantes: Así, el centro de explotación, constituido por la subestación y el centro de control tiene una escasa incidencia, debido a las pequeñas dimensiones que presentan (altura máxima de unos 4,5 m), por lo que la zona de visibilidad que dibujan es igualmente pequeña y limitada al ámbito del polígono del parque eólico. Además, su impacto visual será muy bajo si su acabado es adecuado a la tipología arquitectónica tradicional de la zona, como en el caso del centro de explotación del parque eólico Montouto (Figuras V.16 y V.17).

Otras edificaciones permanentes se han proyectado con inferiores dimensiones tanto en planta como en altura, variable entre 2,5 y 3,5 m., por lo que sus cuencas de visibilidad son aún más reducidas. Se trata de la caseta que alberga las celdas a media tensión en las subestaciones, los edificios de interconexión entre parques colindantes o las estaciones de maniobra y recogida a media

tensión (véase Capítulo II). Sin embargo, cabe señalar que los centros de transformación ubicados en los primeros parques eólicos construidos en Galicia con el fin de recoger la energía producida por una agrupación de aerogeneradores sí llegan a hacerse visibles en el paisaje a pesar de su pequeño tamaño debido a su ubicación en posición de línea de cumbres del parque, a la existencia de condiciones de luminosidad adecuadas o a ambas.



Figura V.16. El centro de explotación del parque Montouto es un ejemplo de adecuada integración paisajística. Sus dimensiones, material de construcción y acabado son similares al de una construcción tradicional destinada a uso ganadero, actividad característica de la zona de estudio.

Figura V.17. Las edificaciones auxiliares a las casas de labranza existentes en la zona emplean materiales de bajo valor paisajístico como Uralita, hormigón y ladrillo visto, habitual en Galicia.

En lo que respecta a las infraestructuras viarias, el acceso a la zona de instalación del parque se realiza normalmente por viales ya existentes (impacto nulo) que suelen requerir un mínimo acondicionamiento, pero en caso de que sea necesaria la apertura de nuevas pistas, el impacto visual resultante presenta distinto grado dependiendo tanto de la topografía de la zona por la que se proyecta su trazado, y concretamente la pendiente, como del color del material geológico utilizado para la construcción de la capa de rodadura, generalmente obtenido en el entorno del parque, y de las combinaciones posibles entre ambos factores: Así, cuanto más claro y luminoso sea el color de la capa de rodadura de los viales, mayor será el grado de incidencia visual de la obra en el entorno, debido al contraste de la forma lineal del elemento y, fundamentalmente, por el contraste cromático con la vegetación adyacente (Figuras V.18 y V.19). Por este motivo, el impacto será especialmente fuerte en zonas de areniscas-cuarcitas, granitos leucocráticos y algunos materiales calcáreos. Por otro lado, en las zonas de topografía llana la visibilidad resulta más reducida en comparación con el trazado en zonas de mayor pendiente, siendo en estas últimas de mayores proporciones tramos de vial visibles.

La apertura de nuevas pistas suele ser obligatoria en el caso del acceso a las alineaciones de aerogeneradores y al centro de control. En este caso, y puesto que se trata de líneas de cumbres aplanadas, el efecto estético que se produce depende en gran parte de la posición relativa del observador o, lo que es lo mismo de la altitud del entorno. En todo caso, existen medidas correctoras sencillas que permiten atenuar este efecto, como por ejemplo el extendido en superficie de pequeñas cantidades de horizontes humíferos. El empleo de materiales para la construcción procedentes del

propio parque eólico o de su entorno, facilita la integración de la obra desde su inicio en un medio que generalmente se caracteriza por su escaso grado de humanización, sobre todo en lo que se refiere a la dotación de infraestructuras (Figura V.20). Adicionalmente, esta práctica conlleva un considerable abaratamiento de la partida económica dedicada a los materiales de construcción y una sustancial reducción de esfuerzo en las labores de restauración.



Figura V.18. El impacto paisajístico de los viales viene determinado en gran medida por el color de la capa de rodadura. A la izquierda, vial cuya capa de rodadura constituida por serpentinitas muestra un escaso contraste cromático con la vegetación en la Serra da Capelada.

Figura V.19. Aspecto de una pista preexistente en la Serra Faladoira en cuya construcción se empleó una zahorra de color excesivamente claro que provoca un fuerte contraste cromático tanto con la vegetación como con el material geológico de la zona (pizarras).

La existencia de los aerogeneradores es, con mucho, el factor que produce mayor impacto estético de todas las construcciones de un parque eólico, independientemente de su grado de aceptación. El efecto visual que producen es permanente a lo largo de la vida del parque (prevista en unos 20-25 años) y debido a la altitud de las zonas en que se ubican, el área de visibilidad que permiten delimitar o la cuenca visual, es muy amplia.

Con respecto a su posición, la mera existencia de las alineaciones interrumpe la línea del horizonte, atrayendo la atención del espectador, aunque sin ocultar vistas, e introduce en el espacio paisajístico nuevas unidades de paisaje. Estas nuevas unidades de paisaje vienen caracterizadas por un fuerte contraste interno de textura -debido a la forma vertical de los fustes de los molinos- y de color blanco, muy llamativo en contraste con los tintes verdes, rojizos o marrones de la vegetación propia de la zona de ubicación.

Como medidas correctoras de diseño que reducen los efectos visuales se suelen citar por ejemplo la disminución de la sección de las palas (no practicable por cuestiones de diseño aerodinámico del rotor) o la utilización de torres de baja solidez como las torres de celosía, actualmente en franco desuso por su mayor precio. Una de las medidas más eficaces y ampliamente utilizada por algunos fabricantes consiste en el empleo de colores poco llamativos en su acabado como blanco grisáceo o blanco amarillento mate en las palas y gris neutro para la torre. Así, por ejemplo, el color empleado en el acabado de las torres de Bonus, gris mate, reduce notablemente la visibilidad en

comparación con lo observado en otros parques eólicos de similares condiciones de ubicación, comprobándose que incluso al caer la tarde, cuando los rayos solares inciden perpendicularmente sobre las torres, los reflejos presentan una luminosidad muy atenuada (Figura V.21). En efecto, las investigaciones realizadas por Bonus (1999) se enfocaron hacia la obtención de una combinación de pigmentos con metal reflectante que permite cambiar la luminosidad de los aerogeneradores y, por tanto, su visibilidad, según las condiciones meteorológicas que determinan la intensidad de la luz diurna, de modo que cuando los aerogeneradores se encuentran en un área de sombra, la visibilidad desde una corta distancia se reduce prácticamente a cero.



Figura V.20. La utilización de los materiales disponibles en la zona de obra del parque facilita la integración paisajística de la instalación ya desde la fase de obra, ahorrando una considerable cantidad de dinero en materiales, esfuerzo y tiempo.

Figura V.21. Aspecto de los aerogeneradores de Bonus - Bazán del parque Virxe do Monte desde el monte Adraño, a unos 2,5 km. de distancia. Los aerogeneradores situados en zona de sombra son apenas perceptibles en la alineación, en comparación con los que están expuestos a la luz solar.

El análisis del impacto visual de los aerogeneradores se ha realizado desde distintas aproximaciones, básicamente cartografía de la cuenca visual del parque eólico, realización de diagramas de intervisibilidad de las áreas de mayor accesibilidad visual, simulación fotográfica y bloques - diagrama infográficos.

