

EUSKO JAURLARITZA
HIRIGINTZA, ETXEBIZITZA
ETA INGURUGIRO SAILA



GOBIERNO VASCO
DEPARTAMENTO DE
URBANISMO, VIVIENDA Y
MEDIO AMBIENTE

CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES DE INTERIOR DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO



MEMORIA

Departamento de Ecología
Universidad Autónoma de Madrid

Junio, 1994



CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES DE INTERIOR DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

Dirección y coordinación por el Gobierno Vasco:

José M^a Sanz de Galdeano

Mónica Soto

Dirección por la UAM:

Carlos Montes

Equipo de trabajo:

Eugenio Rico (Coordinación)

Angel Baltanás

Máximo Florín

Marina Otero

Colaboradores:

Paloma Alcorlo

Isabel Castro

M^a Elva González

Christian Priebe

Inmaculada Prieto



INDICE

1.-INTRODUCCION.....	1
1.1.- Antecedentes y justificación.....	1
1.2.- Objetivos y alcance del proyecto	5
2.- MARCO CONCEPTUAL, INSTITUCIONAL Y METODOLOGICO.....	7
2.1.- Los sistemas de inventarios de humedales.....	7
2.2.- El concepto ecológico de humedal.....	11
2.3.- Los antecedentes del inventario de humedales en el País Vasco.....	15
2.4.- El contexto institucional y legal del inventario de los humedales del País Vasco.....	18
2.5.- Plan de trabajo del proyecto.....	22
3.- EL MEDIO NATURAL Y HUMANO DEL PAIS VASCO.....	25
3.1.- Marco geográfico.....	25
3.2.- Caracterización de regiones ambiental y socioeconómicamente homogéneas. Delimitación de ecorregiones.....	27
3.2.1.- Introducción.....	27
3.2.2.- Metodología.....	29
3.2.3.- Aspectos temáticos a considerar.....	31
3.2.4.- Regionalización ecológica del País Vasco.....	43
4.- INVENTARIO DE LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.....	48
4.1.- Introducción.....	48
4.2.- Metodología.....	49
4.2.1.- Unidades geográficas a inventariar.....	49
4.2.2.- Proceso del inventario.....	51
4.3.- Catálogo.....	53
4.4.- Discusión.....	55



5.- CLASIFICACION FUNCIONAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES. INTERIORES DEL PAIS VASCO.	58
5.1.- Introducción.	58
5.2.- Tipificación de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco en función de características fisiográficas, morfométricas e hidrológicas.	59
5.2.1.- Análisis de características físicas de los humedales como herramienta para su tipificación y valoración funcional. Base conceptual.	59
5.2.2.- Procedimiento metodológico.	61
5.2.3.- Resultados.	62
5.2.3.1.- Características morfológicas generales.	62
5.2.3.2.- Propiedades hidrológicas de los humedales deducidas de índices morfométricos y régimen de permanencia del agua.	63
5.2.3.3.- Integración de tendencias fisiográficas, morfométricas e hidrológicas.	65
5.2.3.4.- Criterios físicos para la evaluación funcional de los humedales interiores del País Vasco.	67
5.3.- Tipificación de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco en función de sus características físico-químicas.	72
5.3.1.- Introducción.	72
5.3.2.- Metodología.	73
5.3.3.- Lagos vs. formaciones palustres en el País Vasco.	73
5.3.4.- Características químicas de los humedales del País Vasco.	76
5.3.4.1.- Salinidad y composición iónica.	79
5.4.- Tipificación de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco en función de la composición y estructura de sus comunidades de macrófitos acuáticos.	85
5.4.1.- Generalidades.	85
5.4.1.1.- Concepto de macrófito acuático.	85
5.4.1.2.- Papel ecológico de los macrófitos acuáticos.	86
5.4.1.3.- El estudio de los macrófitos acuáticos del País Vasco. ...	87



5.4.1.4.- Objetivos.	89
5.4.2.- Metodología.	90
5.4.3.- Composición florística.	91
5.4.3.1.- Catálogo y lista de especies.	91
5.4.3.2.- Características biológicas y ecológicas de las especies. ..	95
5.4.4.- Estructura de las comunidades de macrófitos.	103
5.4.4.1.- Caracterización de los factores ambientales que permiten el desarrollo de las comunidades de macrófitos acuáticos.	103
5.4.4.2.- Composición cualitativa de las comunidades de macrófitos acuáticos.	105
5.4.4.3.- Tipología de comunidades de macrófitos acuáticos.	106
5.4.5.- Tipología de los humedales del País Vasco en función de sus comunidades de macrófitos acuáticos.	110
5.5.- Tipificación de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco en función de la composición y estructura de sus comunidades macrobentónicas. ..	112
5.5.2.- Metodología.	113
5.5.3.- Composición faunística.	113
5.5.4.- Riqueza faunística.	115
5.5.5.- Clasificación de los humedales en función de las comunidades macrobentónicas.	117
5.6.- Clasificación ecológica de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco.	120
5.6.1.- Introducción.	120
5.6.2.- Tipos funcionales.	121
6.- VALORACION AMBIENTAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.	131
6.1.- Introducción.	131
6.2.- Criterios de valoración.	133
6.3.- Valores y valoración de los humedales.	135



7.- USOS E IMPACTOS DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.	147
8.- CLASIFICACION AMBIENTAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.	152
9.- DIRECTRICES BASICAS PARA EL DESARROLLO DEL PLAN TERRITORIAL SECTORIAL DE LOS LAGOA Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.	155
10.- CONCLUSIONES.	162
11.- BIBLIOGRAFIA.	171
AGRADECIMIENTOS	
APENDICES	



1.- INTRODUCCIÓN.



1.1.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

La conservación y gestión de las zonas húmedas o humedales constituye hoy día uno de los temas de debate más intensos y polémicos dentro de los foros internacionales sobre medio ambiente. A pesar de que se reconoce su gran valor ambiental (ecológico, económico, cultural) y extrema fragilidad, los complejos palustres, tanto costeros como interiores, están sometidos, en todos los continentes, a una fuerte presión de programas de desarrollo económico que traen consigo un número muy importante de factores de tensión que ponen en peligro su supervivencia a corto, medio y largo plazo. Por esta razón, su futuro constituye, a nivel nacional e internacional, una de las tareas básicas de numerosos organismos e instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Es muy significativo que los humedales sean los únicos sistemas ecológicos del planeta que poseen un tratado internacional relacionado con su conservación, la Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de las aves acuáticas, conocido como el Convenio de Ramsar.

Aunque España constituye el país más árido de la Unión Europea, ya que más del 75% de su superficie recoge una precipitación inferior a 800 mm, los humedales constituyen un elemento característico de su paisaje.

Su situación geográfica y marco climático, dentro de un contexto geológico, hidrológico y de relieve muy variado, hace que el territorio español no se caracterice por la presencia de grandes lagos ni ríos, pero sí por presentar un patrimonio muy rico y variado de láminas de agua de pequeño tamaño y escasa profundidad. Además presenta algunos tipos ecológicos únicos dentro del contexto de la Unión Europea, como es el caso de los humedales esteparios, lagunas hipersalinas, hiperalcalinas, lagos kársticos meromícticos, volcánicos, ramblas y salinas interiores. Como ya indicaba Margalef (1951), España constituye el lugar ideal para el desarrollo de una limnología de las aguas de masas modestas.



Por otra parte, en la Península Ibérica, al actuar como puente entre Europa y el Norte de Africa, los humedales son áreas claves en las rutas migratorias de millones de aves acuáticas de la región Paleártica occidental.

Desde muy antiguo en España se ha reconocido la importancia y extensión de nuestro patrimonio de humedales, además de sus funciones y valores (Pardo, 1942). Recientemente, nuestro país ha ratificado la práctica totalidad de los convenios internacionales, programas y directivas de la Unión Europea, relacionados con su conservación. También existe unas nuevas leyes de aguas y de conservación de la naturaleza que, en principio, protegen directamente estos ecosistemas. Pero, a pesar de este reconocimiento y medidas legislativas, se sigue perdiendo y degradando superficie húmeda, hasta llegar a cifras tan elevadas de pérdidas como de un 60% de la superficie total encharcable del territorio nacional peninsular (Casado *et al.*, 1992).

En este contexto, es evidente que todos los programas de gestión y conservación desarrollados por cualquier institución, incluidas las Comunidades Autónomas, preocupadas por el futuro de estos ecosistemas, incluyen como primer objetivo básico el poseer un conocimiento sólido de la extensión y situación actual de sus recursos. Por este motivo, los programas de inventario y clasificación ecológica han adquirido un sentido muy especial en las dos últimas décadas, ya que permiten caracterizar el patrimonio natural de humedales de un territorio, evaluar la dimensión de los factores de tensión que inciden sobre su integridad ecológica y caracterizar las causas y los errores de intervención que explican la pérdida o degradación de este patrimonio.

De todas formas, el sesgo ornítico que hasta la realización del Inventario Nacional de Zonas Húmedas del MOPT ha caracterizado a la mayoría de los inventarios internacionales (Scott, 1980; Carp, 1980; Grimmett & Jones, 1989) y nacionales (SEO, 1988; Fernandez-Cruz *et al.*, 1988, SEO,1990) ha significado que, para el caso de España, quedaran fuera todo un conjunto de humedales muy importantes y característicos de nuestro país, como es el caso de



nuestros humedales esteparios, complejos dunares, exorréicos, etc. Todo esto explica por qué España aparece en la mayoría de los inventarios internacionales como un país que, por su carácter seco o muy seco, es pobre en humedales naturales y rico en embalses. Esta imagen errónea refleja más la capacidad de nuestras aguas continentales y costeras para mantener poblaciones de aves acuáticas que la identidad ecológica de nuestro patrimonio natural de humedales.

En este contexto, Comunidades Autónomas caracterizadas por tener un patrimonio modesto de humedales, en cuanto a dimensiones, y con tipos ecológicos que no entran dentro de los estándares de valoración y conservación establecidos, parecía que habían quedado fuera de este movimiento internacional de protección de humedales. Se estaba creando una especie de "complejo ornítico" que desencadenaba un comportamiento de búsqueda de medios acuáticos con capacidad de albergar aves acuáticas. El resto de las áreas encharcables no eran merecedoras de poseer programas de gestión y conservación. Bajo esta forma de actuar, algunas Comunidades Autónomas han dado mayor prioridad, de cara al desarrollo de programas de conservación, a humedales artificiales (graveras) o humedales altamente degradados (lagunas salinas que reciben vertidos orgánicos), frente a formaciones palustres de un gran valor ecológico.

La Comunidad Autónoma del País Vasco entraría dentro de estas entidades autonómicas donde a pesar de tener un patrimonio de humedales de un gran valor ecológico y cultural, tan sólo habían reconocido como destacables aquellos que tenían mayor capacidad para el mantenimiento de aves acuáticas (las marismas de Urdaibai y Txingudi), olvidándose de otros humedales costeros y, especialmente, de sus humedales del interior. También el comportamiento de centrarse en los humedales costeros frente a los interiores es característico de territorios administrativos que poseen una línea de costa considerable. Existe una mayor atracción de las personas hacia los espacios naturales costeros frente a los del interior.



Durante los últimos años los criterios orníticos han ido perdiendo fuerza frente a criterios ambientales (ecológicos, económicos, estético-culturales), por lo que los nuevos inventarios, tanto a nivel nacional como autonómico, que siguen esta línea comienzan a reflejar la personalidad ambiental real de nuestro patrimonio de territorios húmedos. Bajo esta filosofía se realizó el Inventario Nacional de Zonas Húmedas del MOPT, pero el hecho de que una de las restricciones operativas relacionada con los humedales a inventariar fuera que tuvieran un tamaño superior a 0,5 Ha, limitó sensiblemente el conocimiento de los humedales del País Vasco, ya que la mayoría de sus cuerpos de agua tienen dimensiones aún más modestas.

La sensibilidad de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco hacia el conocimiento y protección de los humedales de la CAPV, dentro del marco legal de la Ley de Aguas, de la de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, y la de Ordenación del Territorio del País Vasco promueve se traduce en una serie de actuaciones, entre las que se encuentra este proyecto de inventario, caracterización ecológica y valoración ambiental de los humedales vascos. La información generada por este proyecto, junto con la de otros actualmente en marcha o finalizados, pretenden crear las bases del futuro Plan Territorial Sectorial de los Humedales de la CAPV, según lo previsto por las Directrices de Ordenación del Territorio.



1.2.- OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO.

De una forma general, este estudio pretende conocer, para el territorio de la CAPV, cuántos y qué tipo de humedales caracterizan su patrimonio natural. En otras palabras, saber el número, tamaño, distribución, calidad del recurso, variedad y estado de conservación de los humedales vascos.

Esta información constituye una herramienta de trabajo indispensable, tanto para el científico como para el gestor, ya que es básica para el diseño de cualquier política de gestión racional de sus recursos y de elaboración de prioridades de investigación y conservación. Esta documentación pretende ayudar a generar los pilares de programas de desarrollo sostenible, protección, valoración ambiental, investigación, caracterización y análisis de impactos ambientales, errores de intervención, prioridades de actuación, vacíos de información, gestión de recursos, adquisición de terrenos, restauración ecológica, vigilancia y seguimiento, etc.

De una forma más concreta, los objetivos del estudio son:

- 1.- Registro exhaustivo de las láminas de aguas no fluyentes naturales y artificiales singulares de la C.A. P.V.
- 2.- Desarrollo de una clasificación ecológica o caracterización de tipos funcionales que recojan la variabilidad ambiental del territorio.
- 3.- Caracterización general de las funciones y valores de los tipos funcionales definidos.
- 4.- Valoración ecológica de los humedales y lagos vascos según los tipos funcionales caracterizados.



- 5- Generar elementos para el desarrollo de unas bases científico-técnicas para el desarrollo de planes de gestión y seguimiento de los tipos funcionales definidos al objeto de preservar sus funciones y, por tanto, su identidad ecológica.

- 6.- Caracterizar prioridades para el desarrollo de actuaciones de protección, conservación, restauración o investigación.

- 7.- Facilitar estrategias de estandarización y comparación de políticas de inventarios a diferentes niveles, regional, nacional (Inventario Nacional-MOPTMA), internacional (Ramsar), que permitan establecer o potenciar programas conjuntos de conservación de humedales.



2.- MARCO CONCEPTUAL, INSTITUCIONAL Y METODOLÓGICO.



2.1.- LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS DE HUMEDALES.

Muchas personas, incluso gestores, cuando oyen hablar de inventarios de zonas húmedas piensan en una lista o catálogo, más o menos explicativo, de las láminas de aguas someras de un determinado territorio. Pero un inventario de humedales es mucho más que una mera relación de los cuerpos de agua poco profundos de una determinada zona.

Un sistema de inventario constituye un proyecto de investigación aplicada que debería desarrollar todo un sistema de Información Ambiental o esquema lógico que permita elaborar modelos predictivos y flexibles de planificación y gestión como estrategias válidas para responder con eficacia a los rápidos cambios socioeconómicos que están teniendo lugar a diferentes escalas (autonómica, nacional, internacional) y que generan importantes factores de tensión que ponen en peligro el futuro de estos sistemas ecológicos tan singulares.

Un proyecto de inventario estaría constituido por todo un conjunto de bases de datos interrelacionadas, muchas de ellas georreferenciadas en cartografías temáticas mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica. Estas bases de datos, englobadas en un banco de datos, suministrarían la información necesaria para que los gestores e investigadores tomen decisiones sólidas para llevar a cabo el uso racional de sus recursos a través de la puesta en marcha de diferentes programas de actuación, ya sean de conservación, gestión, restauración, uso público, etc.

De todas formas, aunque estos bancos de datos suponen una excelente herramienta para el desarrollo de programas de investigación y gestión, hay que tener presente que no basta con disponer de muchos datos si no se tiene un marco conceptual y modelo teórico de planificación y gestión donde la documentación recopilada y almacenada adquiera sentido. Si no, lo que tendremos será una mera estructura de almacenaje y recuperación de datos, algo similar a un cementerio de información.



En este contexto, el análisis casuístico y crítico de cualquier actuación o programa desarrollado por cualquier entidad internacional, nacional o autonómica, es importante, pero la discusión hay que llevarla a una escala más amplia.

La cuestión clave del debate se centra en comprobar si un determinado inventario de humedales está incluido dentro de una determinada filosofía o marco general de planificación. Sin la presencia de este marco no se habrá elaborado un sistema de inventario, sino más bien un catálogo de masas de agua poco profundas de un determinado territorio.

En pocas palabras, hablar de un sistema de inventario de humedales es hablar de un conjunto de programas coordinados de actuaciones, a corto y largo plazo, dentro de un marco de planificación territorial, a varias escalas espaciales y temporales, que tenga en cuenta la realidad, en primer lugar, ecológica, y, después, territorial, social y económica.

Bajo este marco conceptual, un sistema de inventario estaría organizado u orientado alrededor de una serie de programas secuenciales de actuación:

- 1.- Relación exhaustiva de los humedales y lagos del país o región, con información general sobre su medio natural y humano.
- 2.- Elaboración de una clasificación ecológica o caracterización de tipos funcionales que explique la variabilidad ambiental de un determinado territorio.
- 3.- Caracterización de las tasas de pérdidas de superficie húmeda por cada tipo funcional definido al objeto de caracterizar las causas históricas y actuales que explican su degradación en un determinado contexto socioeconómico y político.
- 4.- Caracterización y cuantificación de las funciones y valores de los tipos funcionales definidos.



5.- Elaboración de un sistema integral de criterios para la valoración ecológica de los humedales según los tipos funcionales caracterizados.

6.- Desarrollo de unas bases científicas y prácticas para el deslinde de los humedales incluidos en cada uno de los tipos funcionales definidos.

7.- Desarrollo de unas bases científico-técnicas para el desarrollo de planes de gestión y seguimiento de los tipos funcionales definidos al objeto de preservar sus funciones y, por tanto, su identidad ecológica.

Todos estos programas no son actuaciones aisladas sino que se ensamblarían según un esquema representado en la figura 2.1.

De esta forma, los objetivos generales de un sistema de inventario o filosofía de conservación y gestión de los humedales de un determinado territorio serían:

a) Poner de manifiesto los valores y funciones del patrimonio de humedales de un territorio, de tal manera que las entidades, tanto gubernamentales como no gubernamentales, relacionadas con la conservación de la naturaleza pongan en sus agendas el desarrollo de programas urgentes de gestión racional de sus recursos.

b) Caracterizar prioridades para el desarrollo de actuaciones de protección, conservación, restauración o investigación.

c) Caracterizar las bases de la valoración ecológica de sus recursos a diferentes niveles (cuenca, ecorregiones, nacional, internacional), basándose en sus valores y funciones.

d) Evaluar la validez de la legislación vigente, detectando y corrigiendo vacíos legales que permiten la pérdida o degradación de la superficie húmeda de un territorio.

BASES PARA EL DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTION DE LOS HUMEDALES Y LAGOS ESPAÑOLES

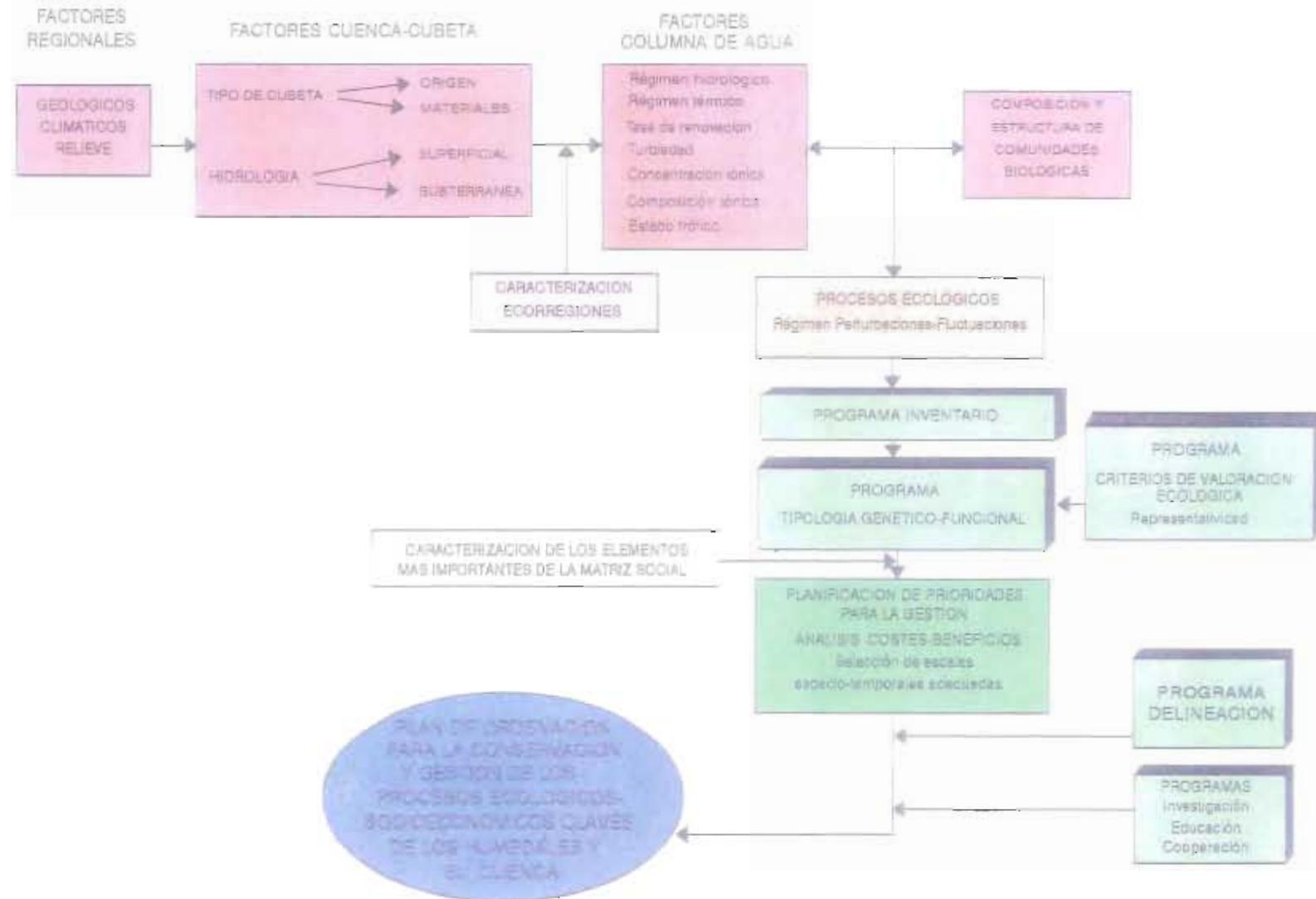


Fig. 2.1.-Interrelación y ensamblamiento de los diferentes programas y proyectos de investigación aplicada que deberían conformar un sistema de inventario de humedales.



e) Establecer las bases de una política de desarrollo sostenible de sus recursos.

d) Desarrollar estrategias de estandarización, comparación de políticas de planificación a diferentes niveles, y coordinación de actuaciones que permitan establecer o potenciar programas conjuntos de conservación de humedales.

Resumiendo, los listados de humedales en países con un nivel de desarrollo y extensión como España nunca deben ser un fin, sino un medio, una herramienta dentro de este marco general o filosofía general de planificación territorial. De todas formas, el conocimiento del número, tamaño, distribución, calidad del recurso, variedad y estado de conservación de estos ecosistemas constituyen unas herramientas de trabajo indispensables tanto para el científico como para el gestor. De hecho, la mayoría de los programas iniciales de investigación, gestión o conservación de los recursos naturales de los humedales, tienen como primer objetivo básico el poseer un conocimiento sólido de cuántos hay, cómo son y en qué situación se encuentran.



2.2.- EL CONCEPTO ECOLÓGICO DE HUMEDAL.

Este es un tema muy importante, ya que saber si un terreno es o no un humedal puede traer consigo importantes consecuencias respecto al desarrollo de programas de conservación y gestión, problemas legales, inversiones económicas relacionadas con el uso del suelo, etc.

Pero esto no es una tarea fácil, ya que definir con unos moldes rígidos unos ambientes altamente fluctuantes, en donde existe una marcada interpenetración de las características ambientales de los medios terrestres y acuáticos, es poco realista e ineficaz. Se ha dicho que la única generalidad que se puede decir de estos sistemas ecológicos es que es muy difícil sacar generalidades.

De todas formas, es muy importante tener una definición no sólo para el científico, sino también para el gestor y el legislador. Es también algo básico para poder desarrollar y aplicar un manual de identificación y deslinde de tierras húmedas.

Existen muchas definiciones de zonas húmedas, aunque la mayoría tienen una aproximación más formal o legal que ecológica. No hay una definición universal aceptada por todos, aunque, más importante que elaborar una definición, es saber con qué consistencia se va a aplicar.

Hay dos grandes aproximaciones al concepto de humedal; una de carácter formal, representada por la del Convenio de Ramsar, de escasa aplicabilidad al objeto de generar un marco legal, y otra con base ecológica, desarrollada por el US Fish & Wildlife Service para el US Wetlands Inventory (Cowardin *et al.*, 1979), con la que se puede crear una normativa legal.



La definición adoptada por el Convenio de Ramsar

("Zonas de marisma, pantano, turbera o aguas rasas, naturales o artificiales, permanentes o temporales de aguas remansadas o corrientes, dulces, salobres o salinas, con inclusión de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de los seis metros.")

y la del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (arts. 103.1; 275.1) de la ley de aguas, que no es más que una adaptación de la definición de Ramsar,

("Las zonas pantanosas o encharcadizas, incluso las creadas artificialmente, tendrá la consideración de zonas húmedas. Se entienden, en particular, comprendidos en el apartado anterior: a) Las marismas, turberas o aguas rasas, ya sean permanentes o temporales, que estén integradas por aguas remansadas o corrientes y, ya se trate de aguas dulces, salobres o salinas, naturales o artificiales. b) Las márgenes de dichas aguas y las tierras limítrofes en aquellos casos en que, previa la tramitación del expediente administrativo oportuno, fuera así declarado, por ser necesario para evitar daños graves a la fauna y la flora.")

utilizan como elementos de la definición términos subjetivos que tienen diferentes significados según los países y regiones (marisma, pantano, turbera, aguas remansadas, corrientes, rasas, dulces, salobres, salinas, etc.). Al no realizarse una delimitación de estos términos, se produce una situación de confusión que limita considerablemente su uso desde una perspectiva científica, legal y de gestión.

González-Bernaldez *et al.* (1989), utilizando como base la definición elaborada por el US Fish & Wildlife Service, desarrollaron una definición conceptual y operativa de humedal aplicable a la totalidad de áreas palustres españolas.

Los humedales, desde una perspectiva ecológica, son unidades funcionales del paisaje que se localizan dentro de un gradiente ambiental en cuyos extremos se situarían los medios



terrestres típicos y los acuáticos de aguas profundas (lagos y mares) y de aguas fluyentes (ríos) (fig.2.2). Conceptualmente hablando, constituyen fronteras ecológicas o ecotonos entre los ambientes terrestres y acuáticos. De hecho se encuentran en las orillas de lagos, de ríos, de los mares.

Pero también, en muchos casos, constituyen entidades del paisaje que, sin ser un río, un lago o medio marino, constituyen en el espacio y en el tiempo una anomalía hídrica positiva respecto a un entorno más seco. El exceso de humedad tiene que ser lo suficientemente importante como para afectar a los procesos físicos, químicos y biológicos del área en cuestión.

Este incremento de humedad se va reflejar en:

- a) La presencia, de forma permanente, estacional o intermitente, de una lámina de agua poco profunda y/o un nivel freático próximo, al mismo nivel o por encima de la superficie del terreno.
- b) La presencia de suelos hidromorfos.
- c) La existencia de una vegetación de hidrófitos.

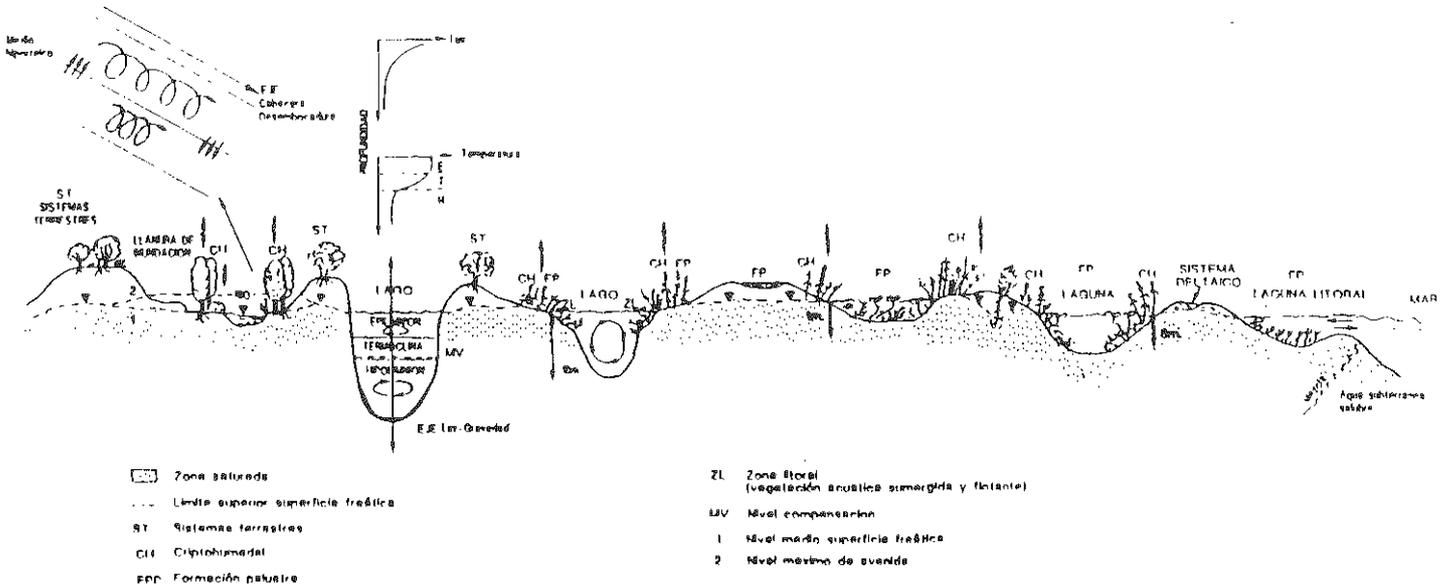
Un determinado territorio constituye un humedal si presenta los tres elementos básicos o tan solo uno de ellos, una vez que se cumpla alguno de los estados hidrológicos del primero.

Bajo esta perspectiva ecológica se incluyen dentro del concepto de humedal todo un gradiente de territorios que van desde los "criptohumedales" o áreas de evapotranspiración de aguas subterráneas, en las que sólo acceden a la capa saturada las raíces de las plantas freatofitas (prados húmedos, carrizales, junciales, bosques de ribera, etc.), hasta las "formaciones palustres" o tipos limnológicos de masas de agua no fluyentes y poco profundas

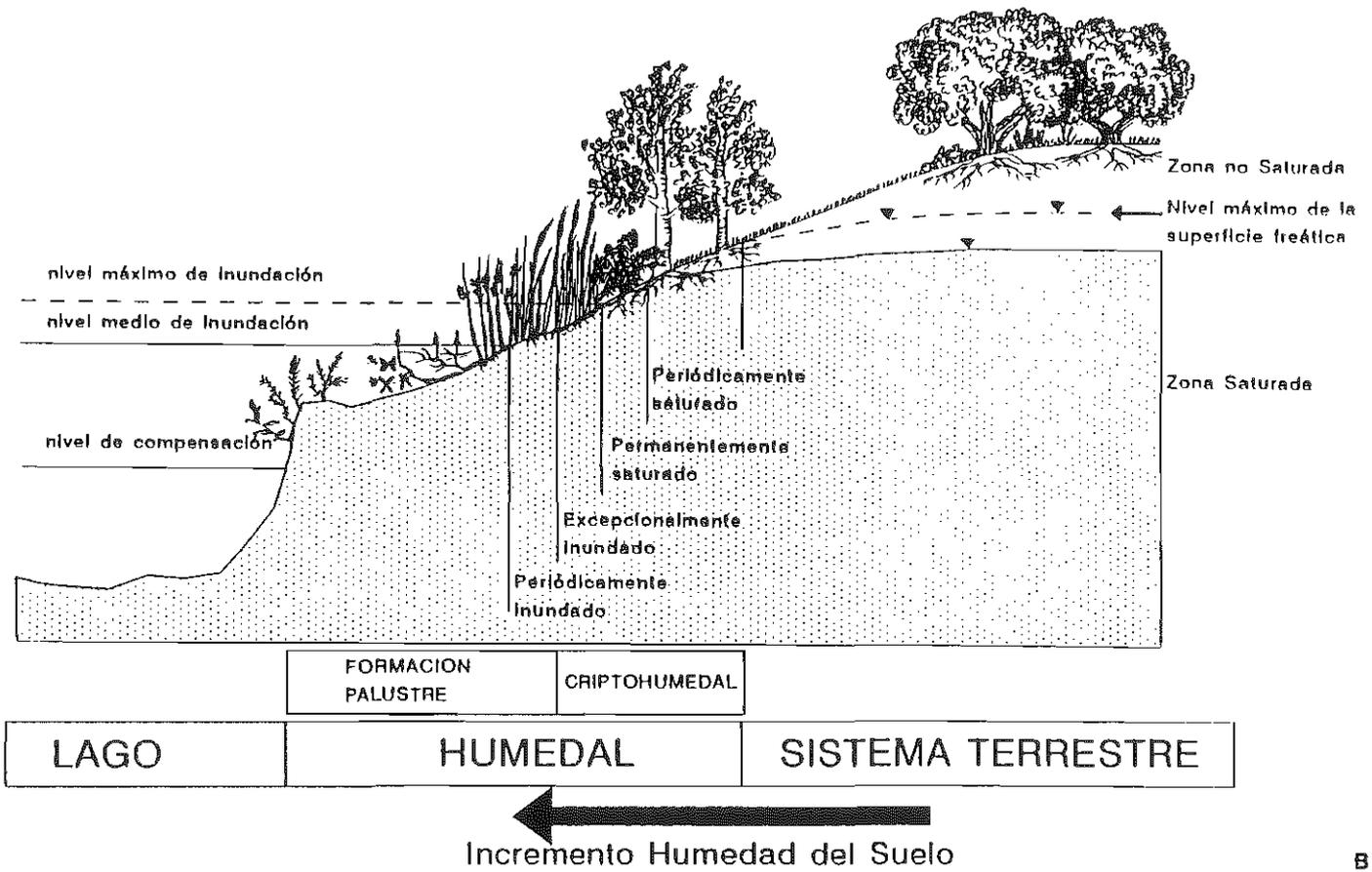


charcas, pozas, lagunas, deltas, navazos, bodones, etc.). De todas formas, en la mayoría de los casos, los paisajes húmedos se nos presentan como un mosaico espacio-temporal de ambos tipos de formaciones.

Dentro de este concepto ecológico no se incluyen los lagos, es decir, masas de agua lo suficientemente profundas como para que se establezca una organización y funcionamiento alrededor de un eje luz-gravedad y que durante el período estival se produzca una estratificación de la columna de agua en capas de diferente densidad (epilimnion, termoclina, hipolimnion). De una forma muy general, para la Península Ibérica, una profundidad entre 12-15 m define el límite entre los lagos y humedales.



A.



B.

Fig. 2.2.- Cortes esquemáticos de varios gradientes ambientales entre los medios terrestres y acuáticos continentales y marinos (A) y entre medios terrestres y acuáticos continentales (B) que ponen de manifiesto los distintos tipos de ambientes que quedan incluidos dentro del concepto abierto de humedal (criptohumedal y formaciones palustres).



2.3.- LOS ANTECEDENTES DEL INVENTARIO DE HUMEDALES DEL PAIS VASCO.

A diferencia de otros países, como es el caso de Estados Unidos, en los que los primeros inventarios de humedales se realizaron con el propósito de encontrar territorios que pudieran transformarse para usos humanos, básicamente como potencial agrícola (Gosselink & Baumann, 1980), el primer inventario nacional de los humedales españoles fue realizado por Luis Pardo en 1948 y poseía un carácter conservacionista. La superficie, relativamente pequeña, de la mayoría de los humedales españoles no los hizo atractivos para el desarrollo de costosos planes de saneamiento. Sólo las áreas encharcables de mayor extensión fueron objeto de programas de transformación agrícola: lagunas de la Janda (4000 Ha), Antela (3800 Ha), La Nava (4000 Ha), Marismas del Guadalquivir (135000 Ha), etc. De esta forma, la gestión de los humedales españoles como fuente de beneficios económicos y paisajístico-culturales constituía una buena alternativa a nuestro patrimonio palustre. En este contexto, el inventario de Pardo se justificaba como un intento de conseguir un aprovechamiento integral de los recursos naturales de las láminas de agua no fluyentes de España (Pardo, 1942).

Durante los años 30 se comenzó, dentro de la Sección de Biología de las Aguas Continentales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias del Ministerio de Agricultura, un inventario de las láminas de agua no fluyentes (humedales y lagos) naturales y artificiales de España. Se realizó mediante la cumplimentación de unas fichas que recogían los datos geográficos, limnográficos, biológicos y de aprovechamiento de las masas de agua que aparecían en las hojas 1:50.000 del mapa del Instituto Geográfico y Catastral. Además, se recopilaba toda la información que existía en la época sobre estos ambientes, básicamente una literatura de viajes. En el año 1945 apareció un listado preliminar (Pardo, 1945) como preámbulo a su conocido "Catálogo de los lagos de España" (Pardo, 1948), en donde se registraron más de 2000 humedales y lagos naturales y artificiales repartidos por todo el



territorio peninsular e islas Baleares y Canarias. El inventario de Pardo se convirtió, a nivel mundial, en el primer inventario exhaustivo de humedales que abordaba un país con vistas a su conservación y aprovechamiento integral.

Dentro del inventario de Pardo se incluían para el País Vasco la laguna de Orduña, las lagunas de Carralagroño y Carravalseca, el lago de Arreo (bajo el nombre de laguna de Añana, de las salinas de Añana, de Turiso o el Lagunillo), la laguna de Otaza y las de Azcanduz y Azcarri.

Hasta los años 70 no se vuelve a abordar de nuevo el tema y, dentro del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), Francisco Vélez Soto inicia de nuevo un inventario de los humedales españoles mayores de 0,2 Ha, al objeto de actualizar el de Pardo (Vélez Soto, 1984). Metodológicamente se empleó la misma estrategia que la que utilizó Pardo, incluso su misma base cartográfica, junto con el "mapa de cultivos y aprovechamientos" y la información de encuestas enviadas a las delegaciones provinciales del ICONA. Este inventario nunca llegó a publicarse, y tan solo se editó un listado de los 205 humedales de mayor extensión o importancia para las aves acuáticas (Vélez Soto, 1979). En esta lista no se incluía ningún humedal del País Vasco. Tanto el inventario de Pardo como el de Vélez nunca fueron contrastados con visitas al campo.

Durante los años 80, periodo de máximo apogeo, tanto a nivel internacional como nacional, de los humedales como hábitats básicos para la supervivencia de las comunidades de aves acuáticas, la Sociedad Española de Ornitología (SEO), financiada por ICONA realizó un inventario de los humedales españoles de importancia nacional e internacional para las aves acuáticas (SEO, 1988). También durante este periodo, la SEO recopiló la información de España para el proyecto sobre Important Bird Areas in Europe (Grimmett & Jones, 1989; SEO, 1990) en donde la información sobre humedales se basaba en el proyecto anterior. Del País Vasco no se incluía ningún humedal de interior, citándose uno solo dentro de los humedales costeros, la ría de Gemika.



Por último, en 1988 la Dirección General de Obras Hidráulicas, en el marco legal de la nueva Ley de Aguas, financió un proyecto de dos años de duración para llevar a cabo un inventario nacional exhaustivo de los humedales naturales de la España Peninsular (Montes, 1990). En este inventario se incluían, dentro de los humedales de interior del País Vasco, las Salinas de Añana, el lago de Arreo, la laguna de Lacorzana (bajo la denominación de El Lago 1), y las lagunas de Carralagroño, Carravalseca y Musco, todos ellos en la provincia de Alava. En las provincias de Guipúzcoa y Vizcaya, no se incluía ningún humedal de interior, haciéndose con alguno de los costeros (marismas de Txingudi, marisma de Pobeña y ría de Gernika).



2.4.- EL CONTEXTO INSTITUCIONAL Y LEGAL DEL INVENTARIO DE LOS HUMEDALES DEL PAIS VASCO.

Mientras que en la mayoría de los países los inventarios de humedales, a nivel nacional, surgen como una iniciativa de la administración medio ambiental, en España, desde la promulgación de la Ley de Aguas (29/1985) y su Reglamento del Dominio Público Hidráulico (849/1986), esta tarea, junto con su deslinde, es competencia por dictamen legal de la administración hidráulica a través de los denominados Organismos de Cuencas o Confederaciones Hidrográficas. La información de este inventario debe servir de base para el desarrollo de programas de protección que se incluyen dentro del Plan Hidrológico Nacional.

La ley de aguas y su reglamento dedica una serie de artículos al tema del inventario y especifica, a grandes rasgos, su contenido:

Art. 276.2.

Los organismos de cuenca realizarán un inventario de las zonas húmedas, que incluirá:

- a) Las zonas húmedas existentes en el territorio.*
- b) Las superficies que, mediante las adaptaciones correspondientes, pudieran recuperar o adquirir la condición de zonas húmedas.*

Art. 277.

En relación con las zonas húmedas del apartado a) del artículo anterior, el inventario incluirá, en la medida en que se disponga de ella, las siguientes especificaciones:



- a) *Delimitación o perímetro de la zona.*
- b) *Características actuales de cada zona considerada, incluyendo las comunidades biológicas que en su caso las habiten.*
- c) *Estado de conservación y amenazas de deterioro.*
- d) *Medidas necesarias para su conservación.*
- e) *Medidas y trabajos precisos para proceder a su protección.*
- f) *Posibles aprovechamientos que puedan realizarse, considerando la utilización sostenida de los recursos naturales.*

Es bajo este contexto legal, cuando la Dirección General de Obras Hidráulicas puso en marcha en 1988, con un presupuesto de unos 100 millones de pesetas, el proyecto de inventario nacional antes mencionado (Montes, 1990).

Por otra parte, en la también nueva ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre (4/1989), se establece que otro Ministerio, el de Agricultura, Pesca y Alimentación, elabore, con la información suministrada por las Comunidades Autónomas, un inventario nacional de humedales que deberá mantener actualizado con el fin de conocer su evolución y en su caso indicar las medidas de protección:

Art. 25.

Por el MAPA, con la información suministrada por las Comunidades Autónomas en cuyo territorio se encuentren, se elaborará y se mantendrá permanentemente actualizado un



Inventario Nacional de Zonas Húmedas a fin de conocer su evolución y, en su caso, indicar las medidas de protección que deben recoger los planes hidrológicos de cuencas.

Dentro del MAPA, el ICONA, a través del Comité Ramsar-España, intenta coordinar esta tarea de inventario con las 17 Comunidades Autónomas del estado español. Hasta ahora esta tarea ha sido más una declaración de principios que una realidad, y la falta de un marco conceptual común y un programa coordinado de inventario ha hecho que los inventarios realizados hasta ahora por algunas Comunidades tengan objetivos, alcance y métodos muy dispares, limitando sensiblemente su comparación y, por tanto, la utilidad de muchos de ellos.

Parece razonable que, más que diversificar esfuerzos y medios para realizar un nuevo inventario nacional, esta vez tomando a las Comunidades Autónomas como protagonistas, los nuevos inventarios autonómicos deberían de orientarse alrededor del marco conceptual, metodología e información generada por el Inventario Nacional elaborado por el MOPTMA. Se parte de la idea de que, aunque es necesario actualizar información, fundamentalmente la que poseen las Comunidades Autónomas, y modificar algunos aspectos metodológicos, el marco conceptual, esquema de planificación y desarrollo metodológico general empleado es abierto, flexible, exportable y fácilmente coordinable con otros programas de inventario. Además, se ha obtenido un banco de datos con un gran volumen de información, que supone una excelente herramienta para el desarrollo de programas de investigación y gestión. Existe un gran potencial de cálculo y análisis cruzado de información, todavía por hacer.

Por todo esto, parece adecuado desarrollar estrategias de coordinación que permitan sacar el máximo partido de las herramientas que ya existen. Además, hay incluso algunos preceptos legales que hablan de esta necesidad de coordinación en la gestión de los humedales. Así en la Ley de Aguas se indica:



1. Los organismos de cuenca y la administración medioambiental competente coordinarán sus actuaciones para una protección eficaz de las zonas húmedas de interés nacional o paisajístico (art. 103.4 de la Ley de Aguas).

También en el anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional (Abril, 1993) se menciona:

Los Planes Hidrológicos de cuenca deberán incluir un inventario de zonas húmedas que recoja las así calificadas por las administraciones competentes, y los criterios, normas y medidas generales necesarios para su recuperación y conservación en concordancia con los artículos 9.3 y 25 de la Ley 4/89, de Conservación de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre y en coordinación con el MAPA.

Bajo este contexto, este proyecto de inventario promovido por la C.A.P.V. al objeto de cumplimentar lo dictaminado en la ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre y elaborar el Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas, intenta unirse a esta propuesta de coordinación y utiliza el marco conceptual, esquema metodológico e información generada por el Inventario Nacional del MOPTMA. De esta forma se intenta desarrollar estrategias de estandarización, comparación de políticas de planificación a diferentes niveles y coordinación de actuaciones que permitan establecer o potenciar programas conjuntos de conservación de humedales que maximice sus posibilidades de éxito a corto, medio y largo plazo.



2.5.- PLAN DE TRABAJO DEL PROYECTO.

Para cumplimentar los objetivos propuestos se diseñó un plan de trabajo en tres fases que se representa en la figura 2.3. Dada la amplitud de los objetivos y territorio a estudiar es necesario diseñar un programa de trabajo extensivo que normalmente implica un periodo de estudio no inferior a un año aunque el pliego de prescripciones técnicas ha exigido que se realice en un periodo de tiempo inferior.

Se parte de una marco conceptual representado en la figura 2.4.. Los humedales son entendidos como sistemas ecológicos caracterizados por una estructura (cubeta, columna de agua, organismos acuáticos) y una identidad ecológica definida por su funcionamiento o transformaciones internas. Estas transformaciones, que incluyen su dinamismo a varias escalas espacio-temporales, están condicionadas por una serie de procesos ecológicos definidos por la interacción de uno o más factores ambientales. Estos sistemas ecológicos pueden describirse mediante una serie de atributos como la biodiversidad, sucesión ecológica o banco de información del sistema (semillas, huevos, etc.). En la mayor parte del planeta estos sistemas ecológicos están incluidos dentro de otro sistema, el humano, definido por distintos elementos que conforman una matriz socio-económica. La interacción tradicional entre ambos sistemas hace que los humedales adquieran un valor para el hombre, al utilizar sus funciones o productos.

La primera fase fue un periodo básicamente de trabajo de gabinete, orientado a través de reuniones periódicas de trabajo de todos los miembros del equipo donde se trataba de definir y desarrollar las fuentes, materiales, categorías de los datos y métodos del inventario. Se partía de la base de que gran parte del éxito científico y de la optimización del tiempo y fondos disponibles del proyecto residía en la capacidad de elaborar una fase de planificación sólida y coherente.



En este contexto, el plan operativo a desarrollar en esta primera fase tenía como elementos claves: a) La definición de unos objetivos claros y realistas en función del tiempo, dinero, material y personal disponible, b) la definición y delimitación operativa de las unidades a inventariar, c) los usuarios actuales y potenciales del inventario, d) la documentación a producir, e) la metodología de inventario a seguir, f) la información a obtener, g) el desarrollo de un sistema de clasificación ecológica flexible y aplicable a todas las unidades inventariadas y h) el diseño de sistemas de evaluación y control.

El esquema metodológico del inventario fue diseñado para suministrar una información muy valiosa, a través de bases de datos informatizadas y multirrelacionadas. Esta información constituye una herramienta indispensable para la elaboración de programas de conservación y gestión relacionados con los humedales.

Con la información obtenida se ha elaborado una sectorización ambiental del territorio del País Vasco al objeto de caracterizar áreas ecológicamente homogéneas, es decir, espacios más o menos uniformes para aquellos aspectos temáticos del medio natural y humano que condicionan la organización y dinámica de los humedales vascos. Esta caracterización de ecorregiones permite definir hipótesis de trabajo, a evaluar en campo, a varias escalas sobre la identidad ecológica del patrimonio de humedales de la C.A.P.V.

También, a partir de la información recopilada y del análisis de la foto aérea y cartografía disponible, se elabora un inventario y clasificación ecológica provisional, que son evaluadas a partir de los datos de campo registrados en la segunda fase de este proyecto de investigación aplicada.

La prospección extensiva que caracteriza el programa de muestreo de la segunda fase permite, por una parte, obtener un inventario definitivo, pero siempre abierto a cualquier nueva información, y un conocimiento real y actual de su estado de conservación. Por otra, los



estudios limnológicos denuncian los procesos ecológicos claves que definen la estructura y funcionamiento de los humedales entendidos como ecosistemas.

La tercera fase implica el análisis de la información obtenida al objeto de asentar las bases científicas del Plan Territorial Sectorial de los humedales de la CAPV. Para conseguir este objetivo último del proyecto, a partir de la tipología ecológica desarrollada, se define la vocación ecológica de cada tipo funcional definido. Los criterios globales de valoración ambiental permiten desarrollar un programa de prioridades de actuación y, por último, la integración de ambas informaciones permite desarrollar estrategias de asignación de usos y, por tanto, las bases de los PTS de humedales.

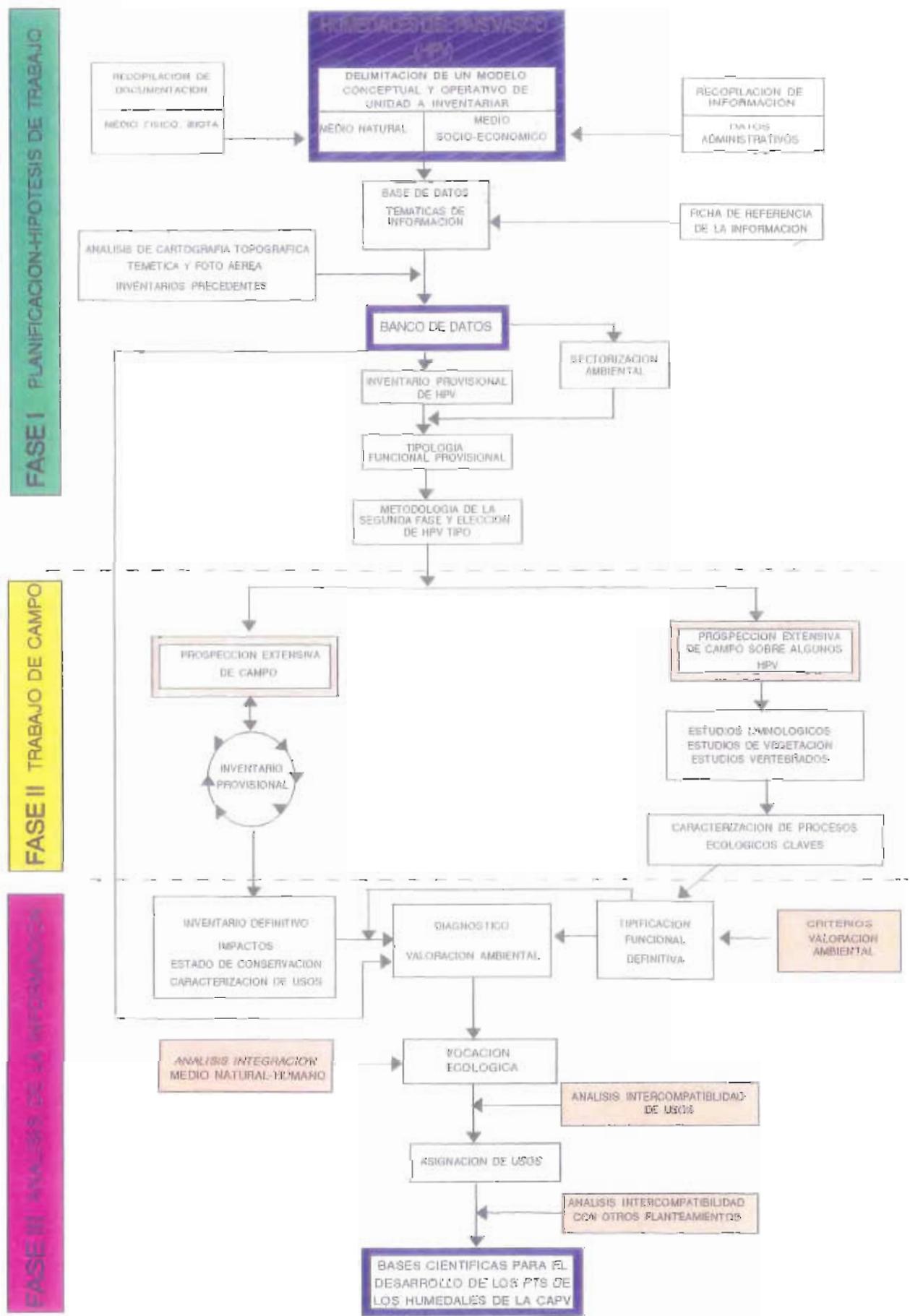
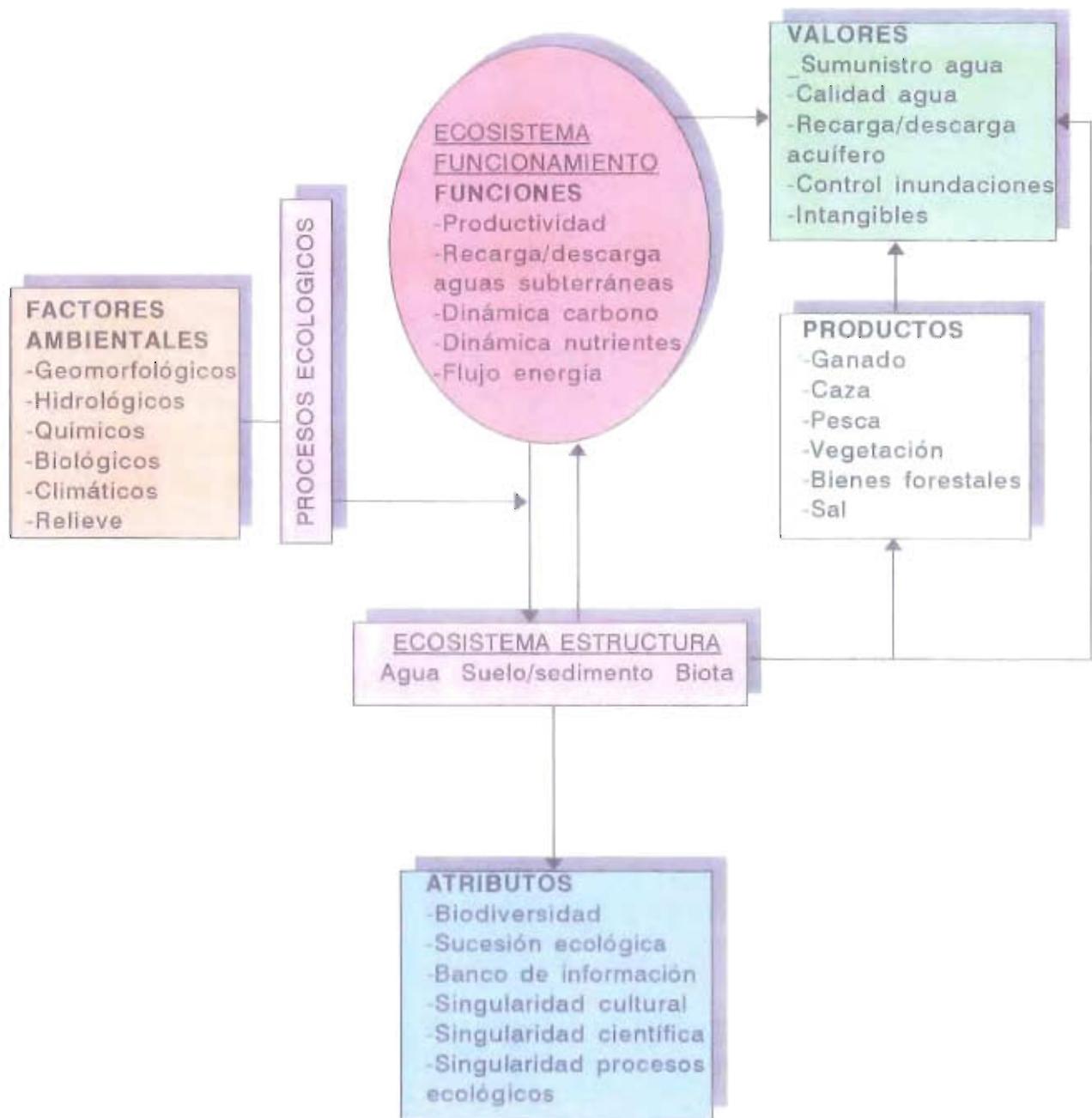


Fig. 2.3.- Organigrama de las diferentes etapas y fases que conforman el plan de trabajo del proyecto de inventario y tipificación de las formaciones palustres del País Vasco.



FUNCION= procesos que definen su identidad ecológica=**LO QUE HACEN**
VALOR= uso que hace el hombre de una función determinada=**LO QUE SE UTILIZA**
PRODUCTO= componente de la estructura que utiliza el hombre=**LO QUE SE EXTRAE**

Fig. 2.4.- Modelo conceptual y metodológico de las interrelaciones que se establecen entre los humedales entendidos como sistemas ecológicos y el medio humano en donde se desarrolla.



3.- EL MEDIO NATURAL Y HUMANO DEL PAÍS VASCO.



3.1.- MARCO GEOGRÁFICO

En el conjunto de la España cantábrica, en su extremo oriental se sitúa el País Vasco. Constituye un territorio en forma de triángulo invertido comprendido entre los 3° 26' y 1° 44' de longitud oeste y los 42° 28' y 43° 27' de latitud norte (fig. 3.1).

Esta Comunidad Autónoma, formada por tres provincias, Vizcaya (2.217 Km²), Guipúzcoa (1.997 Km²) y Alava (3.047 Km²), posee una extensión relativamente reducida (7.261 Km²) en relación al resto de los territorios autonómicos peninsulares. Sólo Cantabria (5.289 Km²) y La Rioja (5.034 Km²) poseen superficies menores. En cualquier caso, la pequeña extensión de su territorio no debe inducirnos a pensar en un espacio homogéneo, ya que está localizado sobre una base física de una gran variedad geológica y geográfica que condiciona a su vez su entorno humano (Gómez Piñeiro, 1985, 1990).

