# Indicadores sintéticos de presión sobre la contaminación del aire.

## Un análisis comparado para las Comunidades Autónomas Españolas

M.ª Casilda Lasso de la Vega Martínez
Ana Urrutia Kareaga
Amaia de Sarachu Campos

*Profesora Titular de Matemáticas en el Departamento de Economía Aplicada IV en la UPV*
*Profesora Titular de Matemáticas en el Departamento de Economía Aplicada IV en la UPV*
*Profesora Asociada de Matemáticas en el Departamento de Economía Aplicada IV en la UPV*

RESUMEN. El medio ambiente está cambiando bajo el influjo de las actividades humanas. Los signos del desequilibrio actual son evidentes en la situación del aire, del agua y del suelo. Pero así como existen numerosos y diversos indicadores económicos y sociales, es evidente, en la mayoría de los países y en el contexto internacional, la carencia de indicadores medioambientales.
En este trabajo se tiene en cuenta el indicador de presión adoptado en el Protocolo de Kyoto para estimar la contribución al problema del cambio climático y se propone un indicador sintético de presión para estimar las emisiones de gases a la atmósfera.
El objetivo de este trabajo es realizar un estudio comparado, para las diferentes comunidades autónomas españolas, de su situación respecto a estos indicadores de presión y analizar los resultados obtenidos en el período 1990-1999. Además se compara la situación de las regiones españolas, respecto a estos indicadores, con la situación internacional.

Descriptores: Indicadores. Medio ambiente. España.

## 1. INTRODUCCIÓN: NECESIDAD DE INDICADORES MEDIOAMBIENTALES DE PRESIÓN SOBRE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El medio ambiente está cambiando bajo el influjo de las actividades humanas. Los signos del desequilibrio actual son evidentes en la situación del aire, del agua y del suelo. En algunos países se ha realizado un gran esfuerzo en la recopilación de datos sobre la situación medioambiental, y en la actualidad se dispone de una gran cantidad de información que refleja la compleja realidad y los cambios y efectos de la actividad humana en el medio ambiente. Pero ante esta abundancia de información se impone la necesidad de una medición que resuma en unos pocos indicadores la situación medioambiental. Así como existen numerosos y diversos indicadores económicos y sociales ampliamente aceptados, que sintetizan realidades complejas, como son por ejemplo el PIB, el IPC, los diferentes índices bursátiles... es evidente, en la mayoría de los países, la carencia de indicadores medioambientales que permitan ilustrar las tendencias, medir lo adecuado de determinadas actuaciones en ciertas materias, así como fomentar la sensibilización pública respecto a los problemas medioambientales.

Recibido: 08.10.01 Revisado: 10.12.01.
Los resultados que aparecen en este artículo forman parte del Proyecto de Investigación de la Universidad del País Vasco 00036.321-HA-138/99.

Las autoras de este trabajo desean agradecer al Ministerio de Medio Ambiente, y en particular a Natalia Alonso Sopeña, de la Dirección General de Calidad Ambiental, la inestimable colaboración para la obtención de los datos.

Todo indicador medioambiental debe ser capaz de informar sobre la situación del medio ambiente, de reflejar los cambios a lo largo del tiempo, debe ser comprensible y reproducible y, siempre que sea posible, debe ser calculado en los mismos términos que los objetivos políticos o las metas ligadas a ellos.

Un marco ampliamente utilizado para la construcción de indicadores medioambientales surge de un simple conjunto de preguntas: ¿Qué está ocurriendo al estado del medio ambiente o de los recursos naturales? ¿Por qué está ocurriendo? ¿Qué vamos a hacer?

Indicadores de los cambios o tendencias en el estado físico o biológico de la naturaleza, indicadores de estado, contestan la primera pregunta. Indicadores de presiones de las actividades humanas que causan cambio medioambiental, indicadores de presión, responden a la segunda, y medidas de las políticas e iniciativas adoptadas en respuesta a los problemas medioambientales, indicadores respuesta, responden a la tercera. En este marco de indicadores de presión-estado-respuesta, los indicadores de presión varían en función de las medidas llevadas a cabo, más concretamente, evalúan si las emisiones crecen o decrecen, si las condiciones adversas a las que está expuesto el hombre aumentan o disminuyen. De esta forma estos indicadores no se utilizan únicamente para medir la presión que cada país ejerce sobre el medio ambiente, sino que sirven para fijar objetivos concretos de cara a la mejora del mismo.

Un elemento de conflicto permanente de los indicadores ambientales es que deben recoger una cantidad cada vez mayor de información sobre una realidad compleja en un número manejable de parámetros apropiado para los procesos de toma de decisiones y de información pública.

En este trabajo se toman en consideración el problema del cambio climático, así como las emisiones contaminantes responsables del aumento del ozono troposférico, y de la acidificación, que junto con la reducción del ozono estratosférico, son los 4 problemas directamente relacionados con la contaminación del aire entre los 12 problemas más relevantes del medio ambiente que la Agencia Europea de Medio Ambiente recoge en el Informe Dobrís, por considerar que tienen especial interés para Europa.

A partir de las emisiones contaminantes del aire y teniendo en cuenta el indicador propuesto en el Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático, se computa, en la sección II, la contribución de las diferentes comunidades autónomas españolas al problema del cambio climático, se analiza su evolución en el período 1990-1999 y se compara su situación con respecto a los países industrializados. En la sección III se propone un indicador sintético de presión para estimar las emisiones de gases a la atmósfera, y de manera análoga a la sección anterior, se realiza un análisis comparado para las comunidades autónomas en el período 1990-1999.

Es obvio el carácter bruto de los indicadores que se tratan de definir puesto que constituyen una síntesis. Pero también es obvia la conveniencia de una medición, del mismo nivel de vulgaridad de otros muchos indicadores económicos existentes, por ejemplo el PIB, sólo un número, pero una medición que nos acerque a aspectos medioambientales que hasta el momento no han sido ampliamente considerados y permitan derivar un conocimiento sobre el conjunto.

## 2. INDICADORES SINTÉTICOS DE PRESIÓN PARA EVALUAR EL PROBLEMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Con el objeto de poder evaluar y clasificar a las diferentes regiones según las presiones ejercidas sobre la contaminación del aire en relación al cambio climático, en este apartado se definen indicadores sintéticos de presión a partir de las emisiones de gases que directa o indirectamente están asociados a este problema.

### 2.1. Definición de indicadores sintéticos de presión sobre el problema del cambio climático

La contribución ejercida por cada región al fenómeno del cambio climático no es una variable que pueda ser medida directamente. Pero puede ser estimada a partir de las emisiones contaminantes ligadas a este problema. Así, para estimar la presión de

cada una de las regiones al cambio climático tomamos como referencia las emisiones de gases responsables del efecto invernadero. Los seis gases definidos por el Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático como causantes del efecto invernadero (GEI) son el dióxido de carbono, $CO_2$, el metano, $CH_4$, y el óxido nitroso, $N_2O$, junto con los tres gases fluorados: hidro-fluoro-carbonos, HFCs, los perfluoro-carbonos y el hexafluoro de azufre.

Los cloruro-fluro-carbonados, CFCs, son considerados también como gases de efecto invernadero, aunque no siempre son incluidos en los indicadores sintéticos de presión del cambio climático. Esto es en parte resultado del Protocolo de Montreal, en el que los países se comprometieron a reducir drásticamente sus emisiones. Además, en la práctica, estas emisiones son muy difíciles de estimar, y se basan principalmente en los datos de producción, que debido a razones de confidencialidad comercial no aparecen en las publicaciones desagregados por países. Aunque esto no significa que el efecto de los CFCs haya desaparecido, puesto que dado su largo periodo de pervivencia en la atmósfera serán necesarias varias décadas para que se recuperen los niveles primitivos. Por otra parte ya se está comenzando a evaluar el efecto de las sustancias que están reemplazando a los CFCs, los hidro-cloro-fluoro-carbonados, HCFCs, y los hidro-fluoro-carbonados, HFCs, puesto que en algunos casos se está probando que resultan aún más dañinas, no en el problema del cambio climático, sino principalmente en la destrucción de la capa de ozono.

La contribución de los gases de efecto invernadero al calentamiento global depende de su concentración en la atmósfera, del periodo de permanencia en la misma así como de su eficacia por retener las radiaciones. A fin de comparar el impacto de los diferentes gases se toma como referencia el denominado potencial de calentamiento global relativo al $CO_2$, tomando el $CO_2$ el valor de 1. Ejemplos de este potencial en un período de 100 años son 21 para el $CH_4$, 310 para el $N_2O$, y varios miles para la mayoría de los gases fluorados (IPCC 1996). Las unidades en que se miden las emisiones teniendo en cuenta estos valores son denominadas «$CO_2$ equivalentes».

Estos valores han sido adoptados por la comunidad internacional para evaluar el impacto de estos gases sobre el calentamiento global.

De todos estos gases responsables del efecto invernadero, los tres primeros, es decir, el dióxido de carbono, el metano, y el óxido nitroso han sido responsables, tanto en España como en el resto de los países de la Unión Europea, para todos los años entre 1990 y 1999, del 98% de las emisiones causantes del efecto invernadero medidas en $CO_2$ equivalentes.

Por otra parte, sólo a partir del 1 de abril de este año la Agencia Europea de Medio Ambiente ha comenzado a incluir en sus inventarios de gases de efecto invernadero, para la Unión Europea, las emisiones de los gases fluorados, pero estas emisiones no están aún disponibles desagregadas para las comunidades autónomas españolas para los primeros años de la década 1990-99. Puesto que uno de los objetivos de este trabajo es estudiar la evolución de la contribución de las comunidades autónomas al cambio climático, se ha optado por computar el índice de presión del cambio climático teniendo en consideración el dióxido de carbono, el metano, y el óxido nitroso, cuyas emisiones, como ya se ha mencionado, suponen más del 97% de las emisiones totales y por tanto la pérdida de rigurosidad que esta elección puede suponer queda compensada con la posibilidad de estudiar la contribución de las comunidades a la evolución española desde 1990, que es la referencia adoptada en el Protocolo de Kyoto.

Por tanto, se toma como indicador sintético de presión sobre el cambio climático, que en este trabajo se nota CCI, para cada región, la suma de las emisiones de $CO_2$, $CH_4$ y $N_2O$ medidas en miles de «toneladas equivalentes de $CO_2$», es decir:

$$(1)\quad CCI = (1 \cdot CO_2) + (21 \cdot CH_4) + (310 \cdot N_2O)$$

### 2.2. Análisis comparativo de las Comunidades Autónomas Españolas atendiendo al Índice Sintético de Cambio Climático

El Indice del Cambio Climático, CCI, se ha calculado para las diferentes comunidades españolas junto con el valor correspondiente para España, según la metodología del apartado anterior, para el año 1990 y el año

1999 (datos disponibles más recientes de emisiones desagregadas). Los datos de las emisiones han sido facilitados por el MMA (2001).

Las cifras que se han utilizado para calcular todos estos indicadores sintéticos son cifras de emisiones globales de cada comunidad. Habitualmente estos indicadores pueden ser relativizados atendiendo a diferentes criterios. En este trabajo se toma en consideración la población de cada una de las comunidades. Es lógico que comunidades con un número importante de habitantes posean valores más altos de emisiones. Para relativizar los datos teniendo en cuenta la población se han definido los indicadores sintéticos per capita del cambio climático sin más que dividir el indicador respectivo entre la población de la comunidad autónoma, medida en millones de personas [datos del INE (2001)]. Las cifras de Ceuta y Melilla aparecen agregadas en Andalucía.

Los valores de estos indicadores tanto per capita como globales, para los años 1999 y 1990, se presentan en la FIG. 1.

En primer lugar cabe destacar que la comunidad con mayor valor para el CCI per capita para 1999, tal como figura en la tabla, es Asturias, seguida de Castilla y León, Aragón, Castilla-La Mancha y Galicia, todas ellas por encima de 10 Tm de $CO_2$ equivalentes per capita. Estas comunidades junto con Galicia y Baleares, ejercen una contribución al cambio climático superior a la media de España. En la situación opuesta se encuentra Madrid, seguida de Extremadura, Murcia y la Comunidad Valenciana.