Estudio de la cuenca visual

El análisis del impacto visual del parque sobre su entorno geográfico se centra básicamente en la determinación del área desde la que son apreciables los elementos de parque y más específicamente los aerogeneradores, obviando en este caso la descripción paisajística de la zona de instalación salvo en lo que se refiere a la modificación de los componentes del paisaje. Para establecer dicha área se sigue el clásico método descrito en Aguilo y col. (1992) definiendo un círculo alrededor del emplazamiento del parque eólico sobre cartografía 1:50.000. No se ha tenido en cuenta ningún apantallamiento que no fuera el propio relieve de la zona, excluyéndose los escudos arbóreos y los posibles efectos meteorológicos atenuantes (niebla, bruma, incidencia de la luz solar etc.), y suponiendo en todos los casos el mejor fondo escénico. La exclusión de los escudos arbóreos, abundantes por todo el territorio en forma de repoblaciones a base de especies de crecimiento rápido,

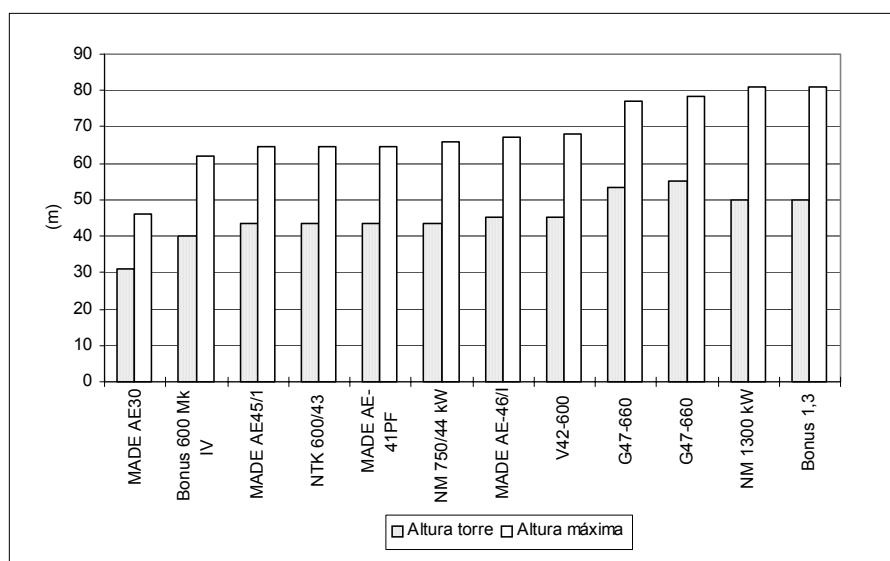
obedece a que los turnos de corta de estas especies en Galicia son inferiores a la vida media prevista de las instalaciones de los parques eólicos.

Conviene destacar que una vez cartografiada la cuenca visual de un proyecto de parque eólico, el estudio del impacto de las sucesivas fases de implementación no se lleva a cabo de forma independiente, sino que las figuras de visibilidad de los parques se superponen a las anteriores, de modo que el área de visibilidad es el resultado del efecto sumatorio de las diferentes fases de instalación. Este razonamiento fue el que se siguió en el análisis de efectos visuales de las siete fases del parque eólico de Paxareiras, propiedad de una única empresa promotora. Sin embargo, cuando en una amplia área geográfica se concentran proyectos de características similares, por ejemplo en la Serra do Xistral donde se prevé la instalación de aerogeneradores en prácticamente todas las cumbres de la Sierra, el efecto sumatorio de todas las cuencas de visibilidad produce que, desde cualquier punto en las proximidades de la zona de estudio, sean visibles las alineaciones de aerogeneradores de estos parques, de modo que el área de visibilidad del conjunto sería del 100% de la zona de estudio. Por este motivo, carece de sentido establecer el área de visibilidad de un parque individual y parece más lógico concentrar el esfuerzo de estudiar los efectos visuales sobre poblaciones o carreteras próximas, esto es, las áreas de mayor accesibilidad visual.

La cuenca visual se dibuja a partir de los haces de rayos visuales que parten del punto de observación. Aunque la torre es el elemento del aerogenerador más evidente en el paisaje, por su color blanco en la mayoría de los casos, y las palas del rotor son escasamente visibles a partir de una cierta distancia, su movimiento atrae la atención del observador, por lo que el estudio de la cuenca visual se ha realizado considerando la altura máxima del aerogenerador, equivalente a la torre más el radio del rotor. Los aerogeneradores propuestos en los distintos proyectos que hemos estudiado en Galicia tienen una altura total aproximada, resultado de la suma de la altura de la torre más el radio del rotor, que oscila entre 46,2 m del modelo MADE AE-30 y 81 m en las máquinas Bonus 1,3 MW y NEG MICON 1.300 kW (Figura V.22.)

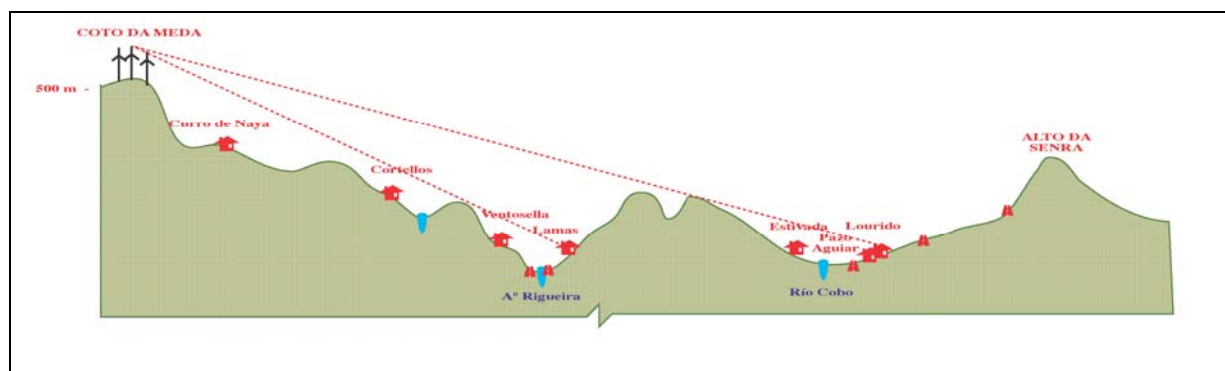
La accesibilidad visual constituye uno de los aspectos del paisaje a los que se da mayor peso en el análisis del impacto visual, pues aumenta con el número de espectadores potenciales. En las áreas de montaña en las que se instalan los parques eólicos la tónica general es la presencia de pequeños y dispersos núcleos de población cuando no su ausencia (debido al rigor climático y a la baja productividad agrícola), tal y como es característico en la Serra do Xistral. La población asentada en los entornos próximos a los parques se agrupa en escasos núcleos de población compuestos por un pequeño número de viviendas (y no todas habitadas) que se concentra en los valles de los ríos principales de modo que las instalaciones proyectadas son visibles desde estas aldeas en mayor o menor grado dependiendo entonces de la orientación, de las condiciones climáticas y de la existencia de pantallas visuales (escudos arbóreos sobre todo, que no se consideran en el análisis de los diagramas de intervisibilidad).

Figura V.22. Altura máxima de la torre en los distintos modelos de aerogeneradores empleados en los parques eólicos de Galicia.



El EsIA incluye una serie de diagramas de intervisibilidad seleccionados atendiendo a las cuencas visuales más accesibles en el entorno inmediato del área de estudio, debido a la presencia de vías de comunicación y dependiendo de su importancia, a la proximidad de núcleos de población, a la existencia de puntos de atracción de visitantes (playas, faros, miradores, etc.), así como a la proximidad de cimas de relieve desde las cuales puede obtenerse una panorámica completa de la ubicación del parque (Figura V.23).