La diversidad paisajística del País Vasco se explica por la organización de su territorio alrededor de dos vertientes, la cantábrica o marítima y la mediterránea o continental. Esta divisoria de aguas es la que condiciona los principales contrastes, así, en la vertiente cantábrica, con clima oceánico, se modela un relieve de valles encajados, con ríos cortos de carácter torrencial, fuertes pendientes e intrincada fisonomía. Son valles densamente poblados en los que predominan los bosques y los prados.

Por el contrario, la vertiente mediterránea, con un clima típicamente mediterráneo, está formada por amplias cuencas de altitud elevada cuyos ríos tienen un perfil marcadamente distinto, con una cabecera muy pronunciada que enseguida da paso a pendientes suaves al discurrir por zonas relativamente llanas. Se conforma un medio rural escasamente poblado y dominado por cultivos de cereales y vid.

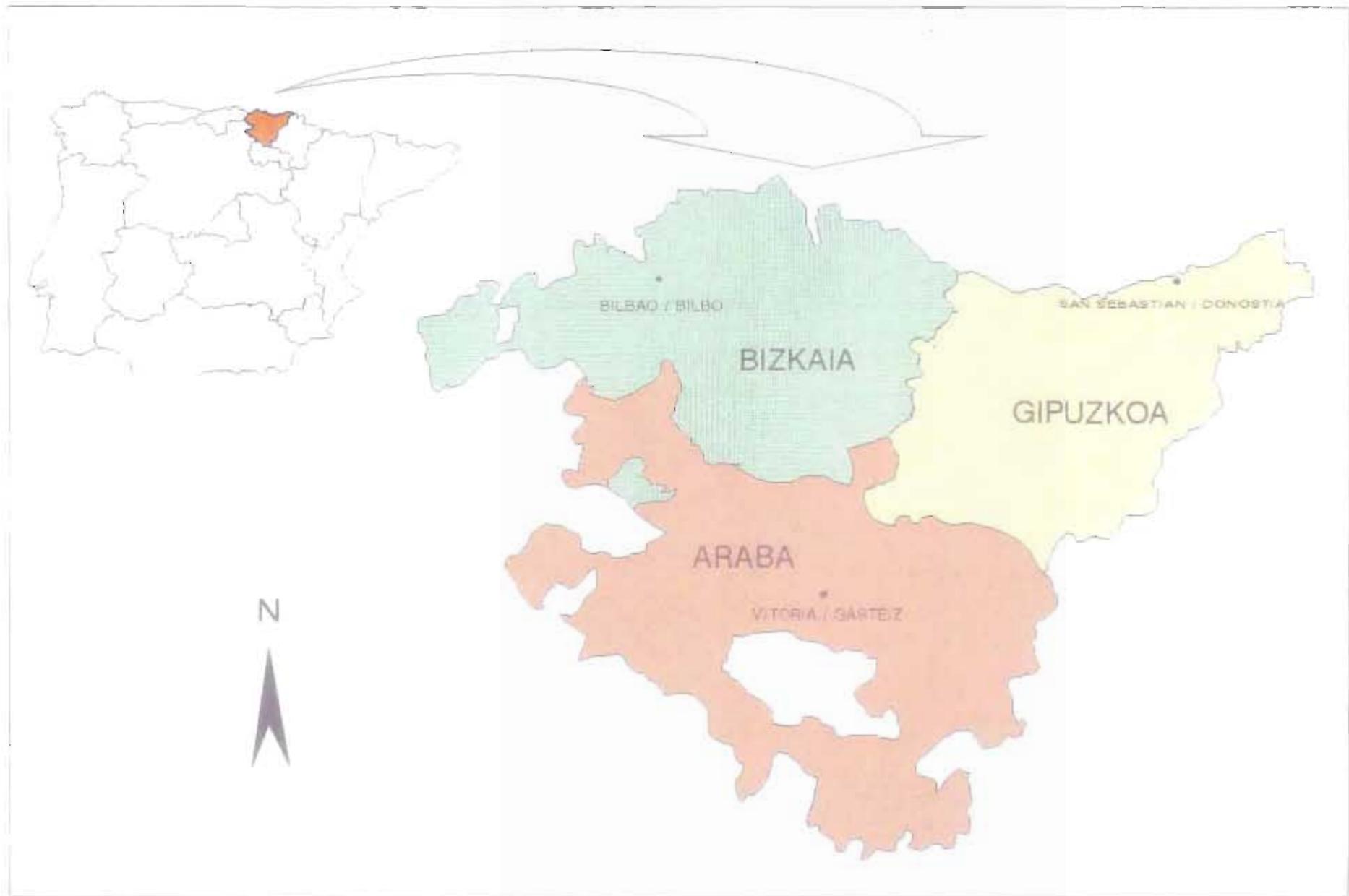


Fig. 3.1. Mapa político y localización del País Vasco en el contexto de la España de las comunidades autónomas.



A esta diversidad paisajística hay que añadir otras diferencias históricas, culturales, lingüísticas, sociales, económicas y políticas que refuerzan la personalidad del País Vasco como un territorio de pequeña extensión pero de fuertes contrastes en su medio natural y humano.



3.2.- CARACTERIZACIÓN DE REGIONES AMBIENTAL Y SOCIO-ECONÓMICAMENTE HOMOGÉNEAS. DELIMITACIÓN DE ECORREGIONES.

3.2.1.- Introducción.

El conocimiento de la estructura de un territorio es un punto de partida imprescindible para realizar un uso adecuado del mismo. Con este objetivo, durante el siglo pasado y principios del presente, diversos naturalistas y geógrafos intentaron una delimitación del territorio en regiones y comarcas en un intento de racionalizar las divisiones territoriales clásicas, condicionadas por motivos casi exclusivamente políticos. Ese intento de delimitación no cuajó en su tiempo en aplicaciones concretas a nivel administrativo.

Actualmente la utilización de regiones ambientalmente homogéneas o ecorregiones es importante a la hora de abordar estudios ecológicos por varias razones. En primer lugar permite un diseño del muestreo que recoja la máxima variabilidad de la región objeto de estudio con el mínimo esfuerzo, optimizándose asimismo los costes económicos. En segundo lugar, cabe esperar respuestas similares de los sistemas dentro de cada región, pareciéndose significativamente más entre sí que con los de distintas regiones (Bailey, 1983). Finalmente adquieren un valor fundamental en tareas de gestión integral de los recursos naturales.

La delimitación de ecorregiones es, no obstante, problemática debido a la difícil integración de los diferentes aspectos temáticos que conforman un territorio, que se plasman en un gran número de parámetros ambientales que interaccionan entre sí (González-Bernáldez, 1982).



El trazado de estas regiones de una forma orientada a las zonas palustres está poco desarrollado. En España, Florín *et al.* (1993) diferencian varios sectores en La Mancha a partir de la litología, topografía, hidrología superficial e influencia de las aguas subterráneas. La zona delimitada por el acuífero de Madrid, de la cual existe un profundo conocimiento de sus sistemas de flujo subterráneo y características físicas, es la que mejor delimitada está (González-Bernaldez *et al.*, 1987, 1989; Besteiro *et al.*, 1991, 1993).

En el País Vasco, Aseginolaza *et al.* (1988) han desarrollado una sectorización basada en aspectos botánicos y Tamés *et al.* (1991) han realizado una más desarrollada para la provincia de Guipúzcoa.



3.2.2.- Metodología.

La forma más generalizada de delinear regiones de igual significado ecológico es seleccionar diferentes aspectos temáticos claves del medio físico y biológico que se puedan cartografiar a la misma escala para superponerlas posteriormente.

Esta forma clásica de operar presenta algunos problemas. Por una parte, es muy difícil encontrar cartografías temáticas a la misma escala, por lo que tienen que ser elaboradas de nuevo o modificadas por los investigadores con la información disponible, introduciendo una fuerte componente subjetiva en la definición de los límites de los sectores ecológicos.

Por otra parte, y relacionado con la interpretación, la mera superposición de los temas analizados no permite una integración real de la información que sirva para definir la identidad ecológica de una región de un determinado territorio. Si no se conocen los modelos de interacciones entre los diferentes aspectos temáticos analizados, lo que tendremos es una mera yuxtaposición de datos (Besteiro *et al.*, 1991).

Para solucionar, en parte, estos problemas se han empleado diferentes estrategias, como la utilización de técnicas multivariantes o el empleo de sistemas de información geográfica.

Dada la naturaleza general de este proyecto se ha optado por la estrategia metodológica de la superposición subjetiva de mapas temáticos. La delimitación de los límites de las ecorregiones o sectores ambientales se ha hecho de una forma subjetiva y basándose en último término en el conocimiento ambiental de la zona por parte del equipo investigador.

Los temas analizados del medio natural, por considerarse claves para el conocimiento de la organización y dinámica de los humedales a una escala espacio-temporal amplia, han sido: relieve, clima, litología, hidrología superficial e hidrología subterránea. Respecto al



medio humano se han definido las tendencias más importantes de los elementos claves que definen la matriz socioeconómica de un territorio, esto es, demografía, bases económicas, usos tradicionales, usos actuales, etc.



3.2.3. Aspectos temáticos a considerar.

La heterogeneidad ambiental del País Vasco es debida a que sus límites políticos incluyen dentro de su territorio cuatro de las 15 unidades morfoestructurales del solar hispano (fig. 3.2). De esta forma, aunque la mayor parte de su espacio autonómico esta incluido dentro de las unidades de los montes vascos y la cordillera cantábrica, también recoge parte de la depresión del Ebro y de la unidad pirenaica en sentido estricto. Las dos primeras unidades morfoestructurales forman parte del dominio geológico pirenaico, constituyendo su prolongación occidental, y la depresión del Ebro se incluye dentro de una las cuatro grandes depresiones terciarias españolas. Las dos primeras unidades morfoestructurales ocupan la totalidad de la provincia de Vizcaya y la mayor parte de Guipúzcoa y Alava, la unidad pirenaica en sentido estricto afecta al extremo nororiental de Guipúzcoa y la depresión del Ebro sólo afecta a la provincia de Alava en su parte meridional.

-Relieve.

En este contexto, y desde el punto de vista del relieve, el País Vasco constituye, a una escala amplia, un territorio montañoso de altitudes modestas (300 m - 1544 m) que se organiza en una serie de áreas paralelas a la línea de costa que dejan entre ellas una serie de escalones o depresiones. La presencia de dos cuencas hidrográficas, cantábrica y mediterránea, con diferentes características erosivas, da origen a dos grandes áreas de relieve contrastado (fig. 3.3).

La primera de estas zonas estaría formada por las montañas modestas (300-600 m) y valles encajados de la vertiente cantábrica que terminan en una costa, en general, abrupta y con escasos entrantes. En esta línea de costa se localizan formaciones estuarinas tan singulares como son las rías vascas. Desde la costa hacia el interior el relieve va ganando altura hasta alcanzar los montes de mayor envergadura de todo el territorio vasco. Este sistema montañoso

GRANDES UNIDADES MORFOESTRUCTURALES ESPAÑOLAS

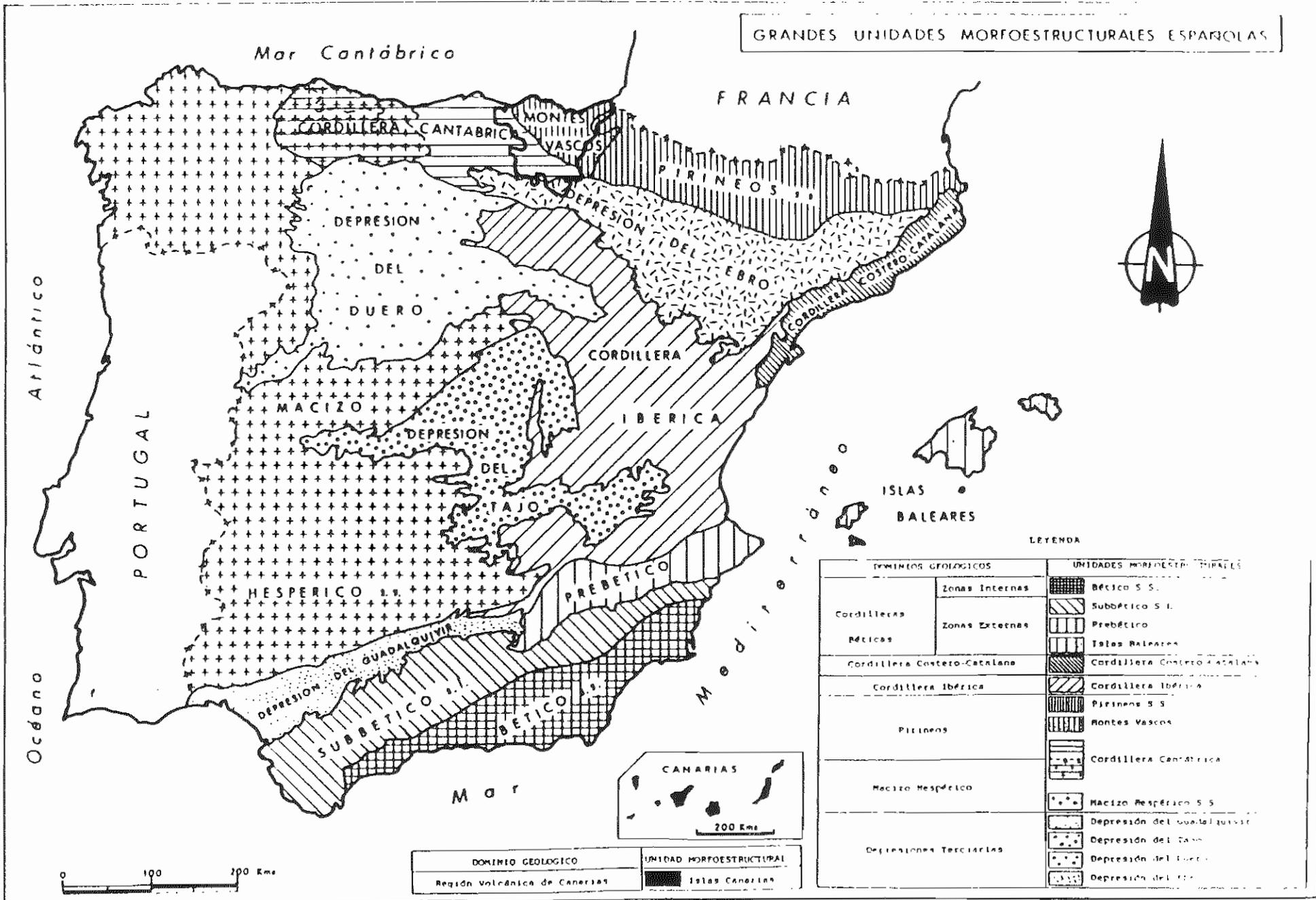


Fig. 3.2. Localización de la comunidad autónoma del País Vasco en el contexto de las grandes unidades morfoestructurales de la zona española de la Península Ibérica.

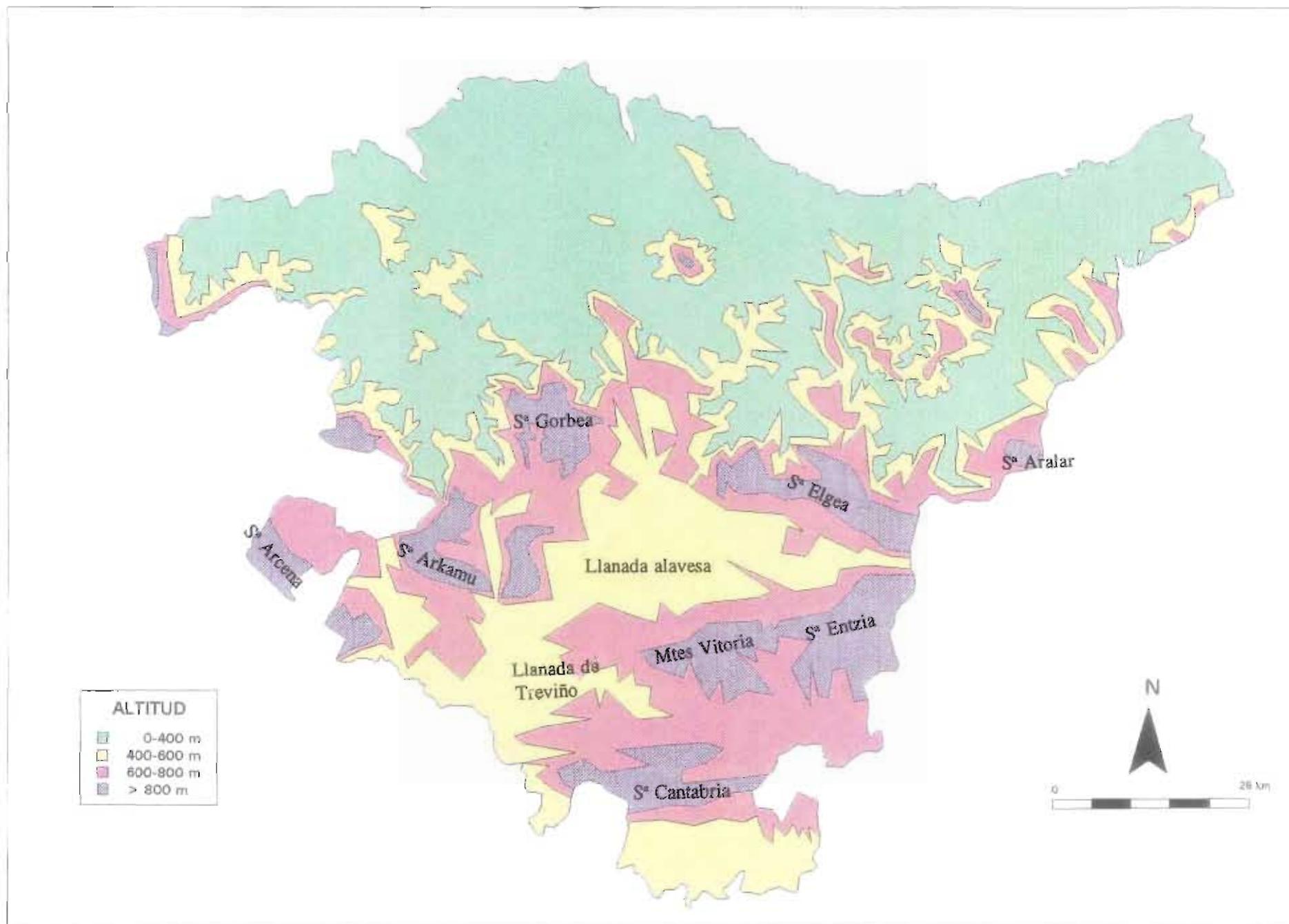


Fig. 3.3. Mapa esquemático del relieve del País Vasco.



(los montes vascos) origina la divisoria cantábrico-mediterránea y presenta altitudes superiores a los 1000 m (Gorbea: 1475 m, Aitzgorri: 1544 m).

Por otro lado, la vertiente mediterránea se caracteriza por presentar tres alineaciones o cadenas montañosas que delimitan un conjunto de cuencas o depresiones. En primer lugar, desde las montañas de la divisoria hasta los montes de Vitoria encontramos un área deprimida en torno a los 500 m de altitud sobre el nivel del mar representada por la cuenca de la Llanada alavesa. En segundo lugar encontramos otra depresión delimitada por los montes de Vitoria al norte y la Sierra de Cantabria-Toloño al sur, es la denominada Llanada de Treviño.

Por último, en el extremo sur de la vertiente mediterránea vasca se sitúa una pequeña parte de la depresión del Ebro (la Rioja alavesa) delimitada al norte por la Sierra de Cantabria y al sur por el cauce principal del río Ebro. Son terrenos, en general llanos, aunque la erosión diferencial ha modelado un paisaje algo intrincado caracterizado por la presencia de colinas de materiales duros y pequeñas depresiones sobre materiales más blandos. Las terrazas fluviales del Ebro constituyen los únicos paisajes realmente tabulares en la zona.

- Clima.

El clima del País Vasco está condicionado por su relieve y, en especial, por la disposición de sus cadenas montañosas (fig. 3.3). Estos sistemas montañosos actúan como barreras que definen un gradiente climático norte-sur en cuyos extremos se sitúa un clima atlántico, fresco y lluvioso, en la vertiente cantábrica, y en el interior un clima mediterráneo, cálido y seco.

Analizando los patrones espacio-temporales de la temperatura y la precipitación (figs. 3.4 y 3.5) es posible distinguir dentro de este gradiente norte-sur cuatro regiones o bandas climáticas (Ruiz-Urrestazu, 1982; Gomez Piñeiro, 1990) caracterizadas por sus diagramas de Walter-Lieth (fig. 3.6) y representadas a grandes rasgos en la figura 3.7.

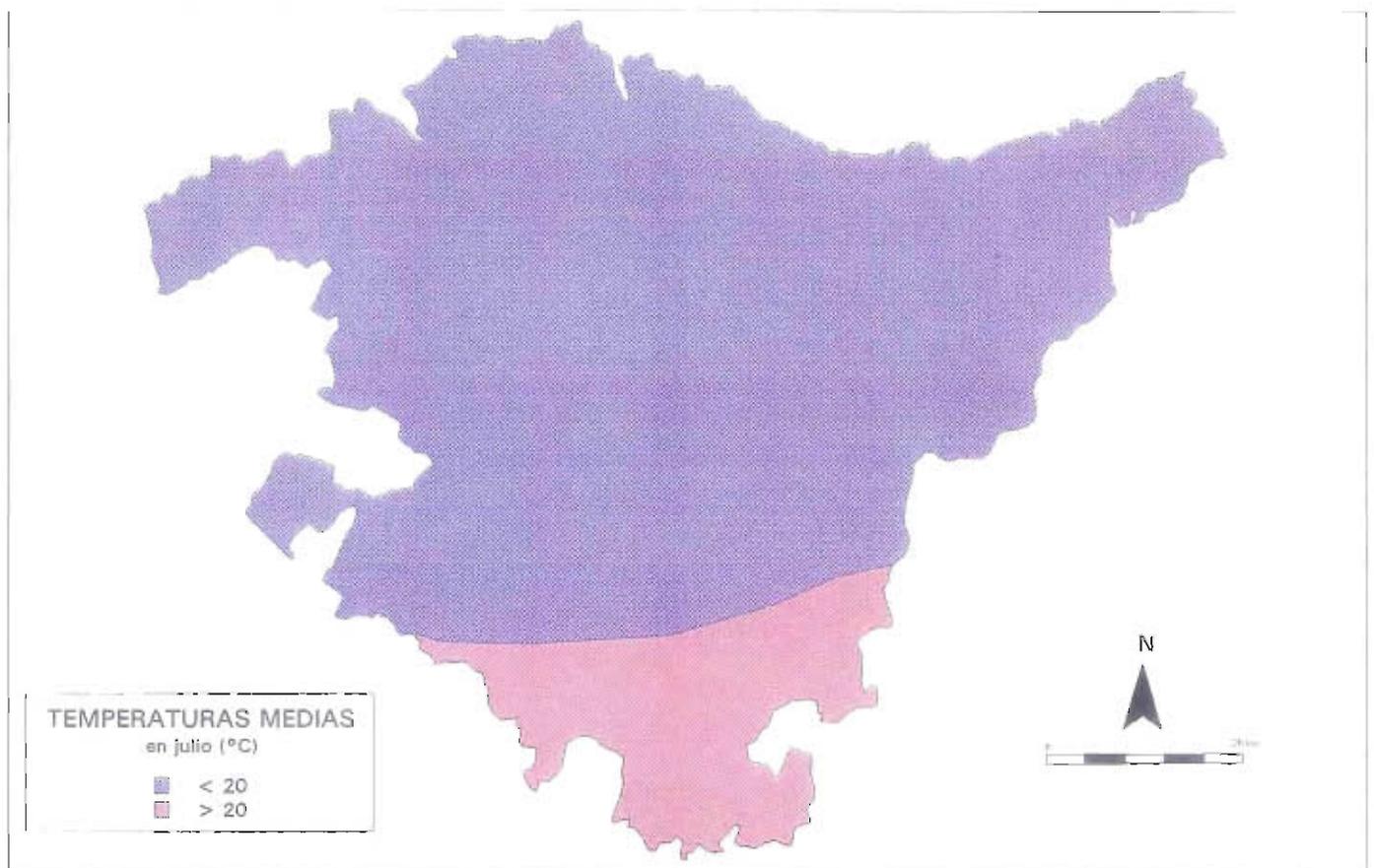
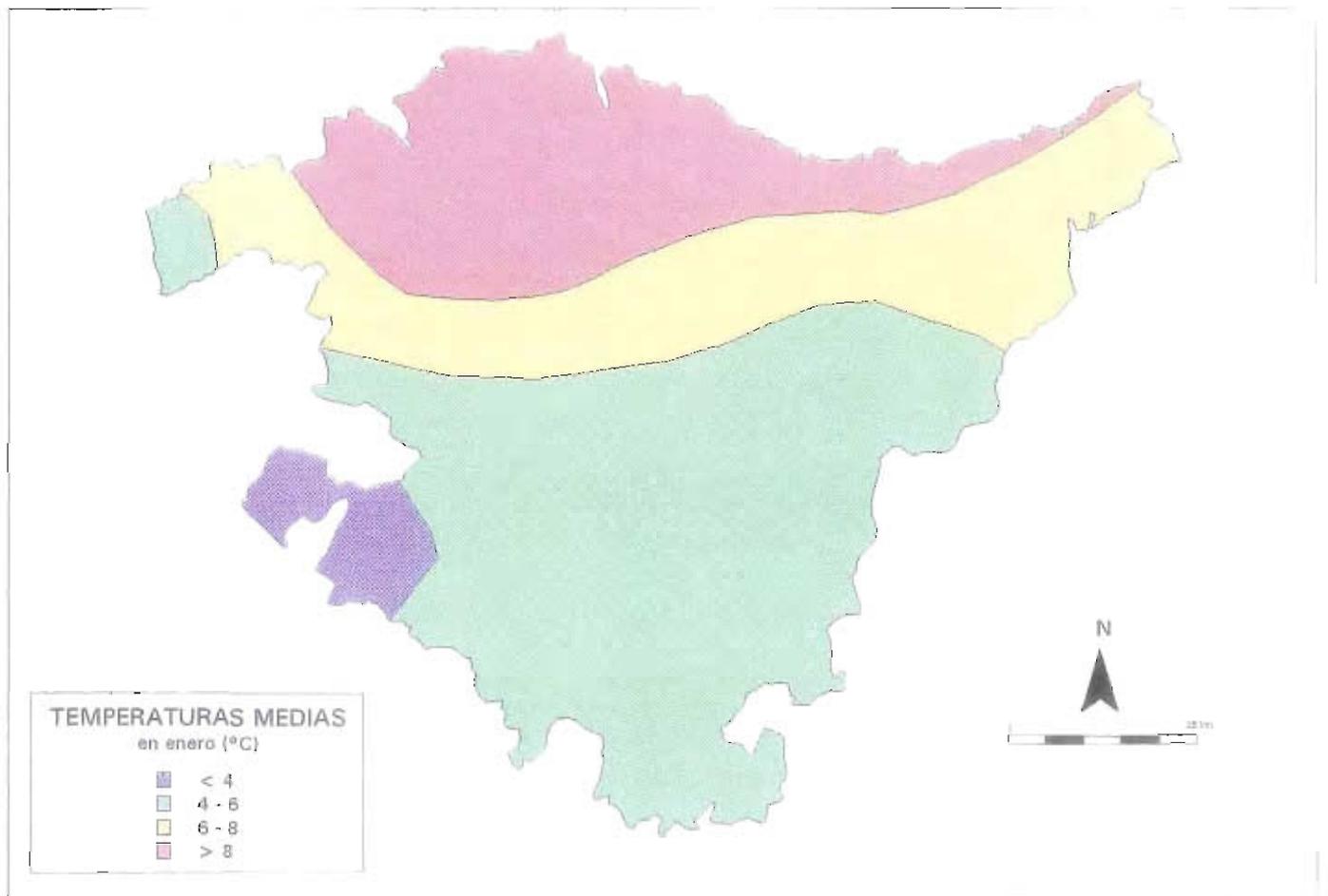


Fig. 3.4. Distribución espacial de las temperaturas medias en Enero y en Julio en el País Vasco.

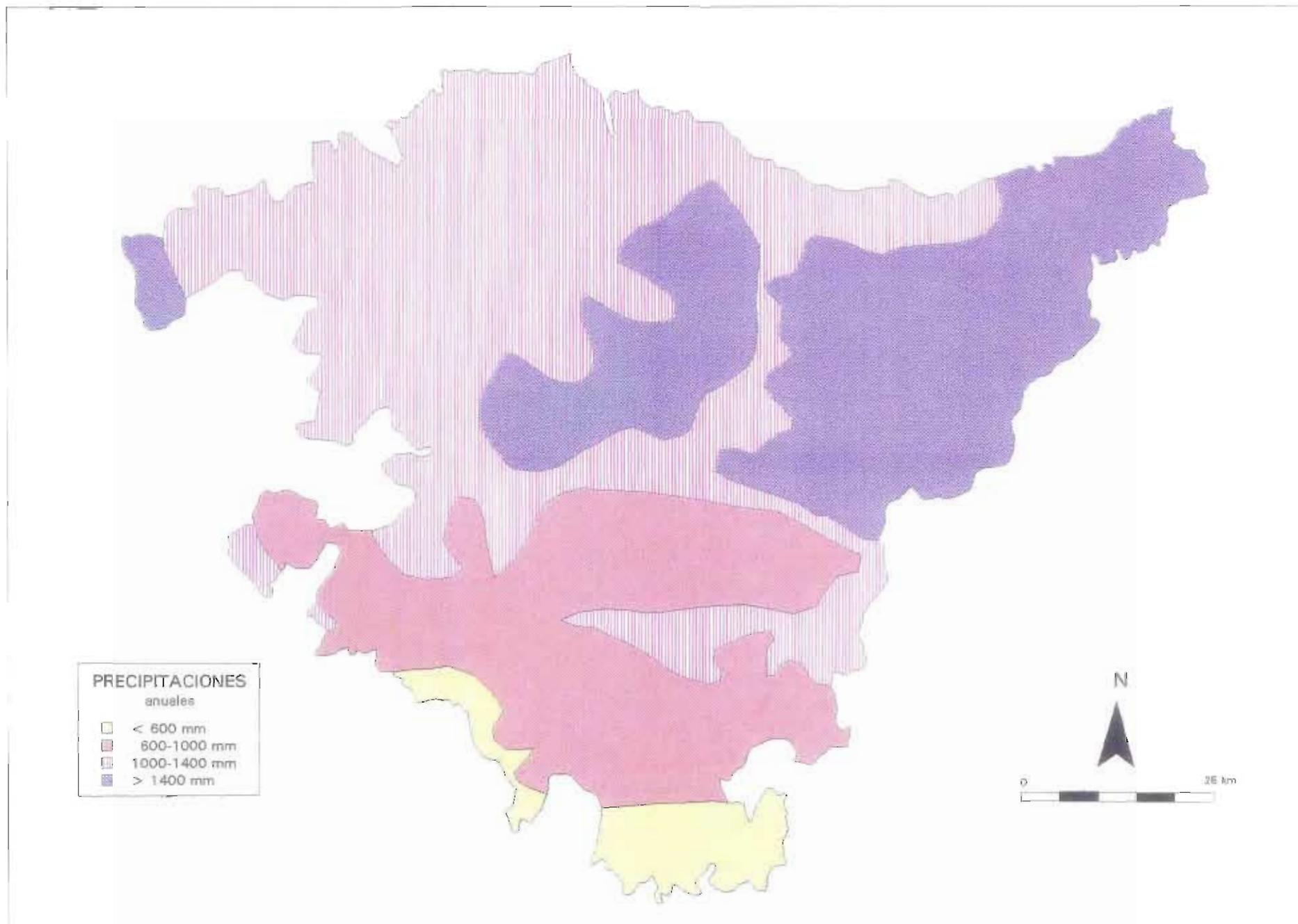


Fig. 3.5. Distribución espacial de las precipitaciones anuales en el País Vasco.

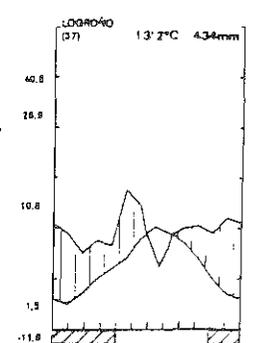
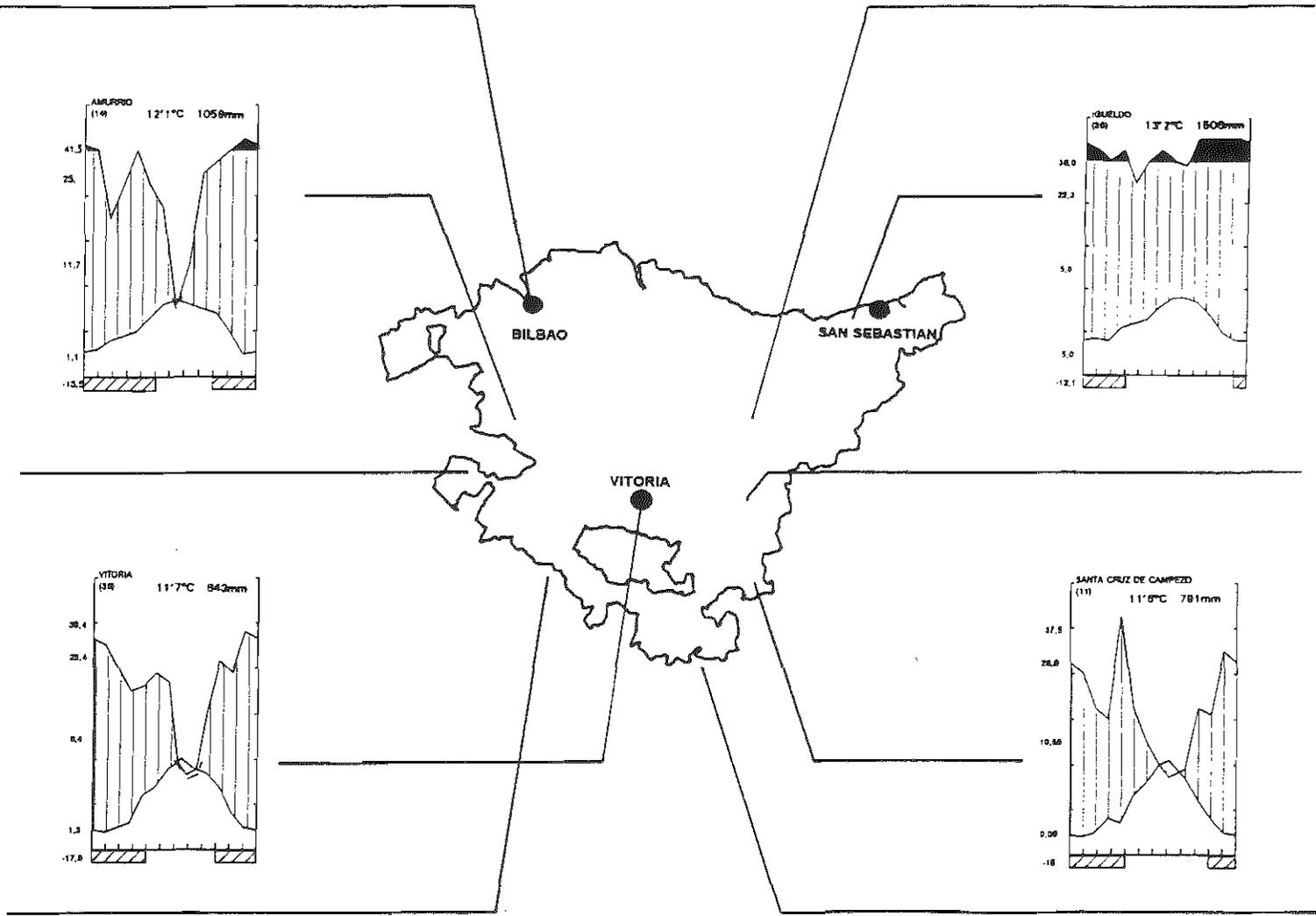
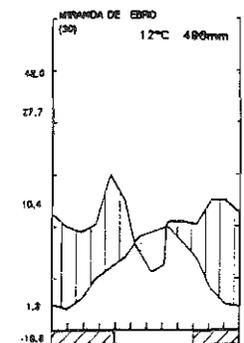
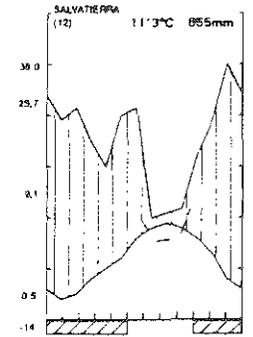
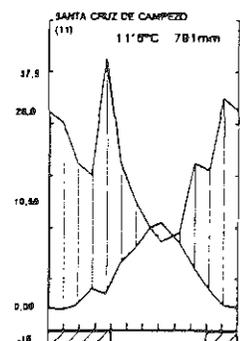
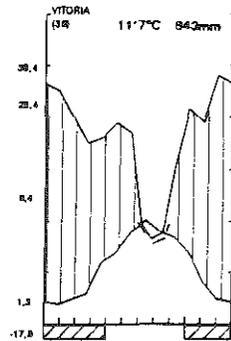
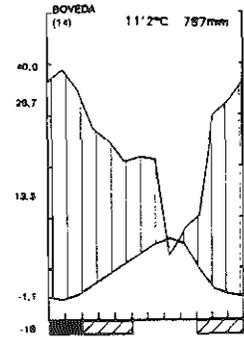
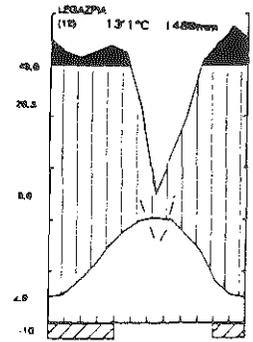
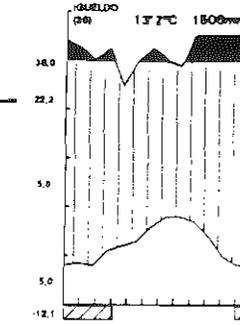
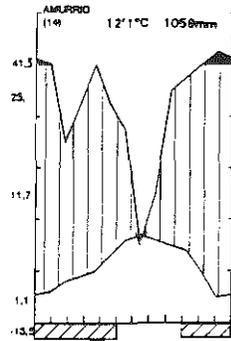
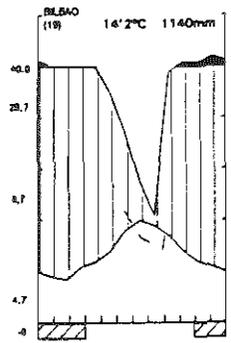


Fig. 3.6. Caracterización climática del País Vasco en función de una serie de diagramas de Walter-Lieth.

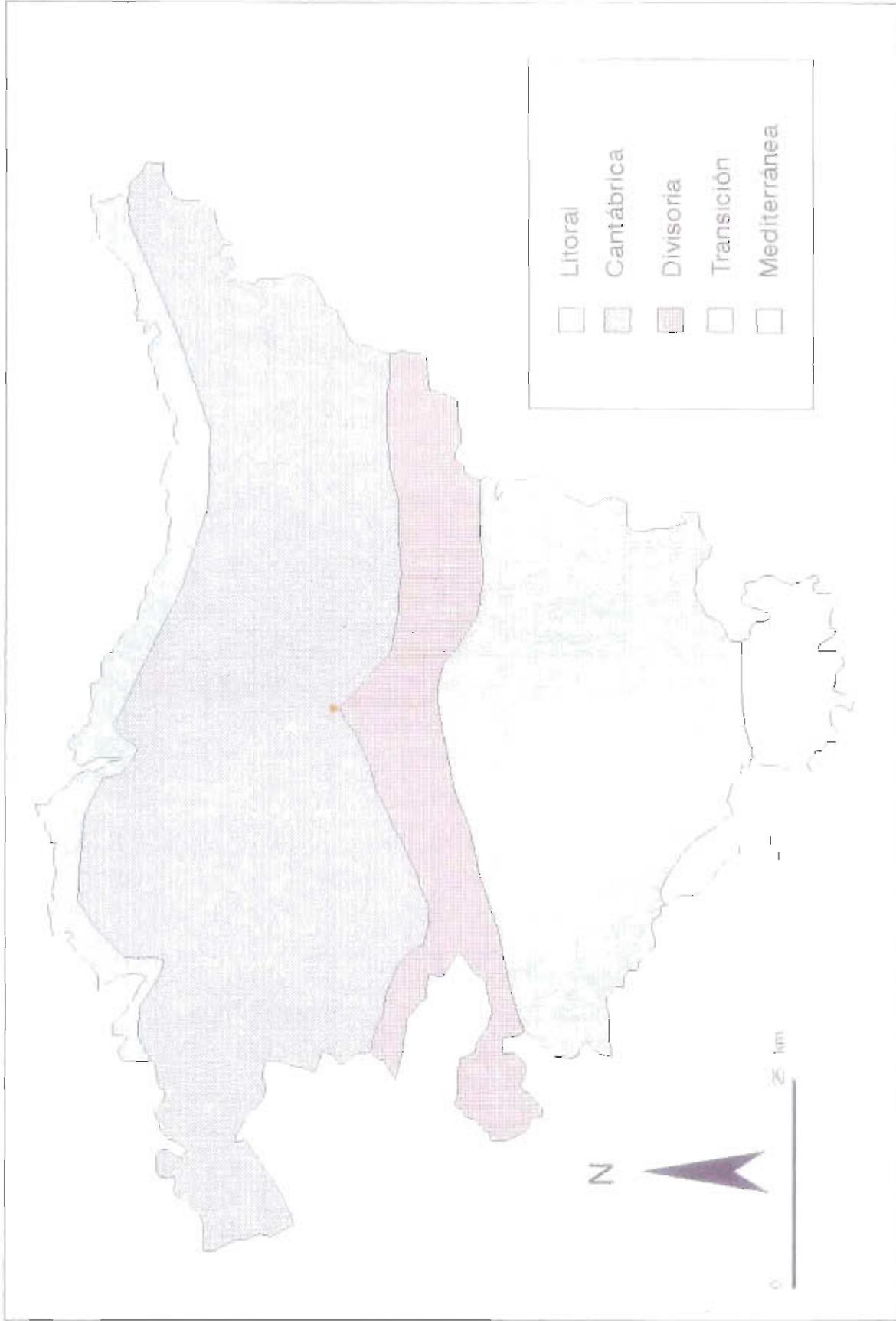


Fig. 3.7. Esquema de regiones climáticas del País Vasco.



. Vertiente cantábrica.

El clima es oceánico caracterizado por precipitaciones abundantes con cifras anuales superiores a los 1.200 mm. El máximo de lluvias se obtiene en otoño-invierno y el mínimo en julio, siendo más acusado en el sector occidental (fig. 3.5.). Las temperaturas son muy suaves, con medias anuales en torno a los 13-14 °C. Las oscilaciones térmicas son pequeñas entre 11 a 14 °C. Dentro de esta región se puede definir una subdivisión que correspondería a la franja litoral por la influencia marina que se deja sentir en una amplitud térmica menor (11 °C), inviernos más suaves y veranos más frescos.

. Sierras de la Divisoria.

El clima es también oceánico con precipitaciones aún superiores a la franja anterior alcanzando los 2.000 mm anuales. Aunque no muy abundante, la nieve está presente cada invierno. En invierno esta zona registra las temperaturas máximas y mínimas más bajas de la región, situación que se repite en verano con las temperaturas medias y máximas.

. Depresiones y montañas del interior.

Corresponde al área de la Llanada Alavesa y las montañas del interior. Presentan un clima de transición atlántico-mediterráneo, apreciándose un régimen climático más continentalizado. Las lluvias son todavía abundantes, aumentando hacia el sector oriental. Aunque la temperatura media anual es similar a la de la vertiente cantábrica, su amplitud es superior, alrededor de los 15 °C. Los inviernos son fríos (4-5 °C en Enero) aunque los veranos siguen siendo suaves (alrededor de los 19 °C), pero con marcadas oscilaciones diurnas. Las heladas son frecuentes y las olas de frío pueden llegar a ser muy intensas.



. Zona meridional.

Formada fundamentalmente por la región de la Rioja Alavesa, extendiéndose ligeramente por la ribera del Ebro. Presenta un cuadro climático mucho más seco y una insolación muy superior a la de las zonas anteriores, típico de un clima mediterráneo continental. Las masas de aire, al traspasar la última cadena montañosa (la Sierra de Cantabria), se desecan y las precipitaciones disminuyen hasta casi la mitad de las que se registran en la vertiente norte, llegando a valores inferiores a los 500 mm cerca del cauce del Ebro. Las oscilaciones térmicas coinciden con la de una zona continental, presentando una considerable amplitud térmica (16 °C). Los inviernos son fríos pero menos rigurosos que en las áreas del interior. A su vez, los veranos son bastante cálidos con unos 22 °C de media para los meses de verano.

- Ritmos climáticos.

Desde una perspectiva ecológica es de gran importancia conocer los patrones de distribución anual e interanual del balance de precipitación-temperatura, es decir, el ritmo climático. Este va a determinar, a una escala amplia, la organización y dinámica de los ecosistemas.

En el País Vasco el gradiente climático norte-sur se traduce también en un gradiente predicibilidad-impredicibilidad de las fluctuaciones anuales e interanuales. De esta forma la vertiente cantábrica presenta una considerable estabilidad climática, con precipitaciones que se reparten más o menos regularmente a lo largo del año, junto con una estrecha amplitud térmica.

En el clima de transición la distribución de las lluvias coincide con las de la vertiente cantábrica, aunque es posible caracterizar un máximo secundario en primavera, de influencia mediterránea. Esta influencia también se nota en una ya sensible sequía estival.



En el clima mediterráneo el ritmo se caracteriza por presentar un patrón opuesto de la distribución de la precipitación y la temperatura. Es decir, la lluvia se concentra en el periodo más frío o fresco del año, siendo el verano la fase más seca. Pero lo más importante es que existe una gran variabilidad anual e interanual de las precipitaciones, tanto en localización como en intensidad.

- Balances hídricos.

Las características climáticas de un territorio condicionan el balance hídrico, y por tanto, la disponibilidad de agua meteórica en el mismo, factor éste que junto con la disponibilidad de agua subterránea determinan la cantidad y los modos de abastecimiento de agua de las cubetas de los humedales.

El balance hídrico se ha analizado según los datos obtenidos por Almarza (1984) de varias estaciones meteorológicas del País Vasco y áreas meridionales adyacentes (fig. 3.8).

Se observa un gradiente norte-sur donde el déficit hídrico aumenta en el mismo sentido, pasando de un superávit de 831 mm/año en Igeldo, donde sólo hay un escaso déficit hídrico durante dos meses, a un déficit anual que puede superar, si atendemos a los datos de la estación meteorológica de Logroño, los 300 mm, extendiéndose el periodo deficitario a ocho meses.

- Litología.

Dentro de los aspectos geológicos y geomorfológicos, la litología, más que la tectónica u otros aspectos genéticos, es el elemento de mayor relevancia a la hora de abordar un estudio como el nuestro, ya que, en términos generales, los diferentes materiales geológicos condicionan el desarrollo de los procesos que posteriormente darán lugar a la formación de un determinado paisaje; y, en el caso de los humedales, la importancia de este elemento en

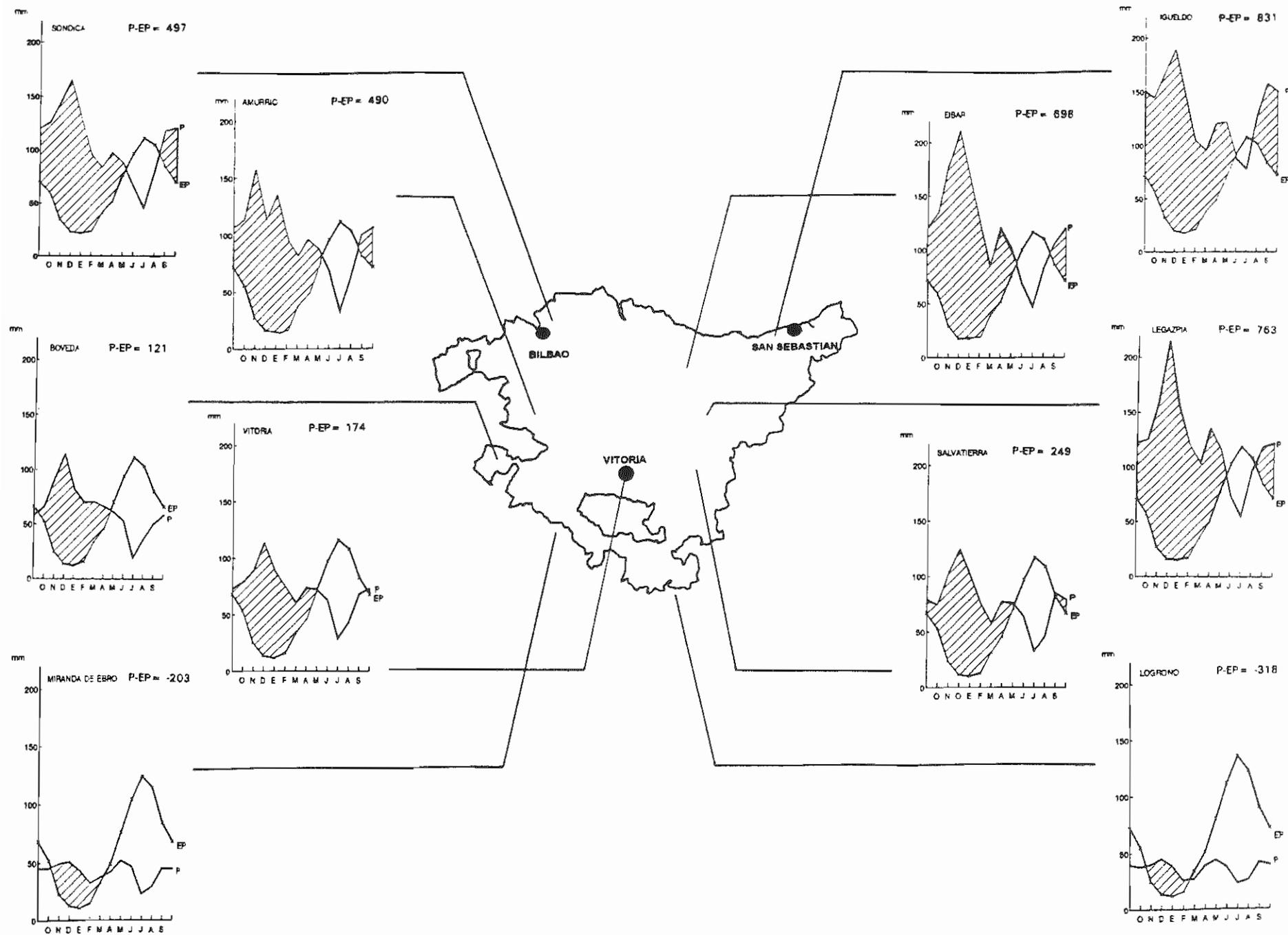


Fig. 3.8. Distribución de balances hídricos teóricos en el País Vasco (según datos de Almarza, 1984).



la regionalización es básica, dado que las características físicas y químicas de las aguas en ellos contenidas dependen de la litología de la cuenca vertiente, siendo esta relación tanto mayor cuanto menor es esta última.

En el caso del País Vasco, los materiales geológicos aflorantes son tremendamente variados, reuniendo en un territorio muy pequeño litologías muy diversas que responden a una intensa historia geológica (fig. 3.2). La columna estratigráfica abarca, al margen de los materiales cristalinos y metamórficos del sector nororiental, formaciones paleozoicas, un Mesozoico que incluye la mayor parte del territorio, Terciario marino y continental y el Cuaternario aluvial que se superpone a las formaciones anteriores. Esta diversidad de materiales hace que sea poco operativo tratar de sectorizar basándonos en la pura y simple relación de la litología expresada en la columna estratigráfica, ya que de actuar así obtendríamos, al conjugar los sectores litológicos con el resto de factores, un número excesivamente elevado de unidades o regiones ecológicas.

Es por ello que, al analizar la litología, se impone la necesidad de unificar materiales diversos en base a uno o varios criterios de significación ecológica. El resultado, que desde el punto de vista estricto de la geología puede suponer una aberración al incluir materiales de diferente edad u origen, debe consistir en la obtención de unidades cuya litología se comporte de modo homogéneo en relación con la dinámica de los lagos y humedales, fundamentalmente por la capacidad de estos materiales de ceder elementos solubles a las aguas, más que por otros aspectos, como erosionabilidad o permeabilidad, no contemplados aquí.

El objetivo del presente apartado queda, pues, definido como la obtención de estas unidades homogéneas, que no pueden definirse como litológicas en sentido estricto, pero cuyo origen arranca del conocimiento de los materiales aflorantes en el área representados en la columna estratigráfica.



Para alcanzar dichos objetivos se ha utilizado como base cartográfica el mapa geológico del País Vasco a escala 1:200.000 (ITGE & EVE, 1991), empleando como material de apoyo las hojas 5, 6, 12, 13 y 21 del mapa geológico nacional escala 1:200.000 (ITGE, 1989; IGME, 1980, 1987).

Con la filosofía antes descrita se pueden delimitar tres grandes grupos de unidades litológicas con una serie de subunidades (fig. 3.9):

* *Unidad del Cuaternario.*- Se corresponde con el cuaternario aluvial y coluvial, situado en las terrazas de los grandes ríos el primero y en las salidas de barrancos el segundo. Se trata de depósitos de grava y cantos englobados en una matriz limo-arcillosa.

Las áreas cartografiadas en el mapa de la figura 3.9, debido a que alcanzan extensiones suficientes, se distribuyen en el área siguiendo los cauces de los grandes ríos (Ebro, Zadorra, Zalla y Alegría) y asociados a las laderas de las sierras (Elgea, UrKilla, Urbasa y Entzia). El resto de depósitos del cuaternario, de menor entidad, no han sido cartografiados.

* *Unidad de rocas ácidas.*- Se corresponden con materiales paleozoicos, areniscas y conglomerados de carácter ácido, pizarras y grauvacas, y por materiales cristalinos de tipo granitoide. Se encuentran muy localizadas en el borde nororiental del País Vasco, asociados al macizo de Cinco Villas. Se trata de una unidad con elementos poco solubles que afectan poco a la mineralización de las aguas.

* *Unidad de rocas básicas.*- Las rocas básicas comprenden la mayor parte del territorio del País Vasco. Entre ellas son destacables:

- *Subunidad del Terciario continental indiferenciado.*- Se presenta en la zona meridional y agrupa materiales tipo conglomerado, alternando con arenas, areniscas, lutitas y

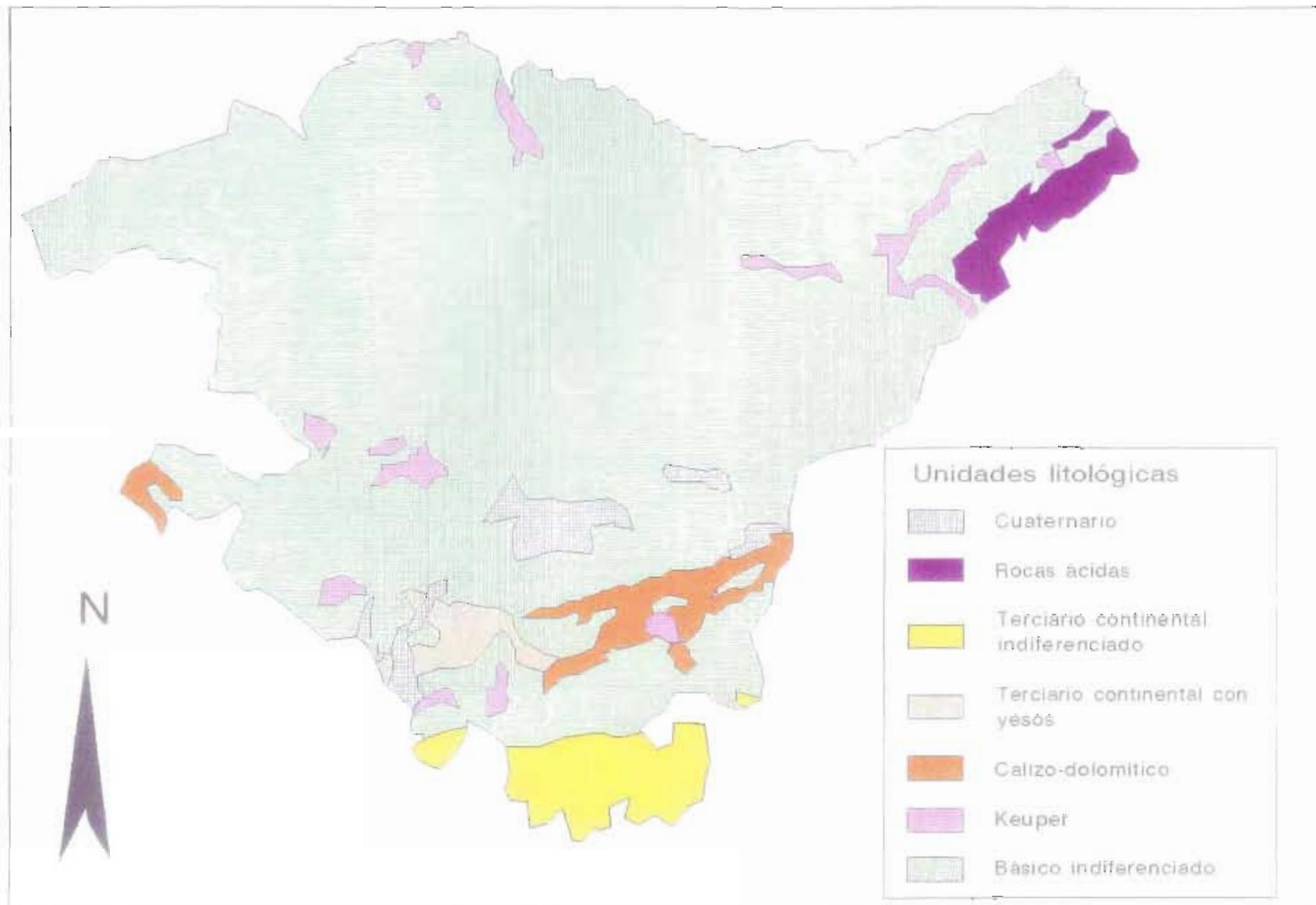


Fig. 3.9. Grandes unidades litológicas del País Vasco agrupadas según su aporte potencial tanto en cantidad y tipos de iones a las masas de aguas que sobre ellas se asientan.



margas. Aunque de carácter básico, potencialmente pueden aportar importantes cantidades de sales, lo que justifica su caracterización como unidad.