En esta figura se recogen también las tasas de evolución para cada uno de los valores en el período 1990-1999. Estas tasas

**FIG. 1. Indicadores sintéticos de presión sobre el cambio climático y tasas de evolución para las comunidades autónomas españolas en el período 1990-1999**

| CC.AA. | 1999 | | 1990 | | Tasa de cambio % 1990-1999 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | CCI p.c. | CCI | CCI p.c. | CCI | CCI p.c. | CCI |
| Andalucía | 6,7 | 49,1 | 6,0 | 37,3 | 11,9 | 31,8 |
| Aragón | 15,0 | 17,9 | 15,1 | 16,3 | -0,7 | 9,9 |
| Asturias | 18,9 | 20,4 | 22,5 | 22,0 | -15,6 | -7,3 |
| Baleares | 9,9 | 8,3 | 8,4 | 5,6 | 17,4 | 49,4 |
| Canarias | 7,4 | 12,7 | 5,8 | 9,6 | 27,8 | 32,6 |
| Cantabria | 7,0 | 3,7 | 8,4 | 3,5 | -16,3 | 6,0 |
| Castilla-La Mancha | 13,1 | 22,8 | 12,9 | 19,5 | 2,1 | 16,9 |
| Castilla y León | 15,8 | 39,1 | 15,4 | 34,3 | 2,5 | 13,9 |
| Cataluña | 6,6 | 41,6 | 5,9 | 31,2 | 13,6 | 33,6 |
| Com.Valenciana | 6,3 | 25,8 | 4,6 | 16,2 | 36,7 | 59,6 |
| Extremadura | 5,7 | 6,1 | 7,4 | 5,6 | -23,2 | 8,7 |
| Galicia | 11,2 | 30,5 | 10,7 | 26,9 | 4,6 | 13,3 |
| Madrid | 3,8 | 19,9 | 3,8 | 15,7 | 1,1 | 26,5 |
| Murcia | 6,1 | 7,0 | 6,4 | 5,7 | -5,5 | 21,4 |
| Navarra | 7,5 | 4,1 | 7,9 | 3,4 | -4,7 | 18,8 |
| País Vasco | 8,1 | 17,0 | 8,5 | 16,7 | -5,4 | 1,7 |
| Rioja | 6,9 | 1,8 | 6,8 | 1,5 | 1,9 | 20,3 |
| España | 8,1 | 327,8 | 7,8 | 271,0 | 3,7 | 21,0 |

*Fuente:* Elaboración propia con datos del MMA (2001) y del INE (2001).

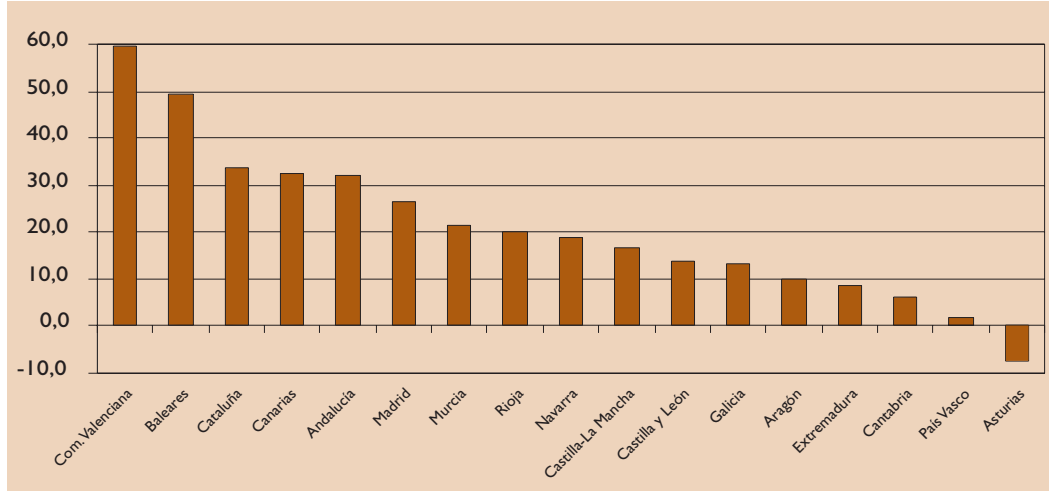



**FIG. 2. Representación de las tasas de evolución del indicador CCI *per capita* para las diferentes Comunidades Autónomas españolas en el período 1990-1999**

han sido calculadas como porcentaje a partir de las diferencias entre los valores de 1999 y 1990 relativizadas por el valor de 1990.

En el Protocolo de Kyoto, que va a ser ratificado a partir de la cumbre de Marrakech, la mayoría de los países industrializados se han comprometido a reducir, individual o conjuntamente, sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5% los niveles de 1990 en el periodo 2008-2012. En particular, la Unión Europea se ha comprometido a que esta reducción fuera de un 8% computada a partir de su indicador sintético de presión sobre el cambio climático, siendo la cuota para España de un aumento del 15%.

Las tasas de evolución en el periodo 1990-99 se representan en la FIG. 2.

En el caso de España, tal como se muestra en la figura, cabe destacar que solamente una comunidad autónoma, Asturias, presenta tasa de evolución negativa, es decir, solamente en esta comunidad ha descendido las emisiones de gases de efecto invernadero en el período 1990-99. En el resto de las comunidades la evolución a nivel global varía entre el casi 60% de aumento de la Comunidad Valenciana, hasta el 1,7% del País Vasco. La evolución para España en este periodo representa un aumento del 21%.

Si se considera el indicador computado teniendo en cuenta los seis gases de efecto invernadero, su evolución en España ha aumentado un 22%, en tanto que para el conjunto de todos los países de la Unión Europea la reducción ha sido del 4,4%, siendo Luxemburgo, con casi un 40%, Alemania y Reino Unido, en torno al 18 y 14% respectivamente, los países que más han reducido sus niveles, aunque las condiciones que han favorecido estas reducciones no volverán a repetirse, puesto que fueron consecuencia fundamentalmente de la reducción del consumo de carbón a favor del gas como fuente de generación de energía, al cierre de las industrias de Alemania oriental, así como a las mejoras introducidas en este país para conseguir un consumo más racional de la energía.

Los resultados considerados a nivel per capita son algo diferentes. Cabe destacar que la evolución per capita para España representa un aumento del 3,1%, presentando en este caso siete comunidades: Extremadura, Cantabria, Asturias, Murcia, País Vasco, Navarra y Aragón, tasas de evolución per capita negativas.

### 2.3. Situación de las Comunidades Autónomas Españolas atendiendo al Índice Sintético de Cambio Climático a nivel internacional

Para representar la situación de las comunidades españolas en el panorama internacional se han calculado los valores del indicador CCI per capita para diferentes

países industrializados para los que se disponía de datos correspondientes al año 1999 (AEMA 2001) y al año 1998 (UNFCCC 2001), y los resultados quedan recogidos en la FIG. 3, en la que aparecen ordenados dichos países junto con las comunidades autónomas españolas en orden ascendente.

En primer lugar, tal como se observa en la tabla, cabe destacar que solamente Letonia, Lituania, Suiza, Portugal, Suecia y Hungría poseen valores per capita del indicador CCI por debajo de los de España.

Cabe observar que Madrid, Extremadura, Murcia, la Comunidad Valenciana, Cataluña, Andalucía, Rioja y Cantabria, poseen valores per capita más bajos que los correspondientes a la mayoría de los países industrializados si se exceptúa Letonia, Lituania y Suiza.

Por el contrario, Asturias, Castilla-León y Aragón se sitúan entre los puestos de los diez países que más presión per capita ejercen sobre el cambio climático. Estas comunidades junto con Castilla-La Mancha y Galicia contribuyen al cambio climático por encima de la media de la Unión Europea.

### 2.4. Análisis comparativo de las Comunidades Autónomas Españolas atendiendo al Índice de Cambio Climático y al PIB

Por último se ha considerado interesante realizar un breve análisis de la relación entre los niveles del PIB y del índice CCI para las distintas comunidades autónomas.

**FIG. 3. Indicadores sintéticos per cápita de presión sobre el cambio climático para algunos países industrializados y para las Comunidades Autónomas españolas para el año 1999**

| Países | CCI per capita |
|---|---|
| **Madrid** | **3,8** |
| Letonia | 4,6 |
| **Extremadura** | **5,7** |
| **Murcia** | **6,1** |
| **Com. Valenciana** | **6,3** |
| Lituania (1) | 6,4 |
| **Cataluña** | **6,6** |
| **Andalucía** | **6,7** |
| **Rioja** | **6,9** |
| **Cantabria** | **7,0** |
| Suiza (1) | 7,4 |
| **Canarias** | **7,4** |
| **Navarra** | **7,5** |
| Portugal | 7,7 |
| Suecia | 8,1 |
| **País Vasco** | **8,1** |
| Hungría (1) | 8,3 |
| **España** | **8,8** |
| Ucrania (1) | 9,1 |
| Italia | 9,3 |
| Francia | 9,4 |
| Austria | 9,6 |
| **Baleares** | **9,9** |
| Polonia (1) | 10,4 |
| Bulgaria (1) | 10,5 |
| **EU15** | **10,7** |
| **Galicia** | **11,2** |
| Reino Unido | 11,2 |
| Grecia | 11,6 |
| Noruega (1) | 12,3 |
| Alemania | 12,3 |
| **Castilla-La Mancha** | **13,1** |
| Bélgica | 14,2 |
| Países Bajos | 14,3 |
| Dinamarca | 14,3 |
| Rep. Checa (1) | 14,3 |
| Finlandia | 14,7 |
| Luxemburgo | 14,7 |
| **Aragón** | **15,0** |
| Estonia (1) | 15,5 |
| **Castilla y León** | **15,8** |
| Irlanda | 16,8 |
| **Asturias** | **18,9** |
| Nueva Zelanda (1) | 20,1 |
| Canada (1) | 22,4 |
| Estados Unidos (1) | 23,5 |
| Australia (1) | 25,6 |

*Fuente:* Elaboración propia con datos de AEMA (2001), MMA (2001), UNFCCC (2001), PNUD (2001) y INE (2001).
(1) datos correspondientes a 1998.

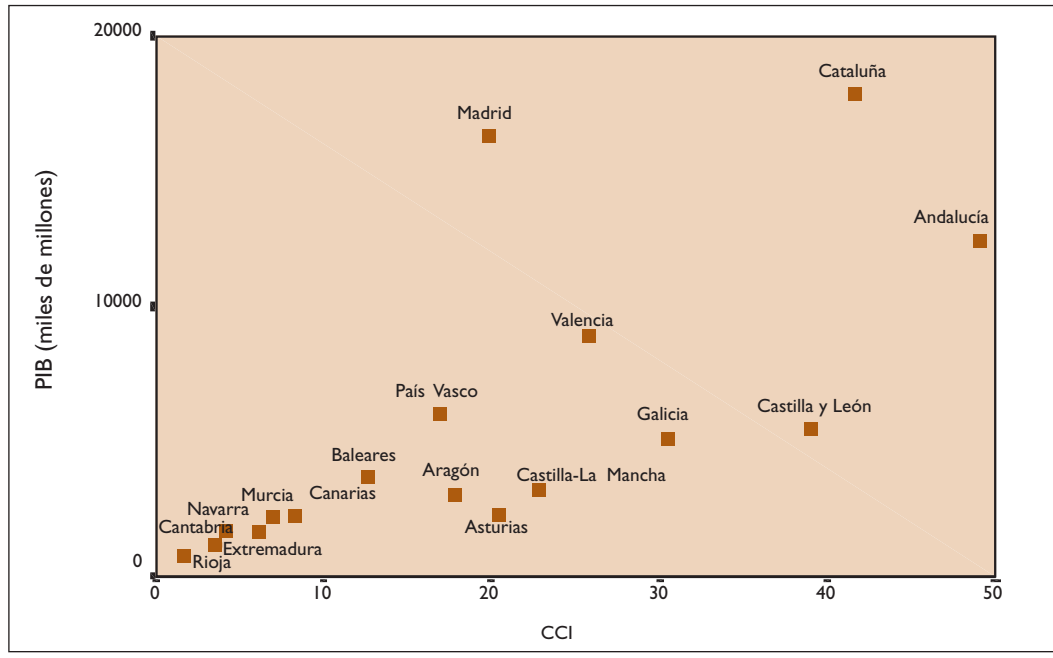



**FIG. 4. Representación de las Comunidades Autónomas españolas según los valores del indicador CCI y del PIB para el año 1999**

*Fuente:* Elaboración propia con datos del MMA (2001) y del INE (2001).

Para ello se han tomado en consideración, en primer lugar, los valores globales para ambos indicadores correspondientes al año 1999 (INE 2001 y MMA 2001). La situación queda reflejada en la FIG. 4.

Como puede observarse en la Figura 4, los valores se presentan bastante dispersos. Si bien es cierto que algunas comunidades como Cataluña y Andalucía poseen altos valores para ambos indicadores, y otras como Rioja, Navarra, Cantabria, Murcia, Extremadura, Baleares y Canarias, que se encuentran en la situación opuesta, con bajos niveles de CCI y del PIB, se puede destacar también que comunidades con niveles similares de emisiones de gases de efecto invernadero, como son por ejemplo Madrid, la Comunidad Valenciana, Castilla-La Mancha, Asturias y Aragón, presentan valores muy dispersos de renta global.

Para poder analizar estos indicadores conjuntamente se ha computado la razón entre ambos indicadores, es decir, la contribución al cambio climático por unidad de PIB. En la FIG. 5 se representan las comunidades autónomas clasificadas según estos valores.