Figura V.23. Ejemplo de diagrama de intervisibilidad



Teniendo en cuenta esta información inicialmente se realizaba además la tabla de impactos visuales del parque, considerando puntos geográficos a distinta altura sobre el nivel del mar, definiendo distintos grados de visibilidad (dominante, resalta, limitada y nula) y que incluye una estima del porcentaje de aerogeneradores que se pueden observar en el paisaje. En la Tabla V.4 se muestra un ejemplo de la descripción de 4 de los 10 puntos de observación de la tabla resumen de los efectos visuales del parque eólico Barbanza:

Tabla V.4. Ejemplo de la descripción de los efectos visuales del parque eólico Barbanza

Punto	Lugar	Altitud (m)	Distancia (m) y Dirección	Tipo de paisaje	% turbinas visibles	Importancia en el paisaje
1	Monte Iroite	685	8000 NORTE	Línea cumbre Panorámico	40%	Limitada
2	Campo Cregos	520	1500 ESTE	Superficie aplanada	100%	Dominante
3	Fieteiro	520	2000 ESTE	Línea cumbre Panorámico	100%	Resalta
4	Noceda	512	4000 ESTE	Media ladera Encajado	0%	Nula

Las cumbres más elevadas en las proximidades del área de un parque son, además de pantallas visuales para zonas más alejadas, excelentes miradores hacia las instalaciones. En estos casos, la visibilidad depende entonces de la distancia, de una óptima iluminación y de las condiciones meteorológicas. Como ejemplo de visibilidad desde grandes distancias, cabe destacar que las alineaciones de aerogeneradores del parque eólico de Vixía Herbeira en la Sierra de la Capelada, son visibles desde los montes de Bustelo, que se encuentran a una distancia de 32 km. aproximadamente. Esto da una idea de la extensión del impacto visual de los parques eólicos: son visibles desde largas distancias, pero solo desde puntos de gran altitud y, por otro lado, la accesibilidad visual de estas zonas es, sin embargo, baja o muy baja por tratarse de áreas escasamente pobladas.

En las áreas cuyo relieve es más complejo las cuencas visuales son muy heterogéneas, es decir, presentan abundantes huecos desde las que no son perceptibles las instalaciones del parque. La presencia de colinas, aún de escasa altitud pero próximas a la zona del parque, proporciona abundantes zonas de sombra desde las que no son visibles los aerogeneradores; dichas zonas de sombra son mayores cuanto mayor sea la distancia de las colinas a los terrenos del parque eólico. La disposición de los valles principales en relación a la instalación eólica es otro factor que condiciona considerablemente la accesibilidad visual, pues pueden enfocar las visuales en dirección al parque o, por el contrario, constituir una zona de sombra de grandes dimensiones.

El estudio de los efectos ambientales se completa con una serie de simulaciones de la instalación de los aerogeneradores en ciertas líneas de cumbres, preferentemente desde puntos de cierta accesibilidad visual. El objetivo es comparar el estado de la variable paisaje en la situación actual y futura, una vez que el parque ha sido construido. Igualmente, se han realizado bloques-diagrama infográficos en un cierto número de casos, pero se trata de un procedimiento que fue finalmente abandonado debido a que los resultados gráficos suelen ser difíciles de interpretar en general y a que la relación información que ofrecen/esfuerzo que requieren es mínima.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que el impacto visual de los aerogeneradores no es universalmente aceptado y algunas experiencias existentes actualmente en Galicia, como la de Cabo Vilano o Estaca de Bares, dos lugares de una elevada calidad visual, han permitido comprobar que no se han manifestado situaciones de rechazo generalizado en la población.

En todo caso, es necesario considerar que la afección paisajística debe reducirse al mínimo, prestando una atención especial a las instalaciones complementarias de la obra y a las infraestructuras proyectadas, puesto que no se contemplan *a priori* alternativas de ubicación de proyecto. En este sentido, la construcción de edificios y de vías de acceso ha de respetar la tipología constructiva de la zona y siempre debe procederse a la remodelación y revegetación de pendientes, taludes, cortas o escombreras que se hayan producido durante la construcción. Como medida correctora se recomienda seleccionar materiales y acabados adecuados y, siempre que sea posible construir barreras visuales que oculten las principales afecciones, por ejemplo el uso de un escudo vegetal a base de especies nativas bordeando el cerramiento de tela metálica del centro de explotación.

BIBLIOGRAFÍA Capítulo V

- Aguilo Alonso, M. y col. (1992). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid.
- Anderson, R., M. Morrison, K. Sinclair y D. Strickland (1999). Studying wind energy/bird interactions: A guidance document. Actas del III National Avian-Wind Power Planning Meeting. San Diego, California, Mayo 1998. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- Barrios, L. (1995). Energía eólica y aves en el Campo de Gibraltar. En: La Garcilla, núm. 93. Revista de la Sociedad Española de Ornitología.
- Barrios, L. y E. Aguilar (1995). Incidencia de las plantas de aerogeneradores sobre la avifauna en la Comarca del Campo de Gibraltar. Informe inédito. R. Martí (ed.). Sociedad Española de Ornitología (SEO/Birdlife). Madrid.
- Bernis, F. (1980). La migración de las aves en el estrecho de Gibraltar. Vol. I. Aves planeadoras. Cátedra de vertebrados. Fac. Biología. Univ. Complutense Madrid.
- Bongiorno, S. (1982). Land use and summer bird populations in northwestern Galicia, Spain. IBIS 124: 1-20.
- Bonus (1999). Wind turbines in the landscape. Bonus Info. Invierno 1999. En: www.bonus.dk.
- CEC, California Energy Commission (1989). Avian mortality at large wind energy facilities in California: Identification of a problem. CEC staff report P700-89-001.
- Colson y Associates (1995). Avian interactions with wind energy facilities: a summary. Prepared for the American Wind Association, Washington, DC.
- Crockford, N.J. (1992). A review of the possible impacts of windfarms on birds and other wildlife. Joint Nature Conservation Committee, JNCC report núm. 27, Peterborough, Reino Unido.
- Demastes, J.W. y J.M. Trainer (2000). Avian risk, fatality and disturbance at the IDWGP Wind Farm, Algona, Iowa. Final report submitted by University of Northern Iowa, Cedar Falls, IA.
- Dirksen, S., A.L. Spaans y J. van der Winden (2000). A review of recent developments in wind energy and bird research in Western Europe. Actas del III National Avian-Wind Power Planning Meeting. San Diego, California, Mayo 1998. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- EPA, Environmental Protection Agency (1972). Report to the President and Congress of noise: 92nd Congress, 2nd Session. Doc. 92-64. Washington DC
- Erickson, W.P., G.D. Jhonson, M.D. Strickland, D.P. Young, K.J. Sernka y R.E. Good (2001). Avian collisions with wind turbines: A summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee. Washington. Disponible en www.nationalwind.org
- Fernández Castro, P. (2001). Parques eólicos. Visión social. En: Energía eólica, medio ambiente y comunicación. Jornada de la Semana de la Ciencia y la Tecnología. Parque Eólico Experimental de Sotavento. IDEA e INEGA.
- Fernández-Cruz, M., G. Fernández, E. González y M. Paris (1990). Estudio poblacional de las aves del Estrecho de Gibraltar. Planta Eólica del Sur. Madrid. España.
- Ferrer y col. (1995). Estudio del comportamiento de las aves en el parque eólico de la Sierra de Enmedio y zona de ampliación (Tarifa, Cádiz). Informe inédito. Ecotècnia.
- Ferrer y col. (1997). Estudio del efecto sobre la fauna de la instalación de un parque eólico en Malpica, A Coruña. Estación Biológica de Doñana, C.S.I.C., Ecotècnia S. Coop. CSIC y Asistencias Técnicas CLAVE, S.L.
- Fontán, L.E. Tercer Informe de Seguimiento Ambiental (tipo A). Parque eólico de Paxareiras IIF (A Ruña). Marzo de 2001. Informe inédito realizado para el Laboratorio de Tecnología Ambiental. Instituto de Investigaciones Tecnológicas. USC.
- García Arrese, A.M., L.E. Fontán, C. Nieto y F. Macías (2003). Avance de resultados de los Planes de Seguimiento y Vigilancia Ambiental de avifauna en los parques eólicos de Galicia. En: Actas del V Congreso Galego de Ornitoloxía (S. González, Coord.). Sociedade Galega de Historia Natural. Santiago de Compostela.
- Green, M. (1995) Effects of Windfarm Operation on the Winter Bird Community of the Bryn Titli Uplands. Unpublished report. Referido en S. Lowther (2000) The European Perspective: Some Lessons from Case Studies. Actas del III National Avian-Wind Power Planning Meeting. San Diego, California, Mayo 1998. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- Guillemete, M. J. Kyed Larsen e I. Clausager (1998). Impact assessment of an off-shore wind park on sea ducks. National Environmental Research Institute. NERI Technical Report N° 227. Dinamarca.
- Hernando, A; 2002. "Exposición a Campos Electromagnéticos: características y restricciones para evitar perjuicios a la salud". Revista Interdisciplinar de Gestión Ambiental. Marzo 2002, p. 39
- Higgins, K.F., R.G. Osborn, C.D. Dieter y R.E. Usgaard (1996). Monitoring of seasonal bird activity and mortality at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota, 1994-1995. Completion report for the