Se distribuye fundamentalmente en la zona meridional del área de estudio, consistiendo mayoritariamente en materiales pertenecientes al denominado Terciario del Ebro.

- *Subunidad del Terciario continental con yesos.*- Formado por facies de margas y calizas, pertenecientes al Oligoceno-Mioceno de la cuenca de Miranda-Treviño, en las cuales es frecuente la presencia de paquetes de yesos, lo cual justifica su caracterización como unidad aparte de los materiales de carácter básico. La influencia de este tipo de litología en las aguas se caracteriza por la presencia de especies solubles como cloruro sódico y/o sulfato magnésico y/o sódico.

La cuenca sedimentaria de Miranda-Treviño se sitúa en la zona meridional del área de estudio, limitada al sur por el río Ebro y al norte por los Montes de Vitoria.

- *Subunidad calizo-dolomítica.*- Subunidad formada por dolomías, calizas y calcarenitas, siendo las primeras dominantes en el área de la sierra de Urbasa, pertenecientes al Terciario marino. La presencia de magnesio en proporciones importantes en este tipo de roca justifica su separación, como unidad litológica independiente, de esta formación.

- *Subunidad del Keuper.*- Los afloramientos del Keuper se caracterizan por ser arcillas abigarradas de colores rojo, ocre y verde, alternadas con niveles de limolitas micáceas. Eventualmente presenta facies evaporíticas de yesos y se supone la existencia en profundidad de masas de cloruros que habrían desaparecido en superficie debido al lixiviado. Incluidas en él se encuentran importantes masas de rocas volcánicas del tipo ofita. En la figura 3.9 b. se indican los diapiros de esta subunidad que poseen humedales.

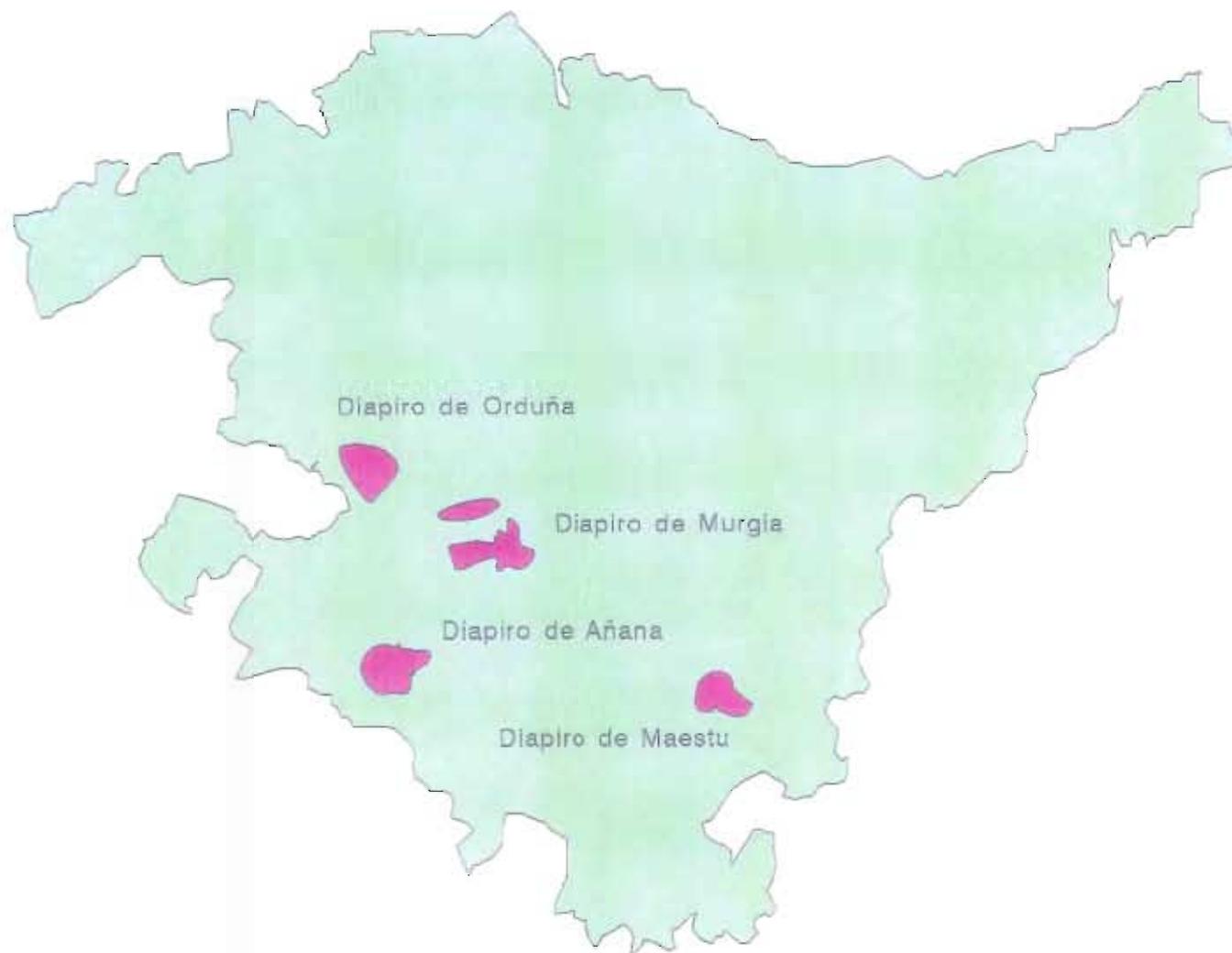


Fig. 3.9b.- Sistemas diapíricos del País Vasco con presencia de humedales.



Se distribuye ampliamente en el área de estudio en forma de pequeños núcleos asociados generalmente a manifestaciones diapíricas.

- *Subunidad de carácter básico indiferenciada.*- En este grupo de litologías se incluyen todas aquellas de carácter básico, fundamentalmente calizas de diferente edad u origen, aunque también areniscas, conglomerados, margas y arcillas. Es, sin duda, el grupo más heterogéneo en cuanto a origen y también el de mayor extensión, ya que incluye la mayor parte del área de estudio.

- **Hidrología superficial.**

Como se comentó anteriormente, el medio natural y humano del País Vasco se articula y orienta alrededor de dos territorios, uno que vierte sus aguas al Cantábrico y otro que desagua hacia el río Ebro. Incluso los límites provinciales de Vizcaya y Guipúzcoa con Alava coinciden, en gran medida, con la gran divisoria de aguas. La marcadas diferencias de relieve y clima mencionadas anteriormente definen un régimen hidrológico distinto.

Los ríos de la vertiente cantábrica siguen, en general, una dirección N-S, perpendicular a las estructuras geológicas (fig. 3.3). Son cursos fluviales cortos y de caudal abundante debido al carácter oceánico del clima. El carácter bastante regular de las precipitaciones explica la escasa irregularidad anual e interanual de sus módulos, si bien presentan picos de caudal importantes a una escala temporal pequeña. En general presentan un régimen hidrológico pluvial oceánico. Su elevada pendiente, abundante caudal en relación a la pequeña superficie de sus cuencas, junto con un elevado índice de escorrentía, da lugar a una red fluvial de un gran poder erosivo. Este hecho trae consigo un paisaje muy drenado que, enmarcado en un relieve bastante abrupto, no favorece el desarrollo de grandes áreas encharcables. De esta forma la vertiente cantábrica, al ser típicamente exorreica, no es un lugar idóneo para el desarrollo de formaciones palustres interiores (figura 3.10), siendo más bien un territorio de criptohumedales (prados húmedos, prado-juncales, etc.).

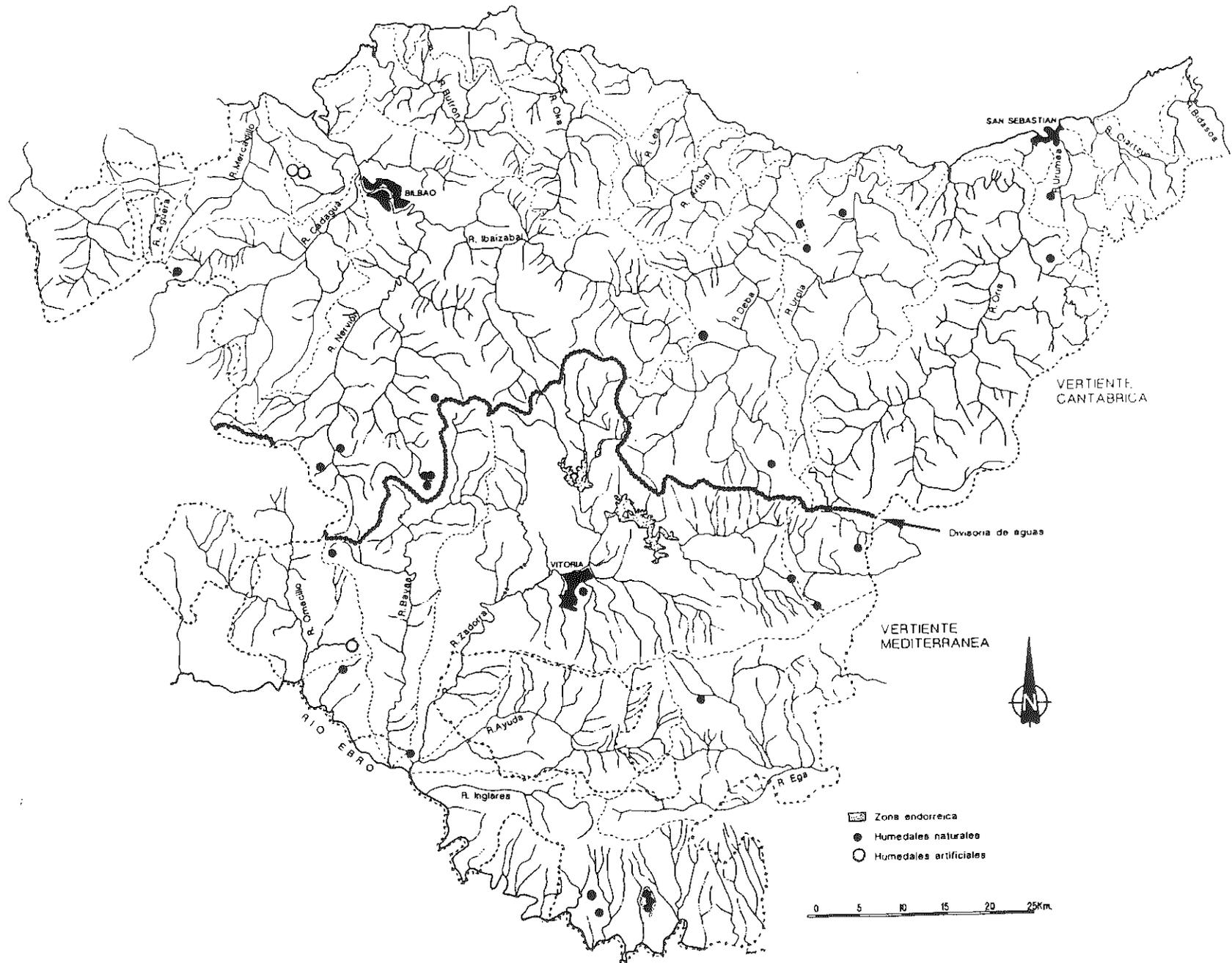


Fig. 3.10. Localización de los humedales naturales y los artificiales más importantes en la red hidrográfica del País Vasco. Se señala la única zona típicamente endorreica caracterizada.



Por otra parte, los sistemas fluviales de la vertiente mediterránea drenan al río Ebro, que actúa como frontera de la comunidad autónoma en varios tramos de su recorrido. Son también ríos cortos, de cuencas reducidas pero con una pendiente mucho más moderada. El clima mediterráneo sobre el que se desarrolla esta red fluvial condiciona unos caudales mucho más modestos y con una marcada irregularidad anual e interanual. Estas características hidrológicas, enmarcadas en un relieve con abundancia de grandes depresiones y un relieve más tabular, genera un paisaje menos disecado que permite la presencia de zonas mal drenadas que favorecen el desarrollo de encharcamientos. Incluso es posible detectar algunas zonas pequeñas típicamente endorreicas como la de Laguardia (fig. 3.10).

- Hidrología subterránea.

Estudios recientes han puesto de manifiesto que la componente subterránea del ciclo del agua constituye un elemento muy importante del balance hidrológico e hidroquímico y, por tanto, en la identidad ecológica de los humedales españoles (González Bernaldez, 1992). Los flujos de aguas subterráneas pueden actuar aportando agua y solutos de una forma directa o indirecta a través de drenaje impedido (Montes & Martino, 1987). Por este motivo, es muy importante la caracterización general de la hidrogeología del territorio estudiado.

En el País Vasco están representados, total o parcialmente, los sistemas acuíferos números 6, 7, 64, 65 y 66 del "mapa de síntesis de sistemas de acuíferos de España (Navarro *et al.*, 1989). En conjunto, los sistemas de acuíferos ocupan aproximadamente las tres cuartas partes del territorio vasco (fig. 3.11).

En general, se pueden encontrar dentro de los límites territoriales del País Vasco tres grandes tipos de acuíferos (tabla III.1):

- *Acuíferos calizos*. Son los más importantes y tienen su máxima representación en la vertiente cantábrica, debido a la naturaleza calcárea de la mayor parte de su roquedo. Poseen

Tabla III.1. Clasificación general de los sistemas acuíferos del País Vasco (modificado de IGME, 1984).

Tipo de Unidad	Permeabilidad	Edad de los materiales geológicos dominantes
Acuíferos calizo-dolomíticos	media-alta	Lías Inferior Jurásico Superior Cretácico Inferior Aptiense arrecifal Albiense Superior arrecifal Cenomaniense Cretácico Superior Terciario marino meridional
Acuíferos detríticos	media-alta	Cenomaniense-Albiense Cuaternario
	media-baja	Terciario continental Cretácico Superior
Acuíferos volcánicos	baja	Cretácico
Acuíferos cristalinos	baja	Paleozoico

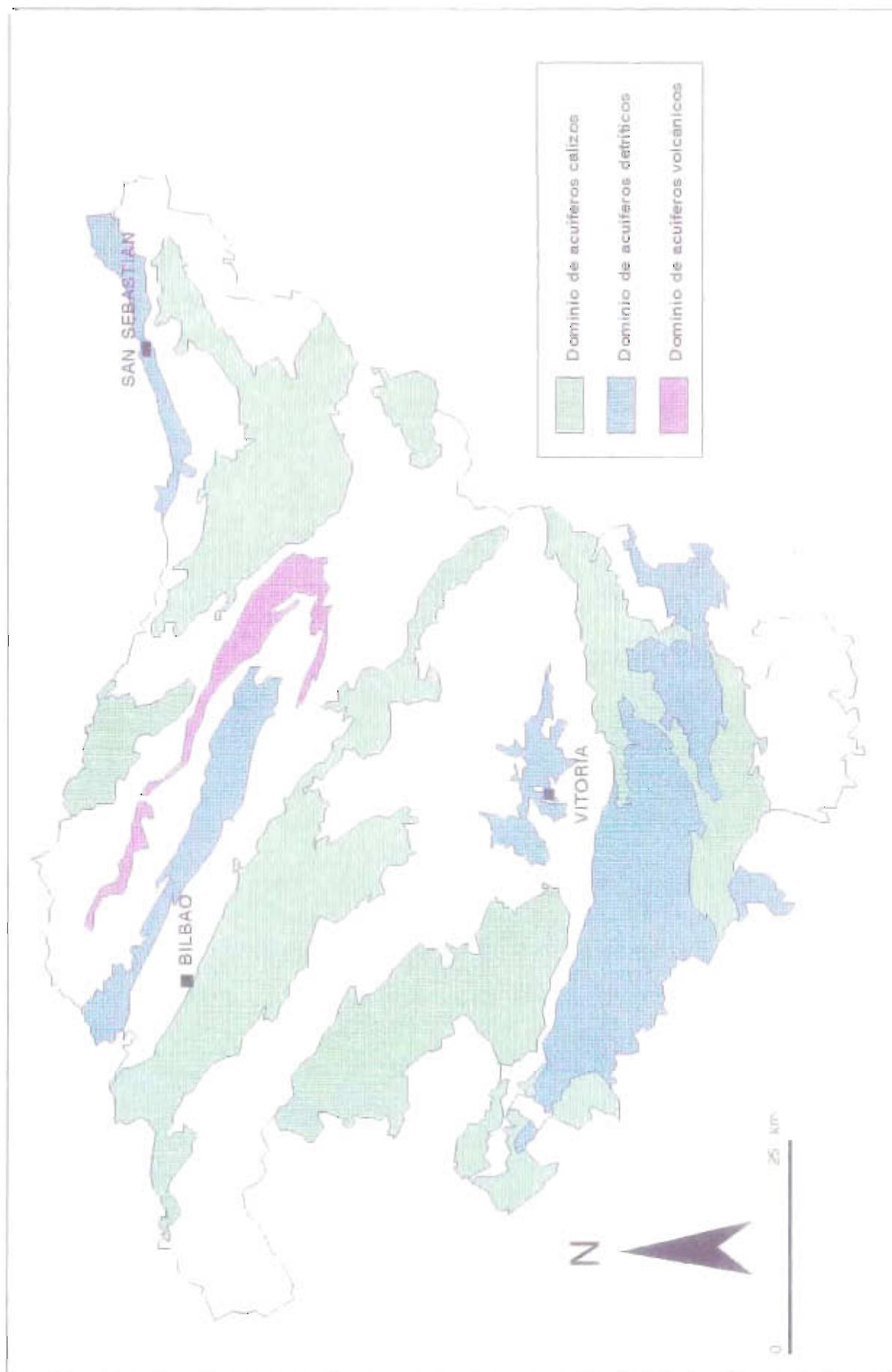


Fig. 3.11. Localización de los grandes tipos de acuíferos del País vasco (modificado de IGME, 1984).



un marcado carácter kárstico, y las dolinas, valles ciegos, poljés, etc., constituyen las zonas de recarga junto con el agua superficial que proviene de las cuencas impermeables de su entorno. La descarga o drenaje se realiza fundamentalmente a través de manantiales. Poseen una permeabilidad media-alta.

- *Acuíferos detríticos*. Son más importantes en el contexto de la vertiente mediterránea. Están formados por materiales detríticos del tipo de margas o areniscas carbonatadas. Poseen una permeabilidad variable y drenan en numerosos manantiales.

- *Acuíferos volcánicos*. De escasa importancia en el contexto de País Vasco y para este estudio, dado que sobre ellos no se localizan ningún humedal inventariado.

Respecto a sus características hidrogeoquímicas la facies predominante en la mayoría de las unidades es la bicarbonatada cálcica, aunque se pueden caracterizar facies sulfatadas y cloruradas cálcico-sódicas que denuncian la influencia de materiales evaporíticos. Por lo general son aguas mineralizadas con un residuo seco menor de 1,2 g/l.

- **Características socio-económicas.**

El desarrollo económico acontecido en el País Vasco a lo largo de este siglo ha sido desigual en el espacio y en el tiempo, lo cual ha dado lugar a notables diferencias entre unos territorios y otros. Así, mientras que en Vizcaya y Guipúzcoa se ha producido, con sus altibajos, un gran desarrollo económico a lo largo de todo el siglo, en Alava esto sucede a partir de los años sesenta.

Este desarrollo económico, unido a un gran crecimiento demográfico, ha provocado distintos modelos en cuanto a la concentración y al tipo de poblamiento en unas regiones y otras. Sobre una densidad de población media para toda la comunidad autónoma de 293,5 hab./Km², Vizcaya, con el 55,2% de la población tiene la densidad más alta (530,7 hab./Km²),



seguida por Guipúzcoa, con el 32,3% de la población y 344,4 hab./Km² de densidad, quedando en último término, y a una distancia considerable, Alava, con un 12,5% de la población y una densidad de 87,7 hab./Km², que apenas rebasa la de la media española. De este modo hay una clara distinción, en lo referente a la presión poblacional, entre las vertientes cantábrica y mediterránea, ofreciendo paisajes densamente poblados la primera y amplios espacios casi deshabitados la segunda.

No obstante, la forma de poblamiento, fundamentada en el peso del hábitat tradicional y en los efectos del proceso industrial, permite realizar una segunda diversificación.

El poblamiento urbano, condicionado fundamentalmente por las distintas fases de la revolución industrial, sigue modelos distintos. El modelo vizcaíno se fundamenta en un claro predominio de la comarca del Gran Bilbao sobre el resto de la provincia, concentrando más del 80% de la población provincial. El modelo guipuzcoano es distinto; a pesar de que la zona donostiarra muestra primacía dentro de la provincia, el reparto poblacional es más equilibrado, con la presencia en todo su territorio de núcleos de tamaño medio. El modelo alavés es un modelo macrocéfalo, concentrándose el 76,5% de la población provincial, ya de por sí escasa, en la capital Vitoria-Gasteiz.

El poblamiento rural, considerado regresivo debido al éxodo y a los cambios estructurales procedentes del propio proceso urbano, podría dividirse en tres zonas con un paisaje rural, una estructura de las explotaciones y una orientación técnico-económica bien distintas:

- Una *región atlántica* con un paisaje rural de prados orientada alrededor del caserío. Forman parte de ella la provincia de Vizcaya, a excepción de la comarca de las Encartaciones, y Guipúzcoa. La tradicional dedicación al laboreo con una organización espacial en áreas concéntricas al caserío ha dado paso a una explotación fundamentada en los sectores ganadero,



con predominio del ganado bovino, y forestal, mediante la explotación de especies introducidas (*Pinus insignis*).

- Una *región alavesa*, situada al sur de la divisoria, con un paisaje rural cerealista. En esta unidad socioeconómica se incluiría la comarca vizcaína de las Encartaciones. El poblamiento rural se basa en pequeñas y numerosas aldeas dispersas por todo el territorio. Las explotaciones, sobre todo en la zona alavesa, poseen una mayor extensión. La agricultura, basada fundamentalmente en el cultivo de cereales, patata y forrajes, adquiere mayor importancia. El porcentaje de superficie labrada se acerca al 30%, mientras que los pastos no sobrepasan el 13%. Los espacios forestales, generalmente de propiedad pública, siguen siendo de importancia, y en ellos dominan las frondosas, salvo en la zona septentrional donde abundan las repoblaciones de *pino insignis*. La ganadería ocupa un lugar secundario.

- Por último, nos encontramos con la comarca de la *Rioja Alavesa*, con un paisaje rural de viñedos. En ella se presentan núcleos poblacionales de tamaño considerable respecto a las aldeas de la región anterior. La característica distintiva de las explotaciones de esta zona es la existencia de un monocultivo de la vid, sin olvidar otros cultivos con cierta representación como el almendro. La ganadería ocupa, igualmente, un lugar secundario.

3.2.4.- Regionalización ecológica del País Vasco.

Como se ha comentado anteriormente son varios los elementos-guía que sirven de referencia a la hora de delimitar las regiones ambientalmente homogéneas. Los más importantes para el caso que nos ocupa han sido descritos anteriormente al analizar el marco fisiográfico y humano. Combinando todos ellos, sin hacer una diversificación excesiva, se puede realizar la regionalización ecológica del País Vasco que se resume en la tabla III.2 y se referencia geográficamente en la figura 3.12. Un análisis más detallado a nivel de cada

Tabla III. 2.- Tabla resumen de las características fisiográficas más importantes que definen las ecorregiones del País Vasco.

	LITORAL	CANTABRICA INTERIOR	PREPIRENAICA	DIVISORIA	SUBMEDITERRANEA NOROCCIDENTAL	SUBMEDITERRANEA ORIENTAL	MEDITERRANEA
Altitud (m)	0-550	0-600	200-832	600-1531	500-1345	600-1333	375-650
Precipitación (mm/año)	>1200	>1200	>2000	>1200	600-1000	800-1400	<600
Temperaturas medias (°C)							
Enero	>8	>6	6-8	<6	<6	4-6	4-6
Julio	<20	<20	<20	<20	19-21	19-21	>20
Clima	Atlántico	Atlántico	Atlántico	Atlántico	Transición	Transición	Mediterráneo
Balance hídrico	+	+	+	+	+	+	-
Unidades litológicas principales	Básica indif. Keuper	Básica indif. Keuper	Rocas ácidas	Básica indif. Keuper	Básica indif. Keuper Cuaternario Terc. cont. con yesos	Calizo-dolomítica Básica indif. Keuper	Terc. cont. indif. Cuaternario Keuper
Permeabilidad	Variable	Variable	Baja	Variable	Baja (localmente media-alta)	Media-alta	Baja (localmente media-baja)
Tipo de acuífero	Calizo, detrítico	Calizo, detrítico, volcánico	_____	Calizo	Detrítico, calizo	Calizo, detrítico	Calizo, detrítico
Paisaje rural	Caseríos con prados y plantaciones forestales	Aldeas dispersas Paisaje cerealista	Aldeas dispersas Paisaje cerealista	Pueblos dispersos Cultivo vid			
Densidad de población	Alta	Alta	Baja	Media	Baja	Baja	Baja

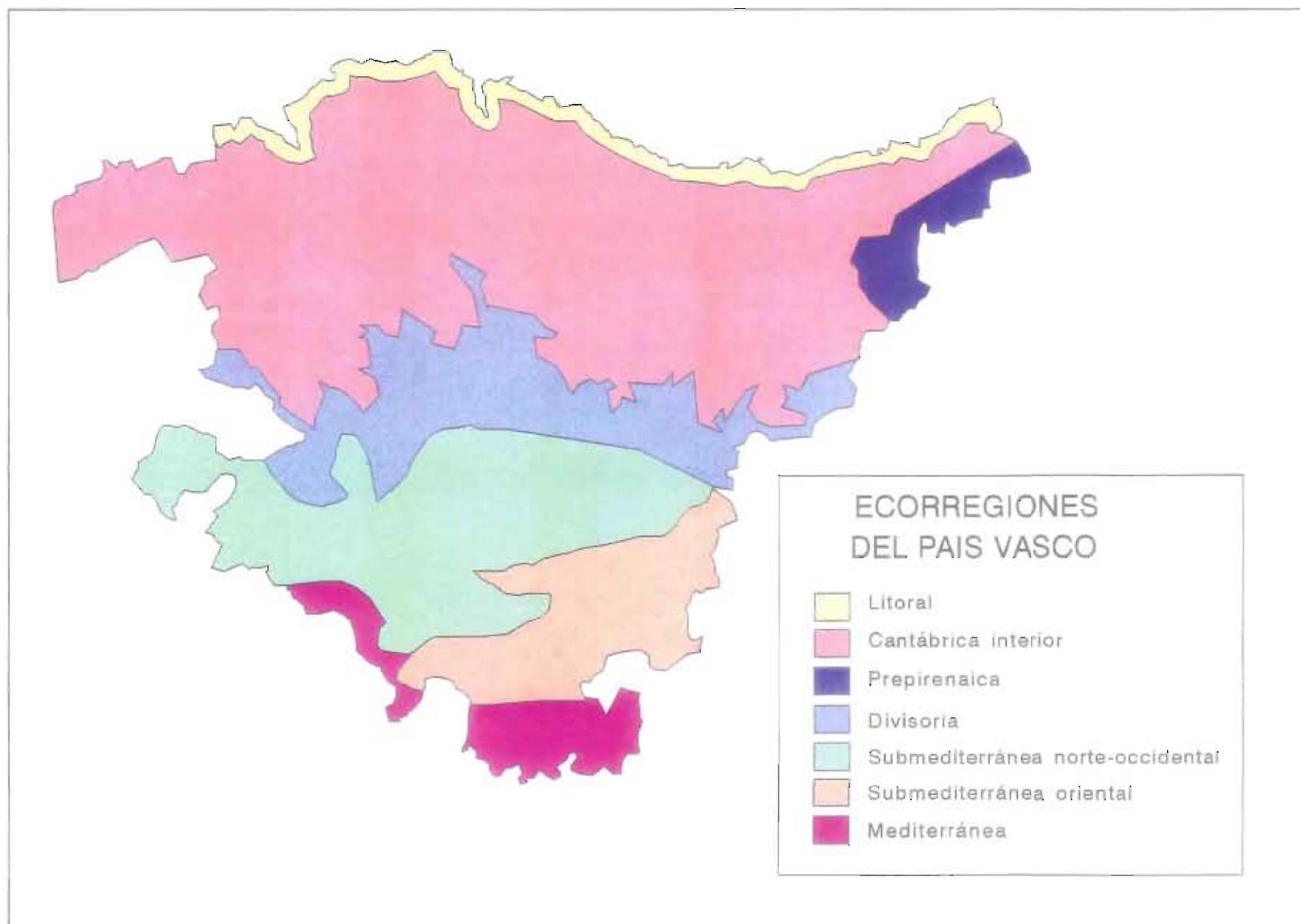


Fig. 3.12. Ecorregiones delimitadas en el País Vasco al objeto de explicar la variabilidad ambiental y de usos de los humedales.



humedal inventariado para estas y otras características fisiográficas pueden encontrarse en el Apéndice I.

Unidad cantábrica interior.

La unidad cantábrica interior se sitúa en la vertiente cantábrica o norte del territorio vasco, hasta altitudes de 600 m snm. Se encuentra totalmente dominada por el clima atlántico que se caracteriza por poseer inviernos frescos, con temperaturas medias superiores a 6°C, y veranos templados, con temperaturas medias inferiores a 20°C, y precipitaciones superiores a 1200 mm/año. Presenta un balance hídrico anual positivo. Litológicamente es un área dominada por la unidad geoestructural alpina con calizas, conglomerados, areniscas y otros materiales indiferenciados; como elemento sobresaliente se encuentra el Keuper de Orduña. Su permeabilidad es variable. Presenta acuíferos calizos, detríticos y volcánicos. Es una zona densamente poblada y con un paisaje rural definido, en general, por caseríos con prados y plantaciones forestales.

Unidad litoral.

Pequeña franja situada a lo largo de toda la costa y que participa de las características climáticas de la unidad anterior pero con condiciones aún más suaves. Su balance hídrico anual es positivo. Es una zona densamente poblada con paisaje rural de caseríos con prados y plantaciones forestales. Su diferenciación como unidad propia se justifica básicamente por la influencia marina, que no sólo actúa en la atemperación climática, sino que define tipológicamente los humedales costeros, no tratados en este documento.

Unidad prepirenaica.

Situada también en la vertiente cantábrica o norte, participa de las mismas características climáticas que la unidad cantábrica, con la salvedad de presentar unas



precipitaciones anuales superiores a los 2000 mm. Se diferencia básicamente de la unidad cantábrica en la litología, dado que son terrenos pertenecientes a la unidad geoestructural hercínica y prehercínica de permeabilidad baja formados por rocas graníticas y metamórficas, cuarcitas, pizarras, esquistos, etc.

Unidad de la divisoria.

Se incluyen en esta unidad todas las sierras que forman la divisoria de aguas entre las vertientes cantábrica y mediterránea, delimitándose por el norte en zonas con una altitud superior a los 600 m y por el sur la isoyeta de 1000 mm/año. Son zonas de inviernos muy fríos, con temperaturas medias inferiores a 6°C, y veranos templados, con temperaturas medias inferiores a 20°C. Constituyen parte de la unidad geoestructural alpina con calizas, conglomerados, areniscas y otros materiales de carácter básico; como elemento litológico destacable se encuentra el Keuper de la zona de Altube. Hidrogeológicamente son zonas de recarga con algunos acuíferos cársticos de permeabilidad alta. Participa de un paisaje rural de caseríos con prados y explotaciones forestales.

Unidad submediterránea norte-occidental.

Situada en la vertiente mediterránea comprende un área dominada por un clima de transición atlántico mediterráneo, donde las precipitaciones anuales se sitúan entre los 600-1000 mm. Su balance hídrico anual es, en general, positivo. Incluye las grandes depresiones alavesas delimitadas por las formaciones montañosas de la divisoria de aguas y las montañas de transición alavesas (Montes de Vitoria, Urbasa), y la zona occidental de Alava. En ella se dan inviernos muy fríos, con temperaturas medias inferiores a 6°C, y veranos cálidos con temperaturas rondando los 20°C. Los materiales que presenta son, en general, de permeabilidad baja, y están formados principalmente por margas y margocalizas, teniendo importancia en algunas zonas la presencia de paquetes de yesos y, sobre todo, zonas de



cuaternario tanto aluvial como coluvial, de permeabilidad media-alta. La red hidrográfica consta de ríos de pendiente suave. Es una zona poco poblada con un paisaje rural cerealista.

Unidad submediterránea oriental.

Situada en la región oriental de Alava participa, al igual que la unidad anterior, de un clima de transición atlántico-mediterráneo, si bien presenta unas precipitaciones superiores que pueden alcanzar los 1400 mm/año. Su balance hídrico anual es positivo. Forman parte de ella las formaciones montañosas de los montes de Vitoria, Iturrieta, Sierra de Entzia, y las zonas situadas al sur hasta la Sierra de Cantabria. Litológicamente destaca la presencia de materiales del Terciario marino con dolomías, calizas y calcarenitas, que presentan una permeabilidad alta, en los sistemas montañosos del norte de la unidad, junto con otros materiales de carácter básico y permeabilidad media entre los que destacan, por extensión, las margas arenosas, lutitas, areniscas y microconglomerados. Como elemento litológico destacable hay que citar el Keuper de Maestu. Es una zona poco poblada con un paisaje rural cerealista.

Unidad mediterránea.

Formada fundamentalmente por la región de la Rioja Alavesa y extendiéndose ligeramente por la ribera del Ebro aguas arriba, coincidiendo con el límite definido para el clima de tipo mediterráneo continental estricto, con precipitaciones anuales inferiores a los 600 mm, un invierno fresco, con temperaturas medias entre 4-6°C, y un verano muy cálido con temperaturas medias superiores a los 20°C. Se trata de zonas llanas de materiales del Terciario continental bien de tipo indiferenciado con conglomerados que alternan con arenas, areniscas, lutitas y margas, en la Rioja Alavesa, bien con presencia de yesos o pertenecientes al cuaternario aluvial, en la zona de la ribera del Ebro aguas arriba. Son materiales de permeabilidad baja, localmente media. Esta unidad presenta un déficit hídrico acusado. Sus terrenos se sitúan en altitudes comprendidas entre los 375-650 m. Es una zona poco poblada con un paisaje rural definido por el cultivo de la vid.



A partir de esta sectorización se han analizado las posibilidades de cada ecorregión para mantener formaciones palustres, así como la predicción de algunas de sus características físicas más relevantes (tabla III.3). Estas consideraciones sirven de hipótesis de partida a contrastar en los apartados posteriores del proyecto.

Tabla III. 3.- Predicciones de algunas características claves de los humedales no costeros naturales de cada ecorregión definida.

UNIDADES	CANTABRICA INTERIOR	PREPIRENAICA	DIVISORIA	SUBMEDITERRANEA NORTE-OCCIDENTAL	SUBMEDITERRANEA ORIENTAL	MEDITERRANEA
Posibilidad de aparición de humedales	Baja	Baja	Media	Alta	Baja	Media
Tipos de humedales	Criptomedales	Criptomedales	Criptomedales	Palustres-Criptomedales	Palustres-Criptomedales	Palustres
Entrada mayoritaria de agua	Subterránea	Superficial	Superficial	Superficial/Subterránea	Superficial	Superficial/ Subsuperficial
Régimen hidrológico	Permanente	Permanente	Permanente/Semipermanente	Permanente/Semipermanente	Permanente/Semipermanente	Temporal
Fluctuaciones	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Alta
Mineralización de las aguas	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Alta
Tipo genético	Kárstico	Kárstico	Kárstico	Variable	Kárstico	Erosión diferencial



4.- INVENTARIO DE LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.



4.1.- INTRODUCCIÓN.

Como se mencionó y desarrolló en el capítulo 2, el catálogo o elenco de los humedales, en este caso formaciones palustres, de un territorio, es el primer paso a seguir para el desarrollo de cualquier estrategia de investigación, conservación o gestión.

Es, por tanto, necesario el desarrollo de catálogos exhaustivos que faciliten la elaboración de tipologías ecológicas que reflejen la variabilidad de humedales en función de los procesos que tienen lugar en las masas de agua de un territorio.

El objetivo de este apartado es mostrar el número, distribución y características generales del patrimonio de formaciones palustres de la C.A.P.V.



4.2.- METODOLOGÍA.

4.2.1.- Unidades geográficas a inventariar.

La delimitación del tipo de sistema que se pretende inventariar dentro de los que entran dentro del concepto de humedal y que ha sido analizado anteriormente, es así mismo un paso previo dado lo extenso de este concepto.

El tiempo y los medios disponibles hicieron que el análisis descriptivo se centrara en una escala espacial o unidad a inventariar centrada en toda la masa de agua y su cuenca; es el denominado concepto fisionómico. Bajo este concepto, un humedal es equivalente a una laguna salina, una llanura de inundación, un delta interior, etc. No fue posible en esta primera fase abordar el inventario de los humedales vascos a una escala de hábitats; el denominado concepto de área. Bajo este concepto, el humedal a inventariar es equivalente a un determinado hábitat de un humedal y su cuenca, es decir, un fango mareal, vegetación emergente encharcable, vegetación acuática sumergida, etc.. Sólo Estados Unidos ha abordado su inventario desde la perspectiva del concepto de área dado el coste económico, tiempo, material técnico y humano que implica.

El País Vasco es muy rico en zonas con criptohumedales (bosques de ribera, prado-juncuales, etc.), la mayor parte de ellos de pequeña extensión, por lo que se hace una tarea ardua un inventario exhaustivo de los mismos. La limitación de tiempo ha impedido que pudieran abordarse en este estudio; por ello, el inventario realizado engloba, en primer lugar, las formaciones palustres de origen natural y los lagos. Estos últimos, aunque, como se explicó anteriormente, no entran dentro del concepto ecológico de humedal se han incluido en el inventario, en primer lugar, por motivos de optimización y estandarización de criterios para la gestión de las masas de agua no fluyentes de un territorio; en segundo lugar, como ocurre



en el caso del lago de Arreo, estos sistemas incluyen dentro de su sectorización ecológica importantes superficies de humedales.

Por otra parte, el inventario incluye también aquellas formaciones palustres artificiales con entidad estético-cultural y singularidad ecológica relacionada con su naturalidad, es decir, un funcionamiento similar a la que existiría si en esa zona hubiera una cubeta de origen natural. No se han incluido los embalses ni otros reservorios artificiales de agua, aunque algunos de ellos pudieran ser importantes para el desarrollo de algunas poblaciones de aves acuáticas o de otros grupos de organismos acuáticos como macrófitos o macrobentos. Estos sistemas, dada la gran abundancia con que se presentan en el territorio vasco, necesitarían de un proyecto monográfico.

De esta forma, el inventario de humedales de la C.A.P.V. se convierte en un inventario de todas las formaciones palustres y lagos naturales junto con las formaciones palustres y lagos artificiales de gran singularidad.

El inventario de las formaciones palustres de origen natural del País Vasco es problemático dado que, en general, son masas de agua de tamaño muy pequeño que no aparecen cartografiadas y/o cuyo origen natural es incierto al haberse creado, muchas de ellas, en tiempos remotos ligadas a diversas actividades humanas, en general pecuarias. De esta forma es previsible suponer que el inventario realizado pueda ser incompleto o inexacto para esos cuerpos de agua de origen natural o catalogados como tales de tamaño muy pequeño.

Por todo ésto, el inventario realizado hay que considerarlo como un sistema abierto susceptible de ser modificado eliminando o incluyendo nuevas unidades según se vaya conociendo el patrimonio de humedales de la CAPV con mayor profundidad.



4.2.2.- Proceso del inventario.

La realización del inventario, teniendo en cuenta las dificultades planteadas anteriormente, se ha realizado utilizando la estrategia metodológica resumida en la figura 4.1, y que fundamentalmente se basa en el análisis de una fuente documental constituida por:

- Análisis de documentación y bibliografía. Mediante el estudio de publicaciones, tanto de tipo científico como divulgativo, así como de listados de espacios naturalísticos de interés realizados por las Diputaciones Forales y Gobierno Vasco.

- Análisis del inventario de humedales y lagos de España de Pardo (1948).

- Análisis del todavía inédito inventario de zonas húmedas de la España Peninsular (Montes, 1990).

- Análisis de la cartografía militar de España (escalas 1:50000, 1:25000), así como las ediciones antiguas del Instituto Geográfico Nacional, con el objeto de analizar la evolución de la densidad y superficie palustre.

- Análisis de la cartografía geomorfológica de la CAPV a escala 1:25000.

- Análisis del "Mapa de vegetación de la CAPV" a escala 1:25000.

- Análisis de la cartografía digital de la CAPV a escala 1:10000.

- Análisis de fotografía aérea (escala 1:18000). La moderna ortofotografía aérea realizada por el Gobierno Vasco a escala 1:25000, si bien supone un importante avance en el material disponible, no parece muy útil por la escala utilizada, dado el pequeño tamaño que

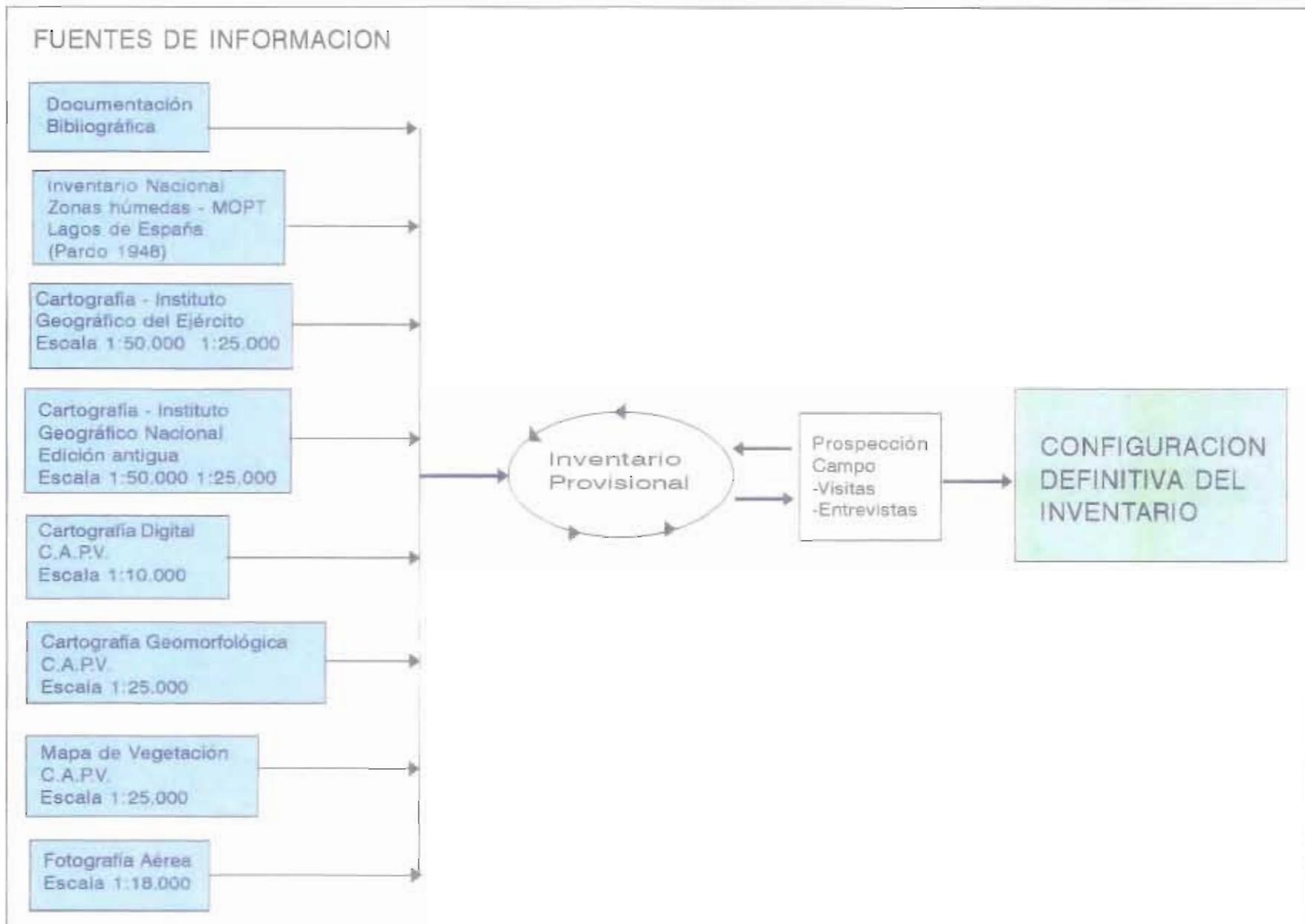


Fig. 4.1.- Estrategia metodológica para la realización del inventario de humedales de la CAPV.



presentan, en general, los humedales vascos. Este problema sigue siendo importante aún para la escala 1:18000, que es la más detallada en los vuelos fotográficos convencionales.

La información recibida de esta manera, así como de otras fuentes indirectas, han dado origen a un inventario provisional que ha sido posteriormente comprobado mediante prospecciones de campo. Los datos obtenidos en dichas prospecciones, tanto los obtenidos *de visu* como los derivados de contactos con los lugareños, dió origen al filtrado y organización de la información concluyendo en la configuración definitiva del inventario. Esta fase de prospección de contacto directo con el medio es, sin duda, la más importante, dadas las características modestas de los humedales vascos.



4.3.- CATÁLOGO.

Con los criterios y metodología explicada anteriormente, el catálogo de formaciones palustres de origen natural, al que se le han añadido las artificiales más singulares, se muestra en la tabla IV.1, quedando representada su posición geográfica en la figura 4.2.

En la tabla citada se aportan diversos datos geográficos como municipio, provincia, localización mediante el sistema de coordenadas UTM, altitud, cuenca y subcuenca hidrográfica a la que pertenecen y ecorregión en la que se sitúan. El código alfanumérico asignado sigue las mismas pautas que el utilizado en el inventario nacional de zonas húmedas (Montes, 1990), y consta de cinco grupos de cifras y letras que pretenden reflejar de una forma abreviada y rápida la información básica de referencia de cada humedal inventariado. De esta forma cada grupo de cifras y letras representan lo siguiente:

1.- Código de cuenca hidrográfica. Consta de dos dígitos numéricos de acuerdo con la equivalencia establecida por el MOPTMA. Así para el País Vasco sólo se utilizarán los siguientes:

. 01: Norte de España.

. 09: Ebro.

2.- Código de comunidad autónoma. En este caso sólo se utiliza el código PV, correspondiente a la Comunidad Autónoma del País Vasco.

3.- Código de subcuenca hidrográfica. Consta de una serie de dígitos que corresponden a la clasificación decimal hidrográfica del MOPTMA llevada al máximo nivel posible.

4.- Código de provincia, de dos dígitos alfanuméricos correspondientes al sistema de matriculación de automóviles.



5.- Código numérico del humedal. Consta de siete dígitos numéricos, los cuatro primeros correspondientes al número de hoja del mapa geográfico del ejército a escala 1:50000 en el que se sitúa el humedal, y los tres últimos a un número ordinal que se ha asignado a cada uno de los humedales de la hoja correspondiente. Así, por ejemplo, el humedal nº 3 del mapa 170 tendrá el código 0170003. Dado que en los mapas del Servicio Geográfico del Ejército, en algunos casos, una misma hoja corresponde a dos números de la división oficial del Instituto Geográfico Nacional, se ha usado como número de hoja para toda la zona el del mapa más importante en extensión territorial. Por último, señalar que, dado que algunos humedales interiores fueron ya inventariados en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas (Montes, 1990), se ha respetado el código que en él se les asignó.

Como se ha comentado anteriormente, dado que no se ha tomado como criterio inicial abarcar el estudio de los humedales artificiales debido a las dimensiones que tomaría el proyecto, no se inventariarían más que aquellos que son considerados de interés singular. No obstante, y con el ánimo de hacer una primera aproximación a sus características (hidroquímica, fauna, flora, etc.), se ha abordado el estudio de algún otro. Estos otros humedales artificiales analizados se relacionan en la tabla IV.2, si bien no se les ha asignado ningún código de inventario nacional como en los casos anteriores. Su situación geográfica se indica, junto a los demás humedales que han podido ser muestreados, en la figura 4.3.

Tabla IV.1.- Catálogo de lagos y formaciones palustres naturales y artificiales singulares de País Vasco.

HUMEDAL/LAGO	CODIGO	MUNICIPIO	PROVINCIA	UTM	ALTITUD	CUENCA (SUBC.)	ECORREGION
HUMEDALES NATURALES							
Charca de Ullabe.	01 FV 11003 BI 060001	Valmaseda	Vizcaya	30TVN8181	500	Cadagua	Cantábrica
Charca de Marikutz.	01 FV 105 SS 063001	Azkoitia	Guipuzcoa	30TWN5484	700	Urola	Cantábrica
Charca de Larraskanda (Otaerre).	01 FV 106 SS 063002	Mendaro	Guipuzcoa	30TWN5487	300	Deba	Cantábrica
Charca de Bisusbide.	01 FV 105 SS 063003	Zestoa	Guipuzcoa	30TWN5888	340	Urola	Cantábrica
Laguna de Santa Barbara.	01 FV 103 SS 064001	Hernani	Guipuzcoa	30TWN8290	70	Urumea	Cantábrica
Turbera de Usabelartza.	01 FV 104 SS 064002	Andoain	Guipuzcoa	30TWN8283	600	Oria	Prepirenaica
Laguna de Arbieta.	01 FV 110 BI 086001	Orduña	Vizcaya	30TWN0061	300	Nervión-Ibaizabal	Cantábrica
Turbera de Verdeoespesoa.	01 FV 11002 BI 086002	Orozko	Vizcaya	30TWN1167	1000	Nervión-Ibaizabal	Divisoria
Turbera de Saldropo.	01 FV 11006 BI 087001	Zeanuri	Vizcaya	30TWN2267	650	Nervión-Ibaizabal	Divisoria
Charca de la Ascension.	01 FV 106 SS 088001	Elgeta	Guipuzcoa	30TWN4274	340	Deba	Cantábrica
Laguna de Orduña.	01 FV 110 BI 111001	Orduña	Vizcaya	30TVN9859	300	Nervión-Ibaizabal	Cantábrica
Charca de La Navazua.	09 FV 90111 VI 111002	Valdegobia	Alava	30TVN9949	1067	Ebro (Omeçillo)	Divisoria
Charcas de Altube (21).	01 FV 11002 VI 111003-23	Zuia	Alava	30TWN1057	600	Nervión-Ibaizabal	Divisoria
Encharcamiento de Salburua-Arkaute.	09 FV 90115 VI 112001	Vitoria	Alava	30TWN2845	510	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Lagunilla de Marieta.	09 FV 90115 VI 112002	Ozaeta	Alava	30TWN3752	560	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Laguna de Eikuña.	09 FV 901231606 VI 113001	Ordofama	Alava	30TWN5543	850	Ebro (Aragon)	Submedit. norte-occ.
Charca de Aramburu.	01 FV 106 SS 113002	Oñati	Guipuzcoa	30TWN5059	1000	Deba	Divisoria
Turbera de Arbarrain.	09 FV 901231606 SS 113003	Segura	Guipuzcoa	30TWN6050	900	Ebro (Aragon)	Divisoria
Charca de Mezkiá.	09 FV 90115 VI 113004	Ordoñana	Alava	30TWN5346	600	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Lago de Arreo.	09 FV 901 VI 137002	Lantarón	Alava	30TWN0036	665	Ebro	Submedit. norte-occ.
Laguna de Lacorzana.	09 FV 90115 VI 137004	Armiñón	Alava	30TWN0826	460	Ebro (Zadorra)	Mediterránea
Charcas y lagunas de Maestu (8).	09 FV 90121 VI 139001-08	Maestu	Alava	30TWN4233	700	Ebro (Ega)	Submedit. oriental
Laguna de Carralagroño.	09 FV 901 VI 170001	Laguardia	Alava	30TWN3510	560	Ebro	Mediterránea
Laguna de Carravalseca.	09 FV 901 VI 170002	Laguardia	Alava	30TWN3509	570	Ebro	Mediterránea
Laguna de Mnsco.	09 FV 901 VI 170005	Laguardia	Alava	30TWN3509	560	Ebro	Mediterránea
Laguna de Navaridas.	09 FV 9011503 VI 170006	Navaridas	Alava	30TWN2911	550	Ebro (Mayor)	Mediterránea
Laguna de Elciego.	09 FV 9011503 VI 170007	Elciego	Alava	30TWN3008	480	Ebro (Mayor)	Mediterránea
HUMEDALES ARTIFICIALES SINGULARES							
Lago Mayor de La Arboleda.	01 FV BI 061001	Trapagaran	Vizcaya	30TVN9592/9692	360	Mercadillo	Cantábrica
Lago Menor de la Arboleda.	01 FV BI 061002	Trapagaran	Vizcaya	30TVN9692	360	Mercadillo	Cantábrica
Salinas de Añana.	09 FV 90111 VI 137001	Salinas de Añana	Alava	30TWN0138	600	Ebro (Omeçillo)	Submedit. norte-occ.

Tabla IV.2.- Humedales artificiales no catalogados como singulares del País Vasco que han sido objeto de estudio.

HUMEDAL	MUNICIPIO	PROVINCIA	UTM	ALTITUD	CUENCA (SUBC.)	ECORREGION
Trampal de Altamira.	Ordizia	Guipúzcoa	30TWN6766	600	Oria	Cantábrica
Laguna de Etxerre.	Basauri, Zaratamo	Vizcaya	30TWN1086	50	Nervión-Ibaizabal	Cantábrica
Embalse de Ullibarri (cola Mendijur)	Arroyabe, Azua, Ozaeta	Alava	30TWN3950	547	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Balsa de riego de Gazeo.	Iruraiz-Gauna	Alava	30TWN4643	600	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Balsa de riego de Ordoñana.	Ordoñana	Alava	30TWN5147	600	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Balsa de riego de Añua.	Elburgo	Alava	30TWN3742	565	Ebro (Zadorra)	Submedit. norte-occ.
Balsa de riego de Laguardia.	Laguardia	Alava	30TWN3511	560	Ebro	Mediterránea

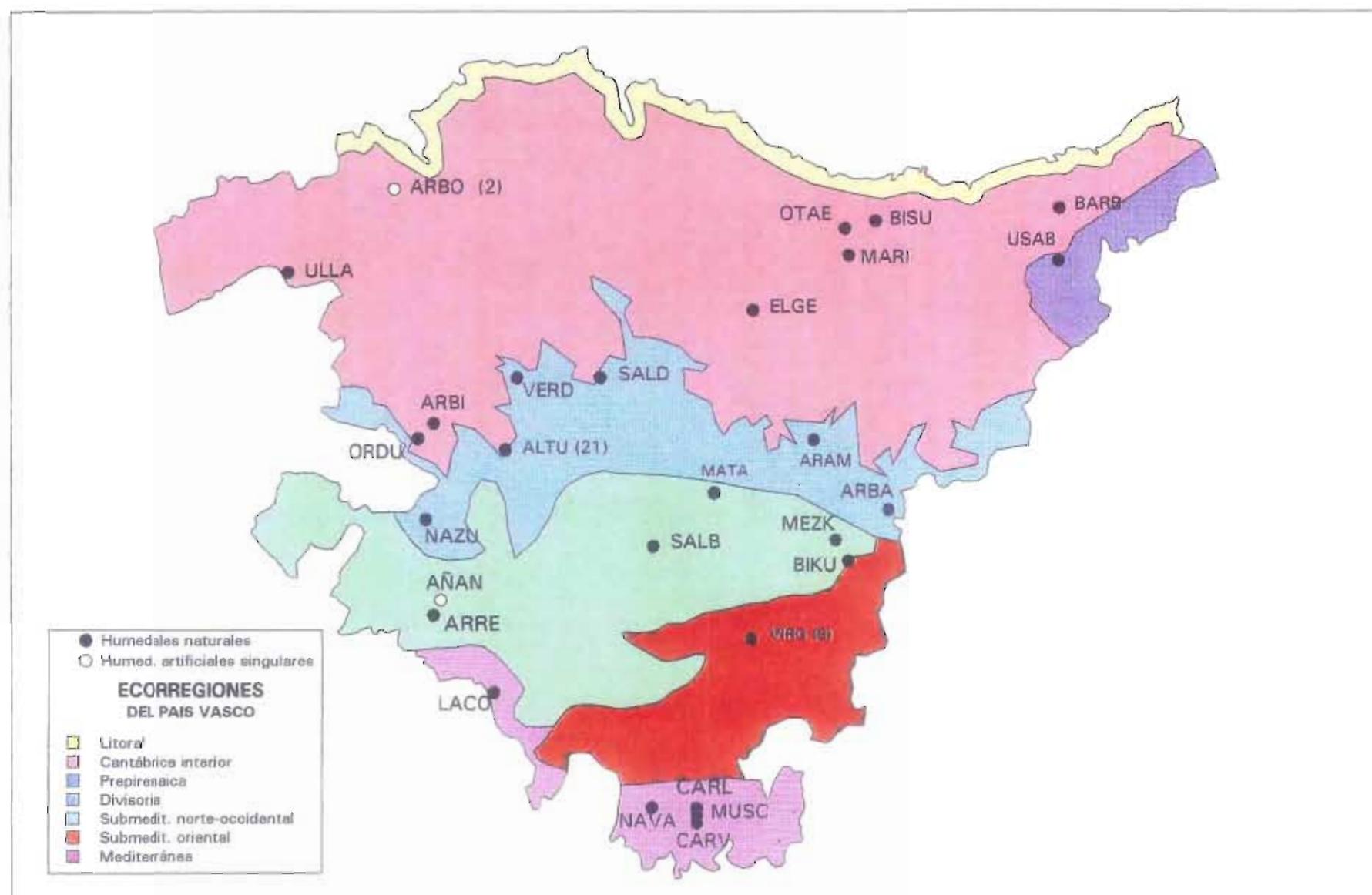


Fig. 4.2.- Situación en las distintas ecorregiones de los humedales naturales y de los artificiales singulares inventariados en la CAPV. Entre paréntesis se señala el nº de humedales de que consta alguno de los complejos. Códigos según apéndice III.