Como puede observarse en dicha figura, las regiones más ecoeficientes, es decir, aquellas con menores niveles de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de PIB son Madrid, Cataluña, Navarra, Rioja, País Vasco, la Comunidad Valenciana y Cantabria. En la situación opuesta, es decir, las comunidades que más contribuyen al cambio climático por unidad de PIB son Asturias y Castilla y León.

Si se toman en consideración los valores per capita de los indicadores CCI y PIB, la situación se presenta en la FIG. 6. En el eje horizontal se han representado los valores per capita del indicador CCI, y en el eje vertical los del indicador PIB. Asimismo se han representado las líneas de referencia de los valores medios para España de ambos indicadores.

Por una parte cabe destacar la situación de Rioja, Cataluña, Madrid, Navarra y País Vasco, con valores de renta per capita superiores a la media de España, y valores de presión sobre el cambio climático en torno a la media. Por el contrario, Asturias, Castilla y León, Castilla-La Mancha y Galicia poseen valores del indicador CCI per capita muy superiores a la media y rentas por debajo de la media nacional.

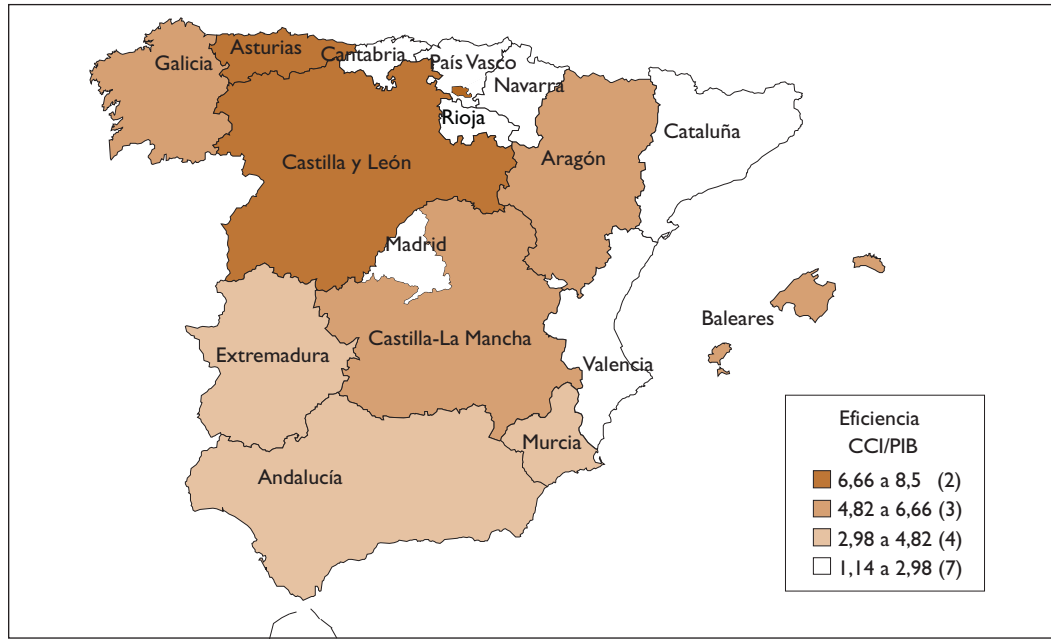



**FIG. 5. Representación de las Comunidades Autónomas españolas según su eficiencia medida a partir de los valores del indicador CCI por unidad del PIB para el año 1999**

*Fuente:* Elaboración propia con datos del MMA (2001) y del INE (2001).

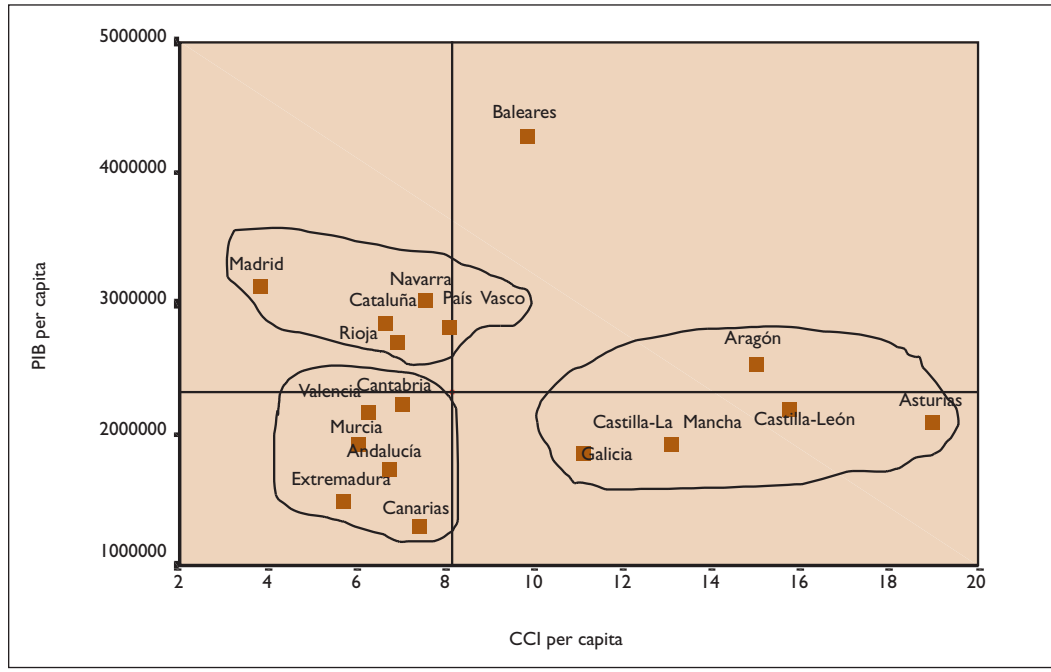



**FIG. 6. Representación de las Comunidades Autónomas españolas según los valores per cápita del indicador CCI y del PIB para el año 1999**

*Fuente:* Elaboración propia con datos del MMA (2001) y del INE (2001).

Con valores para ambos indicadores por debajo de la media se sitúan Extremadura, Canarias, Andalucía, Murcia, la Comunidad Valenciana y Cantabria.

## 3. INDICADORES SINTÉTICOS DE PRESIÓN PARA EVALUAR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Los problemas relacionados con la contaminación del aire no se reducen a los relativos al cambio climático. De los doce problemas más relevantes del medio ambiente que la Agencia Europea de Medio Ambiente recoge en el Informe Dobrís, por considerar que tienen especial interés para Europa, los 4 problemas directamente relacionados con la contaminación del aire son, junto con el cambio climático, el aumento del ozono troposférico, la acidificación y la reducción del ozono estratosférico.

Las emisiones responsables del cambio climático, como ya se ha mencionado en la sección anterior, son los gases de efecto invernadero; fundamentalmente el dióxido de carbono, $CO_2$, el metano, $CH_4$, y el óxido nitroso, $N_2O$.

Respecto al aumento de ozono troposférico se consideran responsables las emisiones de óxidos de nitrógeno, $NO_x$, compuestos orgánicos volátiles excepto el metano, NMVOC, metano, $CH_4$ y monóxido de carbono, CO. En cuanto al problema de acidificación los científicos toman en consideración las emisiones atmosféricas de dióxido de azufre, $SO_2$, los óxidos de nitrógeno, $NO_x$, y el amoniaco, $NH_3$.

Por último, debido a los problemas relacionados con las estadísticas acerca de las emisiones de CFCs y de algunos de sus sustitutos, los HCFCS y HFCs, ya mencionados en la sección anterior, todos ello principales responsables de la destrucción de la capa de ozono, no se ha tenido en cuenta en este trabajo este problema.

Aunque algunos de los gases mencionados son producidos de manera natural, es indudable que los principales problemas medioambientales están directamente relacionados con las actividades humanas.

Análogamente a la sección anterior se plantea ahora la necesidad de adjudicar pesos a cada una de estas emisiones de gases responsables de la contaminación del aire. Al contrario de lo que ocurre para el cambio climático, en este caso, además de las propias emisiones hay muchos factores ajenos a la actividad humana, que dependen de las zonas geográficas y del clima, como pueden ser la luz solar, los vientos, la lluvia, que inciden directamente en el potencial del aumento del ozono troposférico y de la acidificación de todas estas emisiones. Además, en muchas ocasiones, los problemas se generan lejos del lugar donde tuvieron lugar las emisiones de los gases responsables, por lo tanto no es posible establecer de manera directa a escala internacional los pesos de estas emisiones en cada problema considerado. A pesar de ello, en un contexto internacional, creemos que es muy importante estimar, por medio de indicadores, al menos la contribución de los distintos países en las emisiones de los gases responsables de cada uno de estos problemas y, de alguna manera, obtener indicadores sintéticos que proporcionen un mecanismo de comparación internacional y de evaluación a lo largo del tiempo de la presión ejercida por cada país sobre la contaminación del aire.

### 3.1. Definición de indicadores sintéticos de presión sobre la contaminación del aire

Para conseguir el objetivo de asignar pesos a las diferentes emisiones para construir un indicador de la contaminación del aire a escala internacional, se ha explorado, en primer lugar, la estructura de relación entre todas las emisiones de los contaminantes atmosféricos para los países industrializados para todos los años entre 1990 y 1999[1]. En todos los casos se observa que las correlaciones entre las emisiones son muy altas.

Estas altas correlaciones entre las diferentes emisiones indican que existe relación entre ellas, es decir, existen países para los que todas estas emisiones son muy altas y otros para los cuales son bajas, es decir países que presionan fuertemente sobre la contaminación del aire y otros que

[1] Se han tomado los datos más recientes de las emisiones correspondiento al año 1999 los obtenidos a través de la AEMA (2001) y al año 1998 los obtenidos en UNFCCC (2001).

presionan menos. Es evidente que este hecho debe quedar reflejado en la definición de cualquier indicador de presión sobre la contaminación del aire.

A falta de otro criterio objetivo para definir los pesos de las diferentes emisiones en el indicador de presión sobre la contaminación del aire, se toma como criterio que el indicador escogido sea aquel que recoja la mayor cantidad de información de las emisiones de partida.

En este contexto el Análisis en Componentes Principales (ACP) es el método estadístico que permite recoger con un pequeño número de factores la mayor cantidad de información de un conjunto de variables linealmente relacionadas. En todos los casos, y para todos los años entre 1990 y 1999 se observa que es adecuado aplicar este método para los países industrializados, dadas las altas correlaciones entre las emisiones así como el determinante próximo a 0 de las respectivas matrices de correlación, y la bondad de otras medidas de adecuación de la muestra.

El porcentaje de la información explicada por el primer factor está en torno del 90%, siendo en particular para el año 1990 del 91.3% y para el año 1999 del 88.5%, es decir, el primer factor del análisis ACP explica alrededor del 90% de la información inicial.

Los pesos obtenidos en el análisis que permite el cálculo del primer factor para estos dos años se presentan en la FIG. 7.

El ACP presenta la ventaja de que proporciona indicadores lineales que recogen la mayor información de los datos de partida, pero al depender de los datos concretos a los que se aplica el análisis, los factores resultantes no permiten establecer comparaciones a lo largo del tiempo. Manteniendo el objetivo de definir indicadores que permitan la comparación internacional y la evaluación a lo largo del tiempo, se propone como indicador sintético de presión sobre la contaminación del aire el indicador lineal cuyos coeficientes son la media aritmética de los coeficientes de los respectivos factores para 1990 y 1999.

El indicador sintético propuesto es un indicador de presión que permite evaluar las emisiones asociadas a la contaminación del aire a lo largo del tiempo. En cuanto a la pérdida de información de los datos de emisiones de partida, los porcentajes de variabilidad explicados por este indicador sintético, para todos los años, difiere en menos de una centésima del porcentaje explicado por los factores obtenidos mediante el análisis ACP, por lo que parece evidente que la pérdida de información queda justificada por la posibilidad de establecer comparaciones a lo largo del tiempo.

Por otra parte, las correlaciones entre los factores obtenidos mediante el análisis ACP y el indicador sintético definido es 1.000 para todos los años, lo que nos permite afirmar que el indicador sintético y los factores

**FIG. 7. Coeficientes para el cálculo del primer factor obtenido en el análisis en componentes principales para los años 1999 y 1990**

| | 1999 | | | 1990 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Media | Desviación típica | Coeficientes | Media | Desviación típica | Coeficientes |
| $CH_4$ | 1079,4 | 1086,3 | 0,138 | 1068,1 | 1307,0 | 0,134 |
| $CO_2$ | 182017,2 | 229005,8 | 0,131 | 151412,1 | 22 2718,3 | 0,132 |
| CO | 2230,9 | 2701,2 | 0,138 | 2249,9 | 3233,6 | 0,134 |
| $N_2O$ | 61,4 | 81,3 | 0,133 | 53,9 | 78,7 | 0,129 |
| $NH_3$ | 179,1 | 199,6 | 0,137 | 173,1 | 198,3 | 0,130 |
| NMVOC | 638,1 | 812,8 | 0,135 | 631,8 | 940,6 | 0,134 |
| $NO_x$ | 610,3 | 677,7 | 0,140 | 590,8 | 758,3 | 0,133 |
| $SO_2$ | 688,5 | 772,8 | 0,109 | 895,0 | 1264,3 | 0,121 |

respectivos son estadísticamente indistinguibles a un nivel de significatividad del 99%.