- research period May i, 1994 - December 31, 1995. Unpublished report prepared for Kenetech Windpower, Inc by the Douth Dakota Cooperative Fish and Wildfire Research Unit, Brookings, SD.
- Howell, J.A. (1997). Bird mortality at rotor swept area equivalents, Altamont Pass and Montezuma Hills , California. *Trans. Wesy. Sect. Wildl. Soc.* 33:24-29.
- Howell, J.A. y J.E. DiDonato (1991). Assessment of avian use and mortality related to wind turbine operations, Altamont Pass, Alameda and Contra Costa countries, California, September 1988 through August 1989. Final report prepared for Kenettech Windpower.
- Howell, J.A. y J. Noone (1992). Examination of avian use and mortality at a U.S. Windpower wind energy development site, Solano County, California. Final report to Solano County Department of Environmental Management. Fairfield, CA.
- Hunt, W.G., R.E. Jackman, T.L. Hunt, D.E. Driscoll and L. Culp. (1999). A population study of golden eagles in the Altamont Pass wind resource area 1944-1977. Report to National Renewable Energy Laboratory, Subcontract XAT-6-16459-01. Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.
- Johnson, G.D., D.P. Young, Jr, W.P. Erickson, C.E. Derby, M.D. Strickland y R.E. Good (2000). Wildlife monitoring studies: SeaWest Windpower Project, Carbon County Wyoming: 1995-1999. Tech. Report prepared by WEST, Inc. For SeaWest Energy Corporation and Bureau of Land Management.
- Johnson, G.D., D.P. Young, Jr., W.P. Erickson, M.D. Strickland, R.E. Good y P. Becker (2001). Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming: November 3, 1998 - October 31, 2000. Tech. Report prepared by WEST, Inc. For SeaWest Energy Corporation and Bureau of Land Management.
- Kerlinger, P. (1997). A study of avian fatalities at the Green Mountain Power Corporation's Searsburg, Vermont, windpower facility -1997. Prepared for Vermont Department of Public Service, Green Mountain Power Corporation, National Renewable Energy Laboratory and Vermont Environmental Research Associates.
- Kerlinger, P. y R. Curry (2000). Avian risk studies at the Ponnequin Wind Energy Project, Weld County, Colorado: Status of field studies -1999- report for Technical Review Committee. Report prepared for Public Service Company of Colorado.
- Kerlinger, P., R. Curry y R. Ryder (2000). Ponnequin wind energy project avian studies, Weld County, Colorado: summary of activities during 2000. Prepared for Public Service Company of Colorado
- Martí Montes, R. y L. Barrios Jaque (1995). Incidencia de las plantas de aerogeneradores sobre la avifauna en la Comarca del Campo de Gibraltar. Resumen del Informe final. SEO/Birdlife, Junta de Andalucía. Disponible en www.seo.org.
- Martín Barajas, S. (1996). Análisis comparativo de la energía eólica con otras formas de obtención de energía. En: Congreso Nacional de Energía Eólica. Zaragoza, Febrero de 1996.
- McCrary, M.D., R.L. McKernan y R.W. Schreiber (1986) Nocturnal avian migration assessment of the San Gorgonio wind resource study area, spring 1982. Report prepared for Research and Development, Southern California Edison Company.
- Meek, E.R., J.B. Ribbands, W.G. Christer, P.R. Davy e I. Higginson (1993). The effects of aero-generators on moorland bird populations in the Orkney Islands, Scotland, *Bird Study*, 40:140-143. RSPB, Orkney Office, Smyril, Stenness, Orkney, United Kingdom.
- Morrison, M.L. y K.H. Pollock (2000). Development of a Practical Modeling Framework for Estimating the Impact of Wind Technology on Bird Populations. Actas del III National Avian-Wind Power Planning Meeting. San Diego, California, Mayo 1998. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- Nelson, H.K. y R.C. Curry (1995). Assessing avien interactions with windplant development and operation. *Trans. 60th No. Am. Wildl. & Natur. Resour. Conf.*
- NREL & PBRG, National Renewable Energy Laboratory & Predatory Bird Research Group (1995). A pilot Golden Eagle population study in the Altamont Pass Wind Resource Area California.
- NREL & PBRG, National Renewable Energy Laboratory & Predatory Bird Research Group (1997). A population study of Golden Eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area. Second-year progress report.
- Orloff, S. (1992). Tehachapi wind resource area avian collision baseline study. Prepared for California Energy Commission by Biosystems Analysis, Inc., Tiburon, CA.
- Orloff, S. y A. Flannery (1992). Wind turbine effects on avian activity, ahbitat use and mortality in Altamont Pass and Solano County Wind resources Areas, 1989-1991. Final Report to Alameda, Costra Costa and Solano Counties and the California Energy Commission by Biosystems Analysis, Inc., Tiburon, CA.
- Orloff, S. y A. Flannery (1996). A continues examination of avian mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report to the California Energy Commission by Biosystems Analysis, Inc., Tiburan, CA.
- Resit, H (1992). Risk analysis applied to bird populations. Proceedings: Avian interactions with utility structures. Florida, 1992

- Richardson, W.J. (2000). Bird Migration and Wind Turbines: Migration Timing, Flight Behavior, and Collision Risk. Actas del III National Avian-Wind Power Planning Meeting. San Diego, California, Mayo 1998. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada.
- Robinson, S.K. (1991). Effects of the habitat fragmentation on midwestern raptors. Proceedings: Midwest raptor management symposium and workshop. Natl. Wildl. Fed., Washington, DC
- Rodríguez y Crema (2000). Las infraestructuras lineales y su efecto barrera sobre los vertebrados. Quercus, 167: 22-27.
- Sanz Sá, J.M. (1987). El ruido. Unidades temáticas. Centro de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Satheesan, S.M. (1992). Some methods for studying avian interactions with utility structures. Proceedings: Avian interactions with utility structures. Florida, 1992
- Sydney, A. (1992). Avian interactions with utility structures background and milestones. Proceedings: Avian interactions with utility structures. Florida, 1992
- Vargas, F. y A. Úbeda (2001). Coordinadores del Comité de Expertos, 2001. "Campos Electromagnéticos y Salud Pública: Informe Técnico". Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Viada, C. (ed.) (1998). Áreas importantes para las aves en España. Monografía núm. 5 SEO/Birdlife. Madrid.
- Winkelman, J.E. (1985). Bird impact by middle-size wind turbines on flight behaviour, victims and disturbance. Limosa 58: 117-121.
- Winkelman, J.E. (1994). Bird/turbine investigations in Europe. En.: Proceedings of the National Avian. Windpower Planning Meeting. Denver, Colorado, Julio 1994. LGL Ltd., Environmental Research Associates. King City, Ontario Canada

CAPÍTULO VI. LOS PLANES DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

ÍNDICE

VI.1. GENERALIDADES	485
VI.1.1. INDICADORES AMBIENTALES	486
VI.1.2. FASES DEL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO	488
VI.1.3. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DEL PSVA	491

CAPÍTULO VI. LOS PLANES DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

VI.1. GENERALIDADES

Según dispone la normativa legal vigente (estatal y autonómica) en el período de estudio considerado, los Estudios de Impacto Ambiental han de contemplar la realización de un Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental (en adelante, PSVA). En efecto, como se ha descrito en el Capítulo I de la presente memoria, tanto el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de EIA como el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, que aprueba el Reglamento para el desarrollo del anterior, especifican la necesidad de redactar un Programa de vigilancia ambiental (art. 2 RDL y art. 7 RD, respectivamente) no explicitado en la norma comunitaria del año 1985. Dicho programa, que debe incluirse en el documento de síntesis (art. 12 RD), establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el propio estudio de impacto ambiental (art. 11 RD) y en las que se basa la autorización del proyecto. El objetivo básico del PSVA consiste en mitigar y evitar algunos de los efectos ambientales no deseados que pudieran generarse durante las fases de construcción, explotación y posible abandono de las instalaciones y concretamente las alteraciones ambientales generadas por:

- 1) las labores de preparación de terreno, construcción o adecuación de los viales de acceso;
- 2) el transporte y tráfico de maquinaria; construcción y obra civil;
- 3) la implementación y el montaje de los aerogeneradores,
- 4) la instalación de aparellaje eléctrico, y
- 5) el sistema de funcionamiento, gestión y mantenimiento de las instalaciones

Por otro lado, el PSVA debe incluir las indicaciones y medidas preventivas y correctoras contenidas en el EsEIA y en la Declaración Ambiental que formule el Órgano Administrativo de Medio Ambiente. También debe comprobar y verificar la manifestación de los impactos predichos en el EsIA, proporcionar información acerca de la eficacia y la oportunidad de las medidas correctoras propuestas y permitir conocer, mediante estudios de detalle, tanto la evolución en el tiempo de los posibles impactos generados como el grado de afección de algunos impactos difíciles de predecir, articulando medidas correctoras complementarias en el caso de que las aplicadas no sean suficientes.

Este proceso alcanza al conjunto de acciones inherentes a la instalación durante las fases de: a) replanteo de proyecto, b) ejecución de obra civil, c) explotación y d) abandono de la actividad (al menos tres años). Los primeros apartados se satisfacen durante la propia obra y en el período de garantía mediante el control que la Dirección de Obra realiza sobre el cumplimiento de las exigencias del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Planos. Generalmente, las grandes obras cuentan con equipos independientes que se encargan de llevar a cabo el control de calidad de la obra, pero en casos como el que nos ocupa, este tipo de asistencia no está formalizada por lo que se

recomienda la realización de un **Control de Eficacia**, cara al cumplimiento de calidad y a la mejora del *modus operandi* en la ejecución de la obra civil. El control de las variaciones ambientales inducidas es función exclusiva del PSVA, que debe incluir controles experimentales para los indicadores ambientales susceptibles de evaluación en todas las fases de implementación del parque.

VI.1.1. INDICADORES AMBIENTALES

Para realizar el seguimiento y la vigilancia ambiental se han seleccionado los sistemas naturales afectados, identificando aquellos factores ambientales susceptibles de medida y representativos de las alteraciones del entorno, los indicadores ambientales, que serán los parámetros que han de ser sucesivamente medidos para evaluar la magnitud de los impactos. En los EsIA de los parques eólicos realizados en el Dpto. Edafología y Química Agrícola se han considerado los siguientes:

- Nivel de ruidos
- Inestabilidad de taludes
- Aparición de fisuras o microfisuras en el material geológico
- Modificaciones introducidas por las nuevas vías de acceso
- Cambios en los suelos y en la vegetación
- Grado de mantenimiento y evolución de las comunidades vegetales
- Fragmentación de hábitats
- Alteraciones de las redes hidrográficas y de drenaje
- Zonas de invernada o paso de algunas aves
- Alteraciones paisajísticas y visuales
- Transporte de materiales y duración de la fase de obras
- Grado de influencia y aceptación en la población de las alteraciones paisajísticas y visuales

En el caso particular de la biota interesan, además del número de especies e individuos, otros aspectos como Representatividad, Rareza, y Singularidad que contribuyen a establecer la importancia tanto en el contexto autonómico como estatal de cada uno de los sistemas ambientales presentes en el área de estudio.

Las características y el desarrollo del trabajo se plantean en función de la necesidad de obtención de datos y su disponibilidad, para lo que se define una estrategia de toma de muestras, que establece la frecuencia, las áreas a controlar, el método de recogida de datos, la forma de almacenamiento, el sistema de análisis de los mismos y su informe. La viabilidad de la propuesta de vigilancia ambiental se basa pues en las exigencias de tiempo, personal, método de trabajo y presupuesto.

Criterios de valoración de los indicadores ambientales

La ejecución y operación del Plan están diseñadas para comprobar en el campo la evolución de los impactos directos e indirectos generados, la eficacia de las medidas correctoras aplicadas y evitar que se alcancen situaciones límite o situaciones de riesgo ambiental. Para ello se establece una red de vigilancia seleccionando los criterios de valoración, el tipo de campaña y las exigencias del método de acuerdo con las siguientes definiciones:

Calendario de Campañas de Comprobación. El PSVA incluye un cronograma de trabajo y vigilancia para los indicadores de comprobación seleccionados. La frecuencia y distribución de las campañas se desarrolla en las épocas más adecuadas a cada factor de mayor riesgo y considerando tanto las variaciones periódicas estacionales como las posibles variaciones en la ejecución y funcionamiento del parque eólico.

Indicador experimental de comprobación. Son los componentes del medio que deben ser vigilados por parte de un experto a fin de conocer la evolución y gravedad de un impacto. Adicionalmente, se incluyen indicadores de referencia que sirvan para proporcionar información complementaria sobre el grado de la alteración ambiental.

Descripción de la Campaña. Referida al tipo de medición o comprobación que debe de realizarse para cada indicador, garantizando la consistencia del Plan. Se ha recomendado para cada caso, recurrir a protocolos establecidos de comprobación experimental. Es muy importante la realización de una Campaña O, previa al inicio del funcionamiento del parque, que sirva como referencia para determinar el efecto del proyecto a partir de la situación preoperacional. Una vez el Parque ha entrado en funcionamiento se realizará un seguimiento similar al realizado en la Campaña Cero, de modo que la comparación de los resultados indicará el grado de impacto del parque. En su defecto, los estudios se tendrán que realizar en el área de influencia del parque eólico y en una zona control, no afectada por las labores de construcción y puesta en funcionamiento del mismo. Esta área control debe ser, desde el punto de vista ambiental, lo más idéntica posible a la zona de influencia.

Umbral de Alerta. Referido a la situación para la comprobación del experto que indique una evolución negativa o grave del impacto. Requiere la aplicación de una acción adicional o medida correctora de urgencia.

Umbral Inadmisibile. Es la situación para la comprobación del experto que constituye un nivel de gravedad inaceptable para ese impacto. La función del programa de vigilancia debe evitar que se alcance este nivel.

Puntos de Comprobación. Serán las áreas de comprobación y puntos de medición, que no deben variar en las sucesivas campañas a fin de garantizar el control eficaz de las alteraciones ambientales. La selección de los puntos de comprobación se realiza en función de los objetivos del Plan y de las áreas definidas en la descripción de la campaña e incluye necesariamente las áreas especialmente

frágiles y los lugares en los que se pueda comprobar la evolución de los indicadores ambientales estudiados y las predicciones establecidas en el EsIA.

Exigencias Técnicas. Definidas en base a la necesidad de personal cualificado, equipo de medición, etc. Se requerirán biólogos (1 por parque) familiarizados con los métodos de identificación de parámetros referidos a los indicadores ambientales estudiados.

Medidas Correctoras de Urgencia. Constituyen las actuaciones a realizar en el caso de que se alcancen los umbrales de alerta que, en situaciones excepcionales de riesgo, pueden incluir la paralización de proyecto en cualquiera de sus fases y la implantación de medidas de corrección o la ampliación de las existentes con las consecuentes acciones de restauración. Las medidas correctoras se deberán establecer de manera específica en cada caso, atendiendo al tipo de alteración detectado, de acuerdo con las prescripciones establecidas por la Administración Medioambiental.