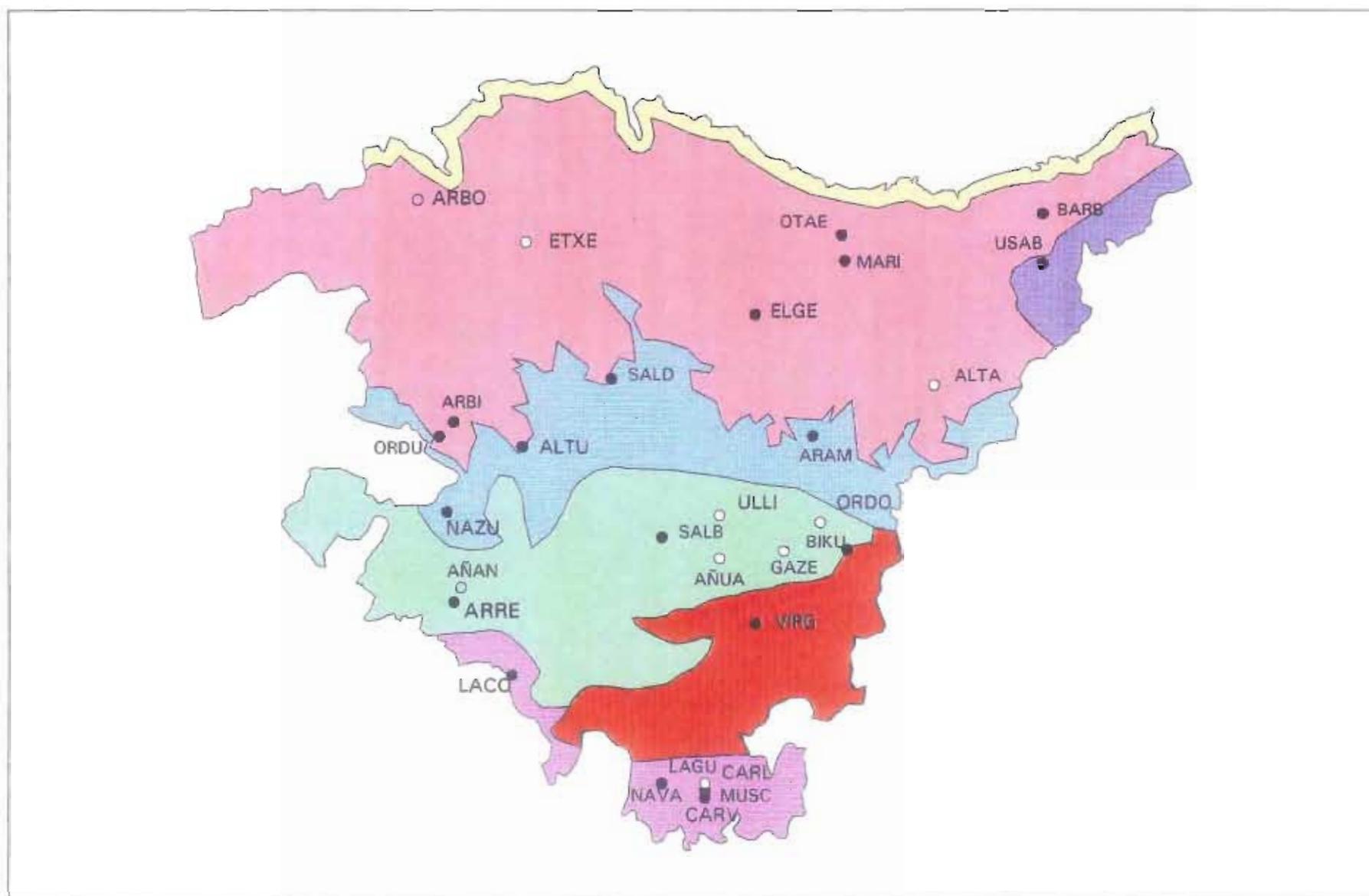


Fig. 4.3.- Situación en las distintas ecorregiones de los humedales que han sido objeto de estudio directo. Códigos según apéndice III.

Tabla IV.3.- Densidad y superficie palustre en las diferentes ecorregiones y provincias del País Vasco.

		CANTABRICA + LITORAL	PREPIRENAICA	DIVISORIA	SUBMEDITERRANEA NORTEOCCIDENTAL	SUBMEDITERRANEA ORIENTAL	MEDITERRANEA
Humedales*	nº	8	1	26	5	8	6
	%	14,81	1,85	48,15	9,26	14,81	11,11
Superficie palustre aproximada**	Km ²	0,021	---	0,041	0,073	0,03	0,294
	%	4,57	---	8,93	15,90	6,53	64,05
Densidad palustre (nº/Km ²)		0,002	0,005	0,026	0,004	0,012	0,024
Superficie del sector (Km ²)		4051	196	980	1380	679	252
		ALAVA		GUIPUZCOA		VIZCAYA	
Humedales*	nº	41	8	5			
	%	75,93	14,81	9,26			
Superficie palustre aproximada**	Km ²	0,437	0,013	0,009			
	%	95,20	2,83	1,96			
Densidad palustre (nº/Km ²)		0,013	0,004	0,002			
Superficie provincial (Km ²)		3047	1997	2217			

* Se incluye la laguna desecada de Elciego

** No se consideran las turberas

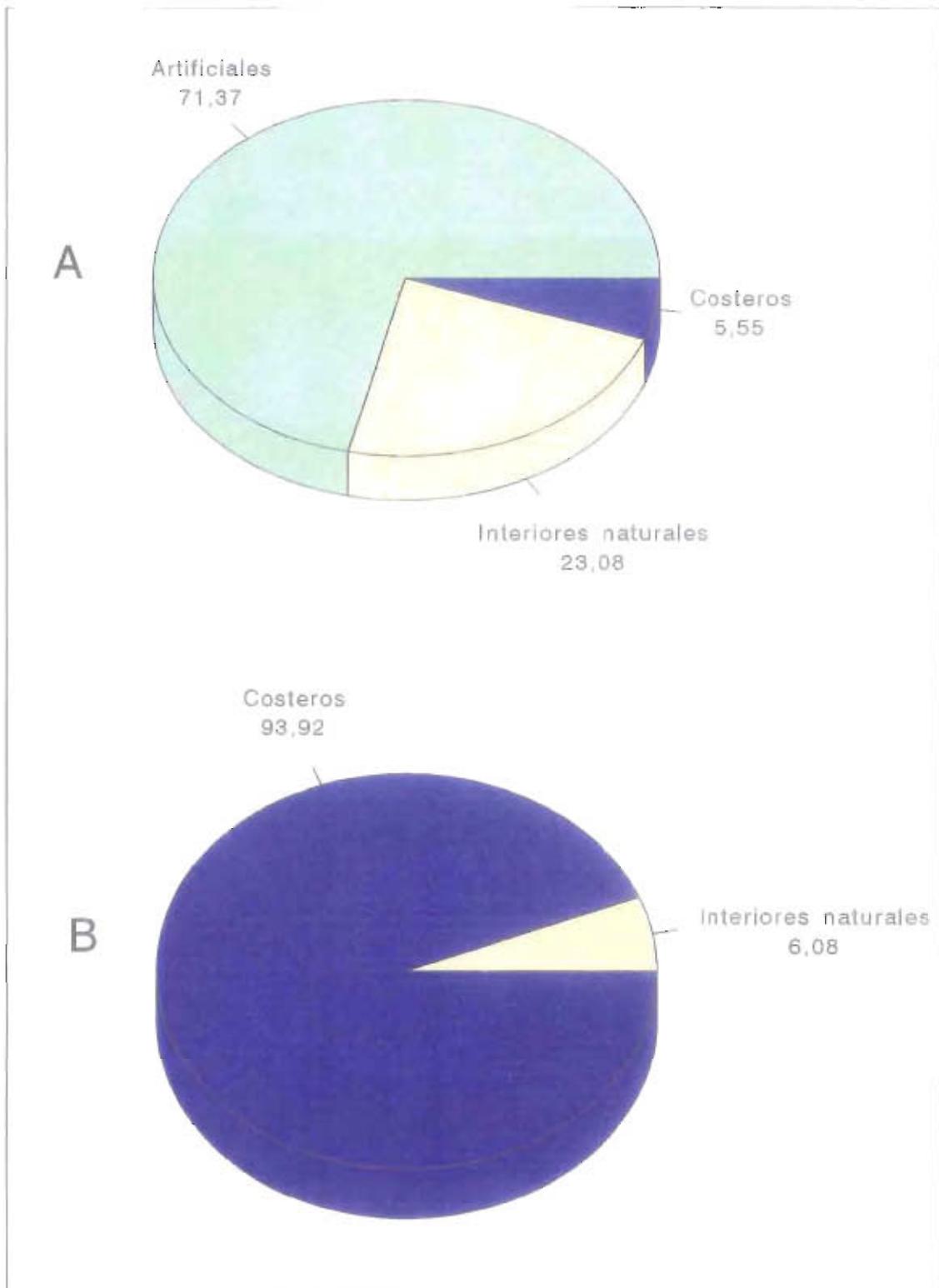


Fig. 4.4.- Porcentaje del número de humedales artificiales, costeros e interiores naturales (A) y de la superficie de humedales costeros e interiores naturales (B) en el País Vasco.

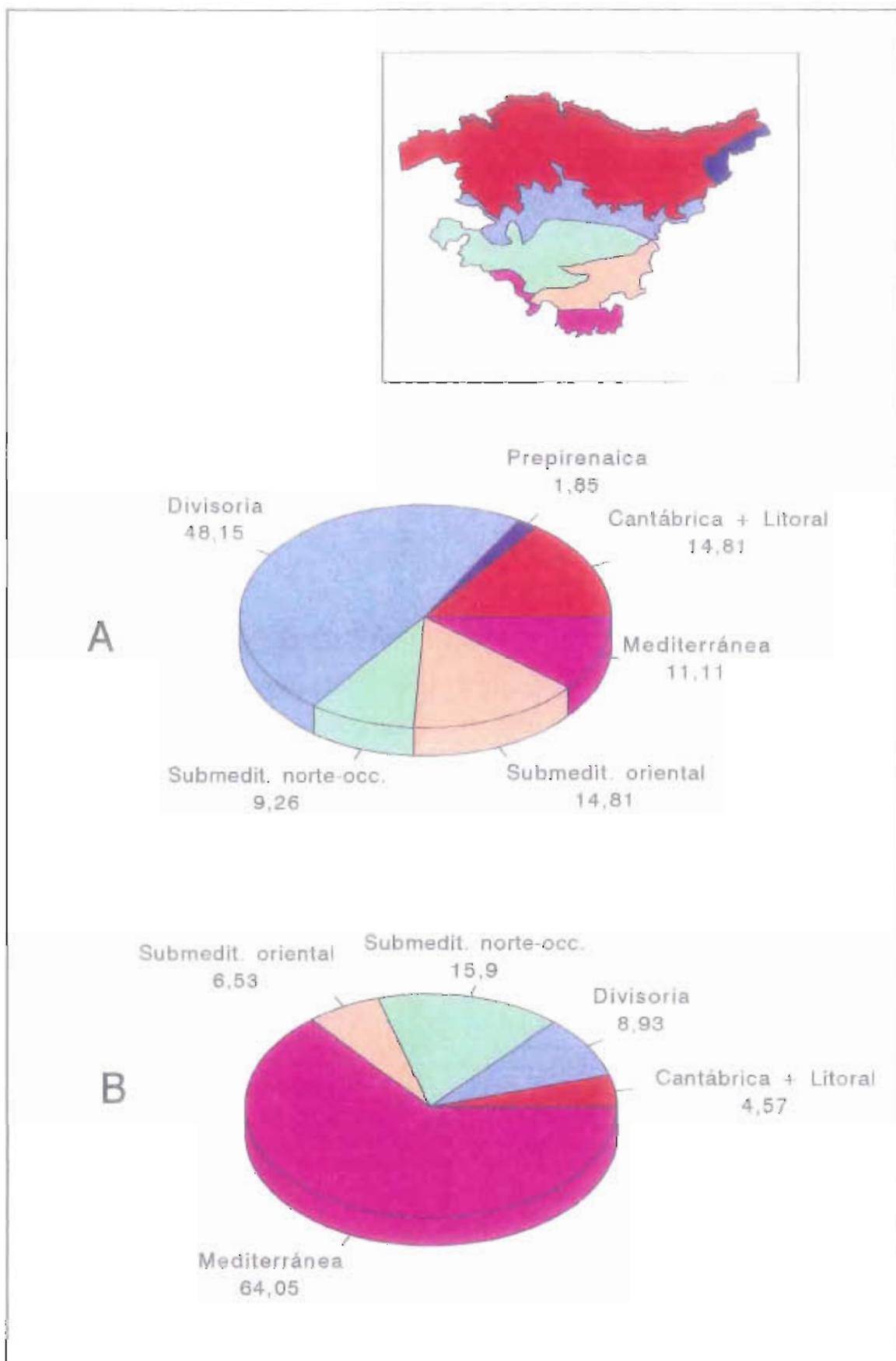


Fig. 4.5.- Porcentaje del número (A) y de la superficie palustre (B) de los humedales naturales de interior del País Vasco en las distintas ecorregiones definidas.

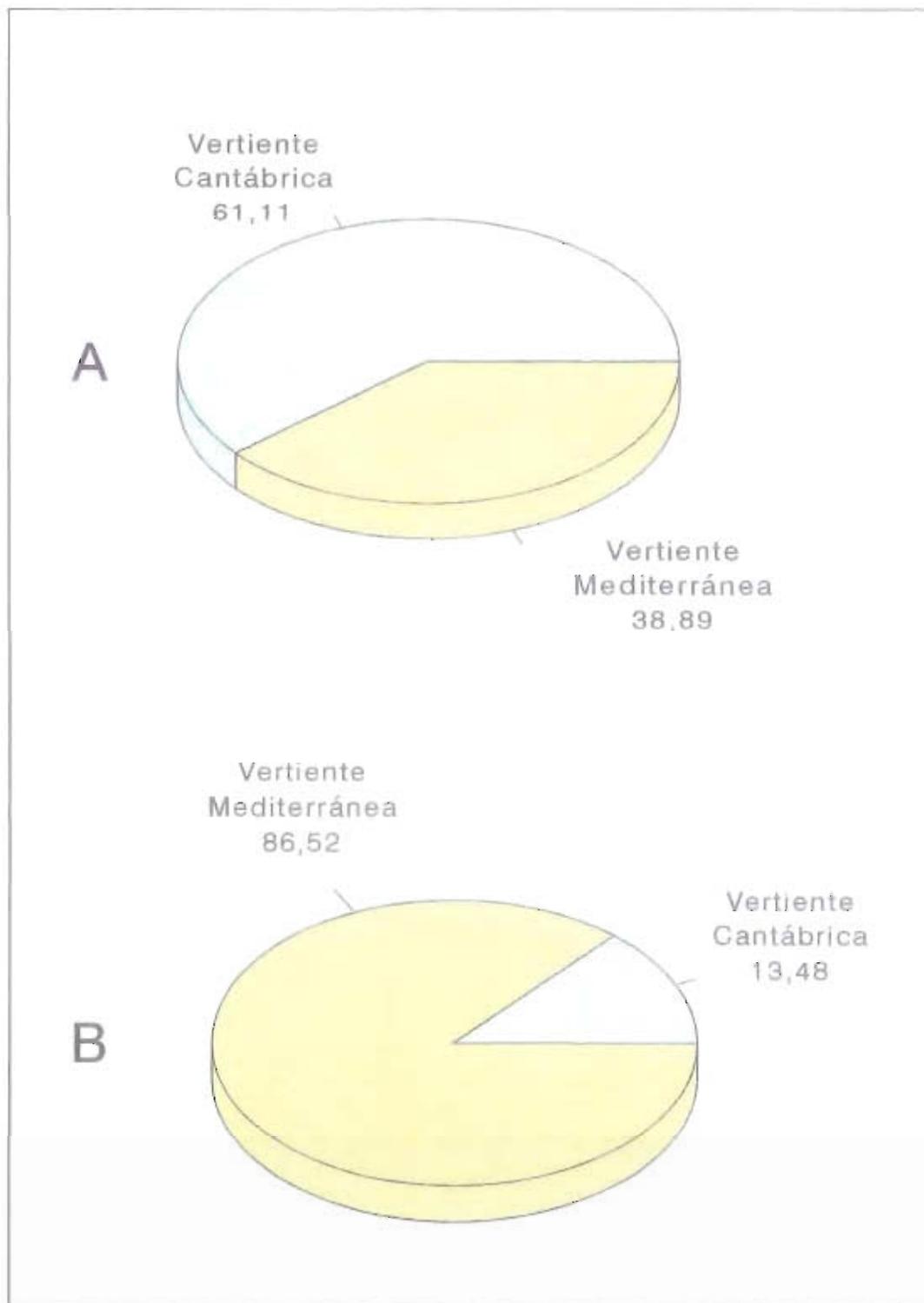


Fig. 4.6.- Porcentaje del número (A) y de la superficie palustre (B) de los humedales naturales de interior del País Vasco en las vertientes cantábrica y mediterránea.



4.4.- DISCUSIÓN.

El País Vasco es un territorio que, para su modesta extensión, se caracteriza por poseer un número apreciable de humedales naturales. En cualquier caso, la mayor parte de las láminas de agua interiores son artificiales (fig. 4.4 a) y su existencia viene condicionada por las actividades humanas y el aprovechamiento de los recursos hídricos.

Dentro de los humedales naturales la mayor importancia en cuanto a superficie la presentan los humedales costeros (considerando en ellos la superficie intermareal), superando el 90% del total de la superficie de los humedales naturales de la CAPV (fig. 4.4 b). Este porcentaje se veía anteriormente incrementado; baste tener en cuenta la gran presión que han sufrido y sufren las rías vascas, y que ha provocado la pérdida de gran parte de su superficie.

Centrándonos en las formaciones palustres del interior, su densidad y su superficie presentan diferencias espaciales. Atendiendo a las ecorregiones definidas con anterioridad, la mayor densidad palustre se centra en la divisoria, con casi la mitad de los humedales (fig 4.5a, tabla IV.3). El resto de formaciones palustres se encuentra repartida de forma más o menos homogénea en las diferentes ecorregiones, a excepción de la ecorregión prepirenaica, ya a priori considerada poco apta, por sus características fisiográficas, para la presencia de humedales (tabla III.3). La distribución de la superficie palustre (fig. 4.5b) presenta, sin embargo, otras tendencias, siendo la ecorregión mediterránea la que contiene casi el 65% de la superficie palustre de todo el País Vasco en un número de humedales no muy elevado; en ella se presentan, pues, los humedales de mayor tamaño.

Analizando la distribución en las dos vertientes hidrográficas vemos que el mayor número de humedales se presenta en la vertiente cantábrica (fig. 4.6a), mientras que la mayor superficie palustre se presenta en la vertiente mediterránea (fig. 4.6b). Este último dato está deacorde a las características topográficas de la zona, que permite, a priori, humedales con una



superficie mayor. No obstante, y en base a esas mismas características, la vertiente cantábrica no debería, a priori, contener el mayor número de humedales. Esta situación se presenta debido a que un gran número de los humedales cantábricos se sitúan en estructuras diapíricas del Keuper.

La presencia de humedales asociados a diapiros del Keuper adquiere unas dimensiones importantes en el País Vasco (fig. 4.7). Prácticamente el 60% de las formaciones palustres interiores naturales se sitúan en estas formaciones, suponiendo casi un tercio de la superficie palustre de humedales interiores. Ese hecho confiere a los diapiros del Keuper una gran importancia en el contexto de los humedales vascos.

Atendiendo a un contexto del conjunto del territorio español, los afloramientos del Keuper en torno a la Fosa Cantábrica, centrada en el País Vasco, constituyen, junto a otros situados en los dominios béticos, elementos únicos de afloramientos en forma de chimeneas salinas debidas a una tectónica puramente gravitativa e independiente de la tectónica alpídica, y cuyo máximo exponente es el diapiro de Añana (Ríos, 1963). Este hecho sitúa a los humedales situados en ellos un gran valor a nivel nacional.

La disposición de gran parte de los humedales en las formaciones diapíricas del Keuper es la principal responsable de todas las desviaciones relativas a las predicciones hechas respecto a la distribución de los humedales vascos. Así, no sólo su disposición en las distintas vertientes, antes comentada, sino la presencia de un número relativamente importante de humedales en ecorregiones como la divisoria y, sobre todo, en la región submediterránea oriental, con una predicción de posibilidad de aparición de humedales media o baja (tabla II.3), sólo es explicable por este fenómeno del diapirismo. A este respecto es destacable señalar que en la ecorregión submediterránea oriental no se ha inventariado ningún humedal fuera de la estructura diapírica de Maestu.



Haciendo un análisis de la distribución provincial de los humedales (fig. 4.8a) observamos que Alava contiene la mayor parte de ellos, y casi toda la superficie palustre se concentra en ella (fig. 4.8b). La situación en territorio alavés de tres de las cuatro formaciones diapíricas que poseen humedales y las características topográficas de la zona, que admite formaciones palustres de relativo tamaño, son los factores fundamentales que contribuyen a ello.

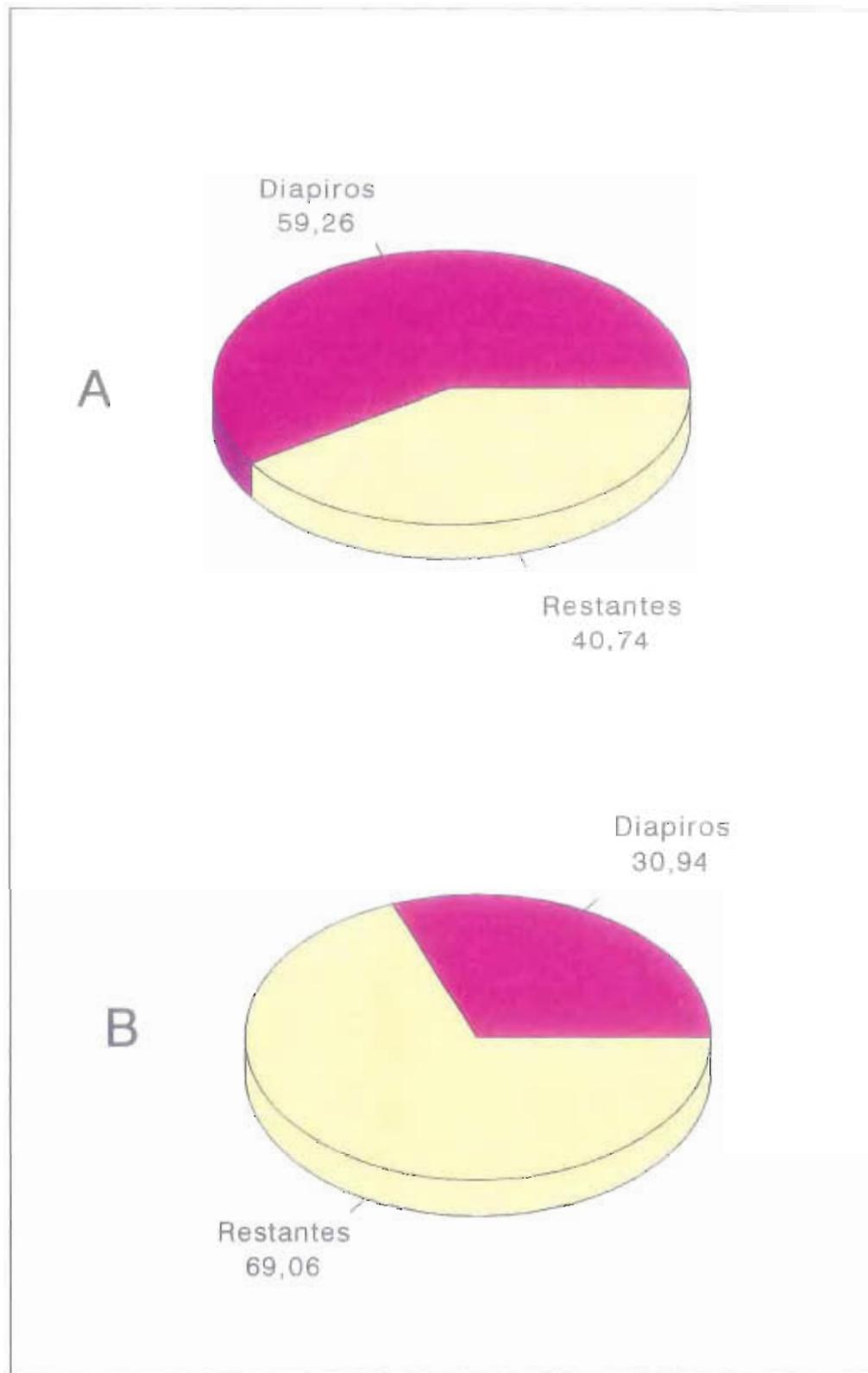


Fig. 4.7.- Porcentaje del número (A) y de la superficie palustre (B) de los humedales naturales de interior en formaciones diapíricas del Keuper y fuera de ellas en el País Vasco.

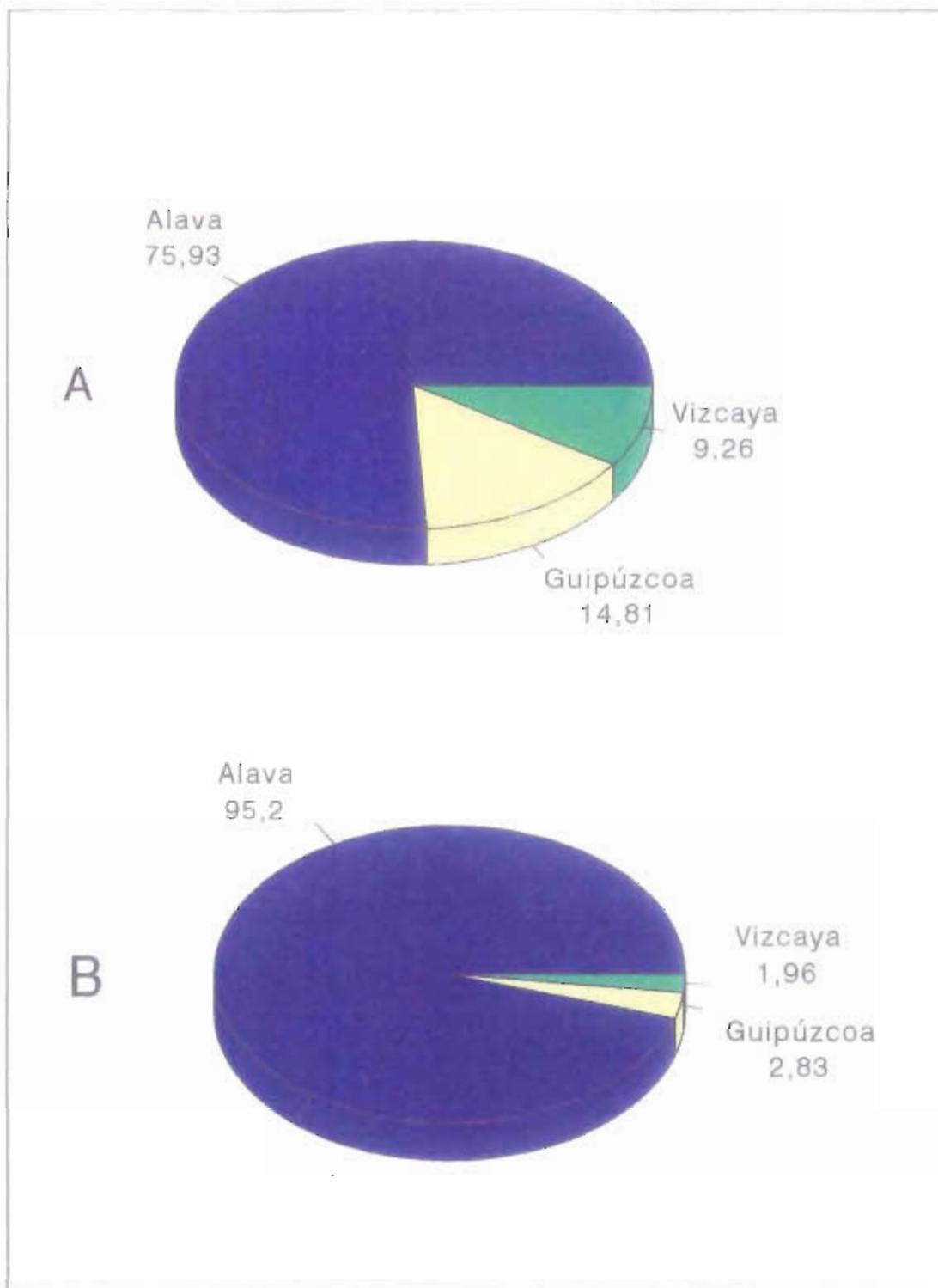


Fig. 4.8.- Porcentaje del número (A) y de la superficie palustre (B) de los humedales naturales de interior en las distintas provincias.



5.- CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.



5.1.- INTRODUCCIÓN.

Dado el escaso conocimiento que se posee de los humedales de interior del País Vasco y de las limitaciones del presente estudio se plantea, a partir de la sectorización ambiental realizada, la elaboración de una clasificación funcional de las láminas de agua objeto de estudio, entendiendo que éstas son unidades funcionales del paisaje con una organización y un dinamismo propio.

En los próximos apartados analizaremos diversos aspectos de los sistemas estudiados (morfometría, hidroquímica, comunidades, etc.) que, en algunos casos por su puntualidad, sólo nos permitirán adquirir una aproximación al conocimiento de los procesos funcionales básicos (metabolismo, dinámica de nutrientes, redes tróficas, etc.), que son, en definitiva los necesarios para comprender su significado ecológico, sus valores ambientales, su fragilidad ante posibles impactos y sus posibilidades de usos o aprovechamientos.

Bajo este contexto se realizará una clasificación preliminar que, en última instancia, tiene un interés práctico de cara a orientar posibles actuaciones futuras en planificación, gestión y conservación.



5.2.- TIPIFICACIÓN DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO EN FUNCIÓN DE CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS, MORFOMÉTRICAS E HIDROLÓGICAS.

5.2.1.- Análisis de características físicas de los humedales como herramienta para su tipificación y valoración funcional. Base conceptual.

Uno de los aspectos más importantes en Ecología Aplicada es la consideración de las cuencas de drenaje de ríos (Hynes 1975) y lagos, o de ecorregiones (Hughes & Omernik 1981), como unidades de estudio y de planificación territorial. En contraste, la comprensión del funcionamiento del sistema hídrico de una región es a menudo insuficiente para estos propósitos, especialmente en términos de las relaciones entre sus componentes —sistemas lótico, lenfítico y subterráneo. En comparación, la descripción y el modelado de procesos funcionales de la dinámica del paisaje a partir de la observación de los humedales es más fácil, debido a lo conspicuo de sus caracteres definitorios y a su sensibilidad respecto a la variabilidad regional de agentes geomorfológicos y funcionamiento hídrico.

Los humedales siempre pueden caracterizarse en términos de su morfología. Descripciones basadas en otros aspectos, como la hidrología, la hidroquímica y los organismos no pueden aplicarse tan ampliamente, sobre todo tratando con estos sistemas fluctuantes, donde impredecibles y pequeñas variaciones del nivel de agua desencadenan importantes cambios en las condiciones ambientales (Margalef 1987).



Algunos atributos físicos cuya interacción determina en parte el régimen hídrico, como el tamaño del humedal, la profundidad de la cubeta y el tipo de cuenca de captación, son bastante estables, en tanto que la vegetación acuática y la fauna son más apropiadas para evaluar el potencial de un humedal a largo plazo, pero cambian abruptamente (Millar 1976). Por otra parte, la morfología de la cubeta de un humedal refleja procesos íntimamente ligados a su origen, el cual es altamente específico de los procesos hidrológicos que operan en una región (Wetzel 1986) y depende directamente de factores fisiográficos —topografía, agentes geodinámicos, litología.

La morfología de los humedales contribuye a la determinación del régimen hidrológico, pero factores como aportes de agua puntualmente importantes o las actividades humanas a menudo modifican esta influencia (Florín *et al.* 1993). Los descriptores físicos de los humedales pueden ser utilizados para modelar la expresión espacial de los procesos relacionados con su origen y funcionamiento en el marco de la sectorización ambiental de una región.

El método descrito por Florín *et al.* (1993) es ampliamente aplicable a la clasificación de humedales, cuantificando sus propiedades morfológicas junto con algunos aspectos de su origen e hidrología, como factores universalmente válidos para caracterizar cualquier humedal independientemente de cambios temporales en la vegetación.

Por otra parte, interesa también modelar la correspondencia entre los sectores palustres en que se encuentran los humedales y el patrón espacial de características morfológicas, hidrológicas y genéticas. Las diferencias en la expresión geográfica de los procesos clave en la dinámica del paisaje regional —flujos de agua, dinámica erosión-transporte-sedimentación y usos del suelo— determinan los principales tipos de humedales.



5.2.2.- Procedimiento metodológico.

La sectorización ambiental descrita en el apartado 3.2 se utiliza como herramienta de referencia para contrastar la hipótesis sobre el valor indicador de las relaciones entre el origen, la hidrología, y la morfología de los humedales. Estas relaciones deben estar determinadas por los procesos clave de las fuerzas dinámicas de acuerdo con un patrón espacial que muestra cierta correspondencia con los sectores palustres.

Las variables utilizadas para la descripción de los humedales se seleccionaron de acuerdo con su potencial indicador del origen y funcionamiento de los mismos (Hutchinson 1957, Håkanson 1981), y también según su utilidad para relacionar los procesos clave de la dinámica regional del paisaje con la tipificación de humedales, en el contexto del concepto de geosistema (González Bernáldez 1981). Así mismo, la sencillez y rapidez de medida por personal no necesariamente cualificado también fueron tenidas en cuenta.

Se han considerado tres descriptores fisiográficos —altitud, distancia al cauce fluvial más próximo y distancia al humedal más próximo— (Florín *et al.* 1993), obtenidas a partir de mapas escala 1:50000 del Servicio Geográfico del Ejército. Cuatro descriptores morfométricos —superficie de la cubeta, anchura y longitud máximas de la cubeta y perímetro de la cubeta— se calcularon a partir de fotografías aéreas escala 1:18000. Sin embargo, algunos humedales muy pequeños resultaron indistinguibles en las mismas, midiéndose entonces anchura y longitud sobre el terreno y estimando perímetro y superficie mediante fórmulas empíricas específicas de la forma de cada humedal.

Con la finalidad de desvelar aspectos funcionales difíciles de observar mediante estos descriptores simples, se estimaron también otros descriptores morfométricos, como el desarrollo de costa y la relación anchura máxima/longitud máxima, relacionadas con el origen de los humedales (Hutchinson 1957), y de la relación superficie/profundidad máxima, muy útil



para distinguir entre tipos de humedales (George & Maitland 1984) y como indicador hidrológico. También se ha considerado, cualitativamente, el régimen de permanencia del agua.

La lista completa de descriptores utilizados se muestra en la Tabla V.2.1. Los datos base empleados se localizan en el apéndice IV.

La integración de las tendencias registradas por los humedales interiores del País Vasco para el anterior conjunto de descriptores físicos se realizó mediante análisis de componentes principales. Previamente se estimó el coeficiente de correlación lineal para todos los pares posibles de descriptores, lo que sirvió para identificar subconjuntos de los mismos con información redundante. Una vez definido un conjunto de descriptores sin información redundante (Tabla V.2.1), se contrastó la normalidad de sus distribuciones de frecuencias y, subsiguientemente, se aplicaron transformaciones matemáticas conservativas de la proporcionalidad de los datos a las variables con distribuciones no normales (Tabla V.2.1).

5.2.3.- Resultados.

5.2.3.1.- Características morfológicas generales.

Los humedales del País Vasco, por las características topográficas que presenta su territorio son, en términos generales, de muy pequeño tamaño (fig. 5.2.1). El humedal de origen natural de mayor tamaño es la laguna de Carravalseca, con una superficie aproximada de 10 Ha. Por encima de este tamaño sólo se encuentran humedales de origen antrópico, destacando la balsa de riego de Laguardia, con una superficie superior a las 20 Ha.

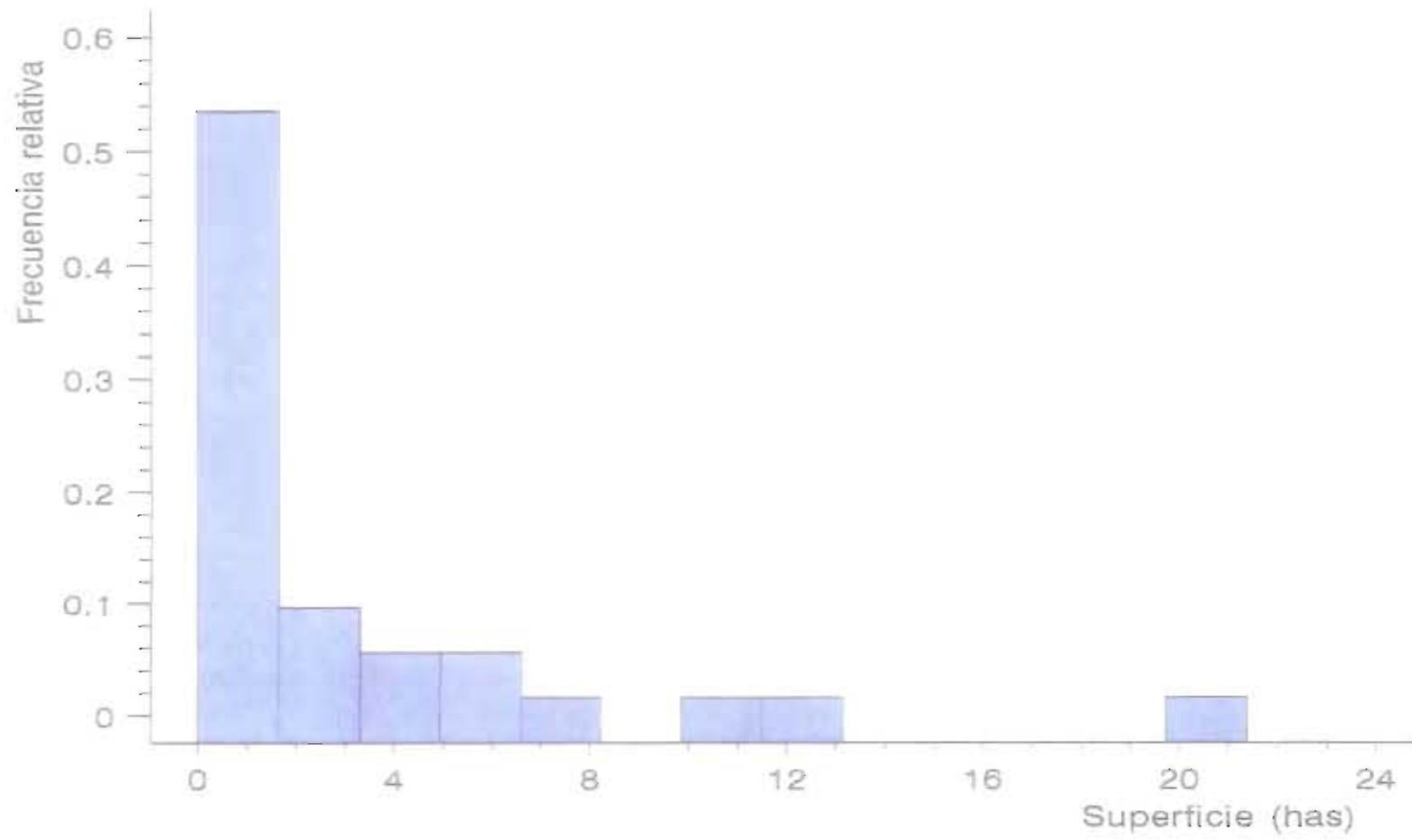


Fig. 5.2.1.- Frecuencia relativa del número de láminas de agua estudiadas según tamaños.

Tabla V.2.1.- Variables fisiográficas y morfométricas consideradas.

Variable	Unidad	Dimensión o fórmula	Transformación para ACP*
Altitud sobre el nivel del mar	m	L	x
Distancia al cauce fluvial más próximo	m	L	log(x)
Distancia al humedal más próximo	m	L	log(x)
Superficie	km ²	L ²	
Anchura máxima	m	L	
Longitud máxima	m	L	log(10000·x)
Perímetro	km	L	
Profundidad potencial	m	L	
Profundidad máxima	m	L	log(1000·x)
Profundidad media	m	L	
Desarrollo de costa	—	Perímetro/[2√(π·Superficie)]	x
Anchura máxima/longitud máxima	—	Anchura/Longitud	log(1000·x)
Régimen de permanencia del agua	—	0 - temporal 1 - permanente fluctuante 2 - permanente	

* Análisis de componentes principales



Bien sea de origen natural o antrópico, los humedales de mayor tamaño se sitúan generalmente en la vertiente mediterránea, caracterizada por un paisaje más llano. En la vertiente cantábrica, los humedales que poseen unas dimensiones algo mayores a la tendencia general en esa zona corresponden a láminas de agua de origen artificial, como los lagos de La Arboleda o la laguna de Etxerre.

Las características topográficas dan lugar a las situaciones ya comentadas en el capítulo 4, donde el mayor número de humedales en la vertiente cantábrica se corresponde con una superficie palustre notablemente inferior a la que se encuentra en la vertiente mediterránea. Es, de hecho, en la ecorregión mediterránea, de topografía tabular, donde se encuentran los mayores humedales.

5.2.3.2.- Propiedades hidrológicas de los humedales deducidas de índices morfométricos y régimen de permanencia del agua.

En las figuras 5.2.2 y 5.2.3 se representan las relaciones entre la superficie y los índices morfométricos perímetro/superficie y superficie/profundidad máxima, que informan de propiedades hidrológicas de los humedales. En ambos casos se ha considerado también el régimen de permanencia del agua en cada humedal y la sectorización ambiental previamente definida.

El índice perímetro/superficie tiene interés como indicador de los flujos laterales de agua en cada humedal; en principio, valores altos de este cociente corresponden a cubetas de humedales con una alta tasa potencial de pérdida de agua, mientras que valores bajos indican una menor capacidad de perder agua (Millar 1976). Esta hipótesis tiene un fundamento puramente termodinámico, por lo que la variabilidad del sustrato, la existencia de aportes subterráneos o superficiales importantes o la intervención humana pueden ocasionar



importantes desviaciones de lo esperado, por ejemplo, al considerar el régimen de permanencia del agua.

Este tipo de desviaciones son frecuentes en los humedales del País Vasco (fig. 5.2.2), donde no hay una distinción clara entre clases de permanencia del agua en función de la relación superficie vs. perímetro/superficie. En el caso de los humedales artificiales de Altamira y Etxerre, la permanencia parece estar determinada por el tipo de intervención humana. De manera similar, en los encharcamientos de Salburúa y Arkaute y las lagunas de Orduña y Santa Bárbara —todas ellas de carácter natural— la discordancia entre morfometría de la cubeta y permanencia del agua puede estar relacionada con un importante aporte de agua subterránea. La relación superficie vs. perímetro/superficie tampoco parece servir para agrupar con claridad los humedales de cada sector ambiental (fig. 5.2.2).

La relación superficie vs. superficie/profundidad máxima, indicadora de la susceptibilidad al desecamiento por efecto de la evaporación, sí parece servir para discriminar eficientemente entre clases de permanencia del agua de los humedales del País Vasco (fig. 5.2.3). Estas regularidades tienen una correspondencia con los sectores ambientales previamente definidos.

Así, los humedales con valores altos de superficie y superficie/profundidad máxima, que cabe esperar que tengan una gran susceptibilidad a la desecación, son, de hecho, de inundación temporal, y tienden a pertenecer al Sector Mediterráneo (fig. 5.2.3). Por el contrario, la mayoría de los humedales del Sector Cantábrico, de inundación permanente, registran en general valores bajos de superficie y superficie/profundidad máxima (fig. 5.2.3). Finalmente, los humedales de régimen permanente fluctuante, que son la mayoría de los de los dos sectores submediterráneos, junto con dos humedales del Sector Cantábrico y uno de la Divisoria Cantábrico-Mediterránea, registran valores intermedios de superficie y superficie/profundidad máxima, respecto a las otras dos clases de régimen de permanencia del agua (fig. 5.2.3).

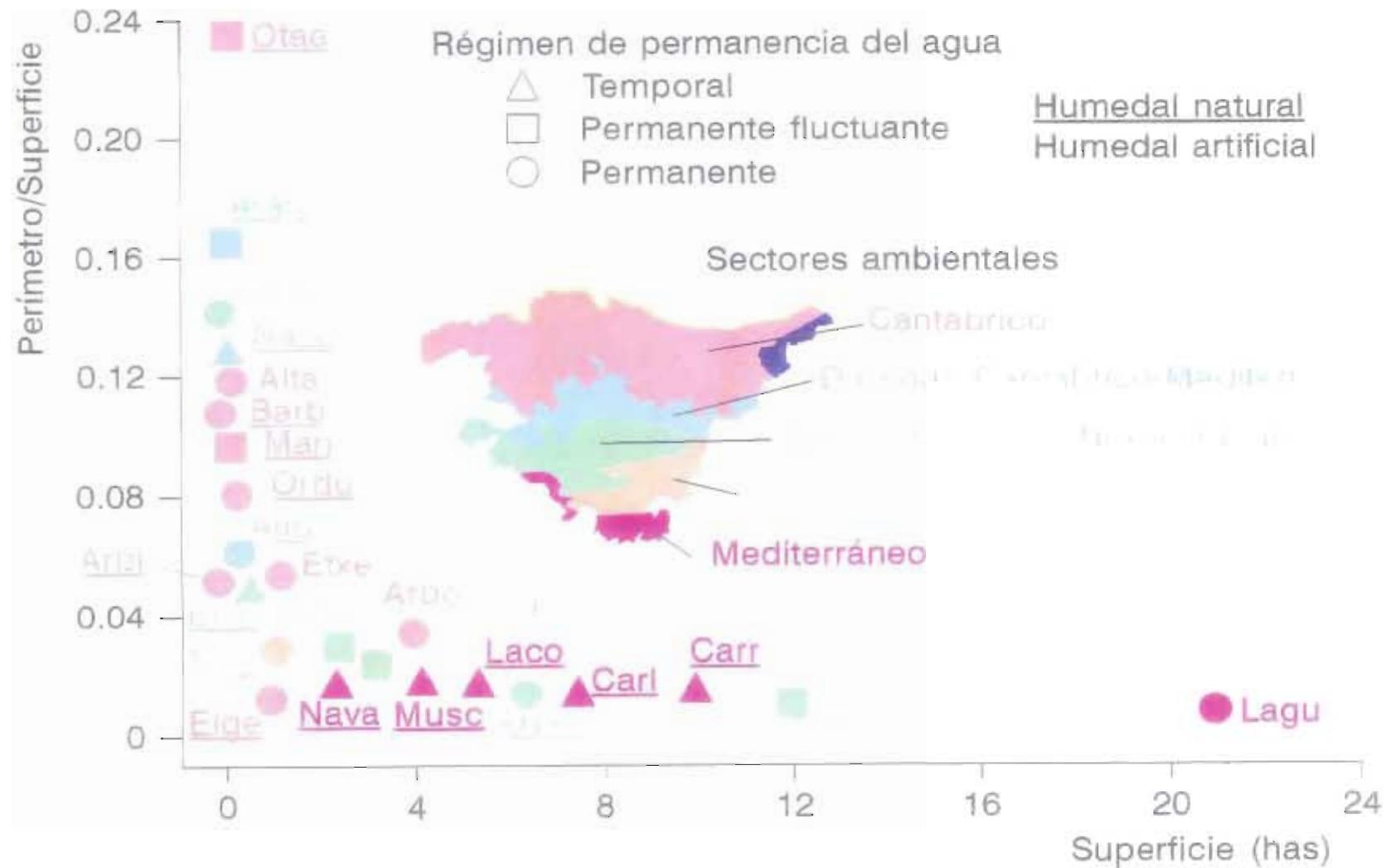


Fig. 5.2.2.- Relación superficie vs perímetro/superficie de las láminas de agua estudiadas según su permanencia, carácter natural o artificial y localización geográfica (Códigos de las láminas de agua en apéndice III).

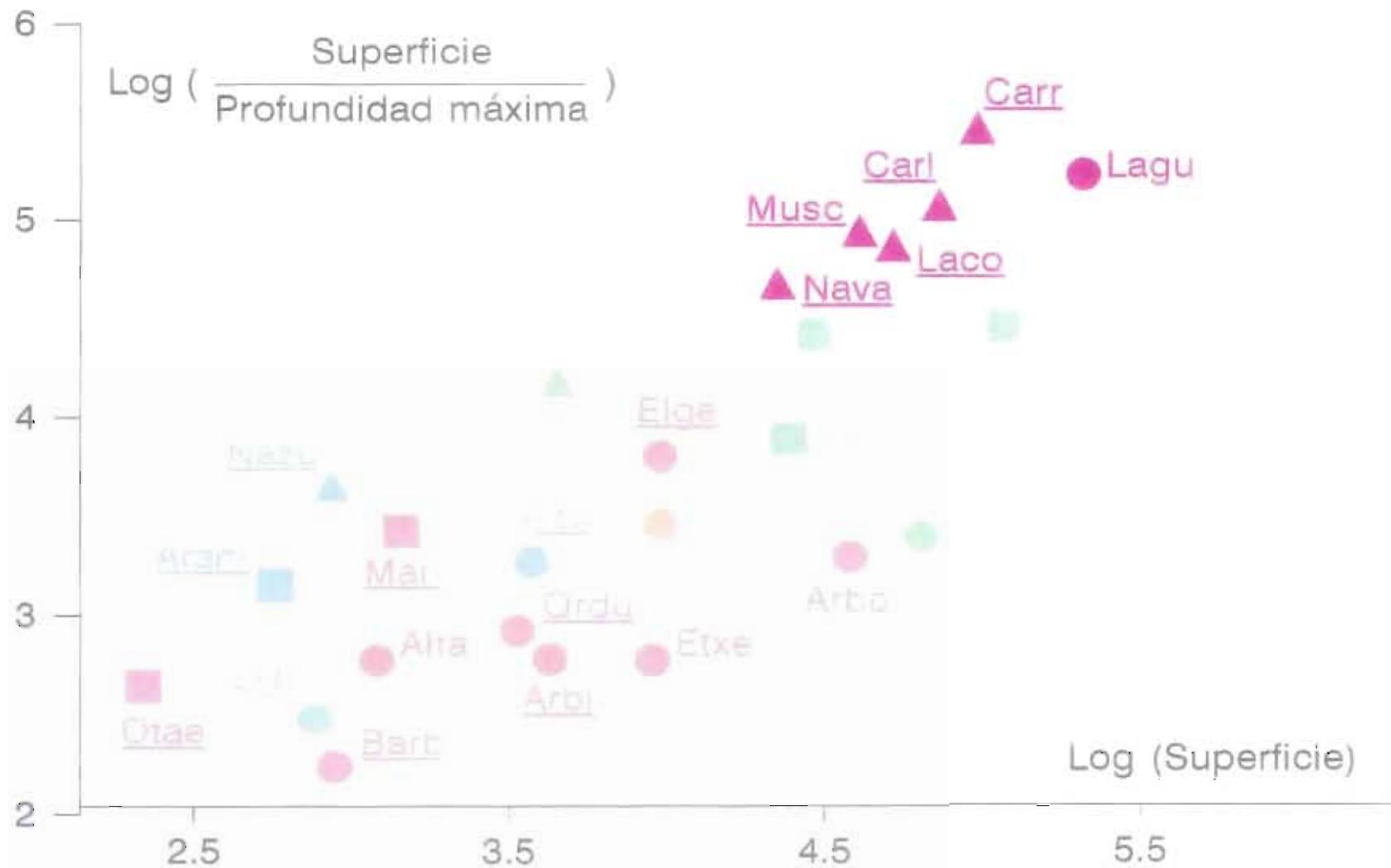


Fig. 5.2.3.- Relación superficie vs superficie/profundidad máxima para las láminas de agua estudiadas (Códigos de signos en fig. 5.2.2. Códigos de las láminas de agua en apéndice III).

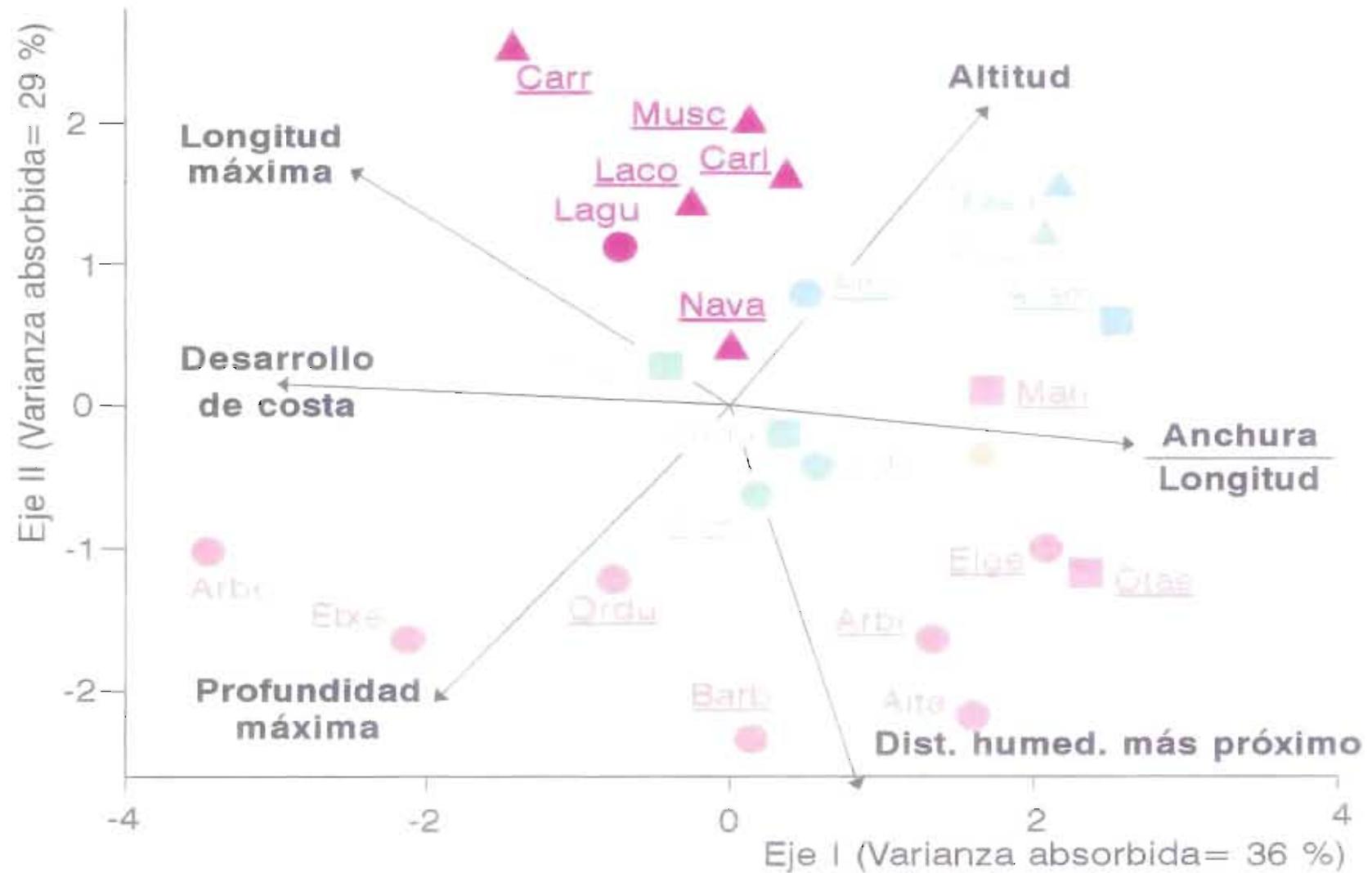


Fig. 5.2.4.- Representación gráfica de las tendencias fisiográficas, morfométricas e hidrológicas ejemplificadas por los dos componentes principales del análisis multivariante efectuado (Códigos de signos en fig. 5.2.2. Códigos de las láminas de agua en apéndice III).



5.2.3.3.- Integración de tendencias fisiográficas, morfométricas e hidrológicas.

Esta parte del estudio, realizado mediante el análisis de componentes principales, se efectuó a partir de dos series de datos. La razón es que algunos humedales del País Vasco se encuentran conectados a cauces fluviales, circunstancia que determina por sí sola aspectos clave del funcionamiento de estos humedales, a la vez que distorsionaría la integración del resto de tendencias físicas si se considerase el valor nulo registrado por ellos para la distancia al cauce fluvial más próximo.

Así, en la primera serie de datos se incluyó el conjunto de los humedales, pero excluyendo la distancia al cauce fluvial más próximo como descriptor, mientras que en la segunda serie de datos se incluyó esta variable, pero se excluyeron los tres humedales conectados a cauces fluviales. Los resultados fueron muy similares en ambos casos, por lo que se discuten conjuntamente, aunque en su momento se harán constar las diferencias más relevantes.

La ordenación multifactorial de los humedales interiores del País Vasco puede resumirse en dos tendencias o ejes principales que explican conjuntamente entre el 65 y el 61 % —según la serie de datos considerada— de la variabilidad de estos sistemas para los descriptores utilizados.

El primero de los ejes absorbe entre el 36 y el 33 % de esa variabilidad (Tabla V.2.2), y representa un gradiente físico desde los humedales con una forma más redondeada y, en parte, situados a mayor altitud, hasta los de contorno más irregular, mayor tamaño y profundidad máxima algo mayor (Tabla V.2.2, fig. 5.2.3).



El segundo de los ejes absorbe entre el 29 y el 28 % de la variabilidad (Tabla V.2.2), y tiende a ordenar los humedales desde los que están situados a mayor altitud y, en cierta medida, tienen mayor tamaño, hasta los más dispersos y con mayor profundidad máxima (Tabla V.2.2, fig. 5.2.3). La ordenación sería casi idéntica considerando la distancia al cauce fluvial más próximo, pero entonces esta variable contribuiría también a la ordenación, estando directamente correlacionada con la altitud y el tamaño (Tabla V.2.3).

La ordenación conjunta de los humedales del País Vasco en virtud de las tendencias fisiográficas, morfométricas e hidrológicas de estos dos ejes más importantes permite distinguir con relativa claridad entre los grupos de humedales de los sectores ambientales (fig. 5.2.3).