El indicador sintético admite valores negativos. Ha parecido conveniente transformar todos los valores en positivos, sin más que sumar una constante. El indicador obtenido refleja la presión ejercida sobre la contaminación del aire y se nota PI.

### 3.2. Análisis comparativo de las Comunidades Autónomas Españolas atendiendo al Índice Sintético de Presión sobre la Contaminación del Aire

El índice sintético de presión sobre la contaminación del aire, PI, propuesto en el apartado anterior, se ha calculado para las diferentes comunidades españolas junto con el valor correspondiente para España para el año 1990 y el año 1999. Los datos de las emisiones han sido facilitados por el MMA (2001).

Además, de manera análoga a la sección anterior, los datos del indicador PI se han relativizado teniendo en cuenta la población. Asimismo se han calculado las tasas de variación en el periodo 1990-1999. Todos estos resultados aparecen recogidos en la FIG. 8.

En primer lugar cabe destacar que la comunidad con menor valor para el indicador PI per capita para 1999, tal como figura en la tabla, es Madrid, seguida del País Vasco, la Comunidad Valenciana, Canarias, Cataluña y Andalucía, todas ellas por debajo de la media de España. En la situación opuesta se encuentra Aragón, que junto con Castilla y León, Extremadura y Castilla-La Mancha presentan valores para el indicador superiores a 9 u. per capita.

**FIG. 8. Indicadores sintéticos de presión sobre la contaminación del aire y tasas de evolución para las Comunidades Autónomas españolas en el período 1990-1999**

| CC.AA. | 1999 | | 1990 | | Tasa de cambio % 1990-1999 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | PI p.c. | PI | PI p.c. | PI | PI p.c. | PI |
| Andalucía | 4,0 | 29,1 | 4,1 | 28,5 | -2,8 | 2,1 |
| Aragón | 10,7 | 12,8 | 9,2 | 11,0 | 16,2 | 16,3 |
| Asturias | 7,2 | 7,7 | 7,7 | 8,5 | -7,1 | -8,9 |
| Baleares | 4,1 | 3,4 | 4,0 | 2,8 | 0,7 | 20,8 |
| Canarias | 3,1 | 5,4 | 2,5 | 3,6 | 27,3 | 48,0 |
| Cantabria | 5,6 | 3,0 | 5,3 | 2,8 | 4,0 | 5,0 |
| Castilla-La Mancha | 9,6 | 16,6 | 10,0 | 16,6 | -4,6 | 0,3 |
| Castilla y León | 10,4 | 25,7 | 10,3 | 26,1 | 1,1 | -1,6 |
| Cataluña | 3,9 | 24,1 | 3,5 | 20,8 | 11,5 | 15,9 |
| Com.Valenciana | 3,0 | 12,4 | 2,9 | 11,0 | 4,6 | 12,4 |
| Extremadura | 9,9 | 10,5 | 9,9 | 10,4 | -0,2 | 1,0 |
| Galicia | 5,0 | 13,7 | 4,8 | 13,0 | 4,7 | 4,7 |
| Madrid | 1,8 | 9,2 | 1,7 | 8,5 | 1,2 | 7,4 |
| Murcia | 4,3 | 4,9 | 4,8 | 5,0 | -11,3 | -1,3 |
| Navarra | 6,2 | 3,4 | 6,1 | 3,1 | 2,7 | 7,9 |
| País Vasco | 2,9 | 6,0 | 3,1 | 6,5 | -7,5 | -7,4 |
| Rioja | 5,2 | 1,4 | 6,0 | 1,6 | -12,9 | -12,5 |
| **España** | **4,7** | **189,3** | **4,7** | **180,1** | **0,7** | **5,1** |

*Fuente:* Elaboración propia con datos de EEA (2001), MMA (2001) y del INE (2001).

En cuanto a las tasas de evolución cabe destacar en primer lugar que en España las dos tasas, tanto per capita como global, son positivas, lo que supone que, según esta estimación, han aumentado en este período en España las emisiones de gases a la atmósfera. Respecto a las comunidades cinco de ellas, Rioja, Asturias, País Vasco, Castilla y León y Murcia, han reducido las emisiones globales, destacando el caso de Rioja, cuya tasa de reducción es superior al 10%. En cuanto a las emisiones *per capita*, en este período han disminuido en Rioja, Murcia, País Vasco, Asturias, Castilla-La Mancha, Andalucía y Extremadura.

### 3.3. Situación de las Comunidades Autónomas Españolas atendiendo al Índice Sintético de Contaminación del Aire a nivel internacional

Por último, tal como se analizó en la sección anterior, resulta interesante representar la situación de las comunidades españolas en el panorama internacional. Para ello se han calculado los valores del indicador PI per capita para diferentes países industrializados para los que se disponía de datos correspondientes al año 1999 (AEMA 2001), y los resultados quedan recogidos en la FIG. 9, en la que aparecen ordenados dichos

**FIG. 9. Indicadores sintéticos per cápita de presión sobre la contaminación del aire para algunos países industrializados y para las Comunidades Autónomas españolas para el año 1999**

| Países | PIp.c. | Países | PIp.c. |
|---|---|---|---|
| **Madrid** | **1,8** | Suecia | 7,4 |
| **País Vasco** | **2,9** | Países Bajos | 8,2 |
| **Com. Valenciana** | **3,0** | Austria | 8,4 |
| **Canarias** | **3,1** | Lituania | 8,9 |
| Reino Unido | 3,5 | Bulgaria | 9,2 |
| Alemania | 3,7 | Hungría | 9,3 |
| **Cataluña** | **3,9** | **Castilla-La Mancha** | **9,6** |
| **Andalucía** | **4,0** | Grecia | 9,7 |
| **Baleares** | **4,1** | **Extremadura** | **9,9** |
| **Murcia** | **4,3** | Portugal | 10,1 |
| **España** | **4,7** | Bélgica | 10,2 |
| **Galicia** | **5,0** | **Castilla y León** | **10,4** |
| **Rioja** | **5,2** | **Aragón** | **10,7** |
| Polonia | 5,3 | Rep. Checa | 10,7 |
| **Cantabria** | **5,6** | Finlandia | 11,2 |
| Francia | 5,7 | Estonia | 11,8 |
| **Navarra** | **6,2** | Noruega | 13,5 |
| Suiza | 6,5 | Dinamarca | 13,5 |
| Letonia | 6,9 | Irlanda | 20,5 |
| **Asturias** | **7,2** | | |

*Fuente:* Elaboración propia con datos de EEA (2001), UNFCCC (2001), PNUD (2001), MMA (2001) y del INE (2001).

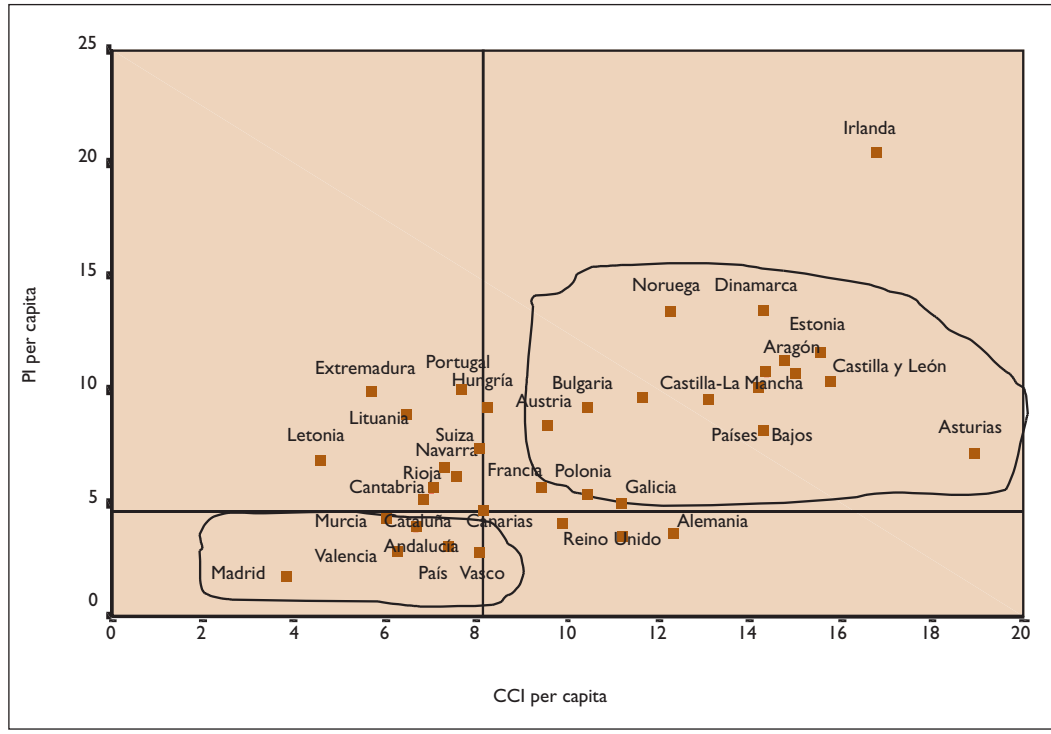



**FIG. 10. Situación de las Comunidades Autónomas españolas respecto a los indicadores per cápita CCI y PI a escala internacional para el año 1999**

países junto con las comunidades autónomas españolas en orden ascendente.

En primer lugar, hay que destacar que muchos de los países industrializados que más presión ejercen sobre el cambio climático, como por ejemplo Estados Unidos, Australia, Canadá, Nueva Zelanda y Estonia, no aparecen representados en la Figura 9 puesto que no se dispone de las emisiones de $NH_3$, y por tanto no es posible computar el indicador PI.

Tal como se observa en la tabla, solamente dos países industrializados, Reino Unido y Alemania, contribuyeron en 1999 per capita menos que España a los problemas de la contaminación del aire globalmente. Además Madrid, País Vasco, Comunidad Valenciana y Canarias ocupan los cuatro primeros puestos de las regiones que menos contribuyen con sus emisiones. En la situación opuesta se encuentran Irlanda, Dinamarca, Noruega, Estonia, Finlandia y la república Checa, cuyas emisiones per capita de gases a la atmósfera se estima son superiores a cualquiera de las regiones españolas.

### 3.4. Análisis comparativo de las Comunidades Autónomas Españolas atendiendo los Índices Sintéticos de Presión sobre el Cambio Climático y sobre la Contaminación del Aire

Para poder analizar la relación entre los dos indicadores sintéticos definidos, CCI y PI, y estudiar la situación a escala internacional de las comunidades españolas respecto de ellos, se ha representado en la Figura 10 los valores tanto de las comunidades españolas como de los países industrializados. En el eje horizontal se han representado los valores per capita del indicador CCI, y en el eje vertical los del indicador PI. Asimismo se han representado las líneas de referencia de los valores medios de ambos indicadores.

Cabe destacar que los valores se presentan dispersos, no pudiendo establecerse ninguna relación entre ellos.

Según puede observarse en la figura, hay siete comunidades, Madrid, Canarias, Comunidad Valenciana, País Vasco,

Cataluña, Andalucía, y Murcia, que presentan valores per capita para ambos indicadores inferiores a la media.

Por el contrario Asturias, Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha y Galicia, al igual que Irlanda, Estonia, Finlandia, Dinamarca, Noruega, y Países Bajos, entre otros, presentan valores para los dos indicadores por encima de la media.

## 4. CONCLUSIONES

En este trabajo, tomando en consideración las emisiones de gases asociadas a la contaminación del aire, se ha tenido en cuenta el indicador sintético de presión para el problema del cambio climático y en general se ha propuesto un indicador sintético que refleja la contribución global a la contaminación del aire. Estos indicadores permiten realizar comparaciones de la presión ejercida sobre la contaminación de la atmósfera por diferentes países, y en particular por las comunidades autónomas españolas, y analizar su evolución a lo largo del tiempo.

Así por ejemplo, respecto al problema del cambio climático, con los datos más recientes de que se dispone, se puede concluir que las comunidades autónomas españolas que menos contribuyen per capita en este aspecto son Madrid, seguida de Extremadura, Murcia y la Comunidad Valenciana que junto con Letonia presentan valores per capita más bajos que cualquiera de los países industrializados para los que se dispone de datos. Además son Madrid junto con Cataluña, Navarra, Rioja, País Vasco, la Comunidad Valenciana y Cantabria las comunidades más ecoeficientes, es decir, aquellas comunidades que menos contribuyen al cambio climático por unidad de PIB.

Por el contrario, las comunidades autónomas españolas que más contribuyen per capita al problema del cambio climático son Asturias, seguida de Castilla y León, Aragón, Castilla-La Mancha y Galicia, con valores similares a los de Irlanda, Estonia, Luxemburgo y Finlandia entre otros, aunque por debajo de Australia, Estados Unidos, Canadá y Nueva Zelanda. Además son precisamente Asturias y Castilla y León las comunidades españolas menos eficientes, es decir, las que más contaminan por unidad de PIB.