VI.1.2. FASES DEL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

La mayor parte de los impactos permanentes e irreversibles se producen durante la fase de construcción, dotación de infraestructuras e instalación de aerogeneradores. Por ello, el programa de seguimiento debe estar dirigido al análisis experimental de la tendencia de las alteraciones en los indicadores ambientales seleccionados. Además es conveniente ponderar la significación de los niveles de impacto en su magnitud, conforme a los resultados obtenidos en la matriz de evaluación de impactos del EsIA, comprobando la eficacia de las medidas correctoras aplicadas, por si estas no fueran suficientes. Dicho análisis experimental se refiere a:

- Corroborar el nivel de actividad y de impacto
- Definir su localización exacta y las acciones de proyecto que lo motivan
- Determinar la duración de actividades y la magnitud de los impactos
- Correlacionar los datos de actividades y de impactos
- Controlar la aparición de impactos residuales e indirectos

En consecuencia, el programa se desarrollará en fases sucesivas, coincidentes con las de desarrollo y abandono del proyecto:

- A) **Previo al inicio de las obras.** Durante la fase de replanteo del proyecto es necesario poner en marcha el sistema de control de eficacia que asegure la calidad de ejecución y acabado de la obra. En este momento es necesario definir las labores auxiliares necesarias para la ejecución de la obra civil, realizando una elección correcta de su ubicación, teniendo en cuenta que debe reducirse en la medida de lo posible su grado de ocupación utilizando si cabe, las áreas degradadas y los afloramientos pedregosos: Se trata de las labores extracción de material para préstamos, zonas para la acumulación de sobrantes (vertederos y escombreras) y toda la organización de obra (ubicación de instalaciones auxiliares, zona

de acumulación y preparación en su caso de materiales de acuerdo con el cronograma de trabajo, etc.) También se procede a la ubicación y estaquillado sobre el terreno de la traza de viales, plataformas, zapatas, zanjas y ubicación de subestación, preservando mediante la señalización con cinta de obra las unidades ambientales a preservar como túmulos, afloramientos rocosos, formaciones vegetales o áreas ocupadas por hábitats con interés de conservación.

Conviene que desde la fase de replanteo de proyecto el equipo de seguimiento establezca el método de trabajo y comprobación, los indicadores ambientales señalados en el EsIA y algunos indicadores de referencia, mencionados en el apartado siguiente, que sirvan para proporcionar información complementaria de posibles alteraciones ambientales. En todo caso, si es necesario hacer algún estudio cero de aves, ruidos, etc., sería recomendable aprovechar este periodo.

B) Durante la **fase de construcción**, los sistemas de muestreo y los análisis de los indicadores ambientales referidos a continuación se realizarán con una periodicidad mensual o bimensual:

- Alteraciones producidas en el sustrato geológico y edáfico, realizándose una vigilancia a pie de obra durante la fase de apertura de los viales y muy especialmente en el caso de medios caracterizados por la presencia de turba.
- Explanaciones, mejora de accesos, movimientos de tierras,
- Nivel de ruidos: Verificación de los datos presentados en la documentación comercial
- Modificaciones en la red de drenaje y en el sistema hidrográfico superficial, referidas tanto a los caudales (cantidad y calidad) como a la geometría de la red superficial.
- Alteraciones de las formaciones vegetales y hábitats protegidos por la legislación vigente, según los resultados obtenidos una vez revisada y escrutada en detalle toda la información existente.
- Inestabilidad de taludes.
- Generación de escombros y de partículas en suspensión

Las alteraciones en el medio social y económico inducidas en este período debido al transporte de mercancías, dotación de servicios y circulación de maquinaria pesada deberán controlarse casi a diario con el fin de minimizar sus efectos y en colaboración con las autoridades locales y provinciales pertinentes, seleccionar los horarios más adecuados para las travesías de los núcleos de población.

Durante esta fase es esencial que la tierra vegetal (suelo fértil) que se retira al iniciar la obra debe mantenerse en pequeños acopios con riego regular que permita el mantenimiento de sus condiciones biológicas, físicas y químicas hasta su extensión sobre las zonas a revegetar, tal y como se establece en el apartado correspondiente del Capítulo V Impactos y Medidas Correctoras.

C) Durante la **fase de operación y funcionamiento** se realizarán controles mensuales o bimensuales, referidos a:

- Emisión de ruidos con periodicidad a establecer en el plan de seguimiento de los ruidos que cumpla con la legislación vigente. Se realiza específicamente un Plan de Vigilancia y Control de Ruidos por parte de una entidad homologada conforme a la Ley 7/1997, de 11 de agosto, de protección contra la contaminación acústica.
- Aplicación de un Plan de Restauración de Suelos y Vegetación, referido básicamente a los sustratos geológico y edáfico y a la cubierta vegetal. Comprende el análisis, evolución y medidas correctoras adicionales de las alteraciones producidas en :
 - La red de drenaje y escorrentía.
 - Las comunidades vegetales y faunísticas, contrastando la evolución de las comunidades existentes durante el primer año y siguientes.
 - La atmósfera, en lo que se refiere a la emisión de partículas en suspensión
 - El medio paisajístico inmediato en los terrenos del parque, con especial atención a la remodelación de las superficies finales y a la restauración de su cubierta vegetal.
- Aplicación de un Plan de Vigilancia y Seguimiento de Fauna, centrado en aves (Plan de Seguimiento y Vigilancia de Aves) y quirópteros (Plan de Seguimiento y Vigilancia de Quirópteros), aunque sin obviar las referencia a otros grupos faunísticos presentes en los terrenos de los parques como anfibios y reptiles, así como al ganado caballar y vacuno existente en las áreas de parque. Por su especial interés de conservación se hace hincapié en:
 - Alteraciones de las comunidades de especies invernantes.
 - Posible mortandad de aves locales, fundamentalmente rapaces, con atención a fenómenos meteorológicos susceptibles de condicionar cambios de rutas migratorias o episodios masivos de colisiones.

D) Durante la **fase de abandono de la actividad** se propone el desmantelamiento de las instalaciones no fijas, concretamente desmontar los aerogeneradores en todos sus elementos, inutilizar y sellar en cableado enterrado en las zanjas y proceder al levantamiento de todo el aparellaje eléctrico de la subestación; los elementos arquitectónicos, como el edificio de control, podrán permanecer siempre que los propietarios y autoridades municipales alcancen un acuerdo sobre su posible uso que al mismo tiempo sea acorde con los instrumentos de ordenación territorial y con la demanda de los vecinos y núcleos de población afectados. Debido a la introducción de la maquinaria necesaria para el desmantelamiento de las instalaciones, durante este periodo se realizarán controles referidos a:

- Recuperación y corrección de la morfología superficial.

- Minimización de las pérdidas de suelo por la erosión.
- Red de drenaje e integración en los cursos naturales.
- Revegetación de las áreas afectadas: plataformas, taludes.

Además, se propone el seguimiento y control ambiental de los Planes de restauración ambiental y de vigilancia de fauna mencionados en la fase anterior, que deberán continuarse tras el abandono de la actividad durante al menos dos años y con una periodicidad semestral.

VI.1.3. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DEL PSVA

La organización de los planes de vigilancia ambiental debe concebirse como un plan de actuación único, aprovechando los beneficios de simultaneidad y sucesión de campañas complementarias. El Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental (PSVA) contemplado en los EsIA y basado en las medidas que se consideran necesarias para la preservación de los valores naturales del área, incluye lo siguiente:

1. Informe previo al inicio de las obras
2. Informes periódicos (semestrales) durante las obras realizadas por el equipo de vigilancia
3. Informe final de las obras
4. Plan de Recuperación de Suelos y Vegetación, incluyendo cambios de usos del suelo en el entorno, de periodicidad adecuada a la dinámica de control y vigilancia ambiental de las instalaciones existentes en la actualidad hasta la completa integración de la zona afectada en los años siguientes.
5. Plan de Seguimiento de Aves
6. Plan de Seguimiento de Quirópteros (en su caso)
7. Plan de Seguimiento de Ruidos
8. Plan de Seguimiento de la Calidad de las Aguas
9. Plan de Seguimiento en la Fase de Abandono de la Actividad

Los resultados obtenidos se recopilan en informes periódicos que son facilitados al órgano de administración correspondiente cuando éste lo requiera, con el objeto de permitir la verificación de la eficacia de las medidas correctoras y la exactitud del estudio de impacto ambiental realizado y que permitan ir adaptando el Plan de Seguimiento Ambiental en función de las tendencias observadas en las distintas fases de construcción, operación y funcionamiento y abandono. Es recomendable que dichos informes periódicos sean consistentes, manteniendo siempre la misma estructura y tipo de contenidos de manera que recoja las comprobaciones realizadas en cada campaña, pudiendo incorporar referencias adicionales de otras variables ambientales observadas, junto a las conclusiones de la evolución de los impactos y la eficacia de las medidas correctoras, si las hay. En todo caso, se podrá verificar la eficacia de las medidas correctoras y la exactitud del estudio de impacto ambiental

realizado, adaptando el Plan de Seguimiento Ambiental en función de las tendencias observadas en la fase de ejecución de las obras.