De este modo, los humedales del Sector Mediterráneo parecen caracterizarse por su mayor agrupamiento geográfico, además de tener un tamaño bastante grande y encontrarse a una mayor altitud relativa. Ello refleja probablemente la acción de los agentes geomorfológicos en ese sector, modeladores de un paisaje más llano, con una red fluvial menos organizada, que explica una mayor frecuencia espacial de humedales y que éstos tengan un mayor tamaño (fig. 5.2.3).

En ese sentido, los humedales analizados del Sector Cantábrico presentan características precisamente opuestas, además de ser —sobre todo los de Vizcaya, que son artificiales— algo más profundos, aunque su variabilidad es mayor que la de los del Sector Mediterráneo. Estos patrones son coherentes con la alta densidad de drenaje de la vertiente cantábrica, que no favorece la existencia de núcleos de humedales, ni que éstos tengan una superficie muy grande.

En una posición intermedia en este gradiente estarían el sector Submediterráneo Noroccidental y la Divisoria Cantábrico-Mediterránea, el primero de ellos en una situación relativamente indefinida respecto a las tendencias regionales globales y el segundo,

Tabla V.2.2.- Factores de peso de las distintas variables en el análisis de componentes principales del que se excluyó la distancia al cauce fluvial más próximo.

Variable	Eje I	Eje II
Altitud	0.273	0.520
Distancia al humedal más próximo		-0.596
Longitud máxima	-0.504	0.332
Profundidad máxima	-0.340	-0.512
Desarrollo de costa	-0.531	
Anchura/longitud	0.480	
Valores propios	2.161	1.753

Tabla V.2.3.- Factores de peso de las distintas variables en el análisis de componentes principales del que se excluyeron la laguna de Navaridas, la balse de riego de Laguardia y el lago de Arreo.

Variable	Eje I	Eje II
Altitud	-0.377	0.412
Distancia al humedal más próximo		0.333
Distancia al cauce fluvial más próximo		-0.560
Longitud máxima	0.411	0.427
Profundidad máxima	0.482	-0.401
Desarrollo de costa	0.476	
Anchura/longitud	-0.458	
Valores propios	2.340	1.957



caracterizado claramente por humedales situados a gran altitud y, en general, con escasa profundidad. Hay que destacar la mayor semejanza de la Lagunilla de Bikuña con los humedales de este último sector que con los del Submediterráneo Norte-occidental, donde había quedado incluida tras la sectorización previa. Este hecho se debe a su localización en un área montañosa de transición, con unas características ambientales más parecidas a las de la Divisoria Cantábrico-Mediterránea que a las del sector Submediterráneo Norte-occidental.

5.2.3.4.- Criterios físicos para la evaluación funcional de los humedales interiores del País vasco.

La síntesis de los diferentes análisis realizados a partir de descriptores físicos permite identificar predictores clave del funcionamiento de los humedales interiores del País Vasco, que resultan útiles para varios propósitos: 1) definir puntos de partida específicos para la valoración ecológica de distintos tipos de humedales, 2) abordar planes de actuación adaptados a las peculiaridades de los principales tipos funcionales, y 3) servir de referencia para la restauración ambiental de humedales naturales degradados, la integración en el paisaje natural de humedales artificiales y la creación de humedales.

En la tabla V.2.4 se relacionan los descriptores con mayor valor predictivo, los procesos que reflejan y la caracterización funcional de humedales que es posible realizar a partir de estos indicadores. El valor predictivo de los mismos es diferente, presentando la relación superficie *vs.* perímetro/superficie un valor predictivo significativamente menor.

5.2.3.4.1.- Relación superficie *vs.* superficie/profundidad máxima.

La relación superficie (SUP) *vs.* superficie/profundidad máxima (SUP/ZMAX) es tal vez el descriptor con mayor valor predictivo (fig. 5.2.3), informando de dos aspectos

Tabla V.2.4.- Criterios físicos para la evaluación funcional de los humedales.

Predictores clave	Procesos funcionales	Tipo de humedal	
Relación superficie vs. superficie/profundidad máxima	Régimen de permanencia del agua	Temporal	
		Permanente fluctuante	
		Permanente	
	Variabilidad geográfica de la resistencia a la desecación (sensibilidad a la evaporación)	Sector Mediterráneo	
		Sector Submediterráneo Noroccidental	
		Sector Submediterráneo oriental	
		Divisoria Cantábrico-Mediterránea	
Sector Cantábrico			
Longitud máxima	Escala espacial de los procesos genéticos e hidrológicos implicados en la existencia y dinámica de los humedales	Local	Charcas de montaña
Profundidad máxima			Sistemas sobre afloramientos del Keuper
Altitud			Sistemas originados por actividades mineras
Desarrollo de costa		Regional	Lagunas de carácter estepario
Distancia al cauce fluvial más próximo			Humedales de la Llanada Alavesa
Anchura/Longitud			
Distancia al humedal más próximo			
Relación superficie vs. perímetro/superficie	Patrón teórico y real de la tasa potencial de pérdida de agua	Temporales	
		Permanentes fluctuantes	
		Permanentes	



relacionados, pero interesantes por separado. En primer lugar, el régimen de permanencia del agua puede definirse con bastante precisión a partir de las siguientes expresiones:

- Humedales temporales: $\log \text{SUP}/\text{ZMAX} = 1.30 + 0.78 \cdot \log \text{SUP}$; $r^2 = 96\%$; $\alpha = 0.0001$.
- Permanentes fluctuantes: $\log \text{SUP}/\text{ZMAX} = 1.31 + 0.64 \cdot \log \text{SUP}$; $r^2 = 94\%$; $\alpha = 0.0015$.
- Humedales permanentes: $\log \text{SUP}/\text{ZMAX} = -0.12 + 0.86 \cdot \log \text{SUP}$; $r^2 = 70\%$; $\alpha = 0.0007$.

Además, esta relación, que indica la resistencia de los humedales a la desecación —por su sensibilidad a la evaporación—, tiene una buena correspondencia con los sectores ambientales previamente definidos (fig. 5.2.3). Así, por ejemplo, los humedales del sector Mediterráneo, en su mayor parte temporales, presentan un valor de $\log \text{SUP}/\text{ZMAX} \geq 4.66$. Aunque los dos principales sectores palustres restantes (Submediterráneo Norte-occidental y Cantábrico) no parecen tan bien definidos, los humedales del segundo, en su mayoría permanentes, presentan una mayor resistencia a la desecación, mientras que los del primero presentan características intermedias entre los de los sectores Cantábrico y Mediterráneo (fig. 5.2.3).

5.2.3.4.2.- Aproximación multivariante.

Las variables con más peso en la definición de las tendencias físicas principales obtenidas mediante análisis multivariante (Tablas V.2.2 y V.2.3) reflejan, de una manera integrada, la importancia de la escala (local/regional) en la expresión de los procesos genéticos e hidrológicos implicados en la existencia y dinámica de los humedales (Tabla V.2.4).

Aunque estas tendencias tienen una naturaleza intrínsecamente cuantitativa, tal vez sea de mayor utilidad práctica la interpretación de su correspondencia con las hipótesis acerca del origen de la cubeta y dinámica hidrológica de los humedales, en términos de las relaciones entre predictores, procesos y principales tipos funcionales. Las líneas maestras de este enfoque se resumen a continuación.



Charcas de montaña.- Ocupan cubetas de escasa entidad, de contorno regular y redondeado, pequeño tamaño, escasa profundidad y situadas a bastante altitud, relacionadas, si acaso, con descargas subterráneas de carácter local. Se encuentran ubicadas principalmente en la Divisoria Cantábrico-Mediterránea y en el sector Cantábrico, incluyendo la Lagunilla de Bikuña, que está situada en una zona de transición.

Sistemas sobre afloramientos del Keuper.- Cubetas relativamente profundas, con poca relación con los agentes genéticos e hidrológicos regionales, relacionadas con procesos de disolución de evaporitas y con aportes hídricos subterráneos de los propios materiales sobre los que se asientan.

Sistemas originados por actividades mineras.- Tienen cubetas muy profundas y con un contorno muy irregular, donde aflora el nivel freático por excavación. Se localizan en la parte occidental del sector Cantábrico (provincia de Vizcaya).

Lagunas de carácter estepario.- Localizadas en el sector Mediterráneo, en cubetas extensas, someras y agrupadas, formadas por erosión diferencial hidroclástica en líneas de contacto entre paleocanales cuaternarios y materiales mixtos del Terciario, alimentadas por escorrentía de su relativamente extensa cuenca de captación, precipitación directa, y aportes subterráneos variados (flujos locales asociados a los materiales cuaternarios y descargas regionales desde la Sierra de Cantabria).

Humedales de la Llanada Alavesa.- Charcas ganaderas y balsas de riego, junto con la cubeta excavada de Salburúa, relativamente profundas respecto al humedal natural tipo de su entorno fisiográfico —encharcamientos sin cubeta definida en relieve llano—, ejemplificado por la cubeta natural de Salburúa. Aportes hídricos naturales mixtos superficiales y subterráneos, incrementados por la intervención humana —afluentes en Ordoñana, Añúa y Gazeo, y excavación hasta el freático en Salburúa.



5.2.3.4.3.- Relación superficie vs. perímetro/superficie.

Para el conjunto de humedales interiores del País Vasco, el valor predictivo intrínseco de este descriptor es pequeño, debido al gran número de desviaciones respecto del patrón teórico que cabría esperar (Millar, 1976). Sin embargo, la interpretación de estas desviaciones permite una primera aproximación a los factores que controlan el balance hídrico de los humedales correspondientes.

En su clasificación de humedales de las praderas canadienses, este autor encontró que la mayoría de las cubetas inferiores con una superficie inferior a 0.4 Ha sufren importantes cambios en la tasa de pérdida de agua para pequeñas variaciones de superficie, debido al drástico cambio de la relación superficie vs. perímetro/superficie, por lo que los humedales menores de 0.4 Ha eran frecuentemente temporales. Por razones de la misma índole, los humedales mayores de 2 Ha eran, con frecuencia, permanentes. En La Mancha, Florín *et al.* (1993) encuentran que estos valores son de 2.6 y 22 Ha, respectivamente.

Como ilustra la figura 5.2.2, cabría esperar que estos valores fueran de 0.2 y 5 Ha, respectivamente, para los humedales interiores del País Vasco. Sin embargo, la norma general en estos sistemas es precisamente su discordancia respecto al modelo teórico esperado. De acuerdo con Millar (1976), estas desviaciones pueden deberse a la existencia de fuentes de alimentación hídrica anormalmente importantes —descargas subterráneas o afluentes— o, en el caso contrario, a la ubicación del humedal en ambientes más áridos y relieve plano.

Según esto, es previsible que la permanencia del agua de la mayoría de los pequeños humedales interiores vascos se deba a los aportes subterráneos, excepto los pocos que reciben un afluente natural o artificial. Los dos únicos humedales de este tipo que se ajustan a lo esperado serían la Charca de La Navazúa y la Lagunilla de Bikuña. Por el contrario, la temporalidad del agua de casi todas las lagunas del sector Mediterráneo, de gran extensión, vuelve aquí a estar en relación con su carácter somero (ver apartados 5.2.3.2 y 5.2.3.4.1) y con



la mayor aridez climática de este sector. Conforme al patrón teórico esperado puede considerarse el Lago de Arreo y las balsas de Ordoñana, Añúa y Laguardia, aunque hay que tener en cuenta sus aportes hídricos suplementarios —el afluente natural a Arreo y la intervención humana en el resto.

Desde el punto de vista fisiográfico, hidrológico y de la morfología de la cubeta, la diversidad funcional de los humedales interiores del País Vasco refleja una influencia dispar y variable de varios factores y procesos clave, cuya importancia al decidir las actuaciones a realizar respecto a los humedales debe ponderarse en función de las peculiaridades de cada caso.

La caracterización aquí realizada considera las propiedades físicas clave que generan esa diversidad funcional, y no tienen utilidad para definir una lista jerárquica de humedales ordenados por su valor ambiental, sino más bien para establecer los tipos funcionales que como mínimo deben ser objeto de actuación diferenciada. El régimen de permanencia del agua, la resistencia a la desecación, el carácter local o regional de los procesos que controlan la aparición y dinámica de un humedal, y la tasa potencial de pérdida de agua definen esos tipos funcionales, pero no pueden servir, por ejemplo, para desestimar la protección de un humedal artificial en favor de uno natural, o para subvalorar una laguna de carácter estepario frente a un lago.



5.3.- TIPIFICACIÓN DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO EN FUNCIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.

5.3.1.- Introducción.

El agua es un poderoso disolvente natural por lo que es difícil, por no decir imposible, encontrar cuerpos de agua en los que el líquido elemento no contenga en disolución sustancias muy variadas. El cómo estas sustancias llegan a entrar en contacto con el agua y disolverse en ella depende de múltiples factores. Podemos destacar los factores climáticos, los litológicos y los geoquímicos. Los primeros determinan la cantidad de agua inicial disponible, su periodicidad y recurrencia, trabajando sobre una escala temporal muy amplia. Los segundos son de carácter estático y se refieren a la naturaleza mineral de los sustratos sobre los que se asientan las cubetas de los sistemas acuáticos. Con frecuencia responden a una escala regional, si la naturaleza del sustrato es relativamente uniforme sobre grandes extensiones, pero no son excepcionales la singularidades estructurales que conceden naturaleza peculiar a una escala local. El tercer grupo de factores, los geoquímicos, tienen una mayor componente dinámica pues se asocian con flujos de agua subterránea, presencia de acuíferos, etc. que van a influir en la composición de las aguas superficiales en función de su circulación por los ambientes subterráneos y la naturaleza de los mismos.

Unos y otros factores resultan en una determinada composición hidroquímica, y sus patrones de variación asociados, que influyen de manera determinante en el componente biológico del sistema acuático. De ahí que sea necesario conocer las características hidroquímicas de cualquier humedal para poder identificar su 'personalidad' ecológica, paso previo imprescindible para poder desarrollar un plan armónico de gestión.



5.3.2.- Metodología.

El análisis de las características físico-químicas del agua se realizó durante los meses de Agosto y Septiembre de 1993. Las muestras de agua se tomaban en botellas de polietileno o de vidrio (según las necesidades de cada análisis) y, refrigeradas, eran enviadas lo más rápidamente posible al laboratorio. Se analizaron distintos parámetros con el objetivo de evaluar, por un lado, el grado y tipo de mineralización de las aguas y, por otro, el estado trófico que presentan. Los parámetros analizados, así como la metodología empleada se resumen en la tabla V.3.1.

Los humedales muestreados corresponden a todos los naturales y artificiales singulares que contenían agua en el momento de ser visitados. Asimismo se tomaron muestras de algunos otros artificiales con el objeto de realizar una primera aproximación a sus características, dado que un estudio exhaustivo de los humedales artificiales requeriría un trabajo monográfico. La relación de estos últimos humedales artificiales analizados se muestra en la tabla IV.2. En total se obtuvieron muestras de agua de 29 humedales (fig. 4.3), tanto naturales como artificiales. Es de señalar que de los dos lagos de La Arboleda se analizó sólo el Lago Mayor, del complejo de humedales de Altube la charca denominada de Morreal, y del complejo del diapiro de Maestu la laguna de Virgala (Olandina).

Los resultados de los análisis físico-químicos se muestran en el apéndice V.

5.3.3.- Lagos vs. formaciones palustres en el País Vasco.

Todo sistema ecológico se organiza en torno a un eje o gradiente primario que define en gran medida su funcionamiento y estructura. Los sistemas acuáticos no son una excepción a esta norma y en ellos ha quedado demostrado que la identificación del eje de organización

TABLA V.3.1.- Parámetros analizados en las muestras de agua. Se señala el método utilizado y la referencia bibliográfica.

PARAMETRO	METODO	REFERENCIA
pH	Indicadores Neutralit Merck	
Conductividad	Conductivímetro WTW	
Carbonatos	volumétrico (SO_4H_2)	APHA (1985)
Bicarbonatos	volumétrico (SO_4H_2)	APHA (1985)
Cloruros	volumétrico (argentométrico)	APHA (1985)
Sulfatos	colorimétrico (Tween 80)	APHA (1985)
Calcio	volumétrico (EDTA)	APHA (1985)
Magnesio	volumétrico (EDTA)	APHA (1985)
Sodio	eléctrico (analizador de iones EA-940 ORION)	
Potasio	eléctrico (analizador de iones EA-940 ORION)	
Oxígeno	microwinkler	
Nitritos+nitratos	colorimétrico (Brucina)	APHA (1985)
Amonio	eléctrico (analizador de iones EA-940 ORION)	
Ortofosfatos	colorimétrico (molibdato)	APHA (1985)
Clorofila a	colorimétrico (metanol) Aminot & Chaussepied(1983)	



que otorga personalidad ecológica al sistema no sólo sirve para modelar conceptualmente sus principales características funcionales sino, fundamentalmente, para abordar los aspectos de valoración y gestión desde una base amplia y sólida.

En los sistemas acuáticos de aguas quietas o remansadas hay una amplia variedad de posibilidades de organización que, para simplificar, se pueden reducir a dos refiriéndonos sólo a los extremos del mencionado eje de organización: los lagos, por una parte, y las formaciones palustres o humedales, por otra. Ambos tipos funcionales difieren en la orientación espacial de su eje de organización, que es vertical en los lagos y horizontal en los humedales. El eje vertical de los lagos está definido por el gradiente luz-gravedad y está condicionado a la existencia de profundidad suficiente para que la luz no sea capaz de penetrar a través de toda la columna de agua limitando, en consecuencia, la actividad de los productores primarios por debajo de una determinada profundidad (nivel de compensación). El acceso limitado de la energía solar a determinadas capas de la columna de agua determina también un particular dinamismo térmico que, a lo largo del ciclo anual, se traduce en la aparición de estratificaciones y mezclas estacionales. La dinámica estratificación-mezcla limita la disponibilidad de los nutrientes para los organismos productores y de oxígeno para la comunidad biológica en general, regulando así las capacidades funcionales del sistema.

Resulta obvio mencionar que la aparición de condiciones lacustres (=eje vertical dominante) depende de la morfometría de la cubeta (profundidad) y de las condiciones climatológicas que permiten los procesos de estratificación. En el entorno geográfico del País Vasco, y dentro de los sistemas inventariados, sólo pueden considerarse sistemas lacustres el lago de Arreo, con 25 m de profundidad, y los lagos de La Arboleda, de los que el mayor tiene 19 metros de profundidad máxima. Cada uno de estos sistemas se encuentra ubicado en ecorregiones diferentes, Arreo en la denominada Submediterránea Norte-Occidental y La Arboleda en la Cantábrica. Las diferentes condiciones climatológicas en cada una ellas determinan, en buena medida, los diferentes patrones que se pueden observar en sus dinámicas físico-químicas (Fig. 5.3.1). El clima en la zona Cantábrica es más benigno, menos extremo,



que en la submediterránea norte-occidental e impone estratificaciones menos potentes en la columna de agua. Las diferencias en temperatura entre las masas cálidas superficiales (epilimnion) y las frías de profundidad (hipolimnion) son menos acusadas en la zona de influencia atlántica que en la mediterránea, y la termoclina (zona de máximo gradiente térmico) se acerca más a la superficie en ésta que en aquella (Fig. 5.3.1).

A diferencia de los lagos mencionados, que adquieren su personalidad de la existencia de una lámina de agua lo suficientemente profunda, la mayor parte de los sistemas acuáticos que se conocen en el País Vasco carecen de cubetas profundas siendo cuerpos de agua someros y, en muchas ocasiones, temporales. Las profundidades máximas registradas son, con frecuencia, inferiores al metro y sólo en contadas ocasiones se encuentran entre los 3 y 7 m. Una curiosa excepción es la laguna de Etxerre, que con sus 14.5 m de profundidad máxima se sitúa en la divisoria entre lagos y humedales, no pudiéndose descartar que se produzcan en ella procesos de estratificación estacional cuando las condiciones atmosféricas sean adecuadas. Lamentablemente, esta masa de agua se halla afectada intensamente por actividades humanas y los vertidos realizados en ella han alterado los procesos físico-químicos de la laguna difuminando la naturaleza de la misma.

En los sistemas palustres el eje de organización dominante no se desarrolla en la vertical (luz-gravedad) sino en la horizontal, estando definido por el gradiente espacial orilla-centro. En consecuencia, no muestran dinámicas térmicas estacionales, aunque estratificaciones de pequeña entidad pueden producirse en ciclos circadianos, sino una estructura en bandas concéntricas (eje horizontal) que es manifestación del gradiente de variación de los principales parámetros del hábitat que condicionan el funcionamiento del sistema (humedad del suelo, tipo de sustrato, afloramiento de nutrientes, disponibilidad de sales, etc.).

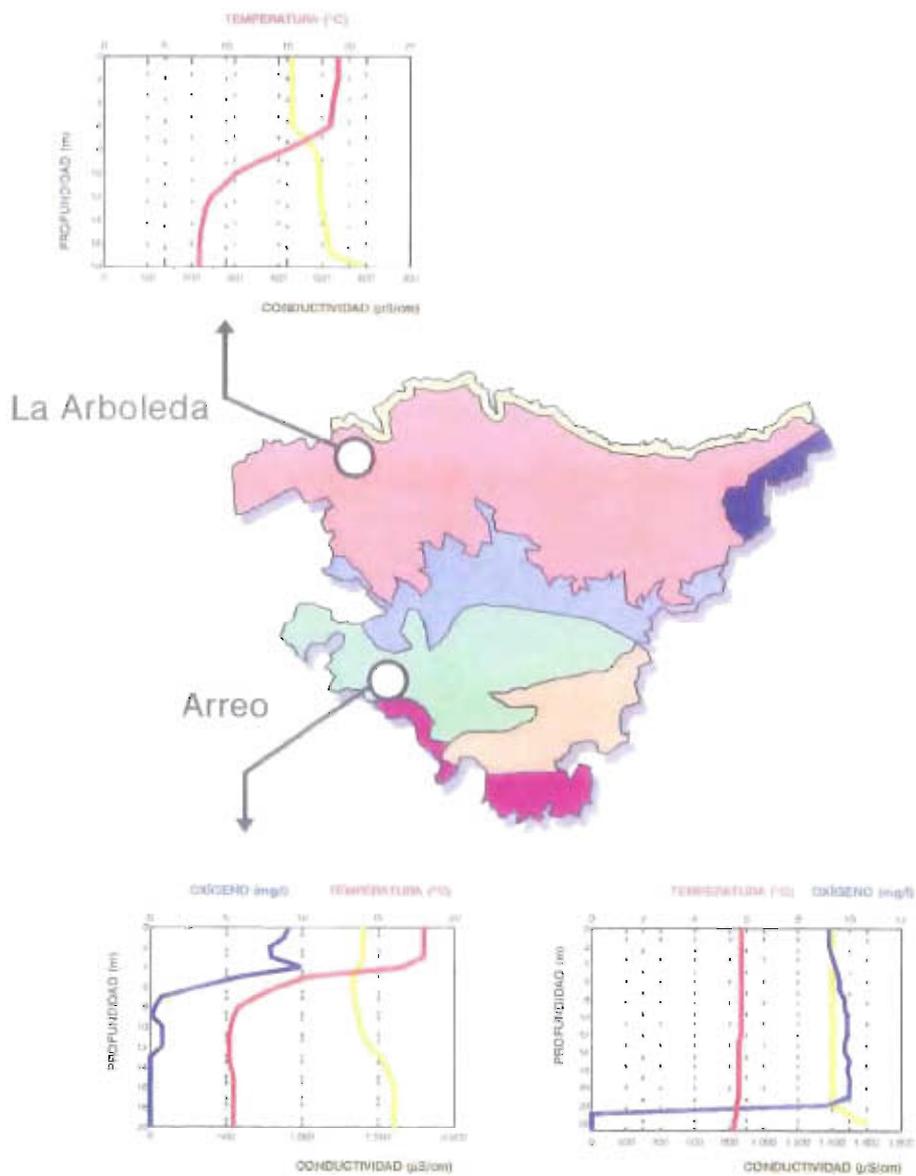


Fig. 5.3.1.- Expresión de la dinámica térmica en dos sistemas lacustres del País Vasco. Para el lago de Arreo muestran los perfiles de oxígeno, temperatura y conductividad en época de estratificación y mezcla. Obsérvense los contrastes menos acusados entre epilimnion e hipolimnion y la mayor profundidad a la que se estabiliza la termoclina en La Arboleda.



5.3.4.- Características químicas de los humedales del País Vasco.

La identidad química de las masas de agua naturales está fundamentalmente determinada por factores que actúan a una escala amplia como son el clima o la geología de los terrenos en los que se asientan. El carácter heterogéneo, en mosaico, que es característico para muchos de los componentes del medio abiótico en el País Vasco, hace prever que estos aspectos de composición sean mucho más diversos de lo que cabría esperar para un territorio de tan reducida extensión. En correspondencia, las masas de agua estudiadas ofrecen una enorme variedad de tipos químicos que, con frecuencia, parecen más dependientes de factores locales (microtopografía, afloramientos litológicos de reducido desarrollo, gestión y uso de la zona) que de los principales factores regionales. No obstante, y sobre la amplia diversidad que se genera a un nivel local, es también predecible que existan algunas pautas que, por su carácter regional, ofrezcan una base sólida para la tipificación de los ambientes acuáticos y la propuesta de directrices de gestión para los mismos.

Una ordenación (Análisis de Componentes Principales-ACP) de las muestras disponibles para las zonas húmedas del País Vasco ofrece una primera aproximación (Fig. 5.3.2) a la organización de dichas masas de agua en el espacio físico-químico definido por las variables registradas. Se aprecia una clara segregación (eje I) en función de las concentraciones extremas de sales (Añana, Carralogoño y Carravalseca) o de nutrientes (Otaerre) que determina que el grueso de las lagunas quede como una masa no discriminada en el entorno del origen de coordenadas.

Para eludir este efecto se han eliminado del análisis ACP las muestras correspondientes a esos casos extremos con la intención de descubrir las pautas en la ordenación del grueso de las masas de agua estudiadas en el País Vasco. La figura 5.3.3 muestra el resultado de dicho análisis. En esta ocasión se identifican algunos patrones más definidos (proporción de la varianza acumulada en los dos primeros ejes = 57%) identificándose el eje I con un gradiente



de mineralización (Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{++} , Na^+ , ...) y relacionándose el eje II con los parámetros metabólicos de las diferentes muestras (pH, O_2 , PO_4^{3-} , NO_3^- , *clorofila a*, ...)(Tabla V.3.2). En este eje II es necesario llamar la atención sobre la correlación positiva que muestran fosfatos y *clorofila a* entre sí frente a la correlación negativa que ambos mantienen con la concentración de nitratos, lo que puede interpretarse como una indicación de que son los fosfatos el factor limitante para la producción primaria.

Al considerar la componente espacial de esta ordenación puede observarse una tendencia de las masas de agua de las ecorregiones de influencia mediterránea a situarse en la zona de mayor mineralización y más elevada productividad. Esto último se refleja en los altos valores de las variables metabólicas, excepción hecha de los fosfatos, y responde a las características morfométricas de estas cubetas (extensas y someras), y a las condiciones climatológicas de la región (temperaturas más cálidas, mayor insolación, etc.). Este patrón, sin embargo, no deja de ser algo difuso de manera que algunas zonas húmedas de la ecorregión denominada cantábrica aparecen próximas a las submediterráneas. Localidades singulares para ambos grupos son los lagos de Arreo y Arboleda que por sus peculiares características morfométricas muestran los valores más bajos correspondientes a las variables metabólicas (oxígeno, pH, *clorofila a*). Grupo relativamente homogéneo es el de lagunas de la ecorregión Divisoria que se distinguen por su moderada mineralización y productividad. Entre ellas se encuentran aquellas masas de agua "mediterráneas" menos comprometidas con los factores regionales y más afectadas por las influencias locales, la balsa de riego de Laguardia y la laguna de Virgala.

Una aproximación metodológica diferente al estudio de la ordenación de las masas de agua interiores del País Vasco la proporciona el análisis discriminante. Esta técnica calcula aquellas funciones (combinaciones lineales de las variables consideradas) que mejor discriminan entre grupos de observaciones definidos *a priori*. En el caso que nos ocupa los grupos formados corresponden a las ecorregiones definidas previamente. El resultado se ilustra en la figura 5.3.4, representando cada uno de los ejes las dos primeras funciones



discriminantes que recogen un 80% de la varianza de los datos. Junto a los ejes se indica, igualmente, la identidad de las principales variables implicadas en la función correspondiente. Como ya se puso de manifiesto en el análisis de componente principales, la primera función discriminante se asocia a grado de mineralización representado por sus componentes principales, los iones mayoritarios (Cl^- , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , $\text{SO}_4^{=}$). La segunda función discriminante, si bien también responde parcialmente a la presencia de sales (ClNa^+) en disolución, refleja las variaciones en las variables metabólicas (pH , $\text{CO}_3^{=}$) y, por ende, en la productividad de los sistemas.

Las funciones generadas discriminan eficazmente las láminas de agua de la región mediterránea, excepción hecha de la balsa de riego de Laguardia que, como ya se ha indicado, es de origen artificial y no responde a los patrones esperados para la región. Estas lagunas mediterráneas se caracterizan por su mineralización elevada y mediana productividad. Otro grupo bastante bien caracterizado es el correspondiente a la ecorregión submediterránea norteoccidental (color verde en la figura 5.3.4). Las cuerpos de agua de esta región se agrupan en el cuadrante inferior izquierdo del diagrama indicando una mineralización moderada, pero con presencia caracterizada de cloruros, y una productividad elevada que resulta en valores altos del pH y la concentración de carbonatos.

Los sistemas de la región cantábrica aparecen repartidas a lo largo de un amplio gradiente, manifestando su heterogeneidad hidroquímica, que comprende desde las masas de agua de escasa mineralización y baja productividad (Marikutz) a las de mineralización notable y productividad elevada (Arbieto). Aunque el comportamiento de los sistemas comprendidos en la ecorregión llamada Divisoria es similar a las 'cantábricas', en cuanto a la amplia dispersión en el espacio hidroquímico, fruto de su heterogeneidad genética y sustrato, muestran una tendencia más clara que aquéllas a situarse en la zona asociada a baja productividad y mineralización escasa, siendo la charca de Aramburu el caso más característico en esta tendencia. Por último, mencionar el comportamiento marginal de la turbera de Usabelartza que muestra una bajísima mineralización y condiciones casi distróficas.

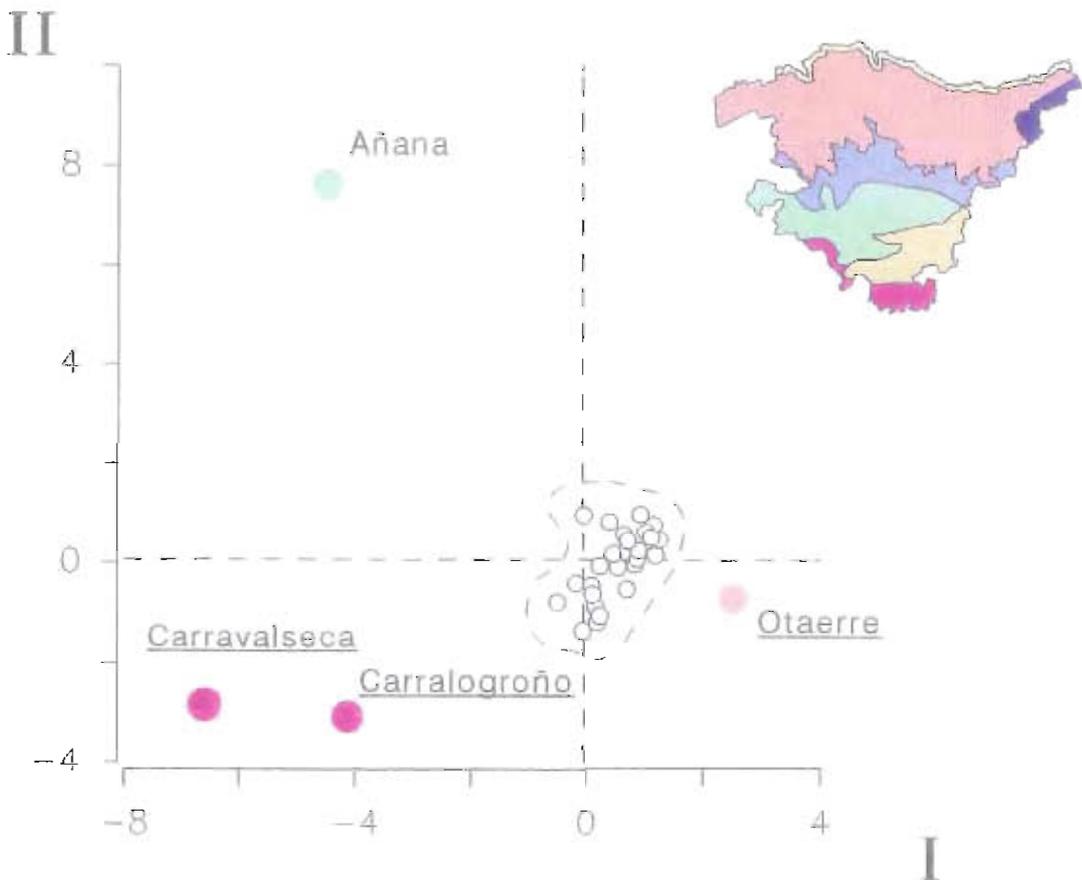
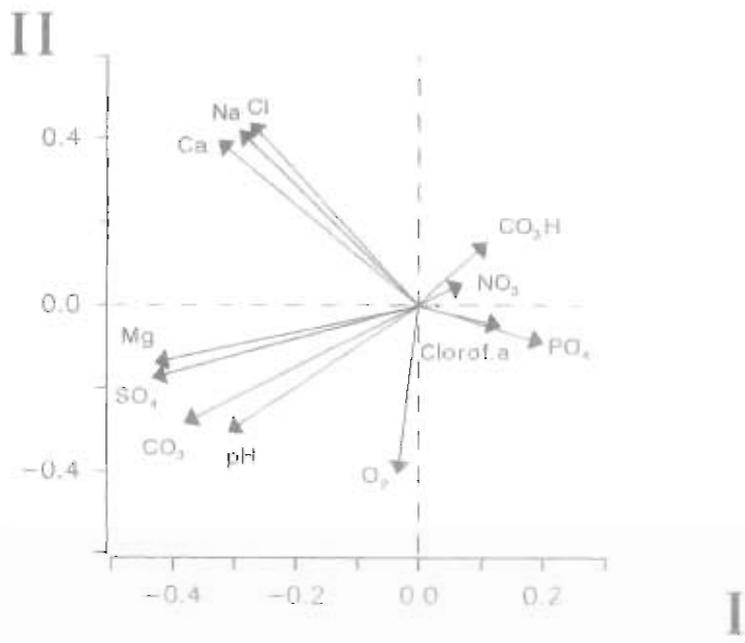


Fig. 5.3.2.- Ordenación del total de los humedales estudiados según el Análisis de Componentes Principales (ACP) elaborado sobre el conjunto de variables hidroquímicas. (Códigos según Apéndice III. Los códigos subrayados corresponden a sistemas naturales).

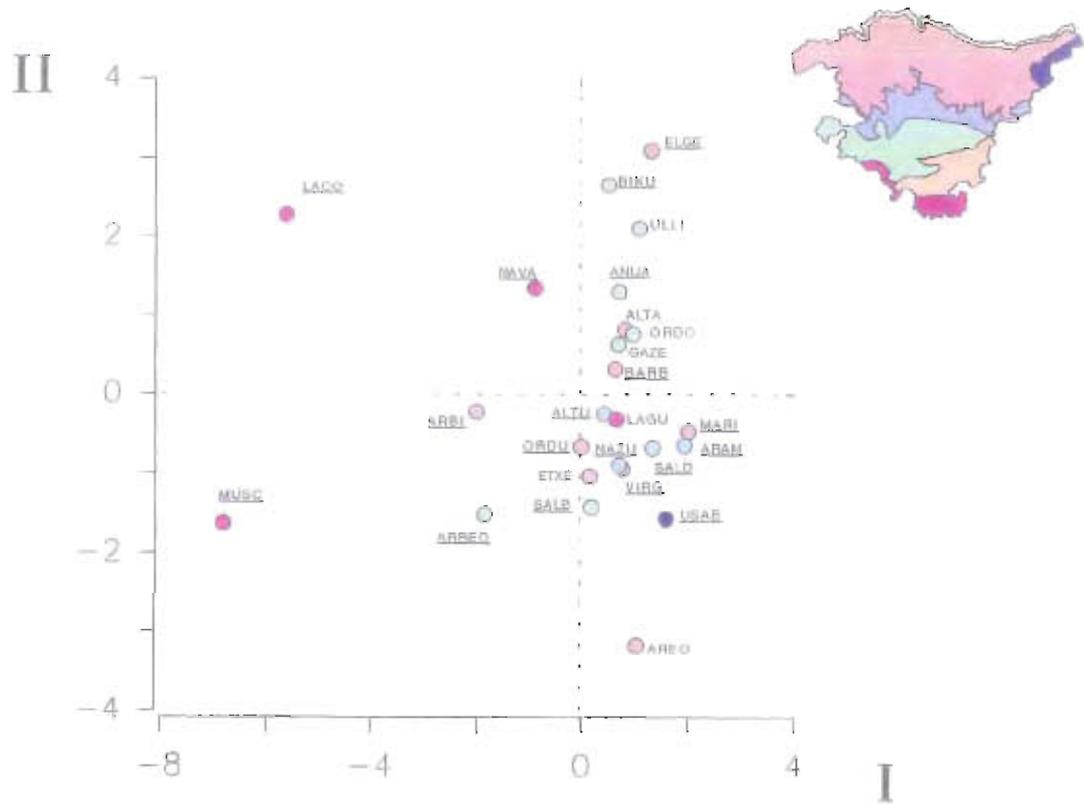
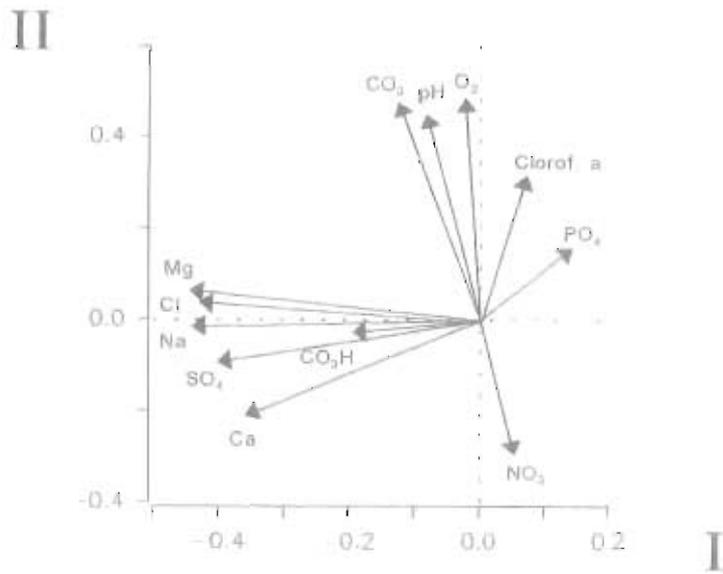


Fig. 5.3.3.- Ordenación (ACP) de los humedales estudiados (excepto Añana, Carralogueño, Carravalseca y Otaerre) a partir del conjunto de variables hidroquímicas. (Códigos según Apéndice III. Los códigos subrayados corresponden a sistemas naturales).

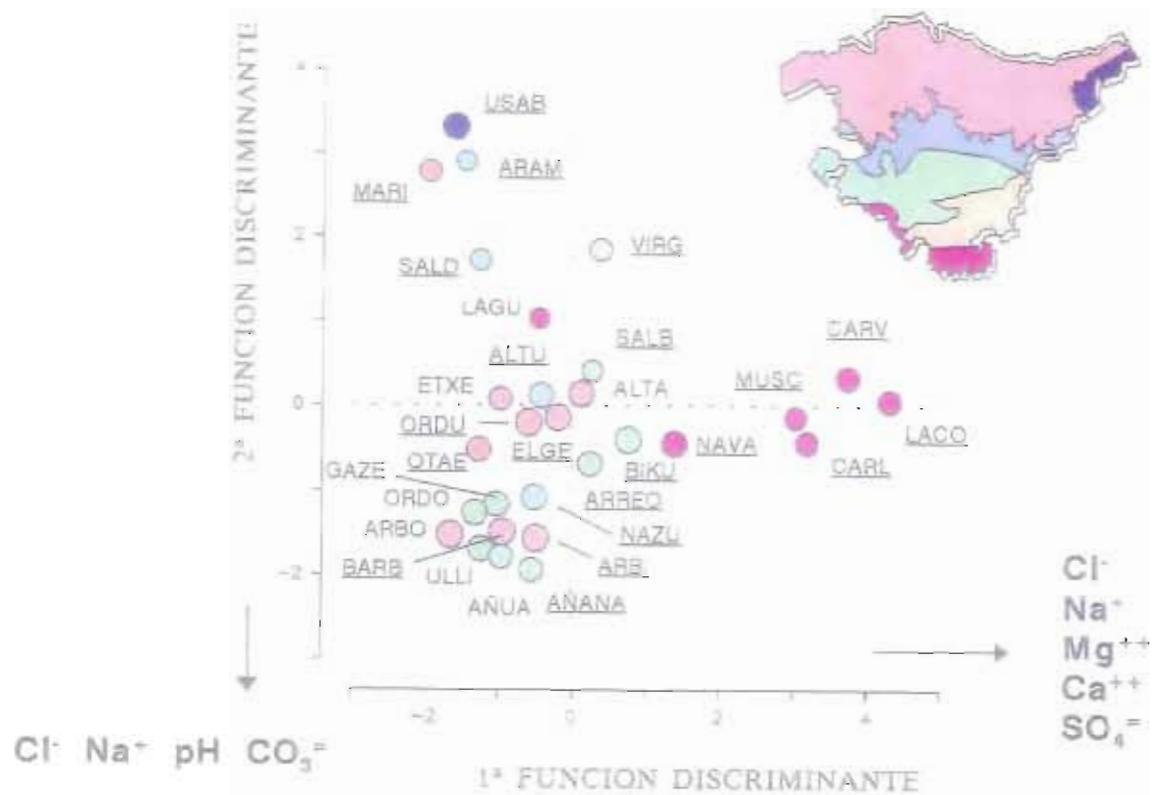


Fig. 5.3.4.- Ordenación de los humedales estudiados en función de las dos primeras funciones discriminantes. Se indican las variables más fuertemente relacionadas con cada una de las funciones. (Códigos según Apéndice III. Los códigos subrayados corresponden a sistemas naturales).



5.3.4.1.- Salinidad y composición iónica.

Los análisis realizados han mostrado la importancia de la mineralización como primer factor de ordenación de las características hidroquímicas de los humedales del País Vasco. En un intento de explorar más detalladamente los patrones que definen los iones mayoritarios en estos sistemas se ha realizado un nuevo análisis de componentes principales sin incluir en él las variables de carácter metabólico. El resultado se ilustra en la figura 5.3.5 y no hace sino reforzar las tendencias ya mostradas en los anteriores análisis. Resalta el carácter dual de las zonas húmedas de la ecorregión mediterránea dependiendo de la presencia relevante (Musco) o no (Lacorzana) del ión calcio, y la identidad arregional de la balsa de riego artificial de Laguardia; la naturaleza heterogénea de las masas de agua de la región submediterránea norte-occidental, que se diferencian de las también heterogéneas de la región cantábrica por su más alta alcalinidad (carbonatos + bicarbonatos); y la mineralización escasa de los sistemas de la ecorregión Divisoria. Una vez más, la laguna de Virgala muestra su carácter azonal situándose en una región del espacio hidroquímico que en nada corresponde ni a las características de la ecorregión submediterránea en que se encuentra ni al núcleo diapírico sobre el que se sitúa la cubeta.

Al analizar la conductividad, que se ha empleado aquí como indicador sintético de la abundancia de materias en solución, se observa que hay una enorme variedad de situaciones, estando el rango de variación entre los $45 \mu\text{S cm}^{-1}$ de Usabelartza y los $232961 \mu\text{S cm}^{-1}$ de las salinas de Añana. Entre ambos casos se extiende un continuo de situaciones en el que destacan la serie de zonas húmedas con una marcada vocación salina (Carralagroño, Carravalseca, Musco, Lacorzana), todas ellas con una conductividad superior a los $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$.

No es casual el hecho de que todas las citadas lagunas salinas pertenezcan a la ecorregión Mediterránea. Ya hemos mencionado anteriormente el fuerte componente regional que determina algunas de las características químicas de las masas naturales de agua. En este caso, son los factores climatológico y genético de las lagunas de la región mediterránea (véase

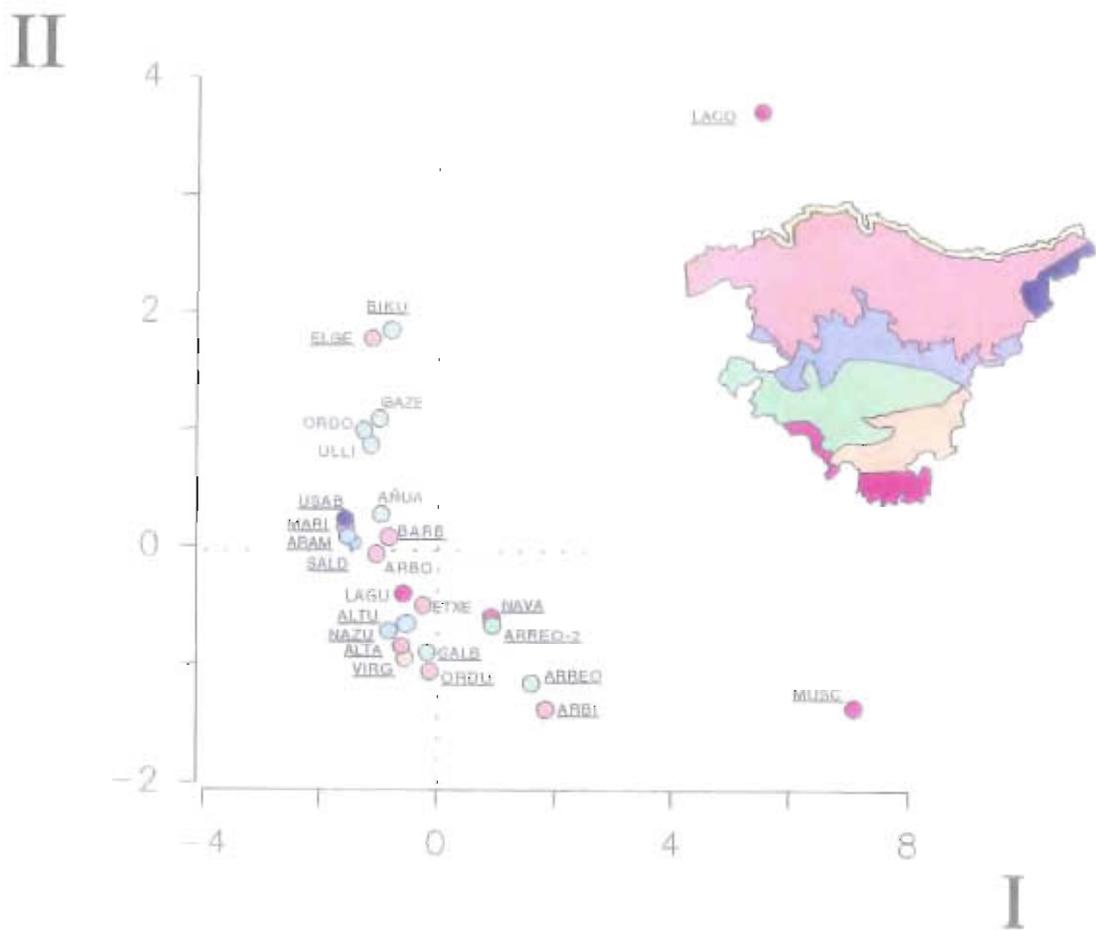
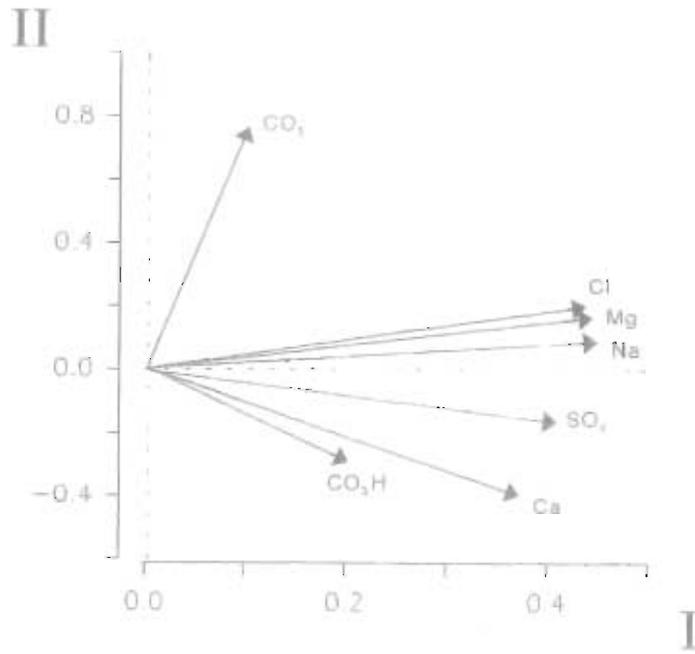
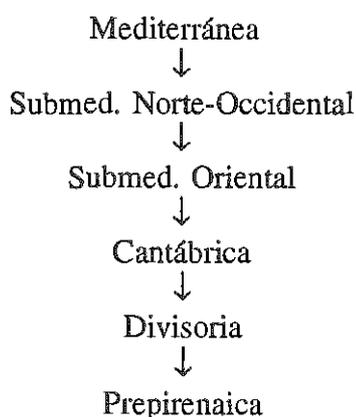


Fig. 5.3.5.- Ordenación (ACP) de los humedales estudiados (excepto Añana, Carralagroño, Carravalseca y Otaerre) a partir de las variables relativas a los iones mayoritarios. (Códigos según Apéndice III. Los códigos subrayados corresponden a sistemas naturales).



el apartado 5.2 que se ocupa de la morfometría y génesis de las cubetas) los que favorecen la aparición de lagunas de carácter estepario sub- y meso-salinas.

Para comprobar las posibles diferencias de conductividad existentes entre los sistemas estudiados, y habiéndose comprobado la heterogeneidad de la varianza para los diferentes grupos considerados (test de Bartlett, $p < 0.001$), se ha optado por emplear un test no-paramétrico de análisis de la varianza por rangos (Kruska-Wallis) para las seis ecorregiones previamente definidas. Este análisis ha puesto de manifiesto la existencia de diferencias significativas en el grado medio de mineralización de las lagunas en cada ecorregión, que de esta forma podrían ordenarse de la siguiente forma (de más a menos mineralizadas):



Esta ordenación queda ligeramente alterada, pero las diferencias son igualmente significativas, si sólo se consideran las masas de agua naturales, descartando las de origen antrópico, ya que en la ecorregión Submediterránea norte-occidental ejerce un considerable peso las salinas de Añana, que desvían la conductividad media hacia valores muy elevados. La Tabla V.3.3 recoge un resumen, por ecorregiones, de la conductividad media de sus masa de agua y de la variabilidad de las mismas respecto de esta variable. Entre paréntesis se incluyen los valores para la variable una vez eliminadas las masas de agua artificiales.



Una imagen elocuente de la diversidad de composiciones químicas de los cuerpos de agua considerados se obtiene mediante los diagramas ternarios de Eugster-Hardy (Fig. 5.3.6) en los que las diferentes muestras se disponen en el plano limitado por los tres ejes que expresan la proporcionalidad de cada uno de los iones mayoritarios (aniones o cationes según el caso).

En el diagrama ternario de los aniones (ver también Tabla V.3.4), las zonas húmedas de País Vasco ocupan la mayor parte del espacio teórico disponible, siendo mayor la presencia de éstas en la zona de dominio de los carbonatos y bicarbonatos. No obstante, no faltan masas de agua caracterizadas por la dominancia de sulfatos (de las que la laguna de Arbieto es la más notable), y, de forma destacada, el conjunto de lagunas típicamente cloruradas de la ecorregión mediterránea (Carravalseca, Carralagroño) junto con las salinas de Añana (región submediterránea norte-occidental). Las lagunas de Carralagroño y Carravalseca, de las que se poseen datos para dos períodos hidrológicos diferentes, son ambientes clorurados pero con una notable influencia de sulfatos y una casi total ausencia de iones bicarbonato. Las salinas de Añana son un ejemplo de una composición exclusiva de cloruro sódico, con presencia sólo testimonial de iones sulfato y bicarbonato.

Entre estas masas de agua con dominancia de cloruros (Cl⁻) llama la atención la presencia de la turbera de Usabelartza que, como ya se comentó anteriormente, se distingue además por ser la de menor conductividad ($45 \mu\text{S cm}^{-1}$) de todas las consideradas. Los problemas analíticos asociados a muestras con tan escasa concentración de iones nos hace asumir que su localización precisa en el diagrama ternario es escasamente significativa pues está sujeta a grandes variaciones asociadas a pequeños errores instrumentales.

Igualmente singular aparece la laguna de Navaridas que, siendo una de las de mineralización notable ($1082 \mu\text{S cm}^{-1}$), tiene una composición iónica dominada por bicarbonatos. Un caso semejante pero aún más llamativo es el de la laguna de Virgala, la única incluida en la ecorregión submediterránea oriental. Esta laguna, moderadamente



mineralizada ($602 \mu\text{S cm}^{-1}$), se asienta sobre un diapiro. Sin embargo, la composición iónica es ajena por completo a esta circunstancia mostrando una significativa dominancia de iones bicarbonato frente a los cloruros o sulfatos típicos de aquella formación geológica. Esto sugiere una influencia predominante de las aguas superficiales en el balance hidrológico de la cubeta que permanece relativamente impermeabilizada del diapiro subyacente. Completamente diferentes son los casos de otras lagunas situadas sobre diaPIros en las que la influencia de estas formaciones se hace patente manifestándose en la composición química con preponderancia de iones sulfatos (Arbieto, Orduña, Altube, Arreo) o cloruros (Añana). En estos casos cabe interpretar una influencia en los balances hidrológicos correspondientes de flujos subterráneos que, al atravesar los diaPIros, se enriquecen en los mencionados iones caracterizando así los humedales que alimentan.

Al considerar el diagrama ternario correspondiente a los cationes (ver también Tabla V.3.5) se observa una mayor concentración de las masas de agua en la zona correspondiente a la dominancia del calcio (Ca^{++}), presentando todas las lagunas de las ecorregiones submediterránea norte-occidental y oriental, cantábrica y divisoria porcentajes de este ión siempre superiores al 50%. Las excepciones para esos grupos las constituyen la laguna de Bikuña (con presencia ligeramente mayor de magnesio [Mg^{++}]) y las salinas de Añana, fuertemente dominadas por el ión sodio (Na^+). De la misma forma, las lagunas de Carralagroño y Carravalseca, en los dos períodos muestreados, muestran un claro carácter sódico que es menos acusado en otras lagunas de la región mediterránea como Musco, con mayor presencia de iones calcio, y Navaridas y Lacorzana que son típicamente magnésicas.

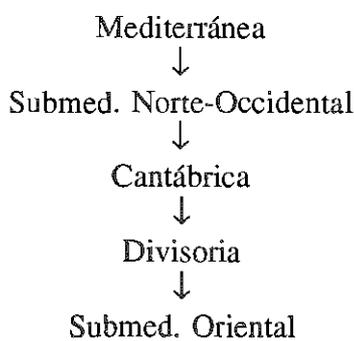
Los comentarios que para la turbera de Usabelartza se realizaron al comentar el diagrama correspondiente a los aniones es igualmente aplicable a este caso.

Abundando en las relaciones entre las ecorregiones definidas en el País Vasco y la composición iónica de las masas de agua correspondientes a cada una de ellas, se han analizado las proporciones *cloruros:sulfatos* y cationes *monovalentes:divalentes*. En el primero



de los casos no se han encontrado diferencias significativas (Kruskal-Wallis) entre ecorregiones tanto si se consideran todas los cuerpos de agua muestreadas ($p=0.225$) como si sólo se incluyen aquellos no artificiales ($p=0.270$).

La relación *monovalentes:divalentes* muestra, por el contrario, diferencias estadísticamente significativas entre ecorregiones (Kruskal-Wallis, $p=0.017$) siendo el orden, de mayor a menor, el siguiente:



El esquema aquí expuesto marca de nuevo un claro patrón que diferencia las zonas de características más mediterráneas de las que son más típicamente atlánticas. Las primeras muestran una mayor proporción de iones monovalentes en su composición, reflejando una mayor influencia de los aportes subterráneos de largo recorrido o de la escorrentía superficial que atraviesa terrenos en ambientes semi-áridos. Especialmente ilustrativa es la posición, aparentemente anormal pues las características climáticas de la zona no hacen prever tal comportamiento, de la ecorregión submediterránea oriental que muestra la menor proporcionalidad de monovalentes:divalentes. Ha de considerarse que del conjunto de zonas húmedas de la zona sólo se ha muestreado una de las ocho cubetas que constituyen el complejo lagunar de Virgala. Como se indicó con anterioridad, esta laguna, aunque situada sobre un diapiro salino, no muestra una composición iónica acorde con el sustrato indicando un cierta impermeabilización de la cubeta y una dominancia de los procesos de escorrentía superficial en el balance hidrológico de la laguna. La baja proporción de ione monovalentes



no viene sino a confirmar esta hipótesis reafirmando la evidencia de una escasa influencia del agua subterránea en esa laguna.

No se ha incluido en el análisis la turbera de Usabelartza (ecorregión Prepirenaica) por las razones expuestas anteriormente respecto a los problemas analíticos y de significación de las concentraciones obtenidas para un agua de tan baja mineralización.

Tabla V.3.2.- Concentración media, en meq l⁻¹, de los principales parámetros metabólicos para cada una de las ecorregiones definidas para el País vasco. Entre paréntesis, el coeficiente de variación.