En cuanto a la evolución de la contribución global ejercida en el problema del cambio climático, solamente una comunidad, Asturias, presenta una tasa de evolución negativa en el periodo 1990-1999, siendo el cómputo global para España de un aumento del 22%, destacando la Comunidad Valenciana con una tasa de aumento de casi el 60%.

Si se toman en consideración la contribución de las emisiones per capita a la atmósfera, computadas a partir del indicador PI per capita, Madrid, seguida del País Vasco, la Comunidad Valenciana, Canarias, Cataluña y Andalucía, son las regiones españolas que menos contribuyen en este aspecto, en tanto que Aragón, Castilla y León, Extremadura y Castilla-La Mancha están en la situación opuesta, con valores inferiores a Irlanda, Dinamarca, Noruega, Estonia, Finlandia y la república Checa.

Al considerar el indicador PI las emisiones globales en España experimentan han aumentado un 5,1% en el período 1990-1999, en tanto que per capita el aumento ha sido de un 0,7%.

Por último queda abierta la posibilidad de que los indicadores sintéticos definidos en este trabajo complementen la información de otros indicadores medioambientales y económicos existentes, puedan ser agregados junto con indicadores de desarrollo humano, y sirvan para ayudar en la toma de decisiones referentes a la protección y mejora del medio ambiente y para un seguimiento de las mismas en términos de un desarrollo sostenible.

## BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (1995): *Medio Ambiente en Europa: El Informe Dobris,* ed. Española del Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 1998.

— (1998): *Europe's Environment: The Second Assessment,* Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 1998.

— (2001): http: //www.eea.eu.int.

EUROSTAT & EUROPEAN COMMISSION (2000)*: Towards environmental pressure indicators for*

*the E.U.,* Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2000.

— & THE EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY & UNITED NATIONS & O.E.C.D. & WORLD HEALTH ORGANIZATION (1995): *Europe's Environment: Statistical Compendium for the Dobris Assessment,* Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

— & THE EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1998): *Europe's Environment: Statistical Compendium for the Second Assessment,* Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 1998.

HAMMOND, A. & A. ADRIAANSE & E. RODENBURG & D. BRYANT & R. WOODWARD (1995): *Environmental Indicators,* World Resources Institute, Washington, D.C.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2001): htp://www.ine.es.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (1996): «Climate Change 1995: The Science of Climate Change»*, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,* eds: J. T. Houghton, L. G. MEIRA FILHO, B. A. CALLANDER, N. HARRIS, A. KATTENBERG & K. MASKELL, Cambridge University Press, Cambridge.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2001): *Inventario CORINE-AIR* (datos facilitados por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General de Calidad Ambiental).

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2001): *Informe sobre Desarrollo Humano 2001,* ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

CONVENIO MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (2001): http://www.unfccc.de/resources/.

**Siglas y abreviaturas utilizadas en el trabajo:**

ACP Análisis en Componentes Principales

AEMA Agencia Europea de Medio Ambiente

CCI: indicador sintético de presión sobre el cambio climático.

IPCC Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático

INE Instituto Nacional de Estadística.

MMA Ministerio de Medio Ambiente.

PI: indicador sintético de presión sobre la contaminación del aire

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

UFCCC Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

# Fundamentos para la catalogación y conservación del arbolado singular

Ignacio Pérez-Soba Díez del Corral & Juan Picos Martín

*Ingeniero de Montes. Gobierno de Aragón. Servicio de Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza. Sección de Gestión Forestal.*
*Ingeniero de Montes. Universidad de Vigo. Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente.*

RESUMEN: El objetivo de este artículo es proponer una mínima base teórica sobre la motivación y la teleología de la catalogación y protección de un elemento popular muy presente en la cultura rural y forestal: los árboles singulares. Para ello se pasa brevemente revista a los antecedentes de la protección del arbolado singular español, para a continuación listar y analizar los motivos que pueden hacer que un árbol sea singular, y distinguir las medidas específicas de protección de los árboles de otras disposiciones de protección de elementos naturales con las que a veces se ha confundido en la praxis de las Administraciones Públicas. Tras ello, se revisan las distintas finalidades e implicaciones legales y técnicas que tiene la labor de protección de los árboles singulares, y se propone un modelo iterativo teórico para la elaboración y revisión de un catálogo de arbolado singular.

Descriptores: Arbolado. Catálogos. Conservación de la naturaleza.

## 1. INTRODUCCIÓN

Sucede, a veces, que la legítima intención de proteger especies, recursos, elementos o espacios naturales no está precedida de una reflexión sobre los motivos y fines a que esa protección debe responder. Ello puede deberse a una actuación impulsiva (caso de las protecciones establecidas por motivos estrictamente políticos o coyunturales), o simplemente poco profesional, de modo que se actúe intuitiva o incluso instintivamente, sin distinguir las circunstancias de cada caso, o sin saber, en definitiva, qué es exactamente lo que se quiere proteger y con qué fin. Las consecuencias de este modo de proceder son previsibles: confusión legal, duplicidad o incoherencia de acciones de una misma Administración, normas inaplicables o incluso contraproducentes, falta de continuidad de los trabajos iniciados para la protección, etc.

La idea de este artículo es, pues, proponer una mínima base teórica sobre la motivación y la teleología de la catalogación y protección de un elemento popular muy presente en la cultura rural y forestal, y que es objeto (como, en definitiva, toda la Naturaleza), de un creciente interés por parte de la sociedad: los árboles singulares. No es nuestra intención entrar en los aspectos, poco explorados hasta ahora, jurídicos y técnicos de esa protección, o analizar la praxis de los investigadores y las Administraciones Públicas en ese sentido, temas que esperamos abordar en futuros

Recibido: 26.11.01
e-mail: jperezs@aragob.es

trabajos. Simplemente, insistimos, pretendemos revisar muy someramente el origen, la motivación y los fines de la protección de dichos árboles.

## 2. BREVE HISTORIA DE LA PROTECCIÓN DE LOS ÁRBOLES SINGULARES EN ESPAÑA

La preocupación por la conservación del arbolado singular en España es mucho más antigua de lo que comúnmente se cree. Quizá lo primero que convendría recordar es que, como es bien sabido, ni la protección de la Naturaleza ni, específicamente, la de los árboles singulares, constituye ninguna novedad, ni siquiera nada reciente, en España. En lo que respecta a la protección del medio natural, hay que recordar que la legislación española de protección de los montes es de las más antiguas del mundo, y que fue obra exclusiva, frente a potentes presiones contrarias, del Cuerpo de Ingenieros de Montes, creado por Real Orden de 18 de octubre de 1853 (CASALS, 1996). Fruto de la labor de divulgación y presión política de Ingenieros de Montes tan destacados como Don Agustín Pascual, Don Ricardo Codorníu, Don Rafael Puig Valls, Don Lucas Olazábal y otros tantos, fue la extraordinaria Ley de Montes de 24 de mayo de 1863, seguida por la creación del Catálogo de Montes de Utilidad Pública (por Real Decreto de 17 de mayo de 1865 completado por el Real Decreto de 1 de febrero de 1901), de la figura del «monte protector», de las divisiones hidrológico-forestales, de la fiesta del árbol, etc. La labor legislativa de protección de la Naturaleza llevada a cabo desde el siglo XIX por el Cuerpo de Ingenieros de Montes fue tan activa, que incluso muchas de las leyes muy posteriores de espacios naturales protegidos apenas han añadido nada nuevo a las disposiciones protectoras que aún hoy brinda la ya antigua Ley de Montes de 8 de junio de 1957, y su extenso y detallado Reglamento de 22 de febrero de 1962. En una frase: «no cabe duda de que para el profesional forestalista el reconocimiento de los poderes políticos y por la opinión pública de la importancia protectora de las masas forestales sobre el suelo y el agua, ha supuesto un alivio en su continuada lucha para una mayor consideración de estos aspectos fundamentales en la gestión de los montes» (PÉREZ-SOBA BARÓ, 1985).

Fue precisamente de esa tradición legislativa de protección y fomento de la riqueza forestal española de la cual surgió en nuestro país la política de creación de espacios naturales protegidos. Así, la primera propuesta de creación de un Parque Nacional fue la que el Ingeniero de Montes D. Rafael Puig Valls hizo en 1902, promoviendo la creación del «Parque Nacional de Montserrat» (BOADA, 1995; 69-75). Finalmente, la Ley de 7 de diciembre de 1916 introdujo en nuestro país la figura del Parque Nacional, y de esta Ley, y de las que han venido sucediéndola, proviene la declaración de espacios naturales protegidos tan antiguos como los Parques Nacionales de la Montaña de Covadonga (Ley de 22 de julio de 1918) y del Valle de Ordesa (Real Decreto de 16 de agosto de 1918), o los Sitios Naturales de Interés Nacional de San Juan de la Peña (1920), de la Dehesa del Moncayo (1927), Ciudad Encantada, Torcal de Antequera y Picacho de la Virgen de la Sierra de Córdoba (1929), la Pedriza de Manzanares, el Pinar de la Acebeda y Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara (1930), etc., figuras recalificadas hoy según legislaciones posteriores.

Por último, la protección de los árboles singulares españoles, dentro de la política de espacios naturales protegidos, es también antigua, como de hecho hemos analizado con detalle en otro trabajo anterior (PÉREZ-SOBA y PICOS, 2000), al que nos remitimos para un mayor detalle. La idea de la protección de la figura del árbol, y de su promoción, también estuvo muy presente en las actuaciones y escritos de los Ingenieros de Montes desde la creación del Cuerpo, preocupación que cristalizó, a principios del siglo XX en el intento que realizó la «Revista de Montes» (órgano de expresión de los Cuerpos de Ingenieros de Montes y de Ayudantes de Montes) de formar un catálogo nacional del arbolado singular. Figura insigne de estos primeros intentos es la de D. Ricardo Codorníu y Stárico, Ingeniero de Montes conocido como «el apóstol del árbol». Gracias a su empuje e ilusión se debe el primer intento de formar una relación de árboles singulares y de dotarles de una protección jurídica. Este intento deriva del Real Decreto de 23 de febrero de 1917, por el que se dictaban instrucciones para la aplicación de la citada Ley de 7 de diciembre de 1916. Este

Real Decreto preveía que los Ingenieros de Montes Jefes de los Distritos Forestales elevaran, antes del 24 de mayo de 1917, tres relaciones. Una, de lugares naturales de especial interés (para su declaración, bien como Parque Nacional, bien como Sitio Nacional). Otra, de «curiosidades naturales, extraordinarias por sí mismas, que merezcan también protección especial» , y una tercera, en fin, en la que debían figurar «los árboles más notables de la provincia, consignando en ella los que por sus dimensiones, edad, rareza o tradiciones hayan sido ya consagrados por el voto del pueblo». Desgraciadamente, lo perentorio y breve del plazo, las dificultades presupuestarias, y probablemente la respuesta desigual, hizo fracasar este primer intento de catalogación, pese a los loables esfuerzos de muchos Ingenieros, y de las «Sociedades de Amigos del Árbol», creadas por el citado Ricardo Codorníu, quien llamó a la colaboración popular, ya que se trataba no sólo de «contribuir a que conozcamos las bellezas del suelo patrio, fomentando el turismo, sino que además es de decoro nacional» (EL VIEJO FORESTAL, 1917).

Como se ve, se trataba, en un principio, sólo de catalogar el arbolado singular, sin que esta catalogación tuviera un equivalente grado de protección legal. La primera referencia expresa en este sentido aparecería en el Reglamento de Montes, aprobado por el Decreto 485/1962, de 22 de febrero. Este Reglamento, que venía a completar de una manera muy importante la Ley de Montes de 8 de junio de 1957, incluía expresamente en su artículo 189.3 la posibilidad de declarar «Monumento natural de interés nacional» a «los elementos o particularidades del paisaje en extremo pintoresco y de extraordinaria belleza o rareza, tales como peñones, piedras bamboleantes, *árboles gigantes*, cascadas, grutas, desfiladeros, etc.» Esto se completaba con la creación de mecanismos eficaces de protección (mediante las prohibiciones contenidas en los artículos 193, 200 y 201) y de sanción (artículo 442).

Pero esa posibilidad de protección no fue seguido por un procedimiento de catalogación del arbolado singular, hasta la década de 1970, cuando el recién creado Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), sucesor de la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, inició una destacada labor de catalogación y prospección del territorio desde nuevos puntos de vista, publicando posteriormente catálogos tan importantes como los de Paisajes Pintorescos, o realizando una importante labor de clasificación de Vías Pecuarias. Uno de esos catálogos, iniciado por la Circular 14/1974, de 7 de noviembre, del ICONA, fue el «Inventario de árboles monumentales de España», con el que se pretendía obtener una información básica para establecer medidas de protección y conservación de los ejemplares que no la tuvieran ya (como, por ejemplo, los que estuvieran en montes públicos, protegidos por las disposiciones generales de la Ley de Montes). Sin embargo, la misma multiplicidad de catálogos que se iniciaron hizo que los Servicios Provinciales, que además, claro está, debían atender el mismo trabajo habitual de gestión de los montes, caza y pesca fluvial, no pudieran responder a la tarea más que de una manera desigual, quedando el catálogo sin completar.