En la actualidad y desde hace algunos años, los informes se realizan con una periodicidad trimestral durante la fase de obras, semestral durante los dos primeros años de funcionamiento del parque y anual en los años sucesivos de funcionamiento, según la propuesta inicial del PSVA del EsIA y en todo caso, a tenor de lo dispuesto en la DEA o DIA, según corresponda. Cabe destacar que el Plan de Recuperación de Suelos y Vegetación, los Planes de Vigilancia y Seguimiento Ambiental de distintos indicadores ambientales y las Campañas Cero de estado previo de Hidrología superficial, Aves y Ruidos se recogen en los respectivos Estudios de EIA como documentos anexos.

En la práctica y según lo dispuesto en las correspondientes Declaraciones de Impacto o Efectos Ambientales, la estructura de los PSVA de los impactos generados durante las fases de construcción, funcionamiento y abandono de los parques eólicos en Galicia es muy similar a la propuesta en los EsIA, tal y como se muestra a continuación. Los contenidos, que pueden sufrir alguna modificación con respecto a las propuestas contempladas en los EsIA, abarcan un cierto número de aspectos relativos a requerimientos administrativos. A continuación se relacionan las condiciones generales de PSVA, indicando los diversos informes que han solicitado o se suelen solicitar y su periodicidad:

1. Informe previo al inicio de las obras, que se presentará al menos un mes antes del inicio de las obras y que comprende:

- a) Cronograma de las obras que incluya las medidas protectoras o correctoras de carácter ambiental.
- b) Cartografía a escala 1:5000 o de mayor detalle en la que aparezcan los elementos a construir y medidas protectoras o correctoras previstas.
- c) Reportaje fotográfico de las zonas en las que se van a implantar los distintos elementos.
- d) Certificación de puesta a punto de motores de camiones y de la maquinaria a emplear en las obras
- e) Copia de la autorización del proyecto arqueológico
- f) Campaña cero de mediciones de ruido
- g) Campaña cero de calidad de las aguas superficiales en su caso

2. Informe durante la ejecución de las obras

- a) Con periodicidad mensual, cronograma de obras actualizado con todas las actividades, incluidas las medidas protectoras o correctoras de carácter ambiental.
- b) Con periodicidad trimestral, un informe de obras que incluya mediciones de ruido, resultados de analítica de aguas, informe que describa el desarrollo de los trabajos con reportaje fotográfico ilustrativo y plano en planta a escala 1:5.000 que refleje la situación real de las obras y el porcentaje de ejecución

3. Informe al final de las obras

- a) Cartografía a escala 1:5000 o de mayor detalle en la que aparezcan los elementos construidos y las zonas donde se realizaron medidas protectoras o correctoras.
- b) Informe y reportaje fotográfico (con fecha y hora) de las zonas en las que quedaron implantados los distintos elementos. Indicación del destino de los posibles sobrantes de tierra vegetal.
- c) Definición de imprevistos y contingencias acontecidas desde el último informe de obras.
- d) Informe sobre los trabajos arqueológicos realizados conforme al proyecto arqueológico.
- e) Certificación de la calidad de los elementos y de los materiales empleados para las operaciones de protección y corrección ambiental.
- f) Documentación acreditativa de la entrega de los residuos generados al gestor autorizado.

4. Informe de seguimiento ambiental semestral (tipo A) desde el inicio de la explotación y durante los dos primeros años de explotación. Básicamente suele incluir un mínimo de contenidos como por ejemplo:

- a) Informe acompañado de reportaje fotográfico de los avances en el proceso de restauración, del estado y tasas de desarrollo de las superficies revegetadas y de la regeneración de la cubierta vegetal, del estado de los dispositivos de drenaje, cuentas, viales, zanjas y de las áreas en las que se aplicaron medidas de protección contra la erosión, así como de la protección paisajística.
- b) Seguimiento de las posibles colisiones de la avifauna con los aerogeneradores y del comportamiento de las aves en el interior del parque.
- c) Resultado de las mediciones de ruido en los puntos de control.
- d) Resultados de los análisis de calidad de aguas tras la finalización de las obras de construcción y del control del funcionamiento de la red de drenaje
- e) Incidencias o problemas detectados en el período de explotación inicial.
- f) Resultado de la vigilancia sobre posibles pérdidas de aceite por los aerogeneradores
- g) Documentación acreditativa de la inscripción en el registro de pequeños productores de residuos peligrosos.

5. Informe de seguimiento ambiental anual (tipo B), a partir del segundo año de explotación y con los mismos contenidos que los informes tipo A ya descritos.

6. Informe ambiental previo al abandono, en un plazo de seis meses antes de la finalización de la explotación y que recoja el cronograma previsto de actuaciones de desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

7. Informe de abandono y clausura de las instalaciones, en un plazo de dos meses a contar desde el fin de las acciones, conteniendo la descripción detallada de las acciones llevadas a cabo con especial

mención a la gestión aplicada a los diferentes residuos procedentes del desmantelamiento y la restauración de las superficies afectadas. Se acompañará de reportaje fotográfico que refleje el estado final del área una vez finalizadas las labores de abandono y realizada la oportuna revegetación.

Además de realizar la Vigilancia Ambiental obligatoria para asegurar la aplicación de medidas correctoras, en los PSVA de los EsIA se reconoce como necesaria la realización de un **Control de Eficacia** consistente en un estudio cuantitativo y científicamente fundado, de carácter sistemático y periódico, que verifique el cumplimiento de las exigencias ambientales de los sistemas naturales y en particular de los humedales existentes en los polígonos de los parques o en sus proximidades. Este Control de Eficacia debe de iniciarse ya durante la fase de replanteo de obra civil, definición y localización de instalaciones auxiliares para su desarrollo, *modus operandi* y cumplimiento de las prescripciones técnicas establecidas.

CONCLUSIONES GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES

- 1.- La **normativa** sectorial destinada a instrumentar el desarrollo de las instalaciones de aprovechamiento del recurso eólico en Galicia (D 205/1995) ha tenido notables implicaciones en la elaboración de proyectos y de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) de parques eólicos, por varios motivos: Uno de los más importantes es que ha supuesto la necesidad imperiosa de realizar estudios ambientales para las instalaciones de parques eólicos desde 1995 que de otra forma no tendrían esta obligación hasta el 14 de marzo de 1999.
- 2.- El Decreto 205/1995 también ha favorecido la fragmentación de proyectos de grandes dimensiones, invalidando cualquier intento formal de realizar una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), lo que ha impedido ensayar las nuevas directrices contenidas en las Directivas europeas que entraron en vigor en Junio de 2004.
- 3.- Las consideraciones medioambientales entendidas desde la Administración se limitan a indicar la necesidad de realizar un Estudio de Impactos o de Efectos Ambientales, según el espacio afectado pertenezca a un Lugar de Interés Comunitario (LIC) o no, en la manera en que establecen los Decretos autonómicos en vigor.
- 4.- El Plan Eólico Estratégico de cada promotor (denominado posteriormente Plan Empresarial) compromete a este último a realizar inversiones industriales, comerciales y financieras en la Comunidad Autónoma. La inversión en investigación se refiere exclusivamente al conocimiento del recurso, imprescindible para evaluar la rentabilidad económica de las instalaciones.
- 5.- Los **proyectos** de los parques eólicos son muy sencillos en diseño y en muchas ocasiones han sido objeto de un tratamiento minucioso para ser adaptados a la zona de instalación. La adecuación y el diseño final de un proyecto se realizan previa cartografía de caminos, sendas, cortafuegos y de las unidades de los hábitats de mayor entidad en la zona, lo que ha requerido el manejo de una cartografía a escala 1:10.000 como máximo. La instalación de los aerogeneradores aprovecha las infraestructuras ya construidas y con la fase de funcionamiento da inicio, e incluso antes, la restauración de suelos y cubierta vegetal.
- 6.- Los resultados finales son también dispares, constatándose la existencia de distintas formas de ejecución de proyecto según la contrata, generalmente una empresa local, haya tenido en cuenta o no la importancia y el valor de conservación de la zona de trabajo. Resulta significativo el ahorro de tiempo y dinero que supone el aquilatamiento de las acciones de proyecto en el campo. El conocimiento preciso de la situación ambiental (que supone muchas veces inversiones en el estudio de la zona), la colaboración de expertos a pie de obra y el interés del promotor por realizar un buen trabajo (Parques de Montouto, Vicedo, Terral,...) se han traducido en la rápida integración de la instalación en el entorno.