Ecorregiones	Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	Nitratos (NO ₃ ⁻)	pH	O ₂ (mg/l)	Clorofila a (mg/m ³)
Cantábrica	0.004 (115.3%)	2.32 (271.39%)	7.61 (8.55%)	10.85 (28.13%)	51.74 (236.2%)
Divisoria	0.003 (54.54%)	1.17 (190.66%)	7 (13.0%)	10.99 (22.69%)	5.87 (143.4%)
Mediterránea	0.002 (34.74%)	0.125 (93.24%)	8.59 (16.0%)	12.98 (22.69%)	7.34 (71.51%)
Submediterránea Oriental	0.005 ---	0 ---	7 ---	8.07 ---	2.33 ---
Submediterránea Norte-Occidental	0.017 (274.25%)	1.54 (150.68%)	8 (8.27%)	11.66 (42.86%)	6.65 (159.8%)
Prepirenaica	0.002 ---	0.064 ---	5.5 ---	10.02 ---	1.79 ---

Tabla V.3.3.- Tamaño de muestra (n), conductividad media y desviación típica de los cuerpos de agua estudiados en cada ecorregión. Entre paréntesis se incluyen los valores cuando sólo se consideran las masa de agua naturales.

Ecorregión	n	Media ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Desv. Típ.
Cantábrica	9 (6)	0.660 (0.697)	0.198 (0.304)
Divisoria	4 (4)	0.319 (0.319)	0.154 (0.154)
Mediterránea	8 (7)	19.790 (22.540)	8.071 (8.764)
Submediterránea Oriental	1 (1)	0.602 (0.602)	---
Submediterránea Norte-Occidental	9 (4)	29.580 (0.859)	29.055 (0.314)
Prepirenaica	1 (1)	0.045 (0.045)	---

Tabla V.3.4.- Concentración media, en meq l⁻¹, de los aniones mayoritarios para cada una de las ecorregiones definidas para el País vasco. Entre paréntesis, el coeficiente de variación.

Ecorregiones	Cloruros (Cl ⁻)	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	Bicarbonatos (CO ₃ H)
Cantábrica	0.533 (60.41%)	3.58 (173.44%)	2.10 (75.75%)
Divisoria	0.31 (72.75%)	0.64 (187.58%)	2.28 (76.77%)
Mediterránea	153.04 (123.63%)	101.168 (122.94%)	2.84 (80.85%)
Submediterránea Oriental	0.16 ---	0.37 ---	5.86 ---
Submediterránea Norte-Occidental	645.53 (299.46%)	5.15 (159.96%)	2.62 (70.03%)
Prepirenaica	0.3 ---	0.07 ---	0.03 ---

Tabla V.3.5.- Concentración media, en meq l⁻¹, de los cationes mayoritarios para cada una de las ecorregiones definidas para el País vasco. Entre paréntesis, el coeficiente de variación.

Ecorregiones	Calcio (Ca⁺⁺)	Magnesio (Mg⁺⁺)	Sodio (Na⁺)
Cantábrica	4.99 (99.13%)	1.19 (172.61%)	0.46 (79.59%)
Divisoria	2.89 (90.60%)	0.47 (147.64%)	0.14 (39.91%)
Mediterránea	16.60 (72.11%)	58.44 (122.49%)	188.66 (126.84%)
Submedit. Oriental	4.46 ---	1.59 ---	0.11 ---
Submedit. Norte-Occidental	13.28 (216.29%)	8.72 (199.79%)	636.07 (299.57%)
Prepirenaica	0.06 ---	0.10 ---	0.21 ---



5.4. TIPIFICACIÓN DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO EN FUNCIÓN DE COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE SUS COMUNIDADES DE MACRÓFITOS ACUÁTICOS.

5.4.1.- Generalidades.

5.4.1.1.- Concepto de macrófito acuático.

El concepto de macrófito acuático utilizado en esta parte del estudio de los humedales del País Vasco debe ser precisado antes de su tratamiento debido a la gran variedad de definiciones existentes en la literatura botánica. Según Sculthorpe (1967), se entiende por planta acuática aquella capaz de completar su ciclo biológico cuando todas sus partes están sumergidas o mantenidas por el agua (hojas flotantes) o las que se presentan normalmente sumergidas pero son inducidas a reproducirse sexualmente cuando sus partes vegetativas están desecándose debido a su emersión. De esta definición se desprende el hecho de que este tipo de plantas ha de presentar una adaptación definida al medio acuático que ha de ponerse de manifiesto en una determinada estructura y en una peculiar fisiología (Margalef, 1981)

A partir de aquí esta definición se hará sinónima de macrófito acuático, término por el que se designará a aquellas especies genuinamente acuáticas, totalmente sumergidas o con partes flotantes. Se incluyen también aquellas especies con capacidad de sobrevivir a épocas de sequía, aunque necesitan agua para su ciclo reproductivo (*Polygonum amphibium*)

No se incluyen sin embargo los helófitos (*Phragmites australis*, *Typha* spp, *Alisma plantago-aquatica*, etc) que son plantas enraizadas bajo el agua y cuya parte basal se encuentra



sumergida casi continuamente, pero cuyas hojas e inflorescencias se desarrollan por encima de la superficie del agua. De todas formas, este tipo biológico ha sido analizado desde un punto de vista florístico, al objeto de poder aplicar los criterios de valoración botánica de los humedales españoles utilizados por Cirujano *et al* (1992)

5.4.1.2.- Papel ecológico de los macrófitos acuáticos.

Las comunidades de macrófitos que centran su ciclo de vida en el medio acuático constituyen un componente importante en este ambiente dadas las estrechas interrelaciones que establecen tanto con el medio como con otros integrantes de la comunidad acuática. La interacción entre los macrófitos y su medio se hace más patente en el caso de la vegetación sumergida, dado que realizan todos sus intercambios metabólicos dentro de la columna de agua por lo que pueden llegar a modificar su ambiente, especialmente si los ecosistemas en los que se desarrollan presentan una elevada relación superficie de la cubeta/volumen de agua (Figura 5.4.1.).

Las moléculas involucradas en los procesos fotosintéticos de las plantas sumergidas están en un intercambio continuo con el medio acuático, que puede interferir sustancialmente en las características físico-químicas de este último. Así, el aumento de la actividad fotosintética durante el día incrementa el contenido de oxígeno disuelto en el agua y puede hacer escasear los recursos de carbono inorgánico, manifestándose en cambios de pH. Estos procesos a nivel molecular del agua pueden, igual que las características tróficas y espaciales, influir en las demás comunidades acuáticas. Si existen praderas de macrófitos la oxigenación del agua puede aumentar considerablemente las zonas favorables para las comunidades de heterotrófos como las piscícolas. Es importante señalar que si bien los macrófitos acuáticos pueden afectar física y químicamente al ambiente en el que se desarrollan, no es menos cierto que existen toda una serie de parámetros físico-químicos de las aguas que pueden controlar

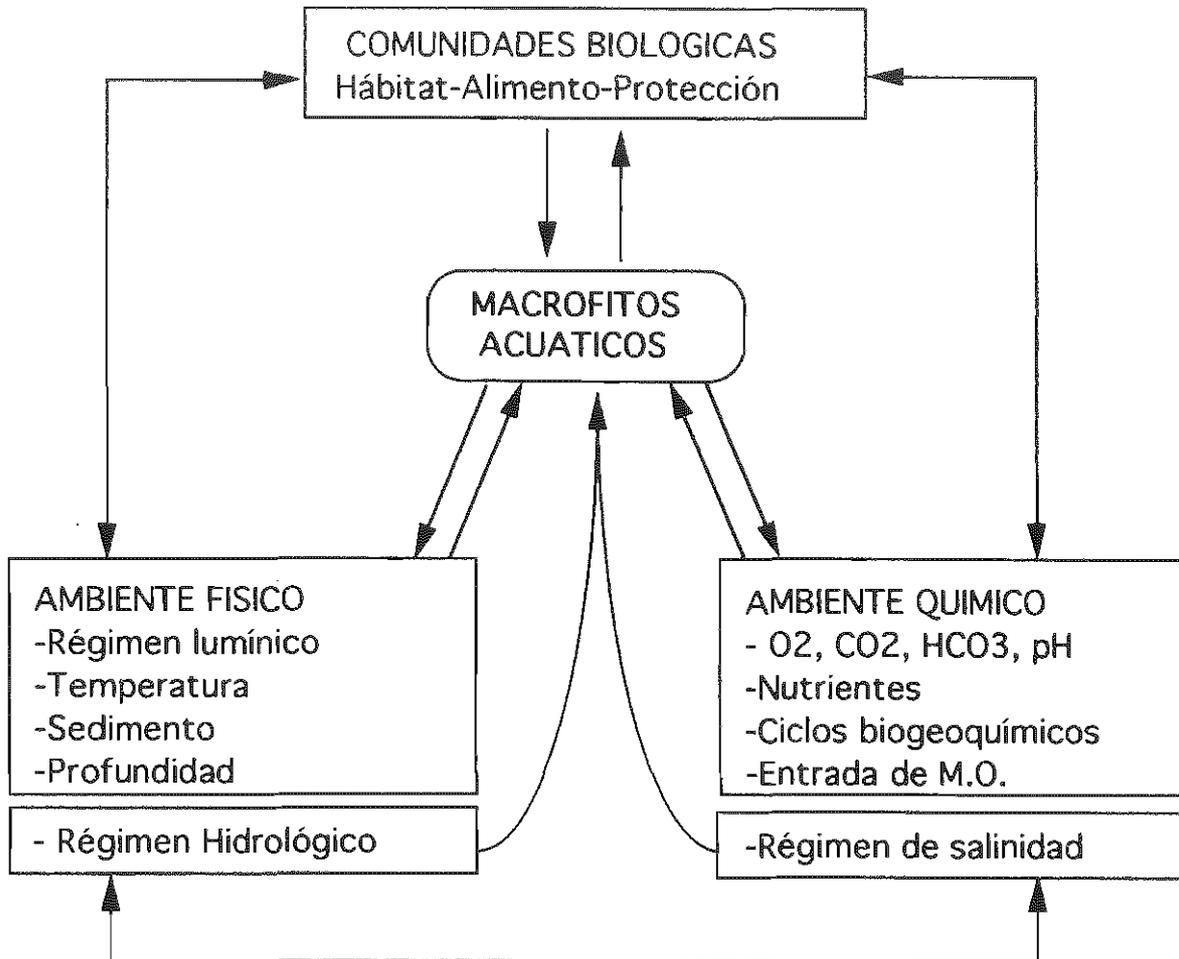


Fig. 5.4.1.- Papel ecológico de los macrófitos en un ecosistema acuático.

Los macrófitos interactúan con el medio a diferentes niveles:

1. Pueden afectar físicamente a su entorno a través de la creación de gradientes de luz y temperatura, por la fijación de los sedimentos, contribuyendo así a mantener las aguas transparentes, reteniendo partículas de materia orgánica en suspensión, etc. Del mismo modo, toda una serie de parámetros físicos pueden controlar la distribución y biomasa de macrófitos, como el régimen lumínico, la turbiedad de las aguas, la textura y la calidad del sedimento, la profundidad, etc.

2. Pueden influenciar el ambiente químico en el que se desarrollan a través de sus procesos metabólicos y de su morfología, afectando al balance de O_2 , pH, ciclo de nutrientes, flujo de energía o tasas de sedimentación. Factores como la salinidad, disponibilidad de nutrientes, etc. controlan a su vez las comunidades de vegetación acuática.

3. Pueden modificar su ambiente biológico al servir a otros miembros de la comunidad acuática (algas, invertebrados, peces, aves y mamíferos) de hábitat, alimento o protección. De esta manera se ejerce también un control sobre las comunidades de macrófitos.



en cierta medida la estructura y composición de sus comunidades a diferentes escalas espaciales y temporales.

Las comunidades de macrófitos pueden también modificar su ambiente biológico. Su importancia no solamente radica en su posición en la trama trófica como fuente de alimentación para la fauna, sino también en su capacidad para formar estructuras espaciales en la columna de agua. Las raíces pueden fijar y airear el sedimento, lo que reduce la resuspensión de nutrientes y los procesos de eutrofización por parte del fitoplancton en la columna de agua. Los tallos y hojas sumergidas y flotantes proporcionan refugios y lugares de reproducción para muchas especies y favorecen así la diversidad en los sistemas acuáticos.

La competitividad entre los diferentes productores primarios (fitoplancton, fitobentos, perifiton y macrófitos) por los recursos elementales como luz, carbono y nutrientes determina en muchos casos la composición y estructura de estas comunidades autotróficas.

Numerosas investigaciones han estudiado la aptitud de los macrófitos como indicadores de parámetros hidroquímicos (alcalinidad, pH, salinidad, estado trófico o régimen hídrico) que pueden cambiar de forma sustancial tanto estacional como interanualmente. Aunque en muchos casos este valor indicativo debe ser tomado con cautela, puede servir a grandes rasgos para deducir las condiciones ambientales de la columna de agua.

5.4.1.3.- El estudio de los macrófitos acuáticos del País Vasco.

Las comunidades de macrófitos acuáticos han sido tradicionalmente mucho menos estudiadas que las plantas terrestres, principalmente por la relativa dificultad de acceso a sus hábitats. Por ello no sorprende que el conocimiento de la flora acuática del País Vasco sea muy



reducido, siendo las rías y zonas húmedas de cierta entidad las únicas que han recibido cierta atención y básicamente para el grupo de los helófitos.

X. Arizaga fue el primer botánico que estudió la flora del País Vasco en detalle. Los manuscritos de sus itinerarios por la llanura alavesa a finales del siglo XVII y principios del XVIII recogen algunas plantas del medio acuático, como podemos comprobar en la primera edición de su obra realizada por A.F. Gredilla (1914-15). En el primer tomo de la "Prodromus Florae Hispanicae" de Wilkomm & Lange (1861) se encuentra solamente una cita de una planta acuática en el País Vasco (*Zannichellia palustris*). Esta tendencia a centrar los estudios botánicos principalmente en la vegetación terrestre continuó en nuestro siglo por lo que sólo tenemos citas esporádicas y muy dispersas de la flora acuática de los ríos, charcas y canales de riego, principalmente referidas especies pertenecientes a los géneros más conspicuos, como el g. *Potamogeton*. Hasta 1983 sólo hemos encontrado citas de plantas acuáticas en las obras generales de vegetación de los siguientes autores: Bubani (1897-1901), Gredilla (1913), Gandoger (1917), Zubia (1921), Allorge & Allorge (1941), Gaussen (1941), Guinea (1949), Dupont (1964), Navarro (1982), Loidi (1983). También es posible encontrar citas referidas a este territorio en revisiones generales de algunos géneros como *Potamogeton* (García-Murillo, 1989)

En los últimos años se han intensificado los estudios botánicos en el País Vasco centrándose los esfuerzos en la recopilación de los datos existentes y en la comprobación metódica en el campo. El "Catálogo florístico de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa" (Aseginolaza *et al.*, 1985) reúne esta información, citando por primera vez algunas especies de los humedales incluidos en este estudio que son englobadas en grupos florísticos en el libro sobre la Vegetación de la Comunidad del País Vasco (Aseginolaza *et al.*, 1989)

En el inventario nacional las zonas húmedas de la Península Ibérica del MOPT (Montes, 1990) se incluyeron el Lago de Arreo, el complejo palustre de Laguardia y la laguna de Lacorzana, describiendo en estas zonas también la vegetación acuática sumergida.



Cirujano *et al.* (1992) recoge los principales trabajos sobre los macrófitos acuáticos españoles en su propuesta de valoración de las lagunas y humedales españoles basada en criterios botánicos. Las zonas húmedas del País Vasco consideradas en su estudio son las Rías, la lagunilla de Virgala y las Lagunas de Laguardia. En este complejo de tres lagunas esteparias han sido citadas anteriormente por el mismo autor algunas angiospermas (Cirujano & Longás, 1988, Cirujano & García Murillo, 1990) y, por primera vez según nuestro conocimiento, algunas especies de carófitos.

Podemos por tanto concluir que el conocimiento de la vegetación acuática del País Vasco es escaso, a pesar de la diversidad de comunidades vegetales que debe presentar un patrimonio de ambientes acuáticos leníticos tan diverso como el vasco, que incluye desde rías y lagos hasta humedales de montañas y llanuras.

5.4.1.4.- Objetivos.

El objetivo básico de esta parte del estudio es conocer los principales factores ambientales que controlan la composición y estructura de las comunidades de macrófitos acuáticos sumergidos existentes en las formaciones palustres interiores del País Vasco. El conocimiento de las interrelaciones entre factores y la abundancia de las especies puede utilizarse como un modelo para predecir los posibles cambios que pueden tener lugar en los medios acuáticos que ocupan.

Por otra parte a partir de los parámetros hidroquímicos y de la abundancia de especies se pretende realizar una tipología de los sistemas acuáticos leníticos del País Vasco basada en los macrófitos como otro elemento más de la clasificación funcional general de los humedales vascos.



Por último, basándose en esta tipología y mediante el empleo de una serie de criterios, se pretende realizar una valoración funcional de estos sistemas acuáticos utilizando las comunidades de macrófitos sumergidos y helófitos. En base a esta información se elaborarán una serie de directrices de gestión para la conservación de estos elementos claves en el funcionamiento de muchos humedales del País Vasco.

5.4.2.- Metodología.

Se visitó durante los meses de agosto - septiembre, época idónea para el muestreo de la mayoría de los macrófitos acuáticos, de 1993 más de treinta humedales, de los cuales 17 poseían macrófitos acuáticos (Figura 5.4.2.) Con el objetivo de registrar la totalidad de especies existentes y su abundancia relativa se recorrió gran parte de la lámina de agua. La abundancia relativa, medida como cobertura de especies y comunidades, se ha expresado con la siguiente notación: 0 = ausente, 1 = presente (pocos ejemplares, cobertura <5%), 2 = abundante (cobertura 5-20 %), 3 = muy abundante (cobertura >20%). En algunas láminas de agua se estimó la cobertura con varios muestreos de rastrillo, dada la escasa visibilidad. Este método sirvió también para la recolección de especies asentadas en el fondo de la cubeta. Los helófitos se muestrearon recorriendo el perímetro de los medios acuáticos visitados, registrando la riqueza y cobertura de especies, utilizándose las clases antes mencionadas.

Para la determinación de las especies de angiospermas se utilizó principalmente la "Flora Europea" (Tutin, 1964-1980), realizando comprobaciones en obras específicas en caso de duda (García Murillo, 1989). La determinación de las characeas se hizo con la clave elaborada por Comelles (1985) para las comunidades españolas. La nomenclatura definida para este grupo es la de Moore (1987). Las muestras están depositadas en el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid.



Aparte de las características puramente florísticas se han utilizado una serie de parámetros fisicoquímicos al objeto de caracterizar las interrelaciones entre ambiente y poblaciones. La metodología de análisis de los parámetros químicos considerados ha sido explicada en el apartado 5.3.2. Los datos de abundancia de las especies y los valores de los parámetros físico-químicos analizados se encuentran en el apéndice VI.

5.4.3.- Composición florística.

La singularidad, la rareza, la diversidad y la representatividad de las poblaciones, comunidades biológicas y ecosistemas son unas de las principales herramientas a utilizar en la gestión para la conservación del medio natural. El esfuerzo para mejorar el conocimiento de estos parámetros ha aumentado considerablemente en los últimos años, tanto a nivel autonómico como nacional y europeo. Pueden destacarse en nuestro caso, los ya mencionados trabajos de Aseginolaza *et al.* (1985 y 1988) y Cirujano *et al.* (1992), y a nivel nacional el inventario de zonas húmedas desarrollado para la DGOH (Montes 1990). La informatización, interconexión y actualización de estos datos, así como el libre acceso a esta información constituyen un gran reto para la mejora de la gestión integral de los sistemas ecológicos.

5.4.3.1.- Catálogo y lista de especies.

En la tabla V.4.1. se presenta el catálogo de macrófitos acuáticos sumergidos del País Vasco, donde se incluyen además de los datos propios las citas de otros autores tanto para las especies que se encontraron durante la realización de este estudio como para aquellas que no fueron registradas. Se señala para cada especie su presencia en las distintas unidades ambientales en que se ha dividido el área de estudio. En el apéndice VI pueden consultarse los datos sobre la abundancia relativa de cada especie así como su localización. A pesar de



que no constituyen un objetivo prioritario de este estudio, se incluye también en la tabla V.4.2. un listado de la vegetación emergente detectada en los humedales visitados. Esta vegetación helófito merece ser tenida en cuenta dado que, además de contribuir a la caracterización fisionómica de los humedales, puede ser utilizada como otro criterio de cara a la valoración final de estos sistemas.

Este catálogo florístico supone una importante aportación al conocimiento de los macrófitos sumergidos del País Vasco, puesto que 11 (28%) de las especies que se señalan son nuevas para el territorio estudiado y no habían sido citadas con anterioridad por otros autores. La mayoría de las novedades pertenecen al grupo de los carófitos, dado que, salvo algunas citas puntuales (Aseginolaza *et al*, 1988; Cirujano & Longás, 1988; Cirujano *et al.*, 1992; UAM, 1992), no existe ningún estudio intensivo sobre este grupo de algas para la Comunidad Autónoma Vasca. Las especies *Chara hispida*, *Chara aspera*, *Chara canescens*, *Chara connivens*, *Chara fragifera*, *Chara globularis*, *Nitella mucronata* y *Nitella opaca* son novedad para la zona.

Dentro del grupo de las angiospermas también aparecen algunas novedades como *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton gramineus* y *Myriophyllum alterniflorum*.

Por otra parte, existen algunas especies citadas en el País Vasco (vease apartado 5.4.1.3.), cuya presencia no ha sido posible confirmar en las láminas de agua estudiadas. La gran mayoría de estas citas corresponde a rías o ríos no visitados durante este estudio.

En algunos casos no se han encontrado especies anteriormente registradas en las láminas de agua visitadas durante el muestreo, como es el caso de *Lemna minor* o *Myriophyllum verticillatum* citados por Aseginolaza *et al.* (1989) en la Lagunilla de Virgala y el Lago de Arreo respectivamente. En este último se había detectado durante un estudio intensivo realizado por el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma (datos sin



publicar, 1992) la presencia de *Potamogeton nodosus*, *Ranunculus trychophyllus*, y *Chara vulgaris*, que no ha sido posible confirmar.

Los carófitos, *Chara galioides* y *Tolypella salina*, encontrados por Cirujano & Longás (1988) y Cirujano *et al.* (1992) en el complejo de las Lagunas de Laguardia no fueron localizados durante nuestro muestreo. Especialmente la ausencia de *Tolypella salina* tiene una cierta importancia, ya que constituía una de las tres únicas localidades conocidas de este alga en España. Dado que el año en el que se realizaron los muestreos se presentó como excepcionalmente húmedo, el valor de conductividad registrado en la laguna de Carralagroño (17.334 mS/cm) es inferior al medido por Cirujano & Longás en 1988 (28.6 mS/cm). Esto explicaría la ausencia de *Tolypella salina* y de *Chara galioides*, dos especies típicas de aguas salinas, que pueden ser desplazadas por otros carófitos y angiospermas cuando los valores de conductividad descienden. Un aumento en la salinidad de las aguas puede conducir a la reaparición de estas especies dado que sus oosporas se encuentran presentes en el banco de información de la laguna.

En el mismo complejo de lagunas fueron citadas anteriormente *Callitriche stagnalis* y *Ruppia cirrhosa* (Aseginolaza *et al.*, 1985). Esta última es probablemente una cita errónea dado que ésta es una especie típica de estuarios, salinas litorales y esteros sometidos a influencia mareal (Verhoeven, 1975), no siendo éste el caso de las lagunas de Laguardia. Los mismos autores citan también *Potamogeton polygonifolius* para las Charcas de Altube, que tampoco se ha registrado, si bien de este complejo de charcas y lagunas sólo se ha muestreado la denominada de Morreal.

En los humedales del País Vasco pueden encontrarse también distintas especies de *Ranunculus* que no aparecen en este estudio dado que los ejemplares de dichas especies que se recolectaron carecían de flores por lo que su determinación a nivel específico no fue posible. Según Aseginolaza *et al.* (1985) en el lago de Arreo se pueden encontrar al menos tres especies



distintas: *Ranunculus flammula* subsp *flammula*, *Ranunculus peltatus* subsp *baudotii* y *Ranunculus trichophyllus* subsp *trichophyllus*, este último también presente en las charcas de Altube. Se señala también la presencia de *Ranunculus aquatilis* en el embalse de Ullibarri.

El catálogo florístico elaborado en este estudio se compone en total de 39 especies, de las cuales 12 son carófitos y 27 angiospermas. Para tener una idea de la riqueza de macrófitos del área estudiada se ha comparado éste catálogo con los obtenidos por otros autores para distintas zonas húmedas de la Península Ibérica. En concreto se ha comparado con los listados elaborados por Velayos *et al.* (1984) para la provincia de Guadalajara, Velayos *et al.*,(1989) para las lagunas del Campo de Calatrava (Ciudad Real), Cirujano,(1990) para la provincia de Albacete, Sánchez García *et al.*,(1992) para las lagunas de la provincia de Cádiz y García Murillo *et al.*, (1993) para el Parque Nacional de Doñana.

Teniendo en cuenta que el número de lagunas sobre las que se realizaron estos inventarios es similar en algunos casos (Cádiz, Guadalajara) y muy superior en otros (Ciudad Real, Albacete y Doñana) a la existente en el País Vasco, se observa que la riqueza de especies en el área estudiada es muy elevada (similar a la registrada en los humedales de Doñana y de las provincias de Albacete y Ciudad Real, y aproximadamente el doble de la detectada en las lagunas de Cádiz y Guadalajara).

Con ésta comparación lo único que pretende ponerse de manifiesto es que, pese al reducido número de humedales que se registra en el País Vasco, la riqueza de plantas acuáticas que albergan los mismos es bastante elevada. Este hecho se explicaría teniendo en cuenta la existencia de un acusado gradiente de variabilidad ambiental en la zona de estudio (apartado 3.2) que origina una diversidad de ambientes acuáticos, siendo la riqueza de macrófitos un reflejo de esta diversidad

Tabla V.4.1.- Relación de macrófitos acuáticos sumergidos de los humedales interiores del País Vasco. Se indica, para cada especie, su presencia en los distintos sectores ambientales. Además de los datos propios se han incluido las citas bibliográficas, tanto para las especies que se encontraron durante la realización del estudio como para las que no fueron halladas.

ESPECIES	DATOS PROPIOS					DATOS BIBLIOGRAFICOS				
	CAN	DIV	SNO	SOR	MED	CAN	DIV	SNO	SOR	MED
CHARACEAE										
<i>Chara vulgaris</i>	X		X		X			6		3
<i>Chara hispida</i>		X	X	X						
<i>Chara aspera</i>			X		X					
<i>Chara canescens</i>					X					
<i>Chara connivens</i>					X					
<i>Chara fragifera</i>			X							
<i>Chara globularis</i>			X							
<i>Chara galioides</i>										4,5
<i>Lamprothamnium papulosum</i>					X					4,5
<i>Nitella mucronata</i>		X								
<i>Nitella opaca</i>			X							
<i>Tolypella salina</i>										4,5
ANGIOSPERMAE										
<i>Nymphaea alba</i>				X					2,3,5	
<i>Ceratophyllum demersum</i>			X							
<i>Ranunculus flammula</i>						2	2	2	2	
<i>R. peltatus ssp baudotii</i>								2,3		
<i>Ranunculus trichophyllus</i>							2	2,3		2
<i>Ranunculus aquatilis</i>								2,3		
<i>Polygonum amphibium</i>		X	X					2,3	2	1
<i>Utricularia vulgaris</i>			X				2,3	2,3		
<i>Potamogeton gramineus</i>		X	X							
<i>Potamogeton pectinatus</i>			X		X	2		2		4,5
<i>Potamogeton lucens</i>			X					2,3		
<i>Potamogeton bertcholdii</i>		X				2		2		
<i>Potamogeton natans</i>		X				2		2,3		1
<i>Potamogeton polygonifolius</i>						2	2			
<i>Potamogeton crispus</i>						2		2		1,2
<i>Potamogeton nodosus</i>						2		2,3,6		2
<i>Groenlandia densa</i>						2		2		1
<i>Ruppia drepanensis</i>					X					3,4,5
<i>Najas minor</i>			X					2,3		
<i>Najas marina</i>			X					2,3		
<i>Lemna gibba</i>						2		2,3		
<i>Lemna minor</i>						2	2	2,3	2	
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		X								
<i>Myriophyllum spicatum</i>			X			2				
<i>Myriophyllum verticillatum</i>								2,3		

Referencias: 1. ARIZAGA (GREDILLA 1914 -15). 2. ASEGINOLAZA *et al.* (1985).3. ASEGINOLAZA *et al.* (1989) 4. CIRUJANO & LONGAS (1988). 5. CIRUJANO *et al.* (1992). 6. UAM (1992), sin publicar.
CAN=u. cantábrica. DIV=unidad divisoria. SNO=u. submediterránea.norte occ., SOR= u. submed occidental MED=u. mediterránea

Tabla V.4.2.- Relación de helófitos del País Vasco herborizados en este estudio. Se señala su presencia en las distintas unidades ambientales del área de estudio.

ESPECIES	DATOS PROPIOS				
	CAN	DIV	SNO	SOR	MED
HELOFITOS					
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		X	X		
<i>Baldellia ranunculoides</i>		X			
<i>Carex pseudocypeus</i>		X			X
<i>Iris pseudacorus</i>			X		
<i>Juncus articulatus</i>					X
<i>Juncus conglomeratus</i>		X			
<i>Juncus effusus</i>	X	X			
<i>Juncus inflexus</i>	X	X	X		X
<i>Juncus maritimus</i>					X
<i>Juncus subnodulosus</i>			X		
<i>Phragmites australis</i>	X	X	X		X
<i>Rumex conglomeratus</i>					X
<i>Scirpus holoschoenus</i>	X		X		X
<i>Scirpus lacustris</i>			X		X
<i>Scirpus maritimus</i>					X
<i>Sparganium erectum</i>		X			X
<i>Typha angustifolia</i>	X	X	X		X
<i>Typha latifolia</i>		X	X		X



5.4.3.2.- Características biológicas y ecológicas de las especies.

Al objeto de facilitar la interpretación de los datos obtenidos en los distintos análisis estadísticos realizados y apoyar las hipótesis propuestas se presenta una revisión general de la biología y ecología de las especies de macrófitos acuáticos sumergidos registrados en el País Vasco.

CHARACEAE

Los carófitos constituyen el grupo más grande y de mayor complejidad estructural dentro de las algas verdes. Su tamaño con alturas de hasta un metro, y su organización en tronco central (nudos y entrenudos) y ramas (filoides) es muy parecida a la forma de algunas angiospermas acuáticas, lo que justifica su inclusión dentro del gran grupo de los macrófitos acuáticos aunque su morfología celular es mucho más primitiva.

Como muchas otras algas destacan también los carófitos por su rápido crecimiento que, junto con el gran número de pequeños propágulos que producen favorece su capacidad de colonizar nuevos sistemas acuáticos y reaparecer en aguas temporales. Otro nicho ocupado por esta clase de macrófitos constituyen las aguas profundas con bajos niveles lumínicos donde se pueden formar extensas praderas de considerable altura que son de vital importancia para muchas especies acuáticas.

GENERO CHARA

Chara vulgaris L. es una especie cosmopolita que se puede encontrar en múltiples situaciones acuáticas, desde ríos a lagos y lagunas con moderadas alcalinidades y amplias gamas de salinidades. Extendida por toda la Península, y especialmente frecuente en su mitad oriental (Comelles, 1982).



Chara hispida L., igual que *Chara vulgaris*, suele aparecer en casi todo tipo de aguas, aunque con una mayor preferencia por aguas permanentes, profundas y remansadas o de débil corriente donde su variedad *major* puede formar extensas praderas. Distribuída por toda la Península Ibérica.

Chara aspera Deth. ex Wild tiene una amplia distribución en aguas someras prefiriendo aquellas ricas en calcio, dulces o alcalino-salsadas y semipermanentes (Comelles, 1984). Suele formar densos céspedes subacuáticos que contribuyen a la fijación de los suelos hidromorfos, manteniendo las aguas transparentes y con un aceptable contenido de oxígeno (Cirujano, 1990). Distribuída por todo el hemisferio Norte (Moore, 1986). Dispersa por toda la Península.

Chara canescens Desv.& Lois se desarrolla preferentemente en aguas salobres de poca profundidad, de pH elevado, temporales y/o permanentes, generalmente sobre un sustrato arenoso (Moore, 1986), aunque sus localidades conocidas en la Península Ibérica son generalmente lagunas subsalinas o salinas del interior de las grandes depresiones terciarias con sustrato arcilloso (Comelles, 1986)

Chara connivens Salzm ex A. Braun se encuentra a menudo en lagos y lagunas cercanas a la costa, de aguas alcalinas medianamente salsadas. Prefiere intensidades de luz elevadas (heliófila) por lo que coloniza aguas de escasa profundidad que se desecan en verano. Es frecuente en el sur de la Península, y también se puede encontrar en el centro y noreste (Comelles, 1982)

Chara fragifera Durieu es una planta típica de aguas transparentes, someras y alcalinas. Tiene una distribución restringida a lo largo de la costa atlántica del sur de Europa, la costa mediterránea del norte de África y en El Cabo (S. África). Se distribuye de manera laxa por la mitad occidental de la Península Ibérica (Comelles, 1982)



Chara globularis Thuill es una especie cosmopolita y crece en una amplia gama de hábitats, aunque no suele aparecer en aguas salobres ni en aguas corrientes. Se distribuye principalmente por el cuadrante nor-oriental de la Península (Comelles, 1982).

Chara galioides DC. es una especie propia de aguas temporales saladas, capaz de soportar concentraciones iónicas elevadas (Moore, 1986). Es frecuente en Europa. En la Península se puede encontrar en marismas y lagunas salobres del interior, principalmente en la mitad oriental y sur, aunque no falta en el norte (Comelles, 1982).

GENERO LAMPROTHAMNIUM

Lamprothamnium papulosum (Wallr.) J. Groves es la especie de aguas saladas por excelencia, donde se la puede encontrar en salinidades muy por encima de la concentración marina. Su distribución está restringida a charcas, lagunas costeras y lagunas interiores donde la corta duración de la época de inundación es otro factor determinante. Se encuentra dispersa por toda la Península Ibérica, esencialmente en su mitad oriental.

GENERO NITELLA

Nitella opaca (Bruz.) Agardh es la especie más común del género. Presenta una gran amplitud ecológica, siendo capaz de adaptarse a distintos tipos de medios, aunque prefiere los ambientes temporales, dulces o poco salados (Comelles, 1984). Aunque su presencia suele ser escasa en las aguas ocupadas por otros macrófitos, puede cubrir superficies amplias en depresiones que se inundan durante cortos periodos de tiempo. *N. opaca* genera en estos enclaves poblaciones monofíticas que tapizan por completo los fondos de la charca (Cirujano, 1990). Es una especie abundante en toda Europa (Moore, 1986).

Nitella mucronata (A. Braun) Miquel tiene una amplia distribución en una gran variedad de sistemas acuáticos. Algunos autores señalan el carácter "fugitivo" de esta especie, que rara vez



aparece en el mismo lugar más de una estación. Esta ampliamente distribuida aunque no es particularmente abundante en Europa.(Moore, 1986). Escasa en la Península (Comelles, 1982).. Especie muy rara y no citada por Cirujano *et al.*,(1992).

GENERO TOLYPELLA

Tolypella salina Corillion es una especie típica de lagunas pandas con aguas salinas y desecación estival. Es una especie muy rara y sólo se conocían tres localidades en la Península hasta la fecha, la laguna del Bodón Blanco (Valladolid), una laguna en la provincia de Toledo y la laguna de Carralagroño donde fué citada por Cirujano y Longás (1988). Su presencia no pudo ser confirmada en este estudio.

ANGIOSPERMAE

Dentro de las angiospermas hay un reducido grupo de familias y especies adaptadas al medio acuático (< 1%) que en su totalidad son, desde el punto de vista del origen evolutivo, antiguas plantas terrestres. Las principales formas de crecimiento, sumergida y flotante, muestran características morfológicas peculiares como la falta de tejidos de sostén, la presencia de aerénquima y, en el caso de los macrófitos sumergidos, la reducción de la cutícula. Especialmente esta última característica, que facilita la permeabilidad de iones y de agua, explica la importancia de la composición iónica del agua para estas plantas.

FAMILIA NYMPHAEACEAE

Nymphaea alba L. es un macrófito flotante cosmopolita de aguas dulces, normalmente eutrofas, y se puede encontrar hasta profundidades de dos metros. Se distribuye por Europa y Asia, y puede encontrarse en la mayor parte de la Península Ibérica. En el País Vasco sólo se conoce una localidad en Alava (laguna de Virgala) donde esta especie se presente (Aseginolaza *et al.*, 1985).



FAMILIA CERATOPHYLLACEAE

Ceratophyllum demersum L., especie relativamente abundante de aguas permanentes, someras, salobres o dulces, estancadas o de curso muy lento. Es un rápido colonizador y tolera intensidades lumínicas bajas. Es una especie subcosmopolita, posiblemente dispersa por toda la Península Ibérica.

FAMILIA RANUNCULACEAE

Ranunculus flammula L. subsp *flammula* es una especie que vive en turberas, manantiales, charcas, arroyos y lugares higroturbosos en general. Está ampliamente distribuida por todo el País Vasco, aunque ha desaparecido al sur de la sierra de Cantabria (Aseginolaza *et al.*, 1985).

Ranunculus peltatus Schrank subsp *baudotii* (Godron) CD Cook se localiza en lagunas, charcas y aguas someras más o menos salobres. Se distribuye por el oeste y sur de Europa y norte de Africa.

Ranunculus trichophyllus Chaix subsp *trichophyllus* es una especie típica de remansos de ríos, acequias y balsas. Es una especie subcosmopolita que se encuentra dispersa por toda la Península. En el País Vasco abunda en la vertiente mediterránea (Aseginolaza *et al.*, 1985).

Ranunculus aquatilis L. es una especie de distribución reducida en el País Vasco. Suele aparecer en recodos de embalses (Aseginolaza *et al.*, 1985).

FAMILIA POLYGONACEAE

Polygonum amphibium L. es una especie muy plástica, a menudo se encuentra fuera del agua, con hojas flotantes. Presenta una distribución cosmopolita. Su presencia en el País Vasco es puntual en la mitad sur (Aseginolaza *et al.*, 1985).



FAMILIA LENTIBULARIACEAE

Utricularia vulgaris L. es típica de aguas someras a menudo pobres en nutrientes. Se distribuye por Europa y Asia. Dentro de la Península Ibérica se encuentra de una forma dispersa por todo el territorio, siendo más frecuente por el norte. En el País Vasco se localiza en los fondos poco profundos de lagunas y charcas alavesas (Aseginolaza *et al.*, 1985).

FAMILIA POTAMOGETONACEAE

Potamogeton gramineus L. se encuentra en lagunas y remansos de ríos de aguas permanentes y poco alcalinas. Se distribuye por Eurasia y Norteamérica. Es poco frecuente en la Península, predominando en la mitad norte (García Murillo, 1989).

Potamogeton pectinatus L. vive prácticamente en todo tipo de aguas, siendo la especie del género que tolera los valores más altos de alcalinidad, soportando bien la eutrofización y encontrándose frecuentemente en aguas salobres. Es una especie subcosmopolita y se encuentra distribuida por toda la Península (García Murillo, 1989). Dentro del País Vasco esta también bastante repartida y es frecuente en las zonas de corriente moderada de los cursos fluviales (Aseginolaza *et al.*, 1985).

Potamogeton lucens L. habita en ríos y lagunas profundas de aguas lentas y poco mineralizadas. Es un buen indicador de aguas dulces poco contaminadas (Cirujano, 1990). Se distribuye por Europa, Asia y Norte de África. Es poco frecuente en la Península Ibérica. (García Murillo, 1989) En el País Vasco forma extensas poblaciones en el embalse de Zadorra y en algunos meandros de dicho río (Aseginolaza *et al.*, 1985).

Potamogeton berchtoldii Fieber es típico de aguas permanentes y alcalinas. Se encuentra en charcas, remansos fluviales y aguas embalsadas, sobre sustratos normalmente finos con



corrientes lentas. Se distribuye por Eurasia y Norteamérica. En la Península Ibérica aparece en el centro y en el norte, siendo muy escasa por el sur (García Murillo, 1989).

Potamogeton natans L. se puede encontrar en lagos y lagunas de aguas permanentes y ácidas, así como en remansos de ríos y arroyos. Se distribuye por Eurasia y Norteamérica. En la Península Ibérica se la puede encontrar por la mitad oeste y norte. (García Murillo, 1989) En el País Vasco forma poblaciones en meandros de ríos tranquilos y charcas, y es muy puntual en los cursos de agua (Aseginolaza *et al.*, 1985).

Potamogeton polygonifolius Pourret es una especie típica de ríos y lagunas de aguas muy ácidas y permanentes. Se distribuye por Europa, Norte de África y este de Norteamérica. En la Península es frecuente en el norte, centro, oeste y suroeste, siendo rara en el sureste. (García Murillo, 1989). En el País Vasco es frecuente en las montañas de la divisoria y vertiente cantábrica. Aseginolaza *et al.* (1985), señalan su presencia en las charcas de Altube, pero no fue encontrada por nosotros durante la realización del muestreo.

Potamogeton crispus L. se puede encontrar prácticamente en todo tipo de aguas permanentes, tolerando incluso aguas algo salobres (García Murillo, 1989). Es subcosmopolita y muy abundante en la Península Ibérica.

Groenlandia densa (L.) Fourr se cría en abrevaderos, pozos, manantiales, acequias, arroyuelos y remansos fluviales. en el País Vasco se distribuye preferentemente por la vertiente mediterránea, aunque no falta en la cantábrica.

FAMILIA RUPPIACEAE

Ruppia drepanensis L. es una planta típica de lagunas temporales saladas. Esta especie de rápido desarrollo y elevada capacidad reproductora está dotada de un gran poder colonizador, y su adaptación a un medio selectivo le permiten colmatar en poco tiempo la cuenca de las



lagunas en las que se instala. Sus semillas, provistas de un endocarpo pétreo, soportan largos períodos de sequía sin perder su capacidad de germinación, lo que favorece la recolonización de humedales estacionales con fluctuaciones interanuales (Cirujano, 1990). Esta especie, frecuente en lagunas endorreicas y marismas salobres, se distribuye por el oeste de la región mediterránea (centro y sur de la Península Ibérica, Cerdeña, Sicilia, SE de Italia, Túnez, N de Argelia y NW de Marruecos)

FAMILIA NAJADACEAE

Najas minor All. es una especie de aguas dulces. Su área de distribución comprende el centro y sur de Europa, norte de Africa y suroeste asiático. En la Península es más frecuente en la mitad sur. Dentro del País Vasco se encuentra junto con *Najas marina* en las orillas fangosas y poco profundas de los embalses alavese (Aseginolaza *et al.*, 1985)

Najas marina L. es una especie de aguas relativamente profundas, permanentes y mineralizadas, soportando bien un cierto grado de salinidad. Es una especie cosmopolita, que se distribuye de forma dispersa por el territorio peninsular. En el País Vasco forma extensas poblaciones en las bahías de los embalses alaveses (Aseginolaza *et al.*, 1985).

FAMILIA LEMNACEAE

Lemna gibba L. prolifera puntualmente en las aguas estancadas o poco corrientes: charcas, remansos de ríos y colas de pantano. Aparece en pleno verano cuando el nivel de las aguas es bajo y su concentración en materia orgánica elevada.(Aseginolaza *et al.* 1985). Es una especie cosmopolita. Se distribuye de manera muy dispersa por el territorio del País Vasco.

Lemna minor L. es mucho más frecuente que la especie anterior y coloniza ambientes similares con aguas generalmente menos eutrofizadas y también más movidas; pueden llegar a convivir. Es una especie subcosmopolita, bien distribuida por el País Vasco.



FAMILIA HALOGORACEAE

Myriophyllum spicatum L., planta de aguas dulces, profundas, permanentes, de alta alcalinidad, a menudo en estado meso-eutrófico. Es una especie subcosmopolita, que en el País Vasco se distribuye de una manera laxa, en remansos de ríos y colas de embalses (Aseginolaza *et al.*, 1985).

Myriophyllum alterniflorum DC. es una planta típica de aguas poco contaminadas, de escasa profundidad, temporales y en general de baja alcalinidad. Se distribuye por Europa, norte de Africa y Norteamérica. Es abundante por toda la Península.

Myriophyllum verticillatum L. es una planta propia de aguas remansadas, se encuentra charcas artificiales, lagunas, embalses y meandros tranquilos de ríos. Esta especie subcosmopolita está extendida por todo el territorio peninsular, aunque es algo rara en el tercio sur. Fue citada por Aseginolaza *et al.* (1985) en el lago de Arreo.

5.4.4.- Estructura de las comunidades de macrófitos.

5.4.4.1.- Caracterización de los factores ambientales que permiten el desarrollo de las comunidades de macrófitos acuáticos.

De los 28 humedales incluidos en este estudio sólo 17 presentaban macrófitos. Dado que la distribución de la vegetación acuática viene controlada por toda una serie de factores ambientales tales como la morfometría de la cubeta, las características físico-químicas de las aguas, el régimen hidrológico y el lumínico, etc, se intentó buscar cuál o cuáles de estos parámetros eran responsables de la aparición o ausencia de vegetación acuática. Para ello se empleó un análisis discriminante ya que esta técnica estadística permite el estudio de



diferencias entre dos o más grupos de observaciones en relación a distintas variables simultáneamente. En nuestro caso los grupos los constituyen los humedales con y sin macrófitos. Las variables incluidas en el análisis fueron los iones mayoritarios, nutrientes, clorofila a, oxígeno, pH, profundidad y transparencia.

El análisis obtuvo un coeficiente de correlación canónica de 0.86, clasificando de forma correcta el 100% de las observaciones. En la figura 5.4.3. se muestra la distribución de los humedales a lo largo del único eje discriminante obtenido, así como su función discriminante.

Las variables que más peso tienen en la función son principalmente los iones mayoritarios, el amonio y la transparencia, y como puede apreciarse no existe un patrón espacial de estas variables a nivel de ecorregiones, teniendo que buscar sus tendencias de variación a una escala de humedal. El análisis muestra un cuadro ecológico que separa por una parte los humedales con macrófitos de aguas mineralizadas, transparentes y más o menos profundas, frente a los humedales sin macrófitos, de aguas poco mineralizadas, más o menos turbias y poco profundas.

El hecho de que en el grupo de los humedales que presentan vegetación acuática se incluyan las lagunas salinas de la unidad mediterránea (las salinas de Añana se eliminaron del análisis dados los valores extremos de salinidad que presentaban) hace que el análisis conceda mucha importancia a los iones mayoritarios en la discriminación. Sería absurdo afirmar que la salinidad es un factor que favorece la aparición de macrófitos, dado que es conocido que éste es un factor de estrés para la vegetación y que existe una relación inversa entre la salinidad y la riqueza de especies, por lo que no parece coherente que la mineralización de las aguas sea un buen descriptor de la presencia de comunidades de macrófitos.

Por otra parte, aunque con mucho menor peso, aparecen otras variables del medio que tradicionalmente explican de una forma más sólida la presencia de comunidades más o menos diversas de macrófitos, como es el caso de la transparencia y la profundidad.

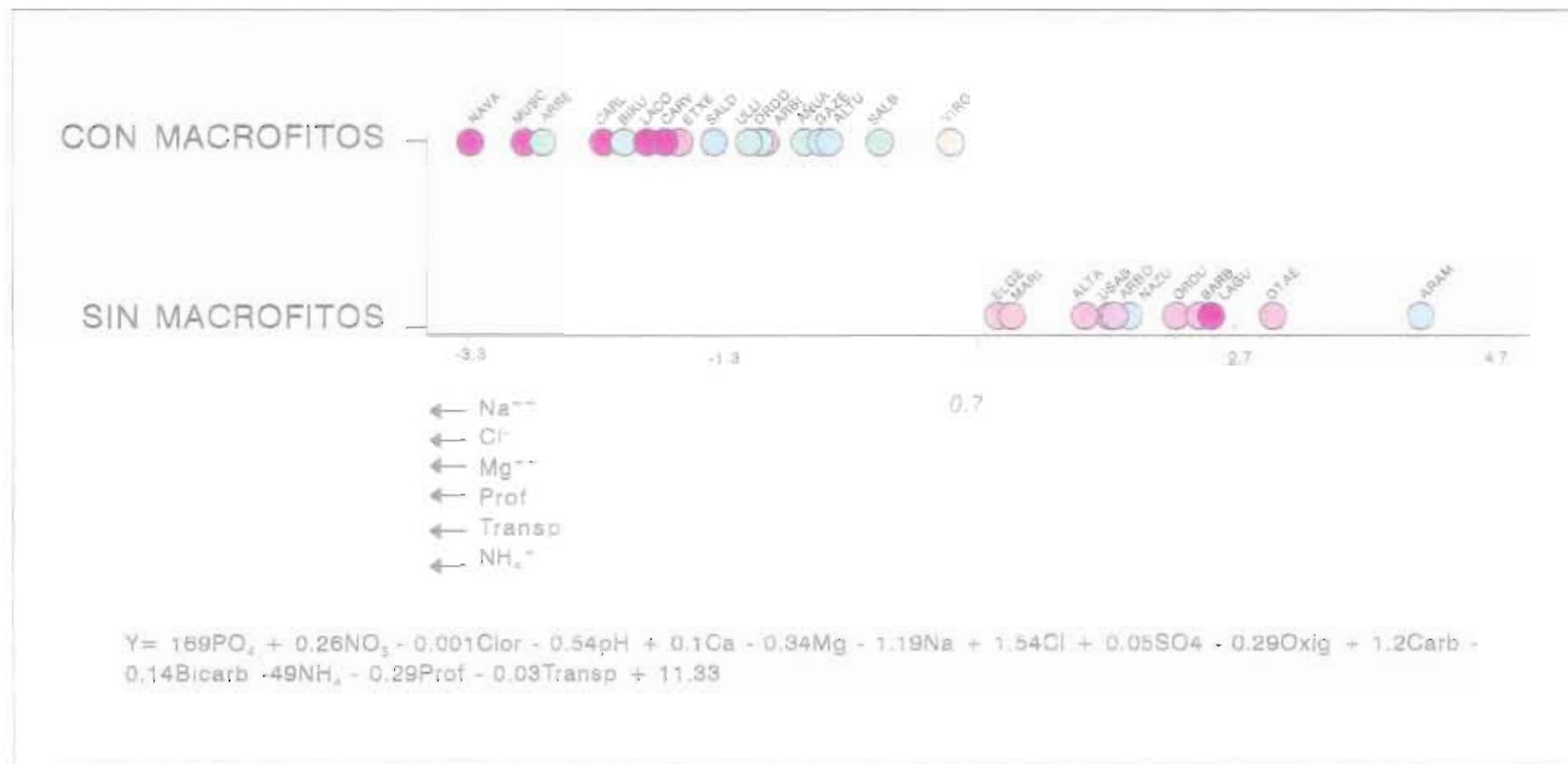


Fig. 5.4.3.- Distribución de los lagos y humedales a lo largo del único eje discriminante obtenido. Se señala la función discriminante. Códigos según apéndice III.



Se podría concluir, pues, que existen otros factores que no han sido tenidos en cuenta en este análisis, como morfología de la cubeta, la pendiente de las orillas, textura del sustrato, hidroquímica de los sedimentos, distintas actividades antrópicas que tienen lugar en los humedales, etc, responsables de la presencia o ausencia de vegetación acuática en los humedales estudiados.

5.4.4.2.- Composición cualitativa de las comunidades de macrófitos acuáticos del País Vasco.

La riqueza de especies, aunque no determinante, es uno de los parámetros hoy en día más importante dentro de la designación de espacios naturales con vocación para su protección. En este sentido, los humedales con una comunidad de macrófitos rica y variada además de adquirir un valor intrínseco para este parámetro, son fuente de biodiversidad para otros grupos de invertebrados y vertebrados, por su capacidad de heterogeneizar el medio en los términos que se explicaron en el apartado 5.4.1.

En la figura 5.4.4. se representan la media y rango de la riqueza de macrófitos para cada una de las ecorregiones del País Vasco, así como los valores de densidad y superficie palustre para cada una de las ecorregiones. Como puede observarse no existe una correlación directa entre la abundancia de humedales, superficie palustre y riqueza de especies de macrófitos. Así la ecorregión divisoria, con 26 humedales posee una riqueza media de 3, y la ecorregión mediterránea, con una superficie palustre de aproximadamente 0.3 Km² posee una riqueza de 2 especies. Es la región submediterránea norte-occidental la que presenta comunidades de macrófitos acuáticos con mayor cobertura y variedad de especies, a pesar de recoger sólo 5 humedales y una densidad palustre de 0.07 Km². Dentro de esta ecorregión se encuentran los humedales más ricos en especies de macrófitos acuáticos sumergidos; es el caso

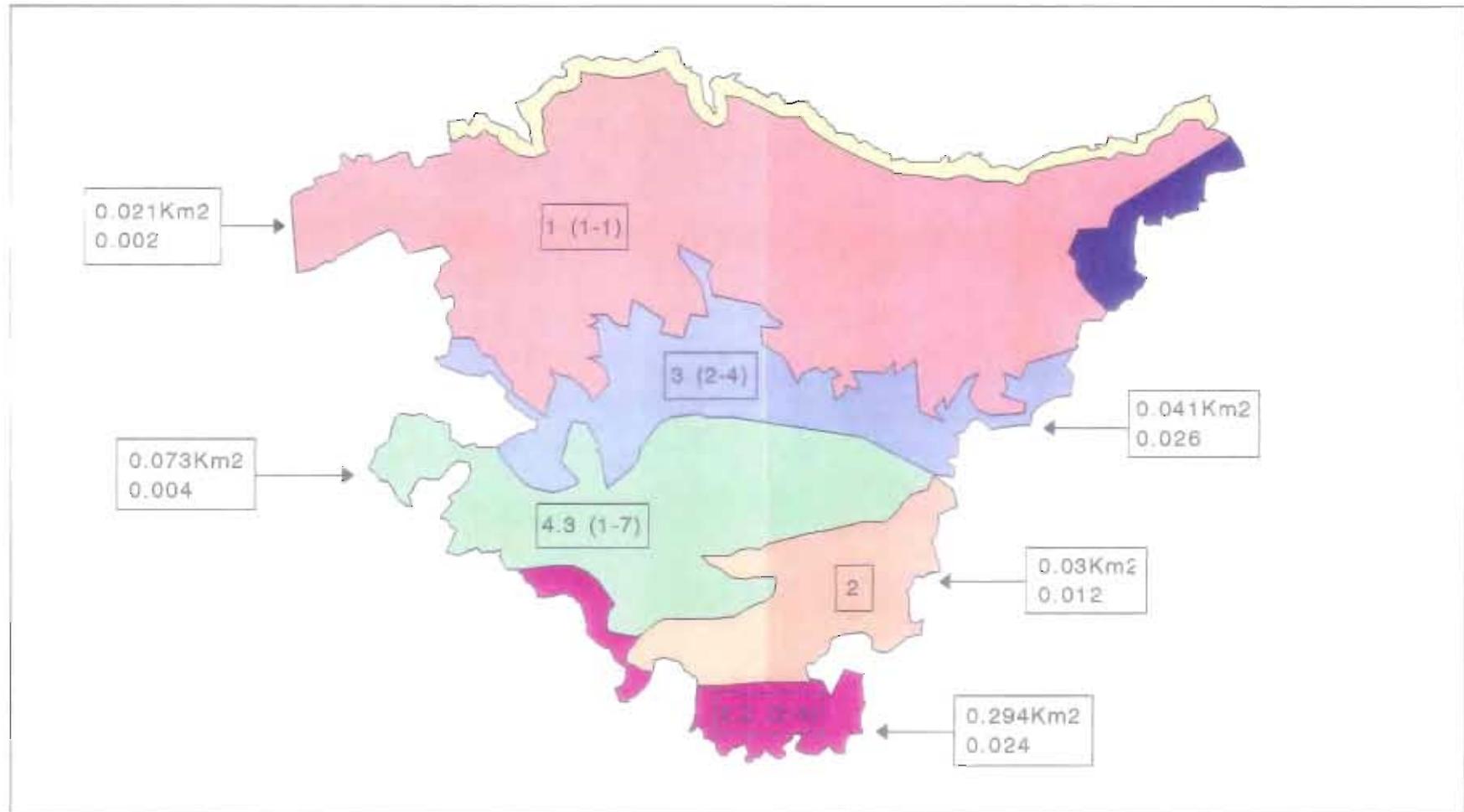


Fig. 5.4.4.- Mapa del País Vasco e el que se señalan la media y el rango (entre paréntesis) de la riqueza específica de macrófitos acuáticos sumergidos por ecorregión. Se señala la densidad y superficie palustre de cada una de ellas.



de Arreo y los humedales artificiales como el embalse de Ullibarri y las balsas de riego de Añua, Gazeo y Ordoñana.

Parece evidente que las láminas de agua permanentes muy estables y con una morfología tendida de orillas en un gradiente de profundidad, son los hábitats más apropiados para el desarrollo de comunidades de vegetación sumergida muy ricas en especies, independientemente de que tengan un origen artificial o natural.

5.4.4.3.- Tipología de comunidades de macrófitos acuáticos de los humedales del País Vasco y factores que controlan su distribución.

La distribución de las comunidades de macrófitos acuáticos esta controlada por toda una serie de factores, señalados anteriormente, que tienen una expresión a diferentes escalas. En este sentido puede señalarse la existencia de una serie de factores que actúan a una escala amplia (ecorregión) y que determinan a priori la distribución de la vegetación acuática. Sin embargo, y tal y como se señala en el capítulo 5.3 para la química de los humedales del País Vasco, la amplia diversidad que se genera a nivel local dentro del territorio estudiado hace prever que la vegetación acuática responda en muchos casos a estos factores que actúan a nivel de humedal. El conocer cuáles son los factores que controlan la distribución de los macrófitos acuáticos y cuál es su escala de actuación tiene implicaciones importantes de cara a la gestión de los sistemas que habitan.

Como primer paso antes de analizar estos factores responsables de la distribución de la vegetación sumergida, es necesario establecer una tipología de comunidades de macrófitos. Para ello se utilizó el programa estadístico TWINSpan. Este programa construye una clasificación de las muestras que es utilizada posteriormente para obtener una clasificación de las especies de acuerdo con sus preferencias ecológicas. Estas dos clasificaciones son



utilizadas para obtener una matriz de doble entrada que expresa de forma sucinta las relaciones sinecológicas de las especies.

En la figura 5.4.5. se representa la clasificación de los distintos humedales obtenida en función de la coincidencia que existe entre sus comunidades de macrófitos. Se señalan con un asterisco los humedales de origen diapírico, y se subrayan aquellos de origen natural. Fueron incluidos además los datos de composición florística obtenidos para Carralagroño por Cirujano y Longás (1988) en un muestreo anterior, con el fin de recoger mayor información sobre la variabilidad temporal que caracteriza a estos sistemas salinos.