Al traspaso a las Comunidades Autónomas de las competencias en materia de conservación de la Naturaleza ha venido seguido por una proliferación de catálogos del arbolado singular, y de normas legales de protección. En este sentido, la primera protección legal específica, en un sentido estricto, de los árboles singulares españoles fue la Ley autonómica cántabra 6/1984, de 29 de octubre, de protección y fomento de especies forestales autóctonas, que dedica su Capítulo III (artículos 35 a 43) a las «medidas de protección de individualidades arbóreas notables».

## 3. ¿QUÉ PROTEGER Y POR QUÉ?

Una vez analizados los antecedentes históricos, que nos sitúan no en una cuestión *ex novo*, sino en una línea histórica de gestión y conservación del medio natural, conviene que nos preguntemos por los aspectos fundamentales de esta labor: qué tratamos de proteger y qué motivos tenemos para ello.

### 3.1. ¿Por qué proteger árboles singulares?

Los motivos que existen para proteger a los árboles singulares responden a los distintos valores de que esos árboles son portadores, valores de los que hemos hablado ya más de una vez, y que son concretos, intrínsecos y propios de estos árboles, y los

distinguen del resto. Esos valores pueden ser múltiples aun tratándose de un sólo árbol. Un árbol singular puede tener, y de hecho es frecuente que así ocurra, prácticamente todos los siguientes valores:

### A) Características morfológicas o fisiológicas especiales

Es indudable que son árboles singulares aquellos cuyas dimensiones (diámetro normal del tronco, altura total, diámetro de copa,...), su edad o su porte le destacan del resto de los árboles de su entorno. La amplitud de este «entorno», y por tanto el grado de exigencia para determinar la «singularidad» depende de la escala con la que se esté trabajando (comarcal, regional, nacional...). Existen numerosos ejemplos de este tipo de árboles: el Árbol de Thule (Méjico), la Sequoia «General Sherman» (Estados Unidos), el Castaño de los cien caballos (Sicilia, Italia), el Abuelo de Chavín,... Una de las características que pueden hacer sobresaliente a un árbol, y que a veces no se tiene debidamente en cuenta, es su capacidad de producción de bienes forestales (corcho, frutos, madera...) Tal sería el caso, por ejemplo, del «alcornoque de los ocho quintales y diez fanegas», de Huelva, que cada nueve años daba ocho quintales castellanos de corcho (278 kilos) y cada dos o tres años, entre ocho y doce fanegas (entre 600 y 850 kilos) de bellota (CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE, 1971: 256)

### B) Valor histórico, cultural, religioso, popular o educativo

Existen, por otra parte, árboles que, aparte de sus dimensiones o sus características propias, cuentan con un valor añadido de otro tipo, más cultural. «La pervivencia de algunas especies arbóreas más allá de una generación le han conferido al árbol una característica de vínculo de solidaridad intergeneracional, añadiéndole un valor histórico. Desde las calles, plazas y parques de las grandes ciudades europeas hasta en los pequeños pueblos o en los cruces de caminos rurales es frecuente encontrar árboles centenarios de alta significación, muy apreciados por la población y, por consiguiente, con un valor histórico y cultural elevado» (CABALLER, 1999, p. 187). Una breve recopilación de los árboles famosos por estos motivos «culturales» se publicó en España ya muy al comienzo del siglo XX (ARMENTERAS, 1903: 45-55), en un libro obra del Ingeniero de Montes Don Andrés Avelino de Armenteras, a quien se puede considerar sin duda uno de los precursores en España de la demobotánica, por su constante preocupación por los valores culturales, populares y literarios de los árboles y los montes.

Estos valores culturales pueden ser, a su vez, distintos, según los matices a que nos atengamos:

— **Histórico:** Por haber sido testigos o referencias de importantes episodios de la Historia, o por estar vinculados la vida de personajes históricos. Tal es el caso, por ejemplo, del *Taxodium mucronatum* del Parterre del Parque del Retiro de Madrid, que se dice traído a España por la célebre expedición de D. Alvar Núñez de Cabeza de Vaca (FIG. 1). Otra

**FIG. 1:** El «ahuehuete» (*Taxodium mucronatum*) del Parterre del Parque del Buen Retiro, de Madrid, supuestamente traído por Álvar Núñez de Cabeza de Vaca (1490?-1557?) de sus expediciones por el Norte del actual México y el sur de los Estados Unidos, en el siglo XVI. Ejemplar notable tanto por su valor histórico como por su edad, su tamaño y la rareza que supone esta especie exótica.

posibilidad es que ese árbol fuera plantado con la intención de recordar un hecho histórico concreto, como sucedió, por ejemplo, durante la Revolución Francesa: la Convención ordenó, mediante su Decreto de 21 de septiembre de 1792, plantar en cada pueblo francés un «árbol de la libertad» o «de la revolución», de los que se conservaba memoria aún a principios del siglo XX (REVISTA DE MONTES, 1911).

— **Cultural:** Por haber sido reflejados en obras artísticas o estar vinculados a artistas o intelectuales. Por ejemplo, el Olmo seco de Antonio Machado, el ciprés del monasterio de Santo Domingo de Silos, cantado por Gerardo Diego (GARCÍA PINTADO, 1997), o la Palma del Jardín Botánico de Padua, plantada en 1585, que cautivó Goethe, quien solía sentarse a leer a su sombra durante su estancia en la ciudad italiana. Por un efecto de imitación, los árboles que han sido objeto de una obra célebre suelen ser recurrentemente cantados después: así, el citado ciprés de Silos, que ha llegado a llamarse «el ciprés de los poetas» (NÚÑEZ, 1994). Es curiosa, en este sentido, la obra, publicada también por ARMENTERAS (1913), recopilatoria de poesías dedicadas a árboles y montes.

— **Religioso:** Es frecuente que algunos árboles representen o posean un determinado valor religioso. Desde el punto de vista popular, la preocupación por el arbolado singular se encuentra ya en las mitologías más antiguas, que veían en determinados árboles representaciones de las deidades, o símbolos cosmológicos (GARCÍA BARRENO, 1996). Julio CARO BAROJA (1989) habla de la «dendroidolatría» que se daba en las provincias vascongadas, Cantabria y Asturias. De hecho, la cultura popular vasca distingue muy bien los aspectos simbólicos y míticos de determinados árboles respecto de los del bosque (QUIJERA, 1997). También son muy comunes, como señalan RUIZ DE LA TORRE & CEBALLOS (1971: 262) las encinas dedicadas a santos y patronos de distintas comarcas, que presentan edades que superan los 700 u 800 años. A este respecto, cabría citar el caso de un gran roble hueco en Almonville-Le Havre (Francia) en cuyo interior se «construyó» en 1696 la capilla de Nuestra Señora de la Paz, con suelo pavimentado, escalera que subía al primer piso donde se hallaba una cama, puerta de acero, tejado de pizarra y pequeña aguja con crucero (ARMENTERAS, 1903: 50). Otros ejemplos más lejanos a nuestra cultura son el Árbol de Buda o de la Sabiduría, un ficus en Bihar (India) bajo el que en príncipe Siddarta se transformó en Buda y que desde entonces es uno de los cuatro lugares sagrados de peregrinación del mundo budista, o los *Scar Trees* (literalmente, «árboles de las cicatrices») de los aborígenes australianos, unos árboles a los que practican incisiones de carácter ritual, y que adquieren un valor totémico.

— **Popular:** Del mismo modo, otros ejemplares poseen una gran importancia desde los puntos de vista del folklore y de las costumbres populares. Generalmente se trata de ejemplares situados en lugares de romería y peregrinación o visita popular, como el Árbol de la Música de Soria (olmo que sostenía el templete del principal parque de la capital castellana); ejemplares que son protagonistas de leyendas, cuentos, tradiciones o anécdotas como el tejo de Buckland (protagonista de un famoso trasplante en 1880) o la Zapatería de Bale (roble hueco en Norfolk, Inglaterra, en el cual se instaló un zapatero durante el siglo XIX), o el citado Castaño de los Cien Caballos, en el monte Etna, que debe su nombre a la leyenda según la cual Doña Juana de Aragón, durante un temporal, pudo resguardar bajo la copa a sus cien soldados con sus caballos, «si bien posteriores investigaciones históricas han probado que aquella Reina de Sicilia no estuvo jamás en el Etna» (ARMENTERAS, 1903: 49). Asimismo existen ejemplares notorios por su posición geográfica, como «el árbol del Centro de Inglaterra». Los casos más comunes son los de los grandes olmos

**FIG. 2:** Los restos de una «olma» (gran ejemplar de *Ulmus minor*), muerta, junto a la iglesia parroquial de Castroserna de Arriba (Segovia). Habitualmente las olmas se usaban como centro de reunión, para charlar, dar pregones, vender productos…

(conocidos como «olmas») que poblaban las plazas de numerosos pueblos de España, hasta la llegada de la grafiosis (FIG. 2).

— **Educativo:** Indudablemente, la mayoría de estos ejemplares poseen un enorme potencial desde el punto de vista de la educación ambiental y de la sensibilización pública en general hacia la gestión y conservación de la naturaleza.

### C) Por su Importancia Científica

Los valores científicos que motivarían la singularidad de un árbol podrían ser los siguientes:

— **Importancia dendrocronológica**: Los árboles singularmente longevos pueden aportar una muy valiosa y difícilmente sustituible información dendrocronológica, especialmente en lo que se refiere al establecimiento de registros climáticos o catastróficos pasados (véase, por ejemplo, CREUS, 1998).

— **Importancia como fuente de recursos genéticos**: No es necesario abundar en la importancia de la conservación de los recursos genéticos de las distintas especies que componen nuestra flora. La mayoría de los ejemplares singulares han demostrado a lo largo del tiempo ser capaces de una larga supervivencia, de desarrollar importantes tamaños o de vegetar en condiciones adversas y por ello es conveniente la preservación *in situ* de su genotipo. De hecho, aparte del buen crecimiento o el porte adecuado, es la longevidad uno de los aspectos a tener en cuenta a la hora de establecer rodales selectos en los programas de mejora genética forestal (PARDOS *et al.*, 1982). En un exceso poco justificado de optimismo, el *Corpo Forestale dello Stato*, de Italia, recomendaba en 1998 en su página de Internet usar el patrimonio genético de los árboles singulares para «reforestar Italia con gigantes».

— **Importancia Botánica:** En muchos casos, los árboles son singulares desde el punto de vista botánico por pertenecer a especies, subespecies o variedades, poco frecuentes, en peligro de extinción, relícticas o especies introducidas de interés. No ha de confundirse esta importancia con la labor de protección de especies, como luego veremos.

— **Importancia Fisiológica y Fitopatológica:** Desde el punto de vista de la fisiología y de la patología vegetal algunos árboles tienen una gran importancia por la información que pueden aportar sobre los procesos de supervivencia y senectud, y sobre la sensibilidad a distintas plagas y enfermedades.

— **Importancia Zoológica:** Recientemente (CASTAÑO, 1996), se ha demostrado en un estudio local sobre la calidad faunística de los hábitats forestales que esa calidad depende en mayor medida de los parámetros

estructurales de la masa que de la especie que la compone. Así, el diámetro medio cuadrático ha resultado la variable más significativamente relacionada con la mayoría de los indicadores de calidad de comunidades de pájaros. Por tanto, árboles de gran diámetro ofrecen más y mejores lugares de refugio que otros de diámetro menor, y árboles de un diámetro extraordinario serían extraordinariamente útiles en ese sentido.

**D) Por su importancia paisajística u ornamental**

Por último, la importancia que un árbol puede tener en la apreciación de un determinado paisaje o la composición visual (sin entrar en otros sentidos, como olor, temperatura, sonido...) de un determinado lugar es tan grande que algunos ejemplares pueden ser considerados singulares por este motivo. En principio la configuración del paisaje no depende nunca de un solo elemento, sino de la posición relativa de todos aquellos que lo componen y de su interacción entre sí y con los observadores. Por esto mismo es un concepto puramente subjetivo y por tanto dependerá del tipo de observador, sus valores estéticos y culturales, etc.

### 3.2. Se trata de proteger árboles, no especies ni espacios, ni «ejemplares de flora»

Pero a veces, aunque sea sorprendente, no se tiene claro qué es exactamente lo que hay que proteger. Evidentemente, se trata de proteger árboles individuales. No al taxón o la formación a la que pertenece: ello se trataría de la protección de especies amenazadas de flora y fauna, contemplada en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, tarea muy distinta de la de protección del arbolado singular. Muchos árboles singulares lo son precisamente porque no son silvestres, por un lado. Por otro, es absurdo hablar de «amenaza de extinción» de unos árboles que a veces pertenecen a una especie completamente ausente de nuestro suelo

**FIG. 3:** Un buen y anciano ejemplar de haya (*Fagus sylvatica*) en el hayedo de Montejo de la Sierra (Madrid). Aun tratándose de un ejemplar de buen tamaño y edad, no es singular en sí: lo es el monte en el que se encuentra, y la masa a la que pertenece.