7.- Para el promotor, las ventajas derivadas de integrar las cuestiones ambientales en el proyecto constructivo son directas e implican 1) la recuperación anticipada del aval depositado como garantía de cumplimiento de los planes de recuperación ambiental, 2) una mayor eficacia y menor inversión en las labores de restauración y, 3) alcanzar antes el objetivo final de las labores de restauración consistente en la autosostenibilidad de la cubierta vegetal.

8.- Con respecto al **estudio del medio** cabe destacar la escasa información precisa y significativa, útil para la elaboración de los correspondientes inventarios ambientales a la escala necesaria, por lo que la elaboración de los EsEIA ha sido fundamentalmente artesanal. Por otro lado, también es destacable el carácter implícito de la conexión entre los diferentes subapartados que componen el EsEIA y, en este sentido, el paisaje refleja la interrelación entre los tres subsistemas ambientales principales que describen los componentes de los medios físico, biótico y socioeconómico.

9.- Esta interrelación de subsistemas es muy evidente en la principal zona de estudio, la Serra do Xistral, por tratarse de una zona de montaña, acotada y aislada geográficamente, con un sistema de producción basado en el sector primario, aunque influenciada por variables externas, de índole socioeconómica, debido a la existencia de recursos naturales, susceptibles de aprovechamiento a escala industrial.

10.- En la Serra do Xistral los factores físicos determinan en último término el desarrollo de las actividades económicas, bien directamente, a través de la presencia/ausencia de recursos naturales (relieve, riqueza geológica, clima, etc.), bien indirectamente al determinar las posibilidades de desarrollo de los sistemas biológicos (diversidad de cultivos, ganadería). De esta manera, los factores físicos condicionan las formaciones bióticas que el área puede sostener, su distribución, extensión y valor como recurso.

11.- Los usos tradicionales a que es sometida la zona no han resultado ser significativos en el desarrollo de proyectos de aprovechamiento eólico; únicamente habría que señalar que el aprovechamiento minero ha limitado la instalación de un parque eólico en la Serra do Xistral, resultando compatible en otros casos de concurrencia de aprovechamientos.

12.- Se propone la utilización del término **uso de suelo** como representativo del paisaje de la zona de estudio porque integra todos los aspectos relacionados con la variable ambiental suelo que, por definición, es el resultado de la interacción de los factores de formación físicos (clima, relieve, material de partida) y bióticos (como la vegetación y la fauna, que determinan los hábitats y su interés de conservación).

13.- En primera instancia, el valor económico de los aprovechamientos derivados de los distintos usos de suelo establece la conexión entre el medio natural y el medio socioeconómico: El término uso de suelo refleja las actividades económicas, basadas en el aprovechamiento de los recursos existentes, susceptibles de poseer un precio de mercado, y fácilmente cartografiables. La diversificación de usos

supone que cada tesela posee intrínsecamente un valor de mercado, directo en términos de valor inmobiliario, o indirecto, en forma de aprovechamientos.

14.- En relación con las dimensiones de los proyectos, las variables ambientales que sufren el primer impacto (y el de mayor entidad) están relacionadas con la ocupación directa de suelo. Con un diseño de proyecto adecuado, de medidas aquilatadas a la zona de instalación, los **impactos** de mayor magnitud se producen durante la fase de construcción del parque: Los impactos son permanentes, irreversibles, irrecuperables en las áreas con infraestructuras, edificios e instalaciones permanentes (viales, zanjas, centros de control, transformación, subestación, cimentaciones). Los impactos directos sobre el suelo se pueden minimizar con un correcto diseño de proyecto y con las medidas de gestión y manejo del suelo, incluidas en los PSVA. Cabe tener en cuenta que cuanto antes dé comienzo el proceso de restauración de la cubierta vegetal, mayor será el ahorro de tiempo y dinero.

15.- Durante la fase de obras (instalaciones auxiliares, parque de maquinaria y tránsito de vehículos) y de la instalación de los aerogeneradores y aparellaje eléctrico (grúas, elementos portantes durante el transporte) se generan impactos temporales. Suponen el aplastamiento de la vegetación y la compactación del suelo, que puede modificar la capacidad de encharcamiento de las áreas colindantes a las zonas de ocupación permanente. Estas áreas ocupadas temporalmente son susceptibles de restauración y su extensión suele reducirse si el constructor aplica las medidas correctoras de carácter preventivo, incluidas en el EIA y su mejor hacer.

16.- Los **hábitats** existentes en las áreas de instalación de los parques son modificados en la actualidad, al seguir sometidos a la dinámica propia de estas zonas de montaña de Galicia (actividades forestales, ganaderas y cinegéticas). El abandono del aprovechamiento agrosilvopastoral también supone la modificación relevante de los hábitats por plantación de especies forestales de crecimiento rápido, siguiendo la tendencia habitual de los municipios con escasa y envejecida población. Sin embargo, el principal factor de transformación ambiental radica en la transformación del brezal en pradera polifítica, creación de infraestructuras agrarias (viales, parcelación,...) y en los incendios repetidos.

17.- El desarrollo de los proyectos de parques eólicos ha supuesto la generación de **impactos socioeconómicos**, a distintas escalas y difícilmente evaluables en su totalidad: Así induce un aumento sustancial de puestos de trabajo directos en obras, instalaciones, fábricas de componentes etc., e indirectos, en forma de ingenierías, consultoras ambientales, cursos de formación, etc. Además afecta al sistema de tenencia de tierras y al enriquecimiento económico directo que supone para los propietarios particulares y las comunidades de vecinos la venta o el alquiler de los terrenos durante los años de explotación.

18.- El **impacto sobre el paisaje** es acumulativo por la ocupación de extensas áreas adyacentes para el desarrollo de las distintas fases de ejecución de los macroproyectos de parques eólicos. Las áreas de visibilidad son máximas en las zonas cuminales, con panorámicas capaces de abarcar decenas de kilómetros en los momentos de mayor visibilidad, generalmente en otoño. En dirección a los valles la

amplitud de vistas y el número de aerogeneradores visibles se reducen notablemente, pero son perceptibles a una distancia de centenas de metros y aumenta la proporción de observadores potenciales. En general, el número de observadores potenciales se reduce con la distancia y resulta muy bajo en las zonas habitadas debido al apantallamiento de la vegetación, orientación, pendiente y tiempo meteorológico.

19.- La ejecución de los **planes de seguimiento y vigilancia ambiental** ha permitido poner en evidencia el valor real de los impactos predichos y establecer, en su caso, medidas correctoras y compensatorias adicionales para satisfacer los estándares ambientales. Paralelamente el trabajo de campo ha permitido obtener información sobre aspectos diversos referidos a hábitats, distribución de poblaciones y fenología de algunas especies de avifauna, etc., en las zonas de instalación que, de otra manera, sería difícil de obtener.