En la clasificación de los humedales obtenida, se aprecia como las únicas comunidades de macrófitos que se diferencian claramente son aquellas de los sistemas salinos y subsalinos de la unidad mediterránea. Por un lado se separan las dos muestras correspondientes a la laguna de Carralagroño y la correspondiente a Carravalseca. Estos sistemas salinos vienen caracterizados por la presencia de *Ruppia drepanensis* en sus aguas, una especie adaptada a concentraciones iónicas elevadas. Las especies que acompañan a *Ruppia drepanensis* en estas comunidades, y que pueden variar de un año a otro en respuesta a los cambios de salinidad que experimenten las aguas, son principalmente *Chara connivens*, *Chara galioides*, *Tolypella salina* y *Lamprothamnium papulosum* (típicas de aguas salinas).

Las lagunas subsalinas de la unidad mediterránea (Musco, Navaridas y Lacorzana) quedan también bastante bien caracterizadas por la presencia de *Chara aspera*, siendo las principales especies acompañantes *Potamogeton pectinatus* y *Chara canescens*. La laguna de Lacorzana aparece desplazada del grupo de las lagunas hiposalinas en la clasificación obtenida, lo cual es debido principalmente a la particularidad del método estadístico empleado, ya que concede más importancia a la presencia de *Chara vulgaris* que a la de *Chara aspera*, por lo que sitúa a Lacorzana más próxima a otros humedales con los que, en realidad, comparte pocas características en común.

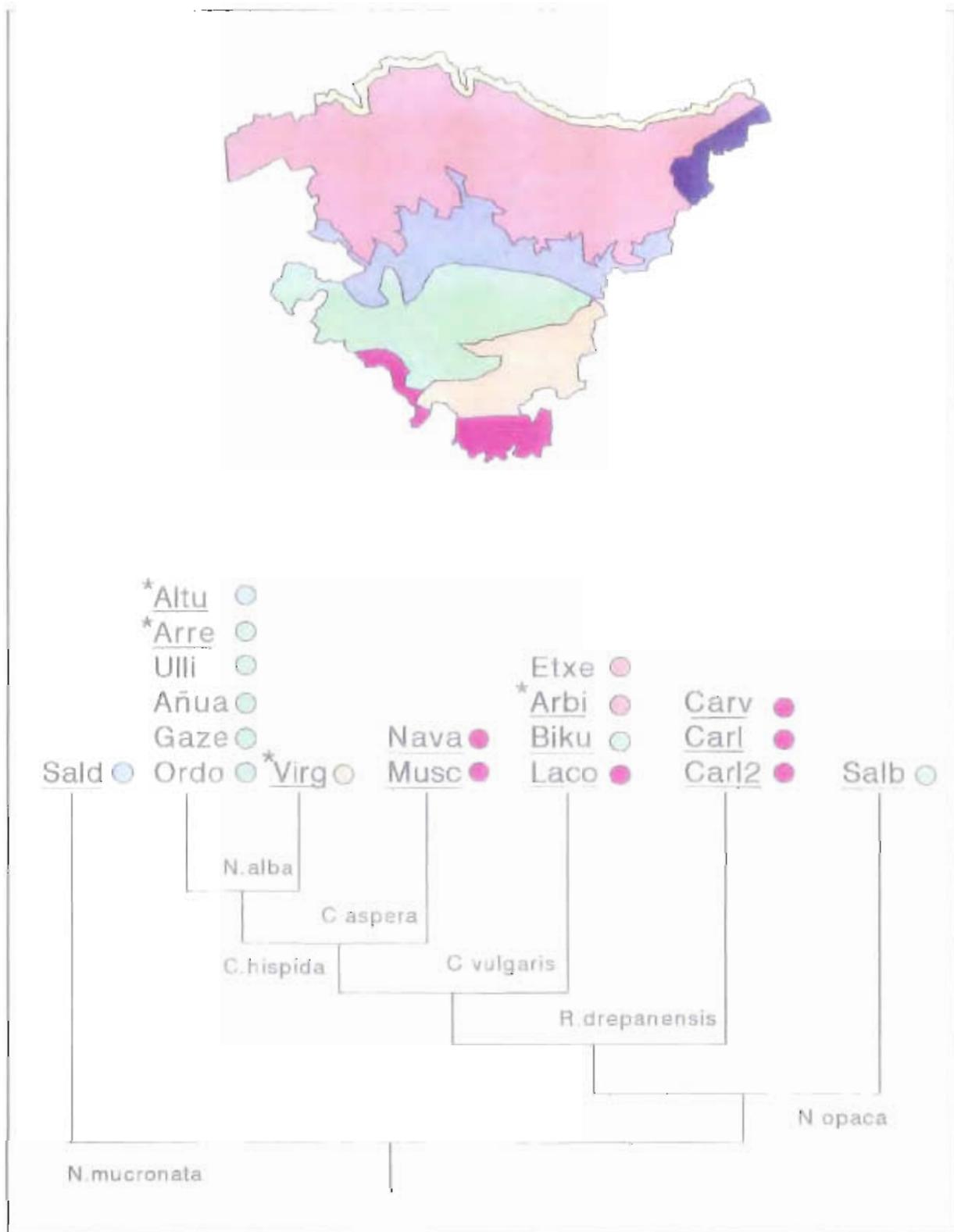


Fig. 5.4.5.- Clasificación de los lagos y humedales del País Vasco obtenidos por el análisis TWINSpan. Se subrayan las láminas de agua de origen natural y se señalan con asterisco las situadas en diapiros.



Los humedales de la región mediterránea son los únicos que presentan unas comunidades de macrófitos cuya distribución responde de forma clara a factores que tienen una expresión a nivel de ecorregión (fundamentalmente la mineralización de las aguas).

Los restantes comunidades de macrófitos acuáticos presentan una distribución dentro de los humedales del País Vasco que no reflejan pautas regionales, sino que más bien responden a las características propias de cada hábitat en concreto. En este sentido se puede señalar la existencia de comunidades de grandes angiospermas (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton gramineus*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*) en los humedales, tanto artificiales como naturales, que presentan aguas profundas y transparentes (grupo de Altube, Arreo, Ullibarri, Añua, Gazeo y Ordoñana); la aparición de comunidades de carófitos en las zonas más someras de sistemas difícilmente colonizables por la vegetación acuática (Etxerre, Arbieta) debido a las características morfométricas de los mismos (gran profundidad y paredes abruptas); la presencia de algunas particularidades, como la interesante comunidad de *Nymphaea alba* en la lagunilla de Virgala favorecida por la mediana profundidad y la tranquilidad de sus aguas.

Para analizar la posible existencia de algún o algunos factores responsables de la distribución de las comunidades de macrófitos acuáticos en el País Vasco, se realizó un Análisis de Componentes Principales-ACP con los 17 humedales que presentaban vegetación acuática sumergida.

Las variables incluidas en el análisis fueron iones mayoritarios, nutrientes, clorofila a, pH, oxígeno, transparencia y régimen hidrológico. Los valores de estas variables aparecen el apéndice VI.

Se realizó un primer análisis que incluía las 17 láminas de agua. El resultado se puede observar en la figura 5.4.6., donde se representan los dos ejes de los dos primeros componentes que recogen el 54% de la varianza total. El primero de los ejes es un eje de



mineralización cuyo extremo viene claramente definido por las lagunas salinas de Carravalseca y Carralagroño, que presentan las más elevadas concentraciones de minerales en disolución.

Al objeto de discriminar más claramente entre el resto de los humedales que se agrupan en torno al eje II, se realizó un segundo análisis de componentes principales en el que se eliminaron estas dos láminas de agua. En la figura 5.4.7. se representa el resultado de este análisis. Los dos primeros ejes absorben el 55.4 % de la varianza total.

Al igual que en el caso anterior, el primer eje es un eje de mineralización que discrimina claramente las lagunas de carácter subsalino de la unidad mediterránea, Musco y Lacorzana y en menor medida la otra laguna de esta unidad, Navaridas, y el lago de Arreo y la Laguna de Arbieto, situadas en áreas diapíricas.

El segundo eje, en torno al cual se distribuyen las restantes láminas de agua, se relaciona con los parámetros metabólicos de las distintas muestras y separa por un lado las masas de agua de elevada transparencia, valores elevados de oxígeno disuelto, pH, carbonatos y clorofila a de aquellas con menores valores para todas estas variables, y mayores contenidos de nutrientes.

En el extremo negativo del eje II se agrupan la mayoría de los humedales de la unidad submediterránea norte-occidental (Añua, Gazeo, Ordoñana, Ullibarri y Bikuña), caracterizados por sus aguas transparentes, con elevada concentración de oxígeno, valores de pH de 8.5.y, en algunos casos concretos, contenidos apreciables de clorofila a.

El lago de Arreo y el encharcamiento de Salburua, pertenecientes a esta misma ecorregión, aparecen junto a las restantes láminas de agua, en el extremo positivo del eje, debido principalmente a presentar valores menores de transparencia, pH y oxígeno. En el caso de Arreo hay que puntualizar que, pese a no presentar una transparencia elevada, debido a la gran profundidad de esta masa de agua, las zonas litorales del lago presentan una transparencia

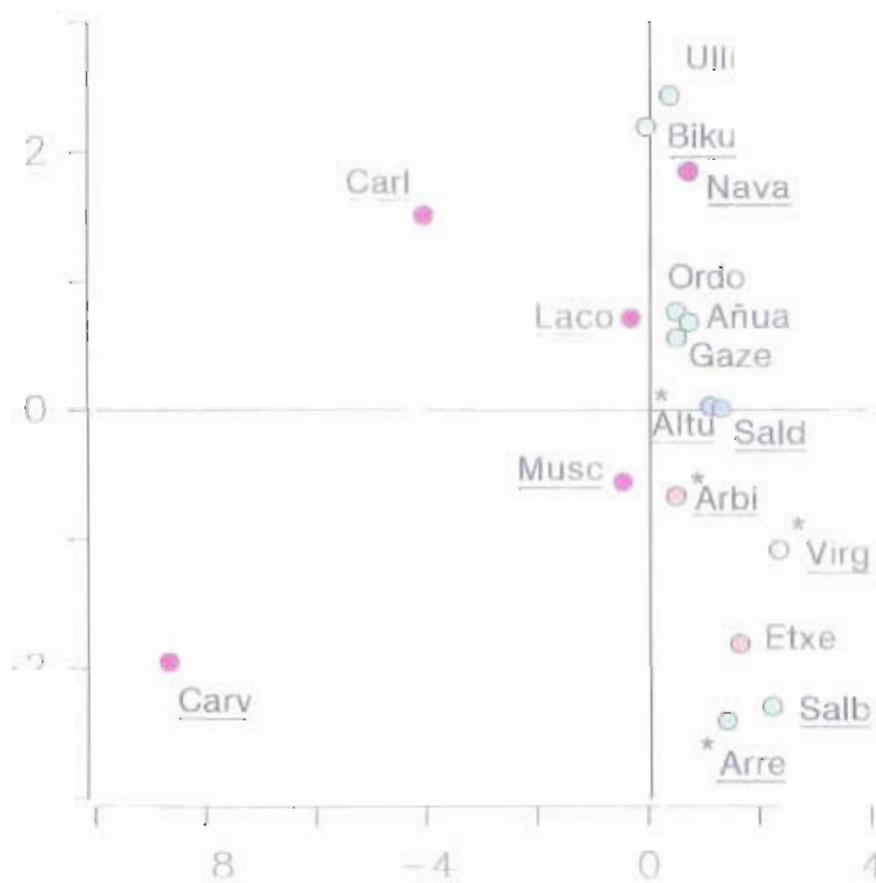
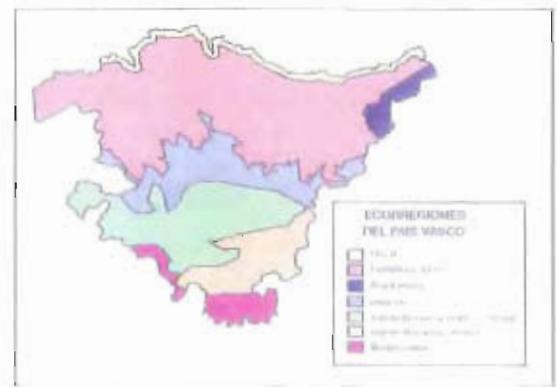
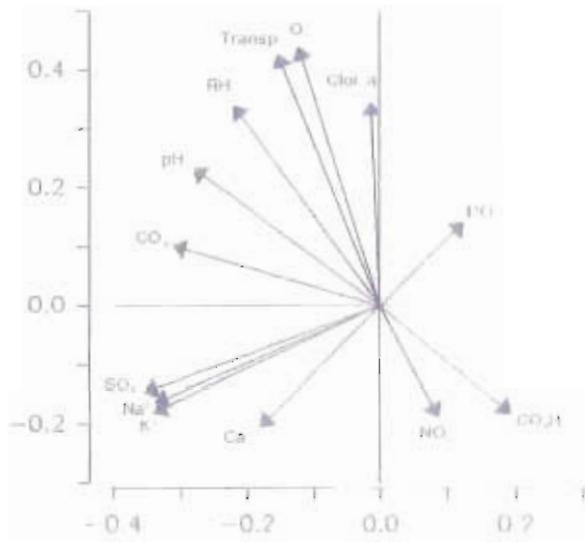


Fig. 5.4.6.- Representación gráfica de variables y estaciones según el 1^{er} ACP realizado. Se subrayan las láminas de agua de origen natural y se señalan con asterisco las situadas en diapiros.

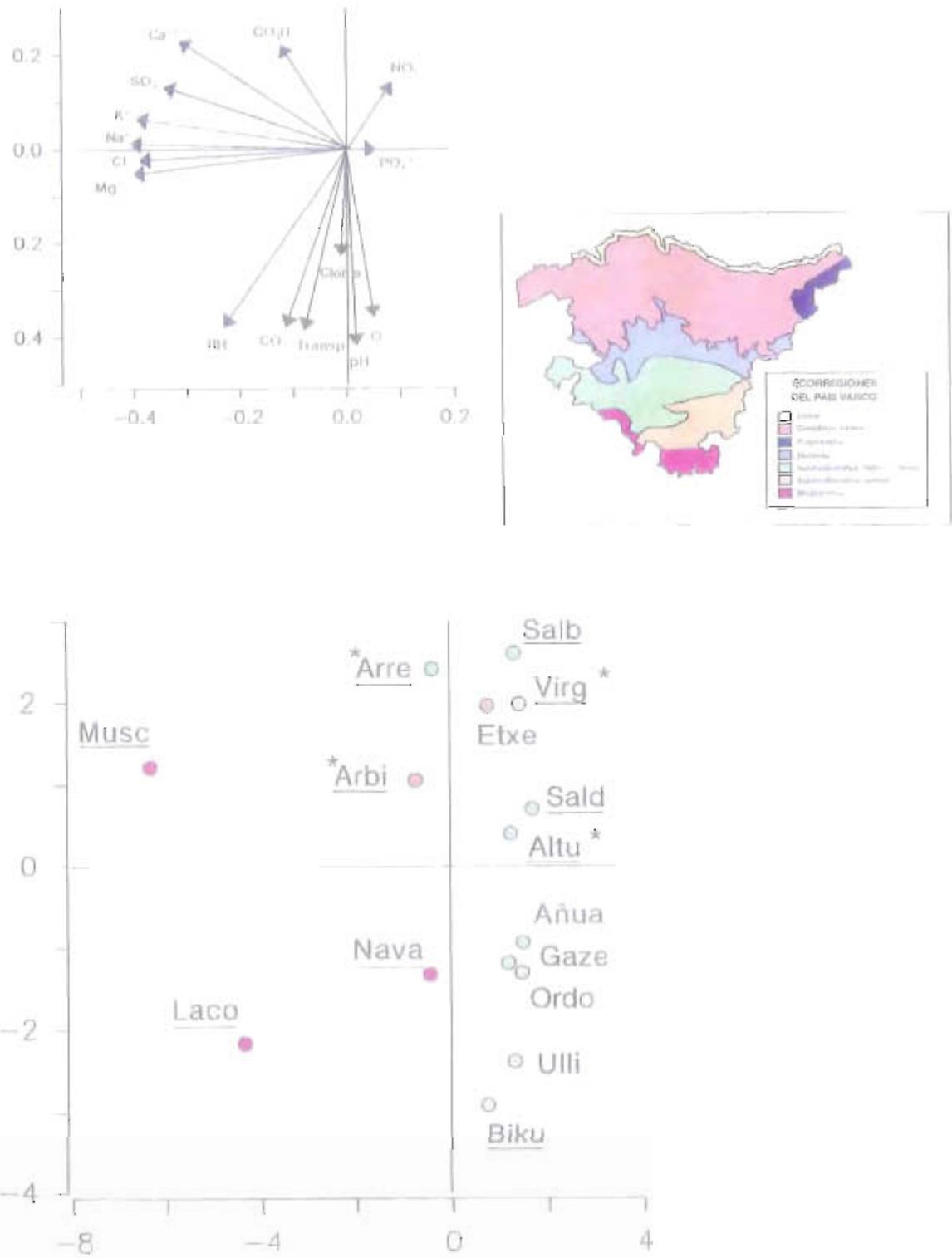


Fig. 5.4.7.- Representación gráfica de variables y estaciones según el 2º ACP realizado. Se subrayan las láminas de agua de origen natural y se señalan con asterisco las situadas en diapiros.



que permite el desarrollo de comunidades densas y ricas de macrófitos acuáticos, al igual que ocurre en los restantes humedales de esta ecorregión.

En líneas generales puede afirmarse que, a excepción de la mineralización de las aguas, no se aprecian tendencias regionales de variación para las variables importantes para el desarrollo de la vegetación acuática, lo cual vendría a apoyar la hipótesis de que son los factores locales los que determinan en última instancia la distribución de los macrófitos dentro de los humedales del País Vasco.

5.4.5.- Tipología de los humedales del País Vasco en función de sus comunidades de macrófitos acuáticos.

A la hora de elaborar una tipología de los humedales del País Vasco en función de las comunidades de macrófitos acuáticos que albergan, surgen algunas dificultades debido a que la vegetación acuática no sigue, en la mayoría de los casos, unas pautas regionales, sino que responden a la variabilidad local, por lo que se presentan muchas particularidades, lo que obligaría a hacer casi tantos grupos como humedales existen. Sin embargo, existen algunos grupos claros (Tabla V.4.3.) que se señalan a continuación:

En primer lugar se diferencian claramente las lagunas de la unidad mediterránea, que presentan comunidades de macrófitos adaptadas a las condiciones de temporalidad y mineralización de las aguas que caracterizan a los humedales de esta región (Figura 5.4.8.). Se pueden distinguir dentro de estas láminas de agua dos grupos en función de la concentración iónica que presentan y que determina las comunidades que albergan:

- Lagunas salinas: presentan conductividades que oscilan entre los 17 y 59 mS/cm, y presentan como especie más características *Ruppia drepanensis*. Constituyen este grupo las lagunas de Carralagroño y Carravalseca.



- Lagunas subsalinas: con conductividades que oscilan entre 1 y 4.3 mS/cm, y presentan como especie indicadora a *Chara aspera*. Integran este grupo las lagunas de Navaridas, Lacorzanan y Musco.

El siguiente grupo que se distingue lo forman aquellos humedales de cierta profundidad, aguas permanentes y de elevada transparencia, que ofrecen un hábitat idóneo para el desarrollo de ricas comunidades de macrófitos (Figura 5.4.9.). Dentro de este grupo se incluyen las Charcas de Altube, situadas en la región divisoria, el lago de Arreo, embalse de Ullibarri y las balsas de riego de Gazeo, Ordoñana y Añua, todos ellos pertenecientes a la unidad submediterránea norte-occidental, y la lagunilla de Virgala, único representante de la unidad submediterránea oriental.

En un grupo aparte se encuadra la turbera de Saldropo, situada en la región divisoria. Dadas sus características peculiares, aunque actualmente ya no se encuentra en funcionamiento, se desarrolla en ella una singular comunidad de macrófitos, de características únicas dentro del contexto del País Vasco (Figura 5.4.9.).

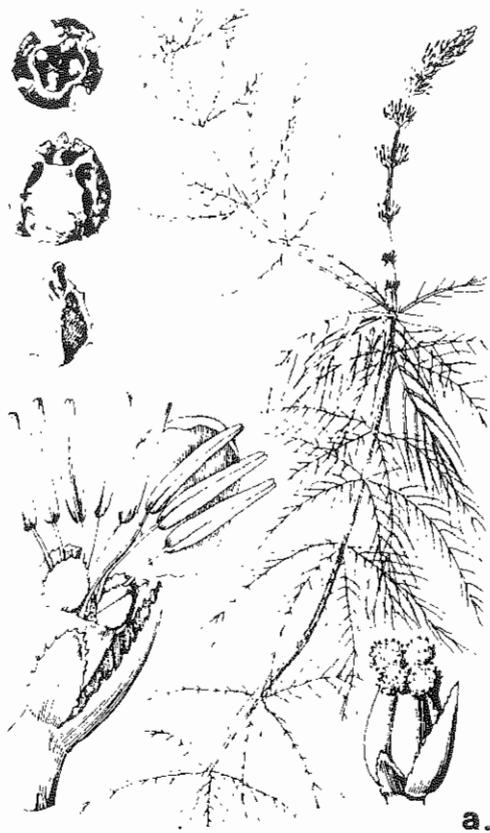
Los restantes humedales del País Vasco presentan una serie de particularidades que hacen difícil incluirlos dentro de ningún grupo. Por un lado se encuentran sistemas de escaso valor desde el punto de vista de la vegetación acuática, como son la charca de Etxerre y las cubetas permanentes de los encharcamientos de Salburua, donde las condiciones desfavorables (escasa transparencia, aguas contaminadas) imposibilitan el desarrollo de comunidades de macrófitos acuáticos. Por otro lado, encontramos la lagunilla de Bikuña, el único de los humedales, a excepción de los que se encuentran en la región mediterránea, que presenta un régimen hidrológico temporal, por lo que está colonizado por especies de carófitos adaptadas a estas condiciones; y la balsa de Arbieto, cuyas orillas abruptas lo convierten en un sistema difícilmente colonizables por la vegetación acuática.

Tabla V.4.3.- Tipología de los humedales del País Vasco en función de las comunidades de macrófitos acuáticos sumergidos que albergan.

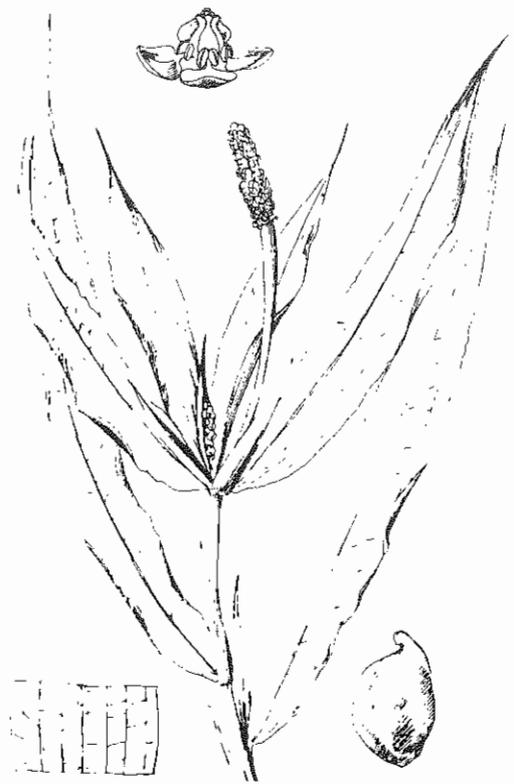
TIPO	UNIDAD FISIOGRAFICA	ESPECIES INDICADORAS	FACTORES ECOLOGICOS	HUMEDALES
Lagunas salinas de carácter temporal	Mediterránea	<i>Ruppia drepanensis</i>	Salinidad	Carralagroño Carravalseca
Lagunas hipo-salinas de carácter temporal	Mediterránea	<i>Chara aspera</i>	Salinidad	Musco Lacorzana Navaridas
Turberas de media montaña	Divisoria	<i>Nitella mucronata</i> <i>Potamogeton bertcholdii</i>	pH	Saldropo
Sistemas de aguas permanentes y transparentes	Divisoria Submediterránea NO Submediterránea O	<i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Potamogeton lucens</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Nymphaea alba</i>	Régimen hidrológico Transparencia	Arreo, Altube, Ullibarri, Gazeo, Ordoñana, Añua, Virgala
De difícil clasificación	Cantábrica, Divisoria Submediterránea NO	Variable	Variable	Etixerre, Arbieto, Bikuña, Salburua



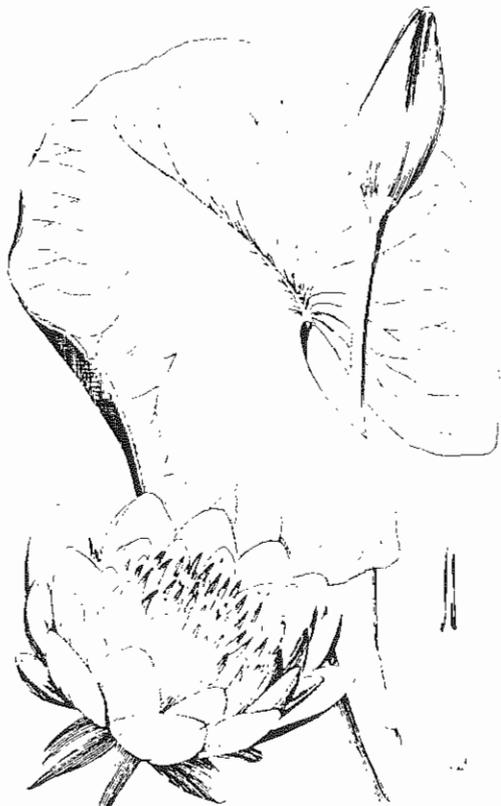
Fig. 5.4.8.- Especies características de las lagunas mesosalinas y subsalinas de la ecorregión mediterránea. a: *Ruppia drepanensis*, b: *Tolypella salina*, c: *Chara aspera*, d: *Lamprothamnium papulosum*.



a.



b.



c.



d.

Fig. 5.4.9.- Especies características de los sistemas de aguas permanentes y transparentes. a: *Myriophyllum spicatum*, b: *Potamogeton lucens*, c: *Nymphaea alba*, d: *Nitella mucronata*.



5.5.- TIPIFICACIÓN DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE SUS COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS.

5.5.1.- Introducción.

La utilización de las comunidades de macroinvertebrados bénticos para la caracterización de sistemas acuáticos continentales ha sido ampliamente utilizada en ríos. Su utilización en humedales ha sido muy escasa, dado que este tipo de sistemas han sido evaluados principalmente por su estructura física, características químicas o comunidades vegetales.

Los invertebrados forman parte de los primeros niveles de la vía heterotrófica en las redes tróficas de los sistemas acuáticos. De esta forma, el análisis de sus comunidades nos pueden mostrar de una forma clara la capacidad biogénica y el grado de desarrollo que pueden alcanzar los niveles superiores de esas redes, y que resultan ser los más llamativos y valorados, hasta el momento, en los humedales (aves, peces, etc.).

Los mayores esfuerzos en la utilización de macroinvertebrados para la caracterización de humedales se han realizado en el Reino Unido, basándose en dos de las taxocenosis más características de estos ambientes y que poseen más versatilidad ecológica, los coleópteros y los heterópteros (Eyre *et al.*, 1986; Eyre & Foster, 1989; Eyre & Rushton, 1989; Foster *et al.*, 1990). La utilización de la comunidad macrobéntica en su conjunto es aún más escasa. A este respecto cabe destacar en nuestro país la aportación de Sabater *et al.* (1986) para algunas lagunas temporales catalanas.



5.5.2.- Metodología.

La toma de muestras se realizó durante los meses de Agosto y Septiembre de 1993. Para ello se empleo una red de mano cuadrangular con una malla de nylon de 250 μm , realizando pasadas por el mayor número de microhábitats posibles existentes en cada uno de los humedales.

Las muestras fueron fijadas con formaldehido al 4% y, una vez procesadas, los organismos fueron identificados y conservados en etanol al 70%.

En total se tomaron muestras de 28 humedales. Del conjunto de humedales de Altube, en el diapiro de Murgia, se muestreo, como representante, la charca de Morreal; de los del diapiro de Maestu, se eligió la laguna de Virgala. Los humedales que pudieron ser muestreados y la matriz de datos faunísticos resultantes se muestran en el apéndice VII.

5.5.3.- Composición faunística.

La comunidad de invertebrados béticos de los humedales del País Vasco está compuesta por 121 taxones (tabla V.5.1) pertenecientes a varias taxocenosis.

Los coleópteros es el grupo mejor representado. Se han identificado 33 taxones, la mayor parte de ellos a nivel específico. Se trata de un grupo muy diverso del que se han encontrado 10 familias, siendo la mejor representada la familia *Dytiscidae*, que encuentra en los sistemas lenfíticos sus hábitats más idóneos. Dentro de este grupo es de destacar la presencia de especies raras en el contexto peninsular y, en algún caso, europeo; entre ellas se encuentran *Gyrinus paykulli*, *Coelambus pallidulus*, *Ilybius fenestratus* y *Ochthebius notabilis*.



Los heterópteros constituyen el segundo grupo mejor representado, siendo, asimismo, una taxocenosis característica de este tipo de hábitats. Se han encontrado 21 especies pertenecientes a 7 familias. Destacan entre ellas *Microvelia reticulata*, elemento que es muy raro en la península y que hasta hace muy poco tiempo se creía una especie foránea a dicho territorio, y especies singulares propias de ambientes muy mineralizados o salinos como *Sigara selecta*, *S. stagnalis* o *Cymatia rogenhoferi*.

Siguiendo en el grupo de los insectos, los dípteros se encuentran representados por 7 familias, siendo la de los quironómidos la que se encuentra más extendida y con mayor número de efectivos. Insectos como los efemerópteros, odonatos y tricópteros presentan muy pocos taxones y/o estadios larvarios juveniles, debido a la época de muestreo. El megalóptero *Sialis* se encuentra representado en un número elevado de humedales.

Dentro de los crustáceos nos encontramos con el decápodo *Procambarus clarkii* o cangrejo rojo americano, elemento que constituye una introducción de una especie foránea. Es de notar que su presencia en los humedales vascos se centra en los humedales de carácter permanente sujetos a presión recreativa.

Además del isópodo *Proasellus*, el resto de componentes de la taxocenosis de los crustáceos son ostrácodos, grupo hasta el momento no estudiado en las aguas continentales interiores del País Vasco. Dentro de este grupo son destacables especies como *Linnocythere relictata*, elemento relictado cuyo área de distribución principal se sitúa en el norte de Europa, *Eucypris inflata*, especie característica de ambientes salinos y conocida de la península de la laguna de Gallocanta y de salinas andaluzas, *Isocypris beauchampi*, especie cosmopolita pero rara, y conocida en la península de Doñana, lago de Banyoles y Madrid, y *Cypridopsis hartwigi*, propia de ambientes oligohalinos y conocida hasta el momento de zonas costeras.



Al margen de los artrópodos, los moluscos se encuentran representados con una docena de taxones. Entre ellos, destacar la presencia de *Acroloxus lacustris* en el lago de Arreo, especie rara en el contexto peninsular, y que en el área de estudio sólo había sido citada en el río Zadorra (Rallo & Rico, 1993).

Dentro de los anélidos, los oligoquetos se encuentran extendidos por la mayor parte de humedales. Los hirudíneos, si bien no están muy bien representados, presentan un elemento muy raro que se considera al borde de la extinción en muchas zonas de Europa, *Hirudo medicinalis*.

Por último, un grupo marginal es el de los nematodos, que se encuentra presente en unos pocos humedales.

5.5.4.- Riqueza faunística.

La riqueza faunística o riqueza taxonómica es una forma de diversidad en muchos casos suficiente para establecer comparaciones entre situaciones en estudio (Marrugan, 1988).

Los humedales del País Vasco presentan una gran variación, en lo que a riqueza taxonómica se refiere, de unos a otros (tabla V.5.2). Esta variación no es sólo explicable al grado de alteración que sufren sino a otro tipo de características entre las que se encuentran el tipo de humedal y diversificación de hábitats en él presentes. La temporalidad de la lámina de agua, factor crucial en otros humedales estudiados (Sabater *et al.*, 1986), adquiere aquí una importancia secundaria.

El caso más llamativo, no sólo en humedales, sino en otro tipo de sistemas, es el relativo a los sistemas forzados, que aunque posean un grado de naturalidad muy elevado,



sin impactos, etc., se caracterizan por presentar un escaso número de taxones. Dentro de los humedales vascos nos encontramos algún representante de estos sistemas, caracterizados por ser humedales salinos; las salinas de Añana y las lagunas de Carralagroño y Carravalseca son claros exponentes de ello. Las salinas de Añana es el caso más extremo, habiéndose encontrado en el muestreo realizado una sola especie (*Ochthebius notabilis*).

Al margen de los sistemas forzados, el grado de alteración de los humedales disminuye, como en cualquier sistema, la riqueza taxonómica. En el País Vasco con encontramos un caso extremo en lo que se refiere a esa disminución, ya que no se ha encontrado ningún macroinvertebrado; se trata de la laguna de Etxerre. El alto grado de alteración que sufre esta laguna con situación de anoxia permanente y procesos metanogénicos (Rico & Montes, 1994) provoca esta situación, unido a sus propias características morfológicas, al poseer un litoral prácticamente vertical en gran parte de su contorno.

En el caso opuesto nos encontramos con los cuerpos de agua no forzados de mayores dimensiones y que presentan una mayor diversificación de hábitats. El mayor número de taxones lo presenta el lago de Arreo. Su riqueza taxonómica representa, prácticamente, un tercio de la riqueza taxonómica total.

Analizando la riqueza taxonómica en función de las ecorregiones definidas en el capítulo 3 vemos que la región submediterránea norte-occidental es la que presenta una mayor riqueza, acumulando más de 2/3 del total de taxones del País Vasco (tabla V.5.3). Este acúmulo de taxones también es importante si eliminamos la influencia que puede tener el número de humedales muestreados en cada una de las ecorregiones; así, la media de taxones por humedal sólo es superada por la región submediterránea oriental (tabla V.5.4), cuyo único humedal muestreado tiene la mayor riqueza taxonómica del País Vasco de entre los humedales naturales después del lago de Arreo.



La gran riqueza presente en el lago de Arreo y la laguna de Virgala, así como otros humedales como la laguna de Morreal, perteneciente al conjunto de humedales de Altube, en el diapiro de Murgia, nos indica la importancia que los humedales situados en sistemas diapíricos del Keuper tienen como banco taxonómico de invertebrados. En los seis humedales situados en zonas diapíricas que han sido muestreados (Arreo, Virgala, Morreal, Arbieta, Orduña y Añana) se encuentra más de la mitad de taxones de invertebrados, con una media taxonómica por humedal de casi el doble que el resto de humedales. Estos datos adquieren mayor importancia aún si tenemos en cuenta que las salinas de Añana constituyen un ecosistema forzado donde la riqueza taxonómica es casi nula.

Los humedales artificiales presentan en algunos casos una riqueza taxonómica apreciable, sobre todo los situados en la vertiente mediterránea. Las diferencias entre ellos pueden achacarse a su estructura, que condiciona la diversidad de hábitats existente y los impactos que sufren. Una buena planificación en su construcción parece, pues, importante de cara a fomentar comunidades bien desarrolladas.

5.5.5.- Clasificación de los humedales en función de las comunidades macrobentónicas.

La utilización del análisis TWINSPAN (Two-way Indicator Species Analysis) (Hill, 1979) nos ha permitido realizar una clasificación de los humedales de interior del País Vasco en función de sus comunidades de macroinvertebrados, y definir cuáles son los taxones que caracterizan cada una de las agrupaciones de humedales resultantes (fig. 5.5.1).

Las salinas de Añana aparece como el humedal más diferenciado de todos, constituyendo un tipo único de ecosistema forzado cuyo taxón indicador es el coleóptero *Ochthebius notabilis*.



La laguna de Carravalseca también constituye un elemento bien diferenciado entre los humedales. Se trata, igualmente de un sistema forzado donde son capaces de subsistir unos pocos taxones propios de ambientes salinos. Su taxón indicador es el heteróptero *Sigara selecta*, destacando asimismo *Coelambus pallidulus*, *Eucypris inflata* y *Cymatia rogenhoferi*.

Un grupo importante de seis taxones (*Noterus clavicornis*, *Laccophilus minutus*, *Corixa affinis*, *Cymatia rogenhoferi*, *Sympetrum fonscolombei* y *Culicidae*) definen un conjunto de humedales de la vertiente mediterránea que se subdivide posteriormente en dos grupos representados, por una parte, por los humedales más mineralizados después de salinas de Añana y Carravalseca, esto es, Carralogoño, Lacorzana y Musco, todos ellos de carácter temporal y pertenecientes a la ecorregión mediterránea, y, por otra, la lagunilla de Bikuña y la balsa de riego de Ordoñana.

El grupo opuesto al definido por los taxones anteriores se subdivide, por una parte, en un conjunto de humedales ajenos a la influencia mediterránea que se caracterizan por su escasa riqueza taxonómica y, en general, escasa capacidad biogénica. Estos son la charca de Marikutz, la charca de La Ascensión, el trampal de Altamira, la charca de Aramburu, la turbera de Usabelartza, el lago Mayor de la Arboleda y, aunque separada de éstos por una nueva subdivisión, la charca de Larraskande (Otaerre). Son humedales de pequeño tamaño o de morfología de la cubeta poco apropiada para el asentamiento de comunidades litorales, como es el caso del lago Mayor de la Arboleda, que no poseen comunidades de macrófitos sumergidos, etc..

Por otra parte aparecen dos grupos que se separan del anterior por los taxones indicadores *Caenis luctuosa*, *Naucoris maculatus* e *Ischnura graellsii* y que engloban a todos los humedales situados en diapiros salinos a excepción hecha de las salinas de Añana, diferenciado de forma clara en un principio. Uno de estos grupos aparece definido por los taxones *Plea minutissima*, *Orthetrum*, *Cypria lacustris*, *Glossiphonia* e *Hydracarina*



y corresponde, en términos generales, a los humedales con una mayor riqueza taxonómica y diversidad de hábitats; es en este grupo donde se encuentran representados tres de los cuatro diapiros con humedales del País Vasco; los humedales de este grupo son la laguna de Virgala, la charca de Morreal (Altube), la cola del embalse de Ullivarri, la balsa de riego de Gazeo, el lago de Arreo y, separada de ellos por una posterior subdivisión, la turbera de Saldropo. El segundo grupo corresponde a humedales que poseen una riqueza taxonómica menor, en general, con menor diversificación de hábitats y/o impactos presentes en ellos; este grupo está formado por los encharcamientos de Salburua, La laguna de Arbieto, la laguna de Orduña, la laguna de Santa Barbara, la balsa de riego de Laguardia y la de Añua; la laguna de Navaridas se encuentra asimismo en este grupo, si bien separada de los anteriores por una posterior subdivisión.

La clasificación resultante no parece seguir los patrones definidos por las ecorregiones, existiendo una gran mezcla entre los humedales de cada una de ellas (fig. 5.5.1). Serían, de esta forma, factores más de tipo local, básicamente estructurales, los que definen las comunidades decada uno de ellos. El mismo argumento cabe al distinguir humedales naturales de los artificiales.

Tabla V.5.1.- Relación de taxones de macroinvertebrados encontrados en los humedales de interior de la CAPV.

Phylum NEMATODA	<i>Pisidium sp.</i>
Phylum ANNELIDA	Phylum CHELICERATA
Clase CLITELLATA	Clase ARACHNIDA
Subclase OLIGOCHAETA	Orden ACARIFORMES
Subclase HIRUDINOIDA	<i>Hydracarina</i>
Familia Glossiphoniidae	Phylum UNIRRAMIA
<i>Glossiphonia sp.</i>	Subphylum INSECTA
<i>Helobdella sp.</i>	Clase Pterygota
Familia Hirudidae	Orden EPHEMEROPTERA
<i>Hirudo medicinalis</i>	Familia Baetidae
Familia Erpobdellidae	<i>Baetis rhodani</i>
<i>Erpobdella sp.</i>	<i>Centroptilum pennulatum</i>
Phylum MOLLUSCA	<i>Cloeon dipterum</i>
Clase Gastropoda	<i>Cloeon simile</i>
Subclase Prosobranchia	Familia Caenidae
Familia Hidrobiidae	<i>Caenis luctuosa</i>
<i>Mercuria confusa</i>	Familia Ephemeridae
Subclase Pulmonata	<i>Ephemera danica</i>
Familia Physidae	Orden ODONATA
<i>Physella acuta</i>	Familia Lestidae
Familia Lymnaeidae	<i>Sympecma fusca</i>
<i>Lymnaea palustris</i>	<i>Lestes dryas</i>
<i>Lymnaea peregra</i>	Familia Platycnemididae
Familia Planorbidae	<i>Platycnemis</i>
<i>Gyraulus albus</i>	Familia Coenagrionidae
<i>Gyraulus laevis</i>	<i>Coenagrion scitulum</i>
<i>Planorbis planorbis</i>	<i>Ischnura graellsii</i>
Familia Ancyliidae	Familia Aeshnidae
<i>Ancylus fluviatilis</i>	Familia Gomphidae
<i>Acroloxus lacustris</i>	<i>Gomphus pulchellus</i>
Clase Bivalvia	Familia Libellulidae
Familia Sphaeriidae	<i>Libellula depressa</i>
<i>Sphaerium corneum</i>	<i>Orthetrum sp</i>
<i>Musculium lacustre</i>	<i>Sympetrum fonscolombi</i>
	<i>Sympetrum sanguineum</i>

Orden **HETEROPTERA**

Suborden **GERRMORPHA**

Familia **Gerridae**

Aquarius najas
Gerris argentatus
Gerris gibbifer
Gerris thoracicus

Familia **Veliidae**

Microvelia reticulata

Suborden **NEPOMORPHA**

Familia **Corixidae**

Corixa affinis
Corixa punctata
Hesperocorixa sp.
Hesperocorixa moesta
Sigara lateralis
Sigara nigrolineata
Sigara selecta
Sigara stagnalis
Cymatia rogenhoferi
Micronecta scholtzi

Familia **Naucoridae**

Naucoris maculatus

Familia **Nepidae**

Nepa cinerea
Ranatra linearis

Familia **Notonectidae**

Notonecta maculata
Notonecta viridis

Familia **Pleidae**

Plea minutissima

Orden **COLEOPTERA**

Familia **Haliplidae**

Haliplus lineatocollis
Haliplus obliquus
Haliplus variegatus

Familia **Hygrobiidae**

Hygrobia hermanni

Familia **Gyrinidae**

Gyrinus paykulli

Familia **Noteridae**

Noterus clavicornis
Noterus laevis

Familia **Dytiscidae**

Hyphydrus aubei
Yola bicarinata
Bidessus minutissimus
Coelambus impressopunctatus
Coelambus pallidulus
Hygrotus inaequalis
Stictotarsus 12-pustulatus
Stictotarsus griseostriatus
Laccophilus hyalinus
Laccophilus minutus
Agabus bipustulatus
Ilybius fenestratus
Rhantus pulverosus
Colymbetes fuscus
Acilius sulcatus

Familia **Hydraenidae**

Ochthebius notabilis

Familia **Hydrochidae**

Hydrochus sp.

Familia **Hydrophilidae**

Anacaena bipustulata
Helochares lividus
Helochares punctatus
Enochrus sp1.
Enochrus sp2.
Hydrochara flavipes
Berosus algericus

Familia **Helodidae**

Cyphon sp.

Familia **Elmidae**

Oulimnius rivularis

Orden **MEGALOPTERA**

Familia **Sialidae**

Sialis sp.

Orden **TRICHOPTERA**

Familia **Ecnomidae**

Familia **Leptoceridae**

Familia **Polycentropodidae**

Orden **DIPTERA**

Familia **Chaoboridae**

Familia **Dixidae**

Familia **Culicidae**

Familia **Chironomidae**

Familia **Ceratopogonidae**

Familia **Stratiomyidae**
Familia **Limoniidae**

Phylum **CRUSTACEA**

Clase **MALACOSTRACA**

Orden **DECAPODA**

Familia **Cambaridae**

Procambarus clarkii

Orden **ISOPODA**

Familia **Asellidae**

Proasellus sp.

Clase **OSTRACODA**

Superfamilia **Cyteracea**

Familia **Limnocytheridae**

Limnocythere relictata

Superfamilia **Cypridacea**

Familia **Ilyocyprididae**

Ilyocypris sp.

Familia **Candonidae**

Candona neglecta
Pseudocandona aff. pratensis
Cyclocypris ovum
Cypria lacustris

Familia **Cyprididae**

Heterocypris incongruens
Eucypris virens
Eucypris inflata
Isocypris beauchampi
Herpetocypris chevreuxi
Cypris bispinosa
Cypridopsis vidua
Cypridopsis hartwigi
Cypridopsis sp.
Potamocypris arcuata
Potamocypris villosa
Potamocypris sp.

Tabla V.5.2.- Riqueza taxonómica de invertebrados en los distintos humedales muestreados del C.A.P.V. ((*)) Humedales situados en los diapiros).

HUMEDAL	Nº TAXONES
Lago de Arreo *	39
Balsa de riego de Ordoñana	32
Laguna de Virgala (Maestu) *	28
Laguna de Musco	24
Balsa de riego de Gazeo	24
Charca de Morreal (Altube) *	22
Laguna de Bikuña	22
Embalse de Ullibarri (Mendijur)	22
Laguna de Orduña *	18
Laguna de Lacorzana	15
Charca de Marikutz	14
Laguna de Arbieta *	14
Turbera de Saldropo	14
Encharcamientos de Salburua	14
Balsa de riego de Añua	13
Turbera de Usabelartza	10
Laguna de Santa Bárbara	9
Charca de Larraskanda (Otaerre)	9
Laguna de Carralogroño	7
Laguna de Navaridas	7
Balsa de riego de Laguardia	7
Trampal de Altamira	6
Lago Mayor de La Arboleda	6
Charca de Aramburu	5
Laguna de Carravalseca	5
Charca de La Ascensión	3
Salinas de Añana *	1
Laguna de Etxerre	0

Tabla V.5.3.- Riqueza taxonómica y porcentaje respecto al total de taxones por ecorregión y por zonas de diapiros y restantes en la C.A.P.V.

ECORREGION	Nº TAXONES	%
Cantábrica	40	33.06
Prepirenaica	10	8.26
Divisoria	29	23.97
Submediterránea norte-occidental	84	69.42
Submediterránea oriental	28	23.14
Mediterránea	41	33.88

ZONAS DE DIAPIROS Y RESTANTES	Nº TAXONES	%
En diapiros	65	53.72
Restantes	100	82.64

Tabla V.5.4.- Media de taxones por humedal en las distintas ecorregiones y en las zonas de diapiros y restantes en la C.A.P.V.

ECORREGIONES	TAXONES/HUMEDAL
Cantábrica	9.87
Prepirenaica	10
Divisoria	13.67
Submediterránea norte-occidental	20.87
Submediterránea oriental	28
Mediterránea	10.83

ZONAS DE DIAPIROS Y RESTANTES	TAXONES/HUMEDAL
En diapiros	20.33
Restantes	12.76

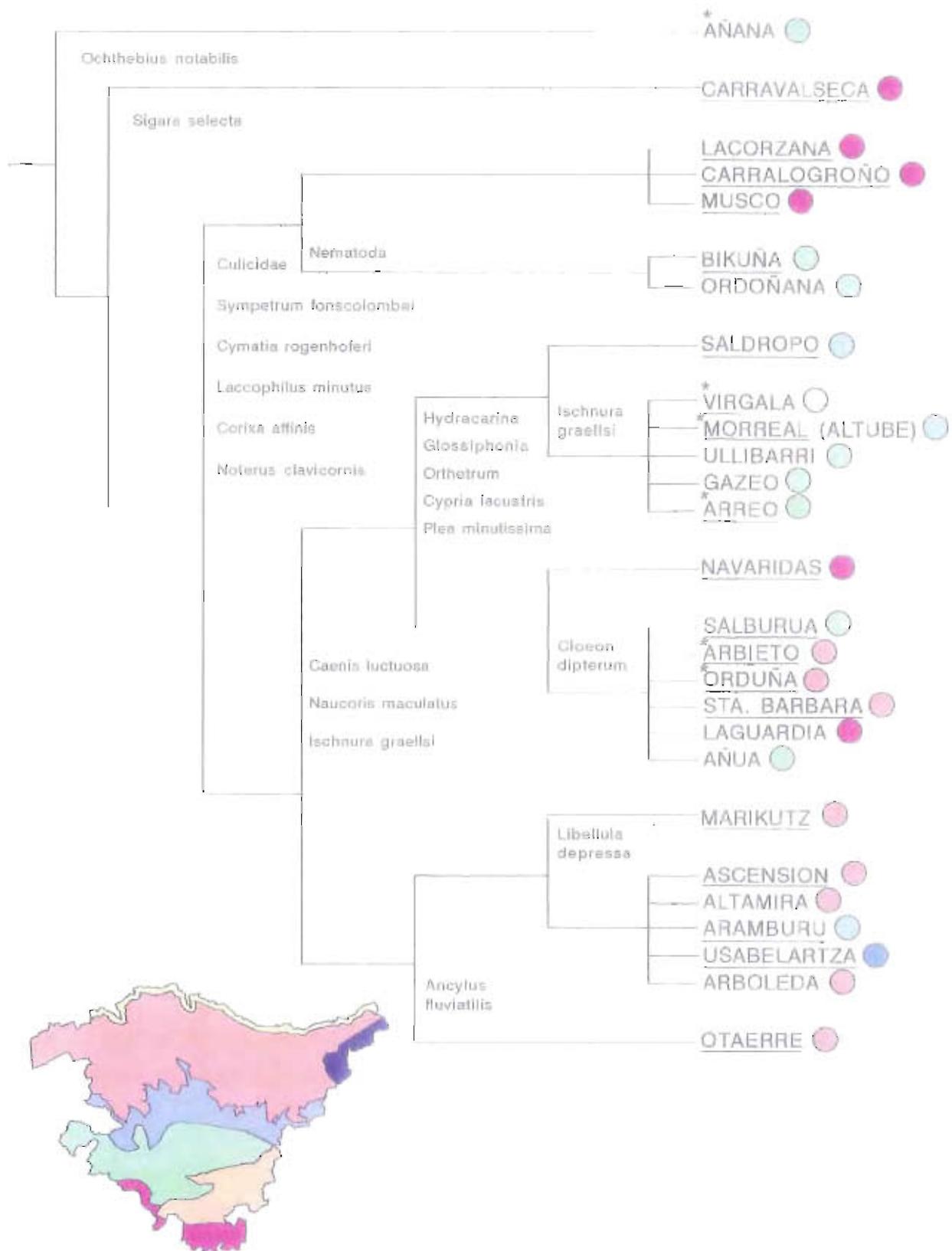


Fig. 5.5.1.- Clasificación de las láminas de agua estudiadas según el análisis TWINSpan. Se señalan los taxones indicadores de cada división. Se subrayan las láminas de agua de origen natural y se señalan con asterisco las situadas en diapiros.



5.6.- CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.

5.6.1.- Introducción.

Los diversos aspectos analizados anteriormente (morfometría, hidrogeoquímica, botánica, fauna, etc.) permiten, tras su integración, realizar una clasificación funcional que nos muestre de una manera sintética la riqueza de un territorio en lo referente a los diferentes tipos de sistemas acuáticos leníticos presentes en él.

Es importante destacar que la clasificación funcional realizada se ha hecho a partir de datos puntuales y, consecuentemente, con una información parcial sobre la dinámica de estos sistemas, que es, en último término, el factor más importante que habría que tener en cuenta. De esta forma, dicha clasificación debe ser considerada como una primera aproximación que debería ir seguida de estudios limnológicos periódicos que confirmen, en primer lugar, la validez de los tipos funcionales definidos, y que descubran las variaciones espacio-temporales específicas de cada uno de ellos.

En la tabla V.6.1 se presentan de una forma resumida las características que definen a cada uno de los tipos. Nos hemos centrado exclusivamente en los humedales de carácter natural y en aquellos artificiales singulares definidos en el capítulo 4, debido a que el análisis de humedales artificiales, dado el escaso número estudiado, no puede considerarse representativo. Es de notar, asimismo, que algunos de los humedales naturales inventariados, de los cuales no ha podido obtenerse ningún tipo de muestra, deberán ser clasificados, de acuerdo con la filosofía descrita en el párrafo anterior, en posteriores estudios.

Tabla V.6.1.- Características descriptivas de los distintos tipos funcionales de lagos y humedales del País Vasco

TIPO	FUNCIONAL	GENESIS	MORFOMETRIA	HIDROQUIMICA MAYORITARIA	REGIMEN HIDRICO	DIVERSIDAD HABITATS	COMUNIDADES ACUATICAS	PROCESOS ECOLOGICOS CLAVES	FRAGILIDAD (Alteraciones a evitar)	HUMEDALES
LAGOS	Naturales	Disolución evaporitas	Cubeta profunda Litoral extendido	Mg-Ca-HCO ₃ -SO ₄ Subsalina	Permanente	Muy alta	Muy desarrolladas Presencia elementos raros	Régimen hídrico permanente no fluctuante. Morfología con áreas someras y profundas	Media (Extracción agua, cambio morfología)	Lago de Arreo
	Artificiales	Humana	Cubeta profunda Litoral abrupto	Ca-SO ₄ Dulce	Permanente	Baja	Sin vegetación Fauna muy simple	Régimen hídrico permanente no fluctuante. Cubeta profunda	Media (Extracción agua)	Lagos de la Arboleda
FORMACIONES PALUSTRES	Salinas artificiales	Humana	Eras someras	Na-Cl Hipersalina	Permanente y temporal	Muy baja	Sin vegetación Fauna casi nula (elementos característicos y muy raros)	Régimen hídrico permanente no fluctuante en balsas de distribución. Condiciones extramas por hipersalinidad.	Alta (Destrucción por abandono)	Salinas de Añana
	Esteparias mesosalinas	Erosión diferencial	Cubeta somera	Na-Cl-SO ₄ Mesosalina	Temporal	Media	Simples pero de elementos característicos y raros	Régimen hídrico temporal altamente fluctuante y condiciones forzadas por salinidad	Alta (Colmatación, mantenimiento inundación y dulcificación agua)	Laguna Carravalseca Laguna Carralagroño
	Esteparias subsalinas	Deflación eólica o erosión diferencial	Cubeta somera	Mg-Ca-SO ₄ -Cl Subsalina	Temporal	Media	Riqueza media	Régimen hídrico temporal altamente fluctuante y condiciones de mineralización	Alta (Colmatación, mantenimiento inundación y dulcificación agua)	Laguna Lacorzana Laguna Musco Laguna Navaridas (Laguna Elciego)
	Diapíricas subsalinas	Procesos kársticos	Cubetas algo profundas	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃ Subsalina	Permanente	Baja	Sin vegetación o escasa Fauna de elementos comunes	Régimen hídrico permanente. Factores abióticos de acción controlante.	Media (Extracción agua)	Laguna Orduña Laguna Arbieto
	Diapíricas dulces	Disolución evaporitas	Cubetas algo profundas	Ca-HCO ₃ -SO ₄ Dulce	Permanente	Alta	Muy desarrolladas Vegetación flotante	Régimen hídrico permanente. Fact. biológicos controlantes.	Alta (Extracción agua)	Laguna Virgala (Maestu) Charca Morreal (Altube)
	Turberas	Transformación lenta de materia orgánica	Encharcamientos difusos asociados a menudo a arroyuelos	Mineralización muy baja Aguas ácidas. Dulce	Permanente	Baja	Sin vegetación o escasa. Fauna rara a nivel regional	Procesos de formación de turba	Alta (Cualquier tipo de impacto)	Turbera Usabelartza Turbera Saldropo Turbera Verdeoespesoa Turbera Arbarrain
	De modelado kárstico calizo	Procesos kársticos	Cubetas somera (en general)	Ca-HCO ₃ Dulce	Variable	Baja	Sin vegetación Fauna simple (predominio predadores)	(Sistemas alterados)	Baja	Charca La Navazua Charca Marikutz Charca Larraskanda Charca La Ascensión Charca Aramburu Laguna Sta. Barbara
	De llanura submediterranea	Afloramiento freático fluvial	Sin cubeta definida (salvo excavaciones)	Ca-HCO ₃ Subsalina	Temporal salvo excavaciones permanentes	Media	Helófitos abundantes Fauna de elementos comunes	Nivel freático próximo	Alta (Explotación acuífero)	Encharcamientos Salburua
	De montaña submediterranea		Cubeta somera	Mg-Ca-HCO ₃	Temporal o semipermanente	Alta	Vegetación abundante Fauna desarrollada con elementos raros	Cobertura de macrófitos	Media (Excesiva carga ganadera:turbiedad)	Laguna Blkuña



5.6.2.- Tipos funcionales.

A) LAGOS.

Los lagos constituyen un tipo funcional dentro de los sistemas acuáticos leníticos caracterizado por la importancia que el eje vertical superficie-fondo adquiere en los procesos ecológicos que en ellos acontece. Dentro de este tipo se encuentran dos subtipos definidos fundamentalmente por el origen de su formación:

A.1.- Lagos naturales.

Este tipo funcional es muy escaso en el País Vasco presentando, además, unas características muy peculiares en el contexto de la Península Ibérica.

El único representante existente en nuestro territorio es el lago de Arreo. Su singularidad en el contexto antes mencionado viene dado por su génesis, dado que su formación deriva de procesos de disolución de evaporitas en una estructura diapírica formada por una tectónica puramente gravitativa.

Se trata de un lago subsalino cuya hidroquímica presenta una composición peculiar, con aguas predominantemente bicarbonatado-sulfatado-magnésico-cálcicas procedentes de escorrentía superficial, y con un componente relativamente importante de tipo clorurado-sódico de origen subterráneo.

Presenta comunidades biológicas muy desarrolladas y de gran diversidad, consecuencia de la gran diversidad de hábitats presentes; existen en ellas elementos singulares tanto botánicos como faunísticos. Entre los primeros destaca la presencia de un



área de masegar (*Cladium mariscus*), único en los humedales no costeros del País Vasco y elemento en clara recesión en los de la península. Entre los elementos faunísticos destacan, entre los invertebrados, elementos raros o muy raros a nivel peninsular como *Gyrinus paykulli* y *Acroloxus lacustris*. Las comunidades de aves acuáticas encuentran en él un hábitat idóneo.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en el régimen hídrico permanente y en sus características morfológicas, con áreas someras que permiten el desarrollo de comunidades litorales en una dinámica lagunar y una área de cubeta profunda que condiciona una dinámica lacustre.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.1.