(¿cómo se va a extinguir de un territorio una especie que no está presente en él?), y otras veces a especies que no corren el más mínimo riesgo de extinción (la inmensa mayoría de los árboles singulares: pinos, encinas, robles, cipreses...). En definitiva, es mezclar dos problemas radicalmente distintos.

Esta aclaración no contradice el que haya árboles que tengan, efectivamente, singularidad por su valor botánico, como antes hemos expuesto. Un ejemplo nos ayudará a distinguirlo: volviendo al *Taxodium mucronatum* del Parque del Retiro, no cabe duda de que tiene un alto valor botánico, como lo tiene cualquier ejemplar vivo y en buen estado de una especie absolutamente exótica a nuestro país. Pero la especie *Taxodium mucronatum* no puede ser una especie protegida, porque no es una especie española. Otro ejemplo puede ser el de árboles que se hallan en lugares en los que su especie está absolutamente ausente, y que por tanto constituyen curiosidades botánicas. Si esa especie es, en cambio, muy abundante en otros lugares de esa misma región, carecería de sentido proteger una especie que no se halla en peligro. Por tanto, la importancia botánica de los árboles singulares ha de entenderse referida a ejemplares procedentes de importaciones exitosas de especies exóticas, a ejemplares relícticos de masas desaparecidas por causas naturales o artificiales, o a ejemplares implantados en lugares cuyas características son adversas a la especie (FIG. 3).

Tampoco se trata, necesariamente, de proteger el lugar donde vegeta el árbol singular. Quizá la protección de ese árbol, o de los valores que porta, nos obligue a establecer limitaciones que afecten al espacio que lo rodea, pero ésa es, en nuestra opinión, una posibilidad que depende de cada caso, no una norma general que deba aplicarse a la totalidad de los árboles singulares.

Por último, y aunque resulte obvio, hay que recordar que los que son singulares son los árboles. Algunas Comunidades Autónomas se han referido en sus normas a «los ejemplares de flora singulares», en una definición que, en la práctica, no aporta más que confusión: ¿se puede hablar de la singularidad de las algas, matorrales, herbáceas o líquenes, más allá de la protección del taxón o de la formación a la que pertenecen? Obviamente no: salvo excepciones contadas, los valores culturales y de otros tipos que hemos listado anteriormente se centran casi exclusivamente en árboles, no en otros ejemplares de flora.

Y el hecho de que lo que vamos a proteger son árboles trae unas implicaciones que no siempre todos ven claro, pero que resultan ineludibles en nuestra opinión:

a) Pese a que los árboles puedan poseer todos estos valores sociales históricos o culturales, y éstos sean muy importantes condicionantes a tener en cuenta, hay que recordar que no son un patrimonio cultural, sino un patrimonio natural que ha adquirido ese valor cultural. Por tanto, su gestión ha de corresponder a gestores del patrimonio natural y, más concretamente, a técnicos forestales. Ello no obsta (muy al contrario) para que aporte datos, informaciones y sugerencias una gran pluralidad de interesados y de profesionales, expertos en determinados aspectos o valores de ese árbol (biológicos, culturales, históricos, paisajísticos,...). Pero la gestión de un árbol es una gestión esencialmente forestal, y sólo accesoriamente cultural, porque un árbol *es* un árbol, aunque *tenga* valores.
b) Un dilema muy frecuente se presenta cuando los mismos valores que otorgan singularidad a un árbol se constituyen en las principales amenazas para su conservación. Esto es patente en algunos árboles cuyo principal valor reside en ser lugares de reunión popular, o su interés educativo, y cuya conservación puede verse impedida por la compactación causada a su alrededor, sólo evitable impidiendo el acceso al público al entorno del ejemplar. En tal caso, en nuestra opinión, la conservación lo más perfecta posible del árbol predomina sobre la preservación perfecta del valor, que en este caso ha de transigir o transaccionar.

## 4. ¿PARA QUÉ PROTEGER ÁRBOLES SINGULARES?

Por tanto, parece claro, que nos hallamos ante elementos cuya singularidad los hacen

acreedores de ser conocidos y conservados. Pero eso trae, a su vez, consecuencias que van mucho más allá de la mera protección mediante normas publicadas en un Boletín Oficial.

a) *Es necesario situar la protección de este arbolado en su contexto social y económico*

Esta reflexión contiene no pocos elementos comunes con la que se pueda hacer sobre la conservación de la Naturaleza, en general. Esto es lógico: con el fin de ser efectiva, la conservación de árboles notables ha de ser parte de políticas coherentes de protección del patrimonio natural y cultural, del desarrollo económico y social y de la planificación urbana y rural a todos los niveles. Partimos, pues, del principio, que creemos poco cuestionable, de la escasa utilidad, e incluso la contraproductividad, de un «proteccionismo» que niegue la necesidad del desarrollo y los legítimos intereses de la sociedad a la que pretende servir.

La participación de la población y en su caso de los propietarios afectados, y la seria toma en consideración de sus intereses legítimos, es determinante para el éxito de los programas de protección de cualquier índole, y en particular del arbolado notable. La existencia del arbolado notable en terrenos privados, y más si nos referimos a los ejemplares de gran edad y dimensiones, se ha debido, generalmente, a la colaboración o en su defecto permisividad del propietario. La aplicación de medidas muy restrictivas sin que exista compensación de algún tipo puede provocar una reacción opuesta a la que se pretende. Igual sucede con los usos y costumbres preexistentes, a los que se tiende a olvidar, mediante disposiciones de carácter general que no tienen en cuenta casos particulares. Se ha de determinar razonablemente qué usos y costumbres que puedan afectar al ejemplar son compatibles con la conservación y se debe actuar en la reglamentación y regulación de los mismos.

Así, y siempre en función de la importancia de los ejemplares en cuestión, pueden realizarse compras o expropiaciones, compensaciones por las restricciones impuestas, y/o acuerdos de gestión y conservación de los ejemplares. Este caso se presta a la articulación de medidas incentivadoras de tipo fiscal que deberían ser estudiadas.

Se trata, en definitiva, de un equilibro entre el interés general y los particulares: la intervención de la Administración no debiera realizarse mediante imposición directísima, pero tampoco, de ninguna manera, dimitiendo de su responsabilidad sobre la defensa del interés general.

b) *La identificación de un árbol singular debe suponer también un compromiso de gestión individual*

No se debe caer en la protección como mero etiquetado, caso lamentablemente tan frecuente. Una declaración, en este caso de árbol notable, debe suponer un compromiso de conservación, entendida ésta como una serie de actuaciones de gestión y seguimiento. Y éste compromiso al fin se materializa en forma de presupuestos destinados a esas actuaciones. De esta manera podríamos llegar a una definición economicista del árbol notable: aquel digno de recibir determinadas partidas presupuestarias para su conservación y mantenimiento.

Es, pues, necesario que se elaboren planes técnicos de los árboles catalogados como singulares y se determinen las necesidades de actuación que desde el punto de vista biológico, fitopatológico, estructural, social, de infraestructuras próximas, de ordenación del territorio en general y urbanística, en su caso, haya que cubrir. Estas actividades implicarán, según grado de intervención: intervención nula, de mantenimiento, de estabilización, de reparación, de restauración, de reconstrucción y de adaptación.

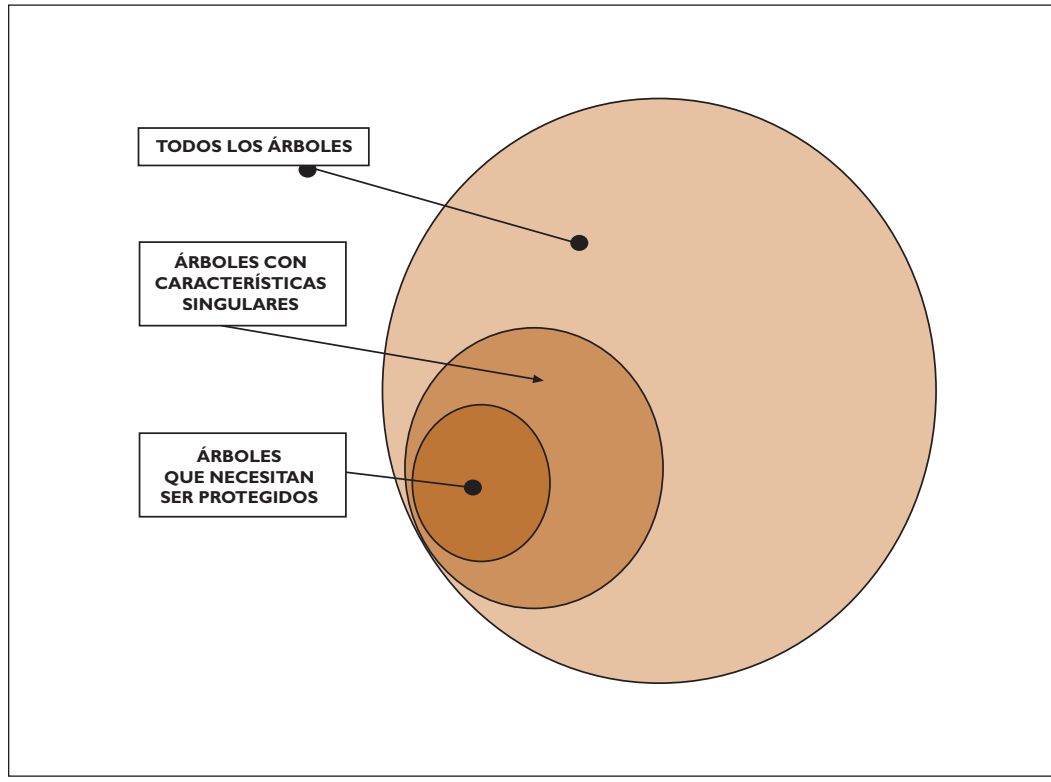
Adicionalmente, el catálogo de árboles singulares ha de tener el carácter de inventario o archivo permanente y público, con sus consiguientes mecanismos de actualización. La Dirección General del Medio Natural de la Diputación General de Aragón, por ejemplo, creó un sistema de actualización de su catálogo mediante Internet. Otra posibilidad que ha de contemplarse es la de crear registros de información y bancos de datos (al menos, con el tipo de información que presenta SANZ,

1997), que sean comparables, y que permitan (¿por qué no?) elaborar ese inventario de carácter nacional que ya se intentó en dos ocasiones, o desarrollar coordinadamente programas de investigación.

Por último, cabe la posibilidad de que la planificación de la gestión de un arbolado singular no se limite a los aspectos meramente técnicos antes mencionados, sino que algunos ejemplares puedan ser objeto de las adecuadas labores de divulgación y educativas, siempre que éstas sean compatibles con su conservación. En general, como se desprende de la información que vamos recogiendo para futuros trabajos, se está optando más bien por dar a conocer la totalidad de los catálogos al público con estos fines turísticos y educativos, lo cual (si no se hace nada más) es cuestionable.

### c) Conviene definir criterios y escalas de actuación para cada árbol, y adoptar medidas flexibles

Este tipo de procesos de protección necesitan prudencia y un acercamiento sistemático a la situación de cada uno de los ejemplares. Conviene evitar las medidas extremadamente rígidas que se refieran al conjunto de ejemplares de un catálogo, ya que cada caso individual presentará problemas específicos, y la rigidez general puede ser, como se ha dicho, inaplicable o incluso contraproducente. Si un árbol singular no precisa, para su protección, de la imposición de restricciones, éstas no tienen porqué ser impuestas con carácter general. Esa distinción podría reflejarse de la siguiente manera, más gráfica:




Para comprender la situación de cada ejemplar, lo mejor es contar con unos criterios de identificación y selección lo más objetivos posibles para ponderar la «singularidad» de un ejemplar y jerarquizar la importancia de los distintos árboles notables. Es necesario, igualmente, definir escalas de actuación: desde el momento que la definición apunta a características destacables de entre los demás árboles, no será lo mismo un árbol singular en el catálogo municipal, que en un catálogo autonómico, uno nacional o uno

internacional. Tales criterios objetivos y escalas de jerarquía ya nos han de orientar hacia una gestión determinada. La identificación de estos criterios y su aplicación es una de las principales cuestiones pendientes, y en la cual nos hallamos trabajando.