A.2.- Lagos artificiales.

Cubetas profundas cuyo origen deriva de antiguas explotaciones mineras. Presentan una morfología con contorno irregular, con un litoral de pendientes muy pronunciadas que dificulta el desarrollo de comunidades tanto florísticas como faunísticas, las cuales o son nulas o muy simples. La diversidad de hábitats es escaso.

Sus aguas son dulces de composición principalmente sulfatado-cálcicas y de origen mayoritariamente subterráneo.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en una dinámica lacustre con la presencia de una cubeta profunda y un régimen hídrico permanente.

Pertencientes a este tipo funcional son el lago Mayor y el lago Menor de La Arboleda.



Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.2.

B) FORMACIONES PALUSTRES.

Las formaciones palustres constituyen un grupo de tipos funcionales que se caracterizan por la poca dependencia que sufren sus procesos ecológicos del eje vertical superficie-fondo. Se trata de un grupo muy heterogéneo que forma un gradiente entre los lagos y los criptohumedales. En el País Vasco se pueden distinguir los siguientes tipos:

B.1.- Salinas artificiales.

Sistemas forzados de origen antrópico derivados de actividades económicas muy antiguas relacionadas con la explotación de la sal. Las salinas de Añana constituyen el único representante de este tipo.

Presentan una estructura en forma de eras de profundidad escasa donde existen unidades sometidas a una dinámica estacional, en lo que al periodo de inundación se refiere, mientras otras permanecen inundadas permanentemente.

La diversidad de hábitats es prácticamente nula. Las comunidades que presentan son muy simples; el macrobentos es muy escaso, con una sola especie muestreada que constituye un elemento muy raro a nivel europeo (*Ochthebius notabilis*), la vegetación acuática es inexistente.

Se trata de un humedal de carácter hipersalino con composición casi exclusivamente clorurado-sódica.



Sus procesos ecológicos claves pasan por el mantenimiento de áreas sometidas a un régimen hídrico permanente en condiciones de alta salinidad que mantengan los elementos excepcionales que presentan.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.3.

B.2.- Esteparias mesosalinas.

Lagunas situadas en un paisaje llano, abierto, con pocos o nulos elementos arbóreos, rodeados de cultivos y situados bajo la influencia climática mediterránea.

Son cubetas someras de contorno regular creadas por erosión diferencial. Su régimen hídrico es estacional, y sus aguas son transparentes, altamente mineralizadas, de carácter mesosalino y composición química principalmente clorurado-sulfatado-sódica.

Al ser sistemas forzados posee comunidades simples, pero con elementos halófilos muy característicos y, en general, raros. Dentro de los invertebrados destacan el coleóptero *Coelambus pallidulus*, los heterópteros *Sigara selecta*, *Sigara stagnalis* y *Cymatia rogenhoferi*, y el ostrácodo *Eucypris inflata*. Entre los macrófitos acuáticos, cuya cobertura es muy amplia, destacan especies como *Ruppia drepanensis*, *Lamprothamnium papulosum*, *Chara connivens*, *Chara galioides* y *Tolypella salina*. Son lagunas apropiadas para el asentamiento de aves acuáticas.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en la existencia de un régimen hídrico temporal altamente fluctuante y en las condiciones de salinidad.

A este tipo funcional pertenecen las lagunas de Carralagroño y Carravalseca.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.4.



B.3.- Esteparias subsalinas.

Lagunas, al igual que las anteriores, de paisaje llano, rodeados de cultivos y bajo influencia climática mediterránea.

Son cubetas someras formadas por deflación eólica o erosión diferencial. Su régimen hídrico es estacional, y sus aguas son transparentes, altamente mineralizadas, de carácter subsalino y composición química con magnesio y calcio o sodio, según los casos, como cationes mayoritarios, y cloruros y sulfatos o bicarbonatos, según los casos, como aniones mayoritarios.

Las comunidades presentan una riqueza algo superior que los humedales esteparios mesosalinos debido a que no son sistemas tan forzados. Entre los macrófitos acuáticos, que presentan una cobertura amplia destacan *Chara aspera*, *Chara canescens* y *Potamogeton pectinatus*. Entre los elementos faunísticos del macrobentos destacan el odonato *Sympetrum fonscolombi*, los coleópteros *Laccophilus minutus*, *Coelambus impressopunctatus* e *Hyphydrus aubei*, los heterópteros *Corixa affinis*, *Cymatia rogenhoferi* y *Notonecta viridis* y los ostrácodos *Heterocypris incongruens* y *Cypridopsis hartwigi*. Son lagunas con capacidad para la presencia de aves acuáticas.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en la existencia de un régimen hídrico temporal altamente fluctuante y condiciones de alta mineralización.

En este tipo funcional se engloban las lagunas de Musco, Navaridas y Lacorzana. La laguna de Elciego, actualmente desecada, se englobaría probablemente en este grupo.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.4.



B.4.- Diapíricas subsalinas.

Cubetas algo profundas formadas por procesos kársticos (dolina, torca) en zonas diapíricas. Sus aguas son permanentes, con una transparencia escasa o moderada, mineralizadas de carácter subsalino y composición sulfatado-bicarbonatado-cálcico-magnésicas, con influencia de aguas subterráneas.

La diversidad de hábitats es baja. Las comunidades de macrófitos acuáticos son nulas o muy escasas. El macrobentos presenta una riqueza moderada con elementos comunes; entre ellos son característicos de este tipo funcional los coleópteros *Bidessus minutissimus*, *Stictotarsus duodecimpustulatus* y *Laccophilus hyalinus* y el efemeróptero *Ephemera danica*.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en la existencia de un régimen hídrico permanente en una dinámica lagunar.

En este tipo funcional se engloban las lagunas de Arbieta y de Orduña.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.5.

B.5.- Diapíricas dulces.

Se trata de cubetas algo profundas, de contorno regular, formadas por disolución de evaporitas en zonas diapíricas. Sus aguas son permanentes, con transparencia media o alta, dulces y composición principalmente bicarbonatado-sulfatado-cálcicas.

Presentan una gran diversidad de hábitats que sustentan comunidades muy desarrolladas. Los macrófitos acuáticos presentan una gran cobertura; son elementos característicos *Chara hispida*, y, sobre todo, especies flotantes como *Nymphaea alba*,



Polygonum amphibium y *Potamogeton natans*. El macrobentos presenta una gran riqueza específica; son elementos comunes hirudíneos como *Glossiphonia*, *Helobdella*, *Erpobdella*, heterópteros como *Plea minutissima* y ostrácodos como *Cypria lacustris*; entre los elementos raros destacan el heteróptero *Ranatra linearis* y los coleópteros *Anacaena bipustulata*, *Yola bicarinata* e *Ilybius fenestratus*.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en el mantenimiento del régimen hídrico permanente con el mantenimiento de una cobertura de macrófitos como productores primarios en una dinámica lagunar.

En este tipo funcional se engloban las lagunas de Virgala y Morreal. La inclusión del resto de humedales de los diapiros de Maestu y Murgia (Altube) debe ser realizada con estudios complementarios.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.6.

B.6.- Turberas.

Humedales muy característicos originados por procesos lentos de transformación de materia orgánica en lugares permanentemente saturados de agua.

Se trata de turberas de pequeño tamaño, dentro del contexto mundial, que forman encharcamientos someros difusos, en general asociados a pequeños arroyuelos. Sus aguas son muy poco mineralizadas y de carácter ácido.

Las comunidades de macrófitos acuáticos es nula o muy escasa. El macrobentos presenta algunos elementos que si no son raros en un contexto general, sí lo son en los resultados obtenidos en los humedales vascos, como los coleópteros *Haliphus obliquus*,



Agabus bipustulatus, *Helochares punctatus*, el heteróptero *Hesperocorixa* sp. o el ostrácodo *Potamocypris villosa*.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en el mantenimiento de las condiciones de transformación lenta de materia orgánica en un ambiente saturado.

En este tipo funcional se engloban, obviamente, todas las turberas inventariadas.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.7.

B.7.- De modelado cárstico calizo.

Cubetas, salvo alguna excepción, de pequeño tamaño, someras, formadas por procesos cársticos calizos. Presentan un régimen hídrico variado, desde temporales a permanentes. Sus aguas son poco mineralizadas y de composición fundamentalmente bicarbonatado-cálcicas.

Presentan una escasa o nula diversidad de hábitats. Los macrófitos acuáticos no se encuentran presentes, y las comunidades de macrobentos son bastante simples, con predominio de predadores.

Son sistemas que al ser de escasas dimensiones y ser sometidas durante su ciclo de inundación, en general, a un intenso uso ganadero, se pueden considerar alterados en sus procesos ecológicos.

En este tipo funcional se engloban las charcas de La Navazua, Marikutz, Larraskanda (Otaerre), La Ascensión, Aramburu y la laguna de Santa Barbara.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.8.



B.8.- De llanura submediterránea.

Humedales formados, en general, por encharcamientos sin cubeta definida, salvo algunas excavadas artificialmente. Presentan un régimen hídrico temporal excepto las zonas excavadas que alcanzan el freático, que son permanentes. La influencia del freático fluvial es importante. Sus aguas son subsalinas de composición mayoritariamente bicarbonatado-cálcica.

Presentan una diversidad de hábitats media. Los macrófitos acuáticos sumergidos no abundan, caracterizándose por la presencia de *Nitella opaca*; los helófitos son muy abundantes. El macrobentos presenta una riqueza media con taxones comunes; en el contexto del País Vasco son exclusivos de este tipo funcional los coleópteros *Colymbetes fuscus* e *Hydrochus* y los dípteros de la familia Dixidae.

Sus procesos ecológicos se fundamentan en el mantenimiento del nivel freático próximo a la superficie.

En este tipo funcional se engloban los encharcamientos de Salburua y Arkaute.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.9.

B.9.- De montaña submediterránea.

Humedales de tipo somero en depresiones amplias situadas a media ladera en zonas montañosas sujetas a un clima de transición atlántico-mediterráneo que recogen agua de escorrentía superficial de pequeños arroyos y presumiblemente de aguas subterráneas de flujo local. Presentan un régimen hídrico semipermanente o temporal. Sus aguas son transparentes, dulces de composición mayoritariamente bicarbonatado-magnésico-cálcica.



Presentan una gran diversidad de hábitats. Las comunidades de macrófitos acuáticos sumergidos (*Chara vulgaris*, *Chara hispida*) presentan una cobertura amplia; los helófitos también se encuentran ampliamente extendidos. El macrobentos es muy diverso; destacan elementos como los coleópteros *Haliplus variegatus* y *Noterus clavicornis*, el heteróptero *Hesperocorixa moesta*, los moluscos *Lymnaea palustris* y *Sphaerium corneum* y, sobre todo el hirudíneo *Hirudo medicinalis*.

Sus procesos ecológicos claves se fundamentan en la existencia de una gran cobertura de macrófitos como productores primarios.

En este tipo funcional se engloba solamente la laguna de Bikuña.

Una representación esquemática de este tipo funcional se muestra en la figura 5.6.10.

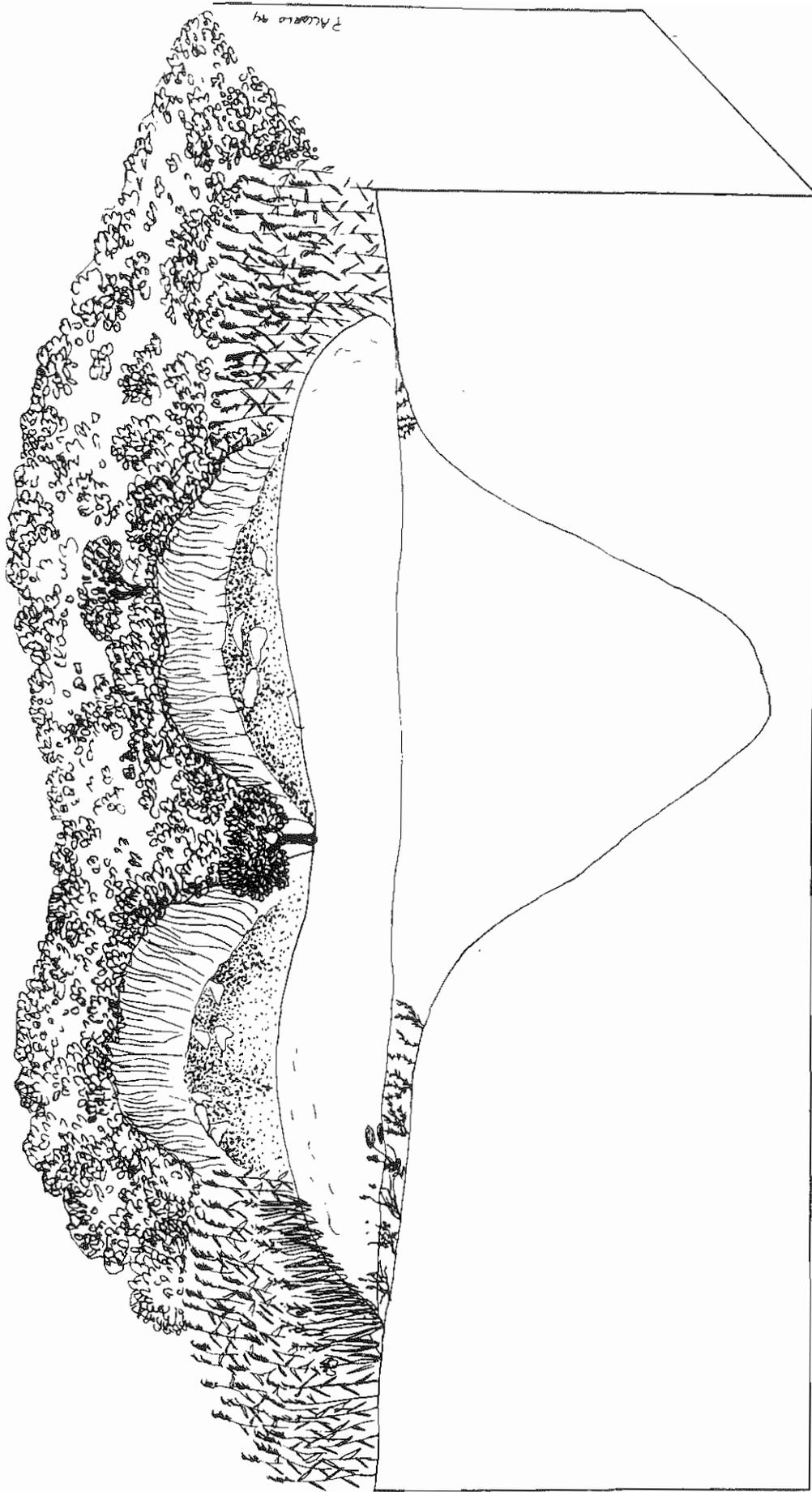


Fig. 5.6.1.- Representación gráfica del tipo funcional de lagos naturales del País Vasco.

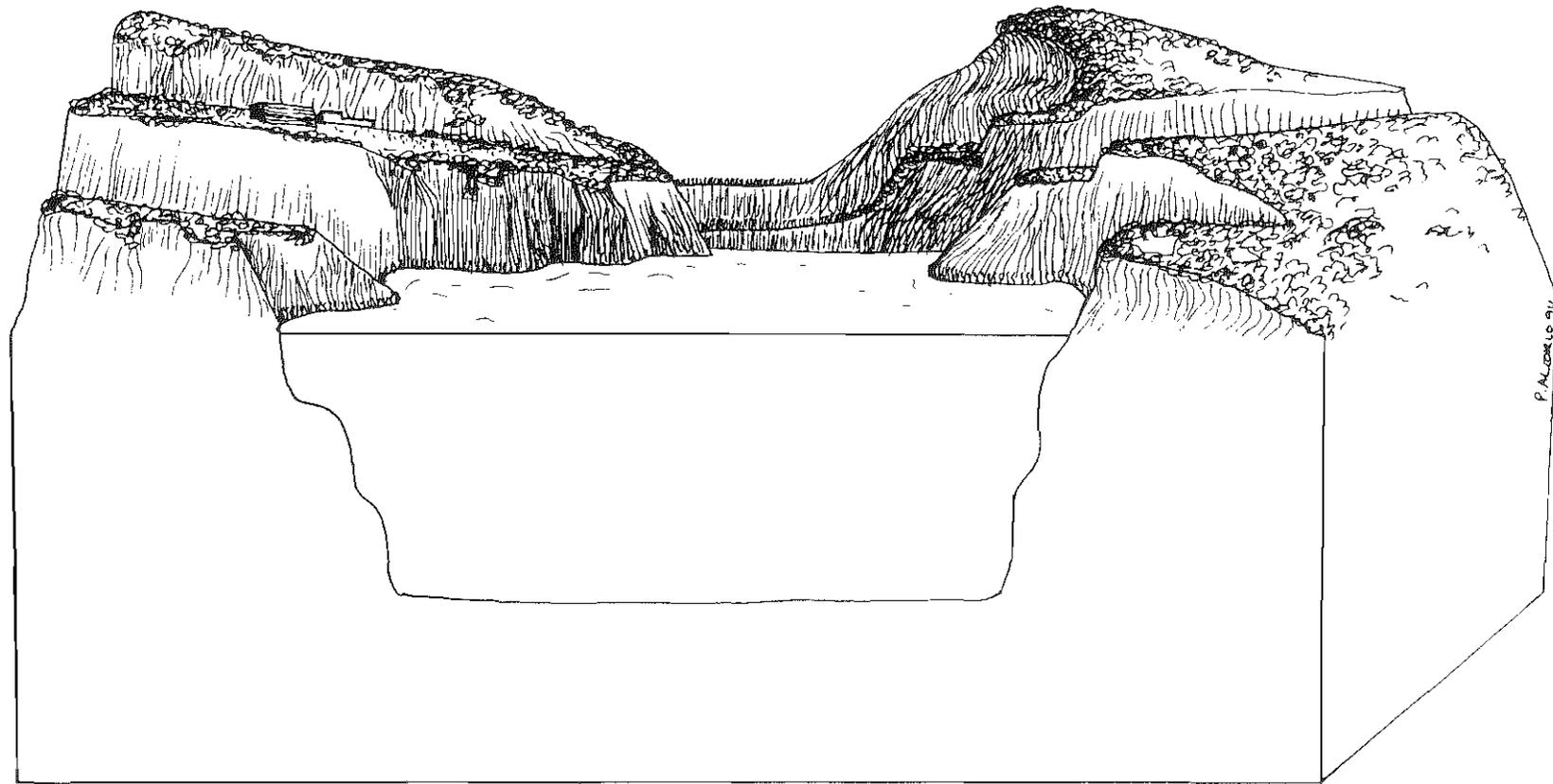


Fig. 5.6.2.- Representación gráfica del tipo funcional de lagos artificiales del País Vasco.

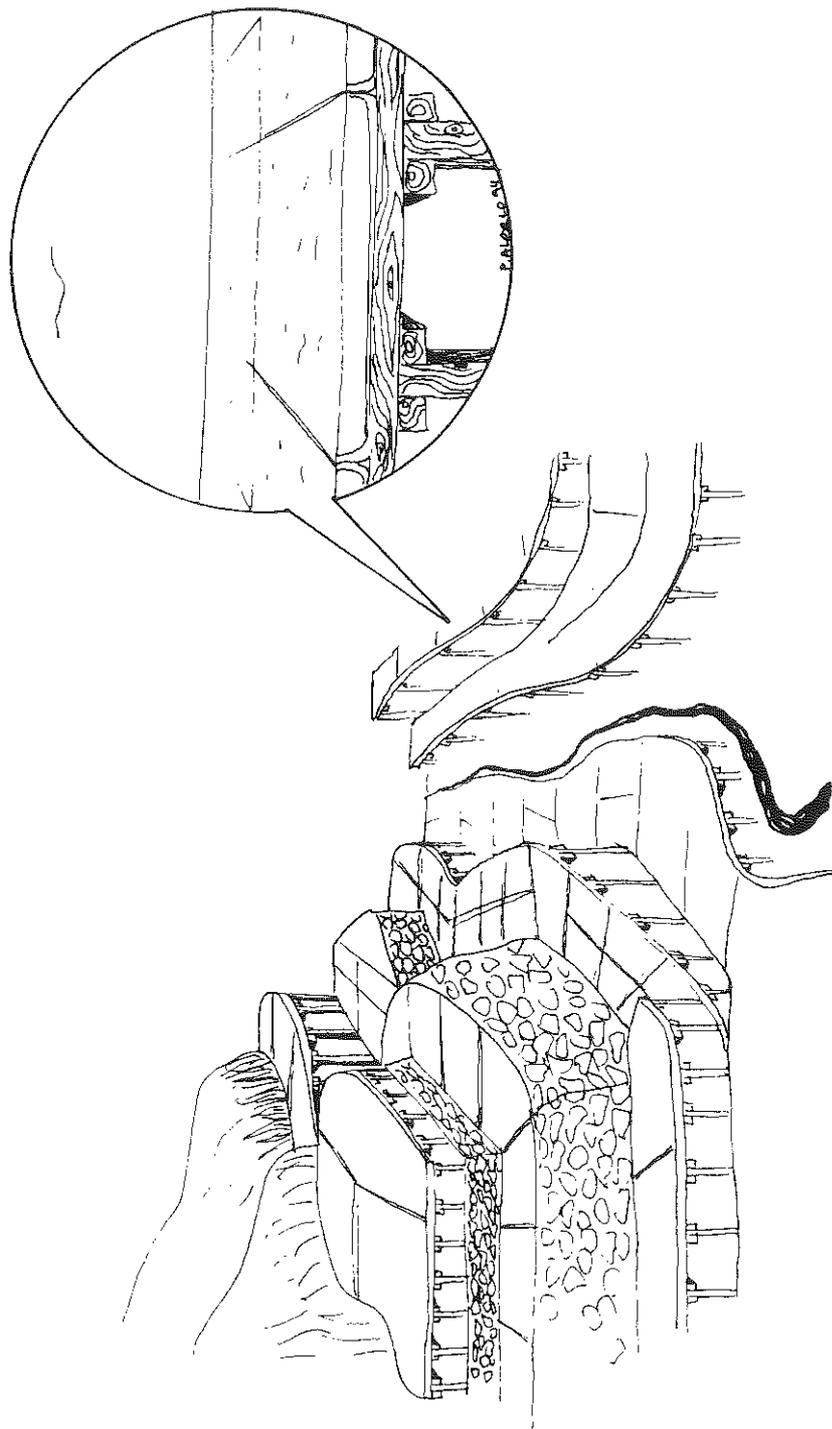


Fig. 5.6.3.- Representación gráfica del tipo funcional de salinas artificiales del País Vasco.

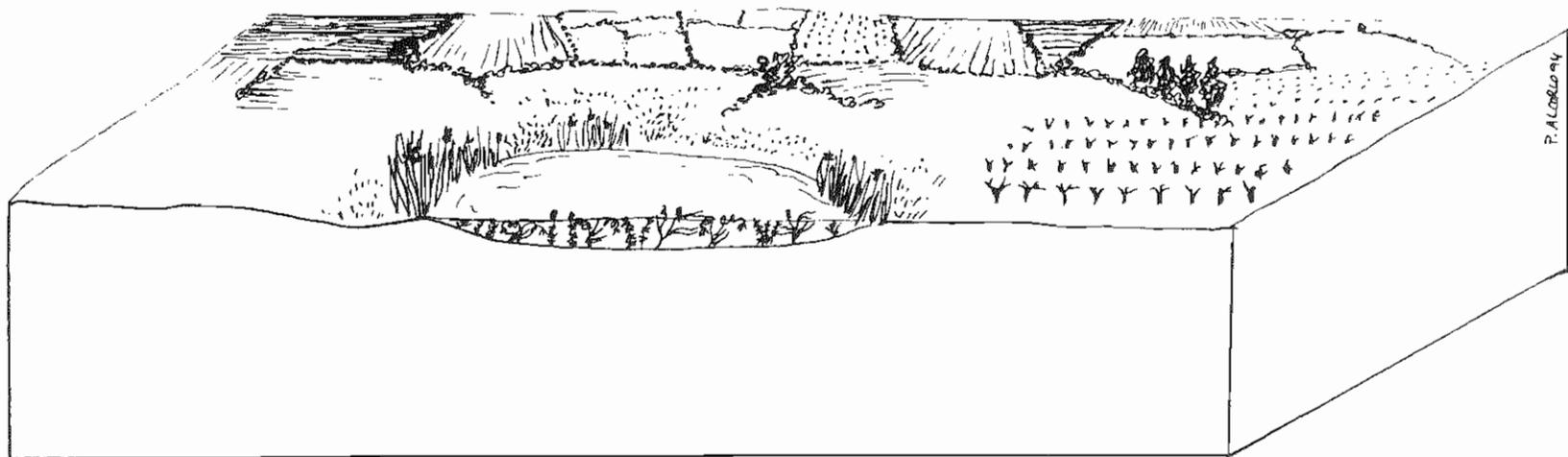


Fig. 5.6.4.- Representación gráfica de los tipos funcionales de lagunas esteparias del País Vasco.

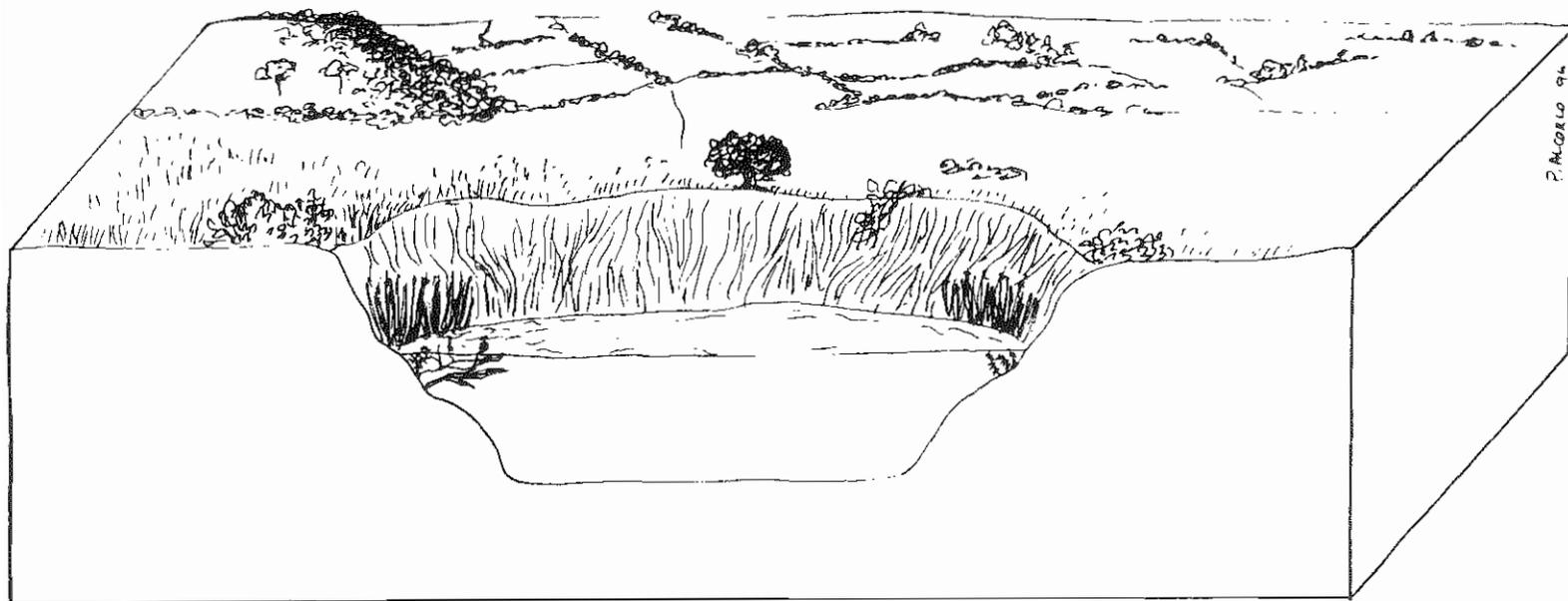


Fig. 5.6.5.- Representación gráfica del tipo funcional de formaciones palustres diapíricas subsalinas del País Vasco.

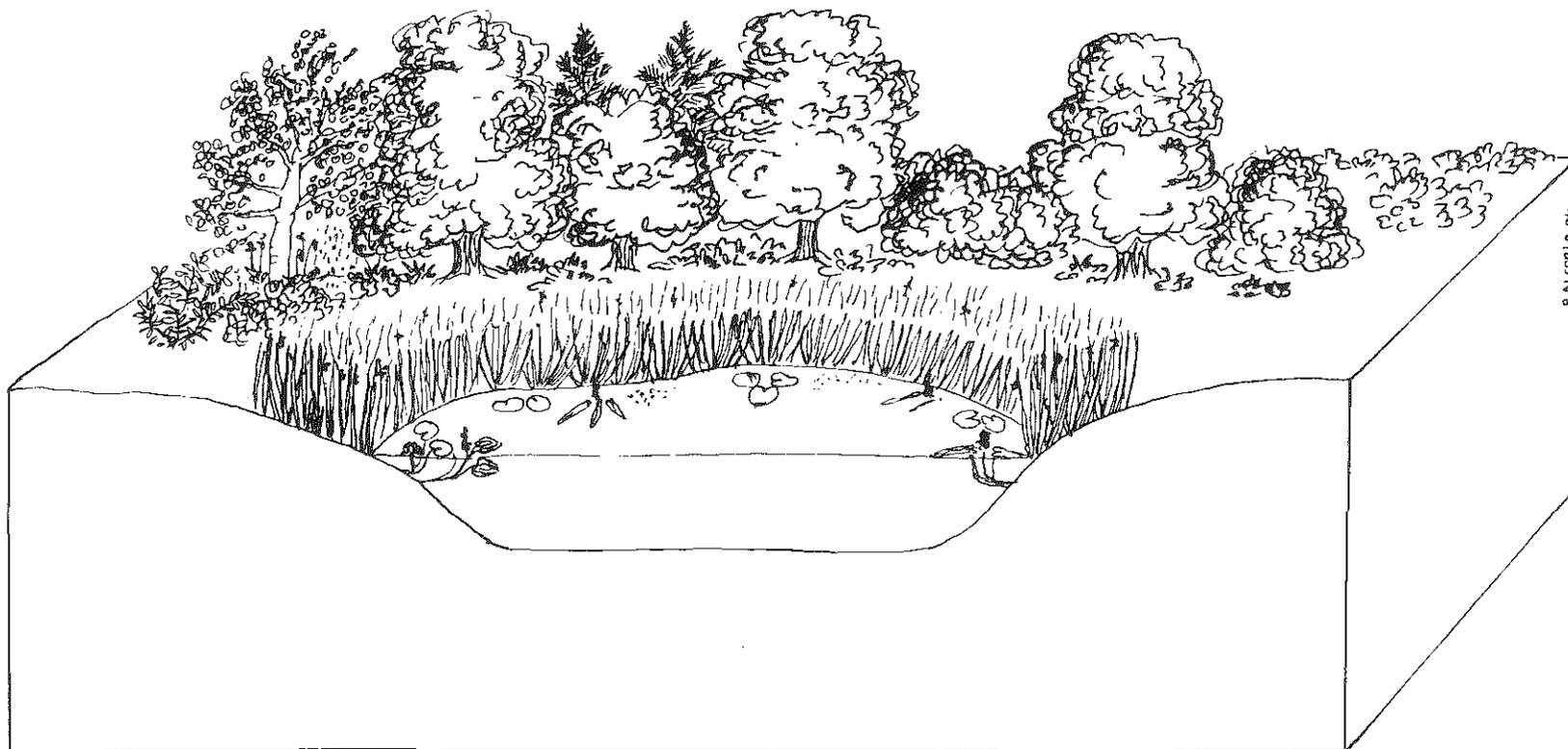


Fig. 5.6.6.- Representación gráfica del tipo funcional de formaciones palustres diapíricas dulces del País Vasco.

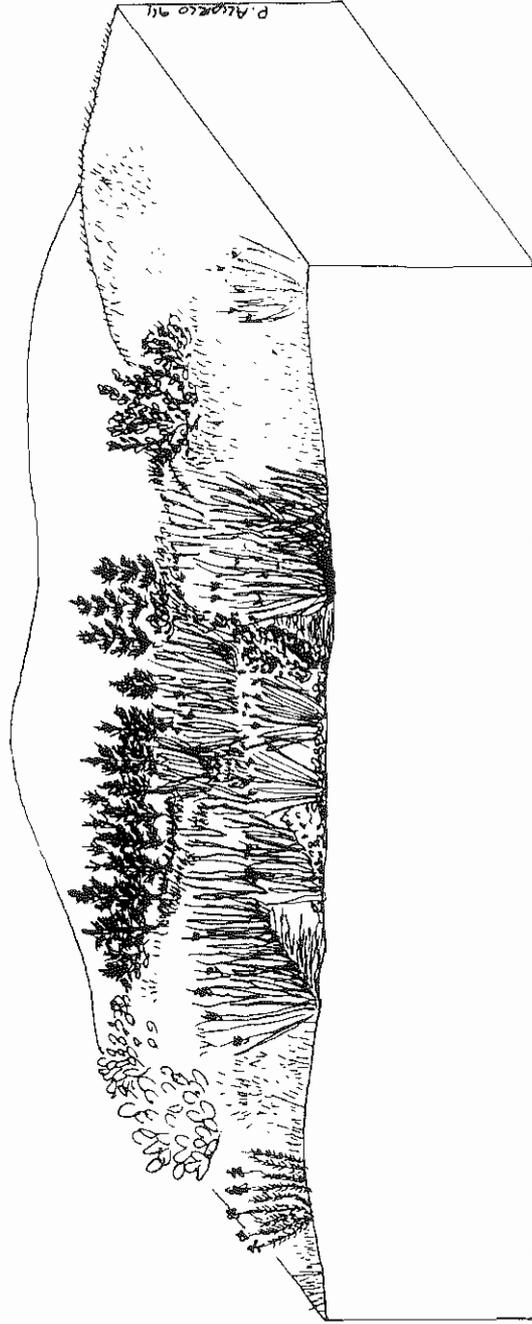


Fig. 5.6.7.- Representación gráfica del tipo funcional de turberas del País Vasco.

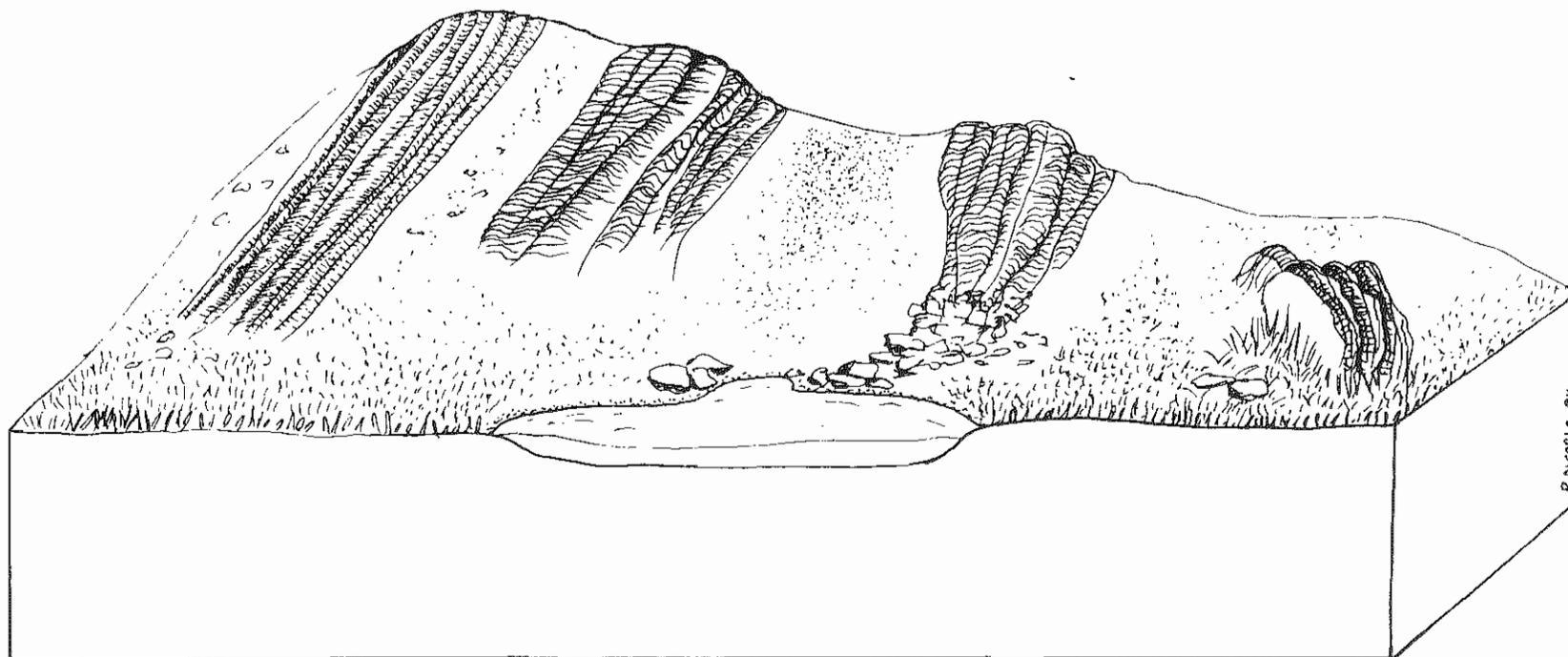


Fig. 5.6.8.- Representación gráfica del tipo funcional de formaciones palustres de modelado kárstico calizo del País Vasco.

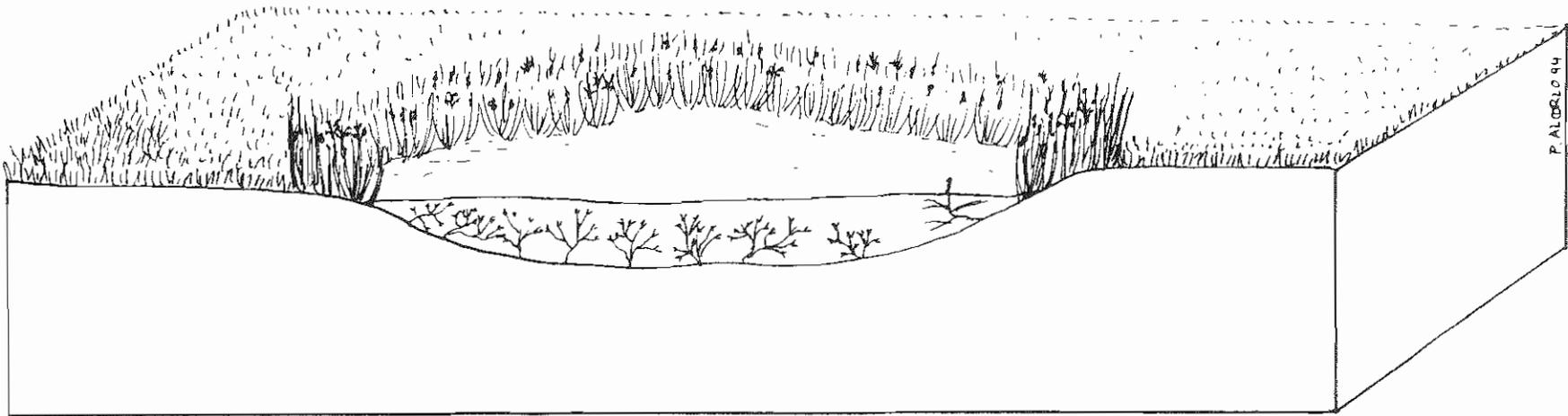


Fig. 5.6.9.- Representación gráfica del tipo funcional de formaciones palustres de llanura submediterránea del País Vasco.

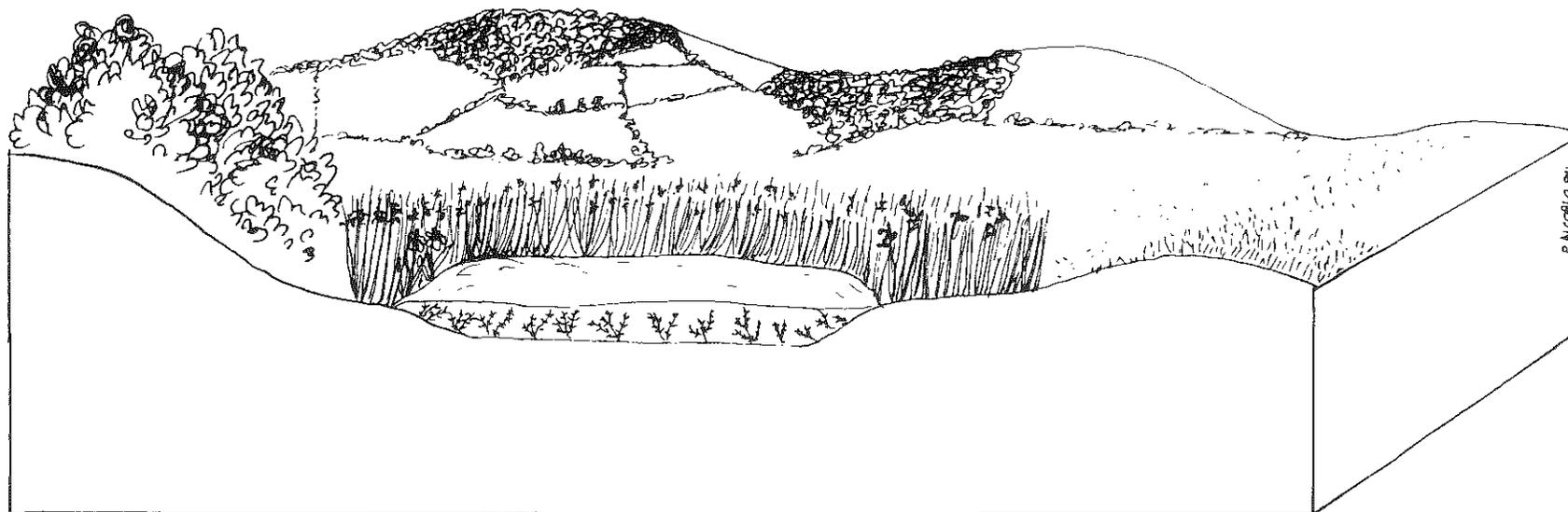


Fig. 5.6.10.- Representación gráfica del tipo funcional de formaciones palustres de montaña submediterránea del País Vasco.



6.- VALORACIÓN AMBIENTAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.



6.1.- INTRODUCCIÓN.

En cualquier estudio para designar los sitios importantes de cara a su conservación, un paso preliminar y esencial es definir los criterios por los cuales deben ser reconocidos esos sitios.

En el caso de los humedales, el criterio más importante, y en ocasiones exclusivo, hasta el momento ha sido el valor ornitológico de los mismos, y así se vió reflejado, en un principio, en convenios internacionales para su protección como el de Ramsar.

Afortunadamente, esta filosofía va evolucionando, incluyéndose otros valores, muchos de ellos se nos antojan más importantes, para la valoración de humedales.

Esa evolución, de no haberse producido ya en un contexto general, hubiera sido necesaria, de hecho, para los humedales del País Vasco, los cuales, debido a su pequeño tamaño, escaparían, en general, a una valoración justa según criterios, que vamos a denominar primitivos, de carácter meramente ornitológico.

Los lagos y humedales del País Vasco encierran, ya a priori, un gran valor como conjunto, debido, como se ha visto en el capítulo anterior, a la gran diversidad de tipos funcionales que presenta, consecuencia de la gran variabilidad ambiental que presenta su territorio. Este hecho hace ya necesaria su conservación en términos generales, al margen de que ya internacionalmente los humedales son sistemas catalogados como "a proteger", dado que esa gran riqueza tipológica está representada por uno o muy pocos humedales en cada uno de los tipos. Es la variabilidad y diversidad un valor que, si ya es tenido en cuenta en aspectos culturales, sociales, etc. dentro de un territorio, no lo debería ser menos en nuestro caso.



Tenidas en cuenta estas consideraciones realizaremos una valoración entre ellos según los criterios que expondremos a continuación. Hacemos notar que, al igual que en el apartado de clasificación ecológica, analizaremos exclusivamente los humedales naturales que nos ha sido posible valorar y los artificiales singulares definidos en el capítulo 4.



6.2.- CRITERIOS DE VALORACIÓN.

La valoración realizada se ha hecho utilizando cinco categorías (0,1,2,3,4), siendo la categoría 0 aquella que representa una menor valoración y 4 la que representa una valoración máxima. En términos generales se pueden denominar, en base a su valor, cada uno de los niveles de la siguiente forma:

- 0: valor nulo o escaso.
- 1: valor bajo.
- 2: valor medio.
- 3: valor alto.
- 4: valor muy alto.

Los parámetros analizados son de carácter tanto ambiental como antropológico, de forma que se recojan no sólo los valores naturales de los humedales, sino aquellos de tipo social. Los parámetros para los que ha sido valorado cada humedal son:

- * Singularidad genética.
- * Singularidad química.
- * Funciones biológicas.
 - Complejidad del hábitat.
 - Taxocenosis.
 - . Invertebrados.
 - . Aves.
 - . Vegetación acuática.
- * Singularidad del ecosistema.



* Valores sociales.

- Fuente de minerales.
- Valores recreativos.
- Valores paisajísticos.
- Valores culturales-históricos.
- Valores pedagógicos.
- Valores científicos.



6.3.- VALORES Y VALORACIÓN DE LOS HUMEDALES.

Singularidad genética.

Se valora cada humedal según el proceso genético por el que fue formado, analizando su singularidad o representatividad en el contexto peninsular y/o europeo. De esta forma, por ejemplo, procesos genéticos asociados a diapiros de tectónica gravitativa, bien sean torcas, dolinas o cubetas de disolución, y que son muy raros, adquieren una importancia grande frente a génesis asociadas a procesos kársticos calizos, muy comunes tanto a nivel peninsular como europeo.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Laguna de Arbieto, laguna de Orduña, charcas de Altube, lago de Arreo, laguna de Virgala, salinas de Añana.

3. Alta: Laguna de Lacorzana, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

2. Media: Turbera de Usabelartza, turbera de Saldropo, charca de La Navazua, laguna de Bikuña.

1. Baja: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Barbara, charca de La Ascensión, encharcamientos de Salburua, charca de Aramburu.

0. Nula o escasa: Lagos de La Arboleda.

Singularidad química:



Se valora la singularidad química bajo dos aspectos, el de su concentración y el de su composición iónica. Se analizan estos dos aspectos en un contexto regional en el que dominan las aguas alcalinas derivadas de una geología de dominio calizo.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, salinas de Añana.

3. Alta: Laguna de Arbieto, laguna de Orduña, laguna de Bikuña, lago de Arreo, laguna de Lacorzana, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

2. Media: Turbera de Usabelartza, turbera de Saldropo, charcas de Altube, laguna de Virgala, lagos de La Arboleda.

1. Baja: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, charca de La Ascensión, charca de La Navazua, encharcamientos de Salburua,, charca de Aramburu.

0. Nula o escasa: ---.

Funciones biológicas:

Bajo este epígrafe se valoran distintos parámetros relacionados con la capacidad biogénica y la comunidades de organismos presentes en los humedales:

Complejidad de hábitats:

Parámetro que pretende mostrar la capacidad de los humedales para el asentamiento de comunidades de organismos, además de constituir, por otra parte, un valor por sí mismo.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:



4. Muy alta: Charcas de Altube, lago de Arreo, laguna de Virgala.

3. Alta: Laguna de Bikuña.

2. Media: Turbera de Usabelartza, laguna de Arbieta, turbera de Saldropo, encharcamiento de Salburua, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

1. Baja: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Barbara, charca de La Ascensión, laguna de Orduña, charca de La Navazua, charca de Aramburu, lagos de La Arboleda, salinas de Añana.

0. Nula o escasa: ---.

Comunidades de invertebrados:

Se analizan las comunidades de invertebrados, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. De esta forma se valora, por una parte, la riqueza taxonómica bajo el siguiente criterio (0: 0-5 taxones, 1: 6-10, 2: 11-20, 3: 21-30, 4: >30). Por otra parte se valora la rareza y singularidad de los distintos taxones a diferentes escalas (regional, peninsular y europea), y de esta forma, el valor obtenido según el criterio cuantitativo se ve, si acaso, aumentado.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es (se señalan con un asterisco los humedales cuya valoración se ha aumentado por criterios cualitativos):

4. Muy alta: Lago de Arreo.

3. Alta: Charcas de Altube, laguna de Bikuña, laguna de Carralagroño*, laguna de Carravalseca*, laguna de Musco, salinas de Añana*.

2. Media: Charca de Marikutz, laguna de Arbieta, turbera de Saldropo, laguna de Orduña, encharcamiento de Salburua, laguna de Lacorzana.



1. Baja: Charca de Larraskanda, laguna de Santa Barbara, turbera de Usabelartza, laguna de Navaridas, lagos de La Arboleda.

0. Nula o escasa: Charca de La Ascensión, charca de Aramburu.

Comunidades de aves:

Las aves acuáticas son, sin duda, el parámetro que más se ha utilizado hasta el momento para valorar humedales. A pesar de que algunos de nuestros humedales tienen capacidad de albergar, y de hecho albergan, aves acuáticas, sería difícil su inclusión en convenios como el de Ramsar mediante la utilización estricta de criterios como "albergar habitualmente 20000 aves acuáticas o el 1% de los individuos de una población de una especie", debido básicamente al pequeño tamaño de nuestros humedales. Por este motivo se han valorado los humedales, por un lado, mediante un criterio cuantitativo en función de la riqueza de especies (0: sin aves, 1: 1-10 especies, 2: 11-20, 3: >30) y, por otro, por un criterio cualitativo; a este respecto el valor 4 se ha aplicado al/a los humedal/es que más aves presentan en el entorno del País Vasco o cuando se considera que el humedal es importante para determinadas especies, valoradas de forma cualitativa por rareza, disponer de área de cría en él, etc.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Lago de Arreo, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca.

3. Alta: Laguna de Lacorzana, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

2. Media: Encharcamiento de Salburua.

1. Baja: Charcas de Altube, laguna de Bikuña, laguna de Virgala.

0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Barbara, turbera de Usabelartza, laguna de Arbieto, turbera de Saldropo, charca de La



Ascensión, laguna de Orduña, charca de La Navazua, charca de Aramburu, lagos de La Arboleda, salinas de Añana.

Comunidades de macrófitos:

Para la valoración de la vegetación acuática se ha utilizado básicamente la metodología empleada por Cirujano *et al.* (1992) para los humedales españoles. De esta forma se ha calculado el "índice de valoración de zonas húmedas (Ih)" con los datos de hidrófitos y helófitos que aparecen en las fichas de los distintos humedales situadas en la sección de apéndices. De esta forma se engloban en un valor tanto criterios de abundancia como de rareza. Los rangos del índice Ih utilizados en cada uno de los valores son: 0: $Ih < 2$, 1: $2 \leq Ih < 3.5$, 2: $3.5 \leq Ih < 4.5$, 3: $4.5 \leq Ih < 5.5$, 4: $Ih \geq 5.5$; es de notar que el límite inferior del valor 4, esto es $Ih = 5.5$, implica una catalogación del humedal, según Cirujano *et al.* (1992), como de importancia nacional.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Charcas de Altube, lago de Arreo, laguna de Carralagroño.

3. Alta: Turbera de Saldropo, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

2. Media: Encharcamiento de Salburua, laguna de Bikuña, laguna de Lacorzana, laguna de Virgala.

1. Baja: Laguna de Arbieto, laguna de Orduña.

0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, turbera de Usabelartza, charca de La Ascensión, charca de La Navazua, charca de Aramburu, lagos de La Arboleda, salinas de Añana.

Esta valoración se ha corroborado por un criterio de disimilitud (Vane-Wright *et al.*, 1991; Williams *et al.*, 1991) analizando la divergencia taxonómica existente entre biotas



mediante el índice "Spanning-subtree length". De esta forma las áreas que posean especies con una distancia filogenética mayor será más valorada que otras que posean especies próximas entre si.

Con esta metodología se muestra que el Lago de Arreo presenta el 61,39% de la diversidad sistemática de hidrófitos y helófitos del País Vasco. Las charcas de Altube incrementan esa diversidad un 9,9% y el conjunto de lagunas esteparias de Laguardia (Carralagroño, Carravalseca y Musco), tomado como complejo único, casi el 9%; y la turbera de Saldropo casi el 6%. De esta forma, entre los cuatro complejos se tiene casi el 90% de la diversidad sistemática total. El resumen de este ensayo de diversidad sistemática, donde se han incluido humedales artificiales y que muestra que entre 11 humedales se tiene el 100% de diversidad sistemática es el siguiente:

	Incremento de diversidad sistemática (%)	Acumulada (%)
Lago de Arreo	61.39	61.39
Charcas de Altube	9.90	71.29
Complejo Carralagroño-Carravalseca-Musco	8.91	80.20
Turbera de Saldropo	5.94	86.14
Cola embalse Ullibarri	4.95	91.09
Laguna de Lacorzana	1.98	93.07
Balsa de riego Añua	1.98	95.05
Encharcamiento de Salburua	1.98	97.03
Balsa de riego Laguardia	0.99	98.02
Laguna de Virgala	0.99	99.01
Turbera de Usabelartza	0.99	100



Singularidad del ecosistema:

Se valora el tipo funcional al que pertenece el humedal por los parámetros ambientales y procesos ecológicos que lo definen, teniendo en cuenta criterios de representatividad a distintas escalas territoriales, principalmente peninsular y/o europea.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Lago de Arreo, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, salinas de Añana.

3. Alta: Laguna de Arbieto, laguna de Orduña, charcas de Altube, laguna de Lacorzana, laguna de Virgala, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

2. Media: Turbera de Usabelartza, turbera de Saldropo, laguna de Bikuña.

1. Baja: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, charca de La Ascensión, charca de La Navazua, encharcamiento de Salburua, charca de Aramburu, lagos de La Arboleda.

0. Nula o escasa: ---.

Valores sociales:

Bajo este epígrafe se valoran distintos parámetros relacionados con la utilidad de los humedales desde el punto de vista social:

Fuente de minerales:

Se valora la utilidad de los humedales como fuente de recursos minerales mediante explotaciones integradas de una forma natural con los procesos ecológicos existentes en ellos.



La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Salinas de Añana.

3. Alta: ---.

2. Media: ---.

1. Baja: ---.

0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, turbera de Usabelartza, laguna de Arbieto, turbera de Saldropo, charca de La Ascensión, laguna de Orduña, charca de La Navazua, charcas de Altube, encharcamiento de Salburua, laguna de Bikuña, charca de Aramburu, lago de Arreo, laguna de Lacorzana, laguna de Virgala, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, laguna de Navaridas, lagos de La Arboleda.

Valores recreativos:

Se valora el uso recreativo, principalmente de esparcimiento y ecoturismo, y secundariamente de pesca y caza, que se está dando en los humedales en la hipótesis de que se estén realizando o deben realizarse de un modo integrado con el medio.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Lago de Arreo, lagos de La Arboleda, salinas de Añana.

3. Alta: Encharcamiento de Salburua, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco.

2. Media: Laguna de Santa Bárbara, turbera de Saldropo, laguna de Virgala.

1. Baja: Laguna de Arbieto, charcas de Altube, laguna de Lacorzana, laguna de Navaridas.



0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, turbera de Usabelartza, charca de La Ascensión, laguna de Orduña, charca de La Navazua, laguna de Bikuña, charca de Aramburu.

Paisaje:

Se valoran aspectos paisajísticos del humedal y su entorno, basándose en criterios estéticos y de alteración del medio por factores ajenos a usos tradicionales realizados de una forma equilibrada.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Charca de La Navazua, lago de Arreo, salinas de Añana.

3. Alta: Turbera de Usabelartza, charcas de Altube, laguna de Bikuña, charca de Aramburu, laguna de Carraloproño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, laguna de Navaridas.

2. Media: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Arbieta, turbera de Saldropo, charca de La Ascensión, laguna de Virgala.

1. Baja: Laguna de Santa Bárbara, laguna de Lacorzana, lagos de La Arboleda.

0. Nula o escasa: Laguna de Orduña, encharcamiento de Salburua.

Valores culturales e históricos:

Se valoran aspectos culturales e históricos relacionados con el humedal y el entorno próximo a él.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:



4. Muy alta: Salinas de Añana.

3. Alta: Lago de Arreo.

2. Media: Laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, lagos de La Arboleda.

1. Baja: Charca de La Ascensión.

0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, turbera de Usabelartza, laguna de Arbieta, turbera de Saldropo, laguna de Orduña, charca de La Navazua, charcas de Altube, encharcamiento de Salburua, laguna de Bikuña, charca de Aramburu, laguna de Lacorzana, laguna de Virgala, laguna de Navaridas.

Valores pedagógicos:

Se valora la utilización de los distintos humedales para el desarrollo de actividades educativas, teniendo en cuenta, sobre todo, la utilización actual en ese sentido.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Lago de Arreo, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, salinas de Añana.

3. Alta: ---.

2. Media: Lagos de La Arboleda.

1. Baja: Turbera de Saldropo, laguna de Virgala.

0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, turbera de Usabelartza, laguna de Arbieta, charca de La Ascensión, laguna de Orduña, charca de La Navazua, charcas de Altube, encharcamiento de Salburua, laguna de Bikuña, charca de Aramburu, laguna de Lacorzana, laguna de Navaridas.



Valores científicos:

Se valora el interés de los distintos humedales para el desarrollo de programas de investigación científica de las comunidades de organismos y de los procesos ecológicos que tienen lugar en ellos.

La valoración resultante para cada uno de los humedales es:

4. Muy alta: Lago de Arreo, laguna de Carralagroño, laguna de Carravalseca, laguna de Musco, salinas de Añana.

3. Alta: Charcas de Altube, laguna de Virgala.

2. Media: Turbera de Usabelartza, turbera de Saldropo, laguna de Bikuña, laguna de Lacorzana, laguna de Navaridas.

1. Baja: Laguna de Arbieto, lagos de La Arboleda.

0. Nula o escasa: Charca de Marikutz, charca de Larraskanda, laguna de Santa Bárbara, charca de La Ascensión, laguna de Orduña, charca de La Navazua, encharcamiento de Salburua, charca de Aramburu.

Con la valoración realizada, y que se resume en la tabla VI.1, se ha procedido a crear un