Tanto las labores de catalogación como la redacción de estos planes han de ser encomendada, como se ha dicho, a técnicos competentes en estas actividades, que posean una titulación académica específicamente orientada a la selvicultura. La tentación de dejar la labor de gestión del arbolado a personas que creen que «eso lo puede hacer cualquiera» es antigua, como nos atestigua esta frase referida a la gestión forestal en el siglo XVIII: «cada uno se sentía apto para obtener un cargo forestal, error fundamental que repercutió en el cuidado del monte» (BAUER, 1980, pág. 68). Desgraciadamente, esta mala tendencia hoy parece resurgir.

d) *Hay que considerar especialmente la ubicación y propiedad de los árboles a proteger*

Concretando el principio antes expuesto de la necesidad de considerar el entorno socioeconómico, creemos fundamental el que se entienda la importancia que el estado legal y el entorno en el que se halla tienen para definir qué tipo de protección se debe dar a cada pie. El establecimiento de medidas «proteccionistas» restrictivas, sin la suficiente reflexión, puede incluso provocar el efecto contrario al buscado: «se está pasando a un proteccionismo a veces exagerado que puede llegar a ser una política tan funesta y perjudicial como la que combate» (PÉREZ-SOBA BARÓ, 1985). Desde nuestro punto de vista, dos son las características fundamentales a considerar a la hora de analizar el grado de protección aplicar:

— El entorno: rural (especialmente rural forestal) o urbano (parques, jardines, bordes de carreteras, etc...). El distinto entorno en el que se halle el árbol puede influir decisivamente. En uno rural, quizá no sea la visita el principal objetivo, y en uno urbano, en cambio, puede ser el objetivo fundamental. En un entorno rural forestal (un monte arbolado), la posibilidad de reposición de un ejemplar es incomparablemente más fácil que en uno urbano. Igualmente, allí donde el entorno de un árbol contribuya a su singularidad, aquél deberá ser considerado como parte de los valores a proteger y conservar. Pero, además, los árboles tampoco serán afectados por la misma legislación, ni serán iguales (como ya veremos) las competencias necesarias para su gestión y protección según el entorno en que nos hallemos (FIGS. 4 y 5).
— La propiedad: pública o privada. Su importancia queda clara a la luz de la conclusión anteriormente vista: identificar los intereses legítimos que afectan al pie en cuestión.

**FIG. 4:** Ejemplo de un árbol singular ubicado en el centro de una ciudad: un eucalipto gigante en la carballeira de Santa Susana (Santiago de Compostela).

**FIG. 5:** Un caso poco frecuente, pero posible: un árbol singular, por su porte más que por su tamaño, ubicado en un entorno periurbano: el «fresno del ahorcado», ubicado junto al arroyo Meaques, en el Parque de la Casa de Campo de Madrid. Un árbol ubicado en una antigua propiedad real, ahora abierta al público.

Lo cual, obviamente, nos define cuatro tipos de arbolado, con, *a priori*, necesidades de protección y de gestión muy distintas:

| | Propiedad pública | Propiedad privada |
|---|---|---|
| Entorno rural | Público rural | Privado rural |
| Entorno urbano | Público urbano | Privado urbano |

Incluso, esta clasificación es muy simplificadora, ya que dentro de la propiedad pública hemos de tener en cuenta situaciones demaniales particulares (el Dominio Público Hidráulico, las Vías Pecuarias, la zona demanial de las carreteras), sometimiento a fines de utilidad pública (el Catálogo de Montes de Utilidad Pública), etc. También puede influir, y mucho, el hecho de que el titular de la propiedad pública sea, o no, la entidad declarante, lo que nos define los siguientes casos:

— Propiedad pública de la entidad declarante: basta en este caso, con la catalogación y elaboración de los planes encaminados a la gestión y seguimiento de los ejemplares.

— Propiedad pública distinta a la de la entidad declarante: es el caso bastante frecuente de que una Comunidad Autónoma declare singular un árbol que pertenece a una entidad local. Entonces debería articularse el tipo de colaboración, clarificar el marco de competencias, el modo de funcionamiento y la financiación.

Igualmente, en la propiedad privada, nos hallamos con propiedades privadas de tipo germánico, como los montes vecinales (en mano común o no), u otras situaciones especiales, como los montes consorciados o conveniados con las Administraciones Forestales. Esta clasificación tiene, desde el punto de la teleología de la gestión, suma importancia.

e) *Se trata de la protección de un organismo vivo, por lo que la intangibilidad puede no ser la panacea*

No por evidente es menos importante recordar que estamos protegiendo una planta

individual, es decir un individuo vivo, con su mayor o menor longevidad, con sus posibles enfermedades, con sus necesidades vitales, etc. Por tanto, todas las afirmaciones y actuaciones se han de pasar por el tamiz de la temporalidad con la conciencia de que estamos sometidos a numerosos avatares. Éste es uno de los aspectos de divergencia entre los árboles notables y los elementos del patrimonio histórico y cultural, con los que se suele confundir debido a sus otros muchos parecidos. Hemos de ser conscientes de que pese a que la longevidad media del arbolado es muy superior a la humana, ejemplares singulares por su edad y dimensiones, pueden estar sujetos a importantes procesos asociados al período de senectud, procesos que necesitan actuaciones no siempre bien comprendidas por la opinión pública, y que a veces, por ley de vida, no pueden evitar la muerte del árbol.

Esta última observación nos conduce a una consideración más de fondo: la necesidad de que la sociedad comprenda los tratamientos selvícolas como actuaciones fundamentales para la mejora de los montes o de los árboles. Uno de los principales fines de la protección del arbolado puede ser el que ya indicaba D. Ricardo Codorníu: educar a la población en el respeto al árbol (GIMÉNEZ, 1996). Pero esta educación ha de presentar también los elementos de la Selvicultura aplicada, en el que las talas, podas o tratamientos selvícolas son una parte fundamental, basadas en criterios científicos, de sobra demostrados por una experiencia más que centenaria y por la investigación forestal aplicada. Como hasta ahora no se ha hecho así, la opinión pública se manifiesta ruidosamente contra las actuaciones selvícolas que no comprenden ni conocen, y, de este modo, hay Ayuntamientos que están gastando grandes cantidades en el transplante (a menudo, fracasado) de árboles sin valor especial y cuya falta es perfectamente reparable por plantación de uno nuevo, dinero que se hecha en falta para hacer medidas selvícolas (incluyendo el apeo de ejemplares), mucho más baratas, eficaces, adecuadas y respetuosas con el medio.

f) *La creación de catálogos de árboles singulares debe ser un proceso completo y planificado y no una actuación aislada*

La complejidad, ya apuntada, que conlleva la identificación objetiva de ejemplares notables, su protección y su posterior gestión hace necesario el establecimiento previo de un protocolo de actuación y una planificación, lo más cuidadosa que sea posible, de las actuaciones futuras. La siguiente figura pretende ilustrar lo que podría ser el proceso de creación de un catálogo de árboles singulares:

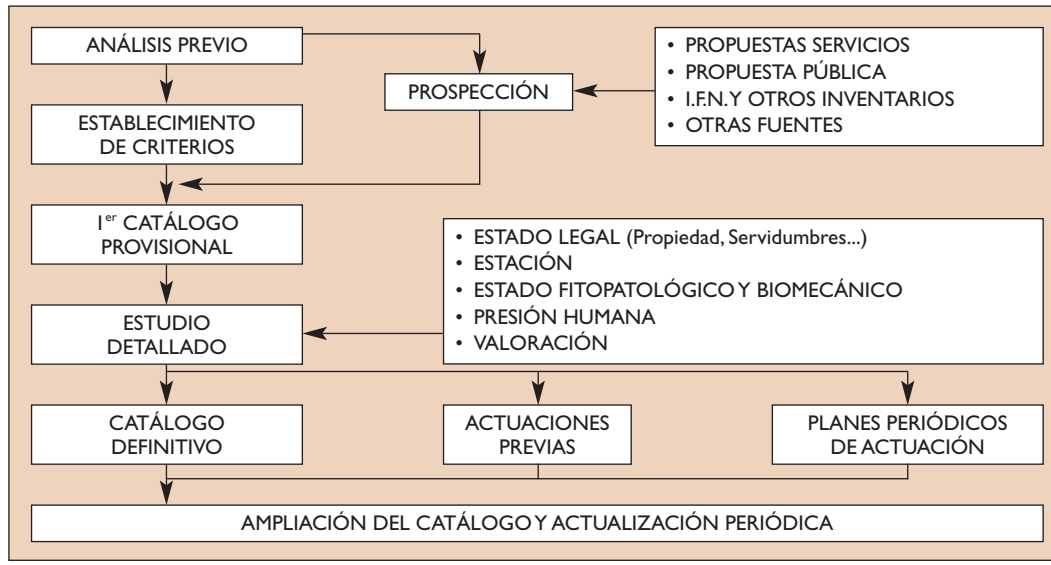



**FIG. 6: Esquema teórico del proceso de creación de un catálogo de árboles singulares**

## BIBLIOGRAFÍA


ARMENTERAS, Andrés Avelino de (1903): *Árboles y montes: Curiosidades artisticas e históricas de los montes.*Prólogo de D. Francisco de Paula Arrillaga y Garro. Imprenta de Ricardo Rojas, Madrid.

— (1913): *Poesías Forestales: colección de poesías de autores antiguos y modernos que cantan los árboles y los montes*. Imp. R.F. de Rafou, Madrid.

BAUER, Eric (1980): *Los montes de España en la historia*. Ministerio de Agricultura y ETS de Ingenieros de Montes, Madrid.

BOADA, Martí (1995): *Rafael Puig i Valls 1845-1920. Precursor de l'educació ambiental i dels espais naturals protegits*. Generalidad de Cataluña, Departamento de Medio Ambiente, Barcelona.

— (1996): «El bosque: una historia educativa», en: *El Campo*, 134: 7-22. Banco de Bilbao.

CABALLER, V. (1999): *Valoración de árboles*. Mundi-Prensa, Madrid.

CARO BAROJA, Julio (1989): *Ritos y mitos equívocos*. Ediciones Istmo, Madrid.

CASALS, V. (1996): *Los Ingenieros de Montes en la España contemporánea 1848-1936*. Ediciones del Serbal, Madrid.

CASTAÑO, J.C. (1996): *Valoración faunística de hábitats forestales de la provincia de Álava*. Universidad de León, Tesis Doctoral inédita. León.

CEBALLOS, L. & J. RUIZ DE LA TORRE (1971): *Árboles y arbustos de la España peninsular*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE) y Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid. 512 pp.

CREUS, J. (1998): «A propósito de los árboles más viejos de la España Peninsular: Los *Pinus nigra* Arnold subsp. *Salzmannii* (Dunal) Franco de Puertollano-Cabañas, Sierra de Cazorla, Jaén», en: *Montes. Revista de ámbito forestal*, 54: 68-76.

GARCÍA BARRENO, P. (1996): «Mitología de los bosques», en: *El Campo*, 134: 29-47. Banco Bilbao-Vizcaya.

GARCÍA PINTADO, B. R. (1997): «El ciprés de Silos», en: *Barcarola. Revista de creación literaria*, 53: 231-237.

GIMÉNEZ MARTÍNEZ, L. (1996): «Antecedentes de la educación ambiental en la Región de Murcia en el siglo XX», en: *Anales de Pedagogía. Revista de la Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación*, 14: 43-72.

GÓMEZ MENDOZA, Josefina (1992): *Ciencia y política de los montes españoles (1848-1936)*. ICONA, Madrid. 260 pp.

NÚÑEZ MÍNGUEZ, Norberto (1994): *El ciprés de los poetas: Silos, mil años de lengua castellana*. Abadía de Silos, Santo Domingo de Silos.

PARDOS, J.A. & J.L. GARCÍA VALDECANTOS & A. DEL CASTILLO & E. CARBONELL (1982): «Estudio de la relación entre diversos parámetros de crecimiento y la condición de «sobresaliente» o «normal» de árboles de *Pinus sylvestris* L.», en: *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie Forestal*, 6: 43-61.

PÉREZ-SOBA BARÓ, Antonio (1985): «Influencias de la vegetación en la conservación del suelo y del agua», en: *El Campo*; 98: 106-111. Banco Bilbao-Vizcaya.

PÉREZ-SOBA DÍEZ DEL CORRAL, Ignacio & Juan PICOS MARTÍN, (2000): «Antecedentes de la protección legal de los árboles singulares en España», en: *Montes. Revista de Ámbito Forestal*, 60: 72-80.

QUIJERA PÉREZ, J. A. (1997): «La representación del bosque en el imaginario tradicional», en: *Zainak. Cuadernos de antropología-etnografía*, 14: 37-48.

REVISTA DE MONTES (1911): «Los últimos árboles de la libertad», en: *Revista de Montes*, año 35, 829: 522-523.

SANZ ELORZA, M. (1997): «Árboles notables del alto Aragón. Avance dendrométrico», en: *Montes. Revista de ámbito forestal*, 49: 45-49.

VIEJO FORESTAL, EL [pseudónimo de D. Ricardo Codorníu] (1917): «Parques y sitios nacionales», en: *Boletín de la Real Sociedad Española de los Amigos del Árbol*, abril de 1917: 4-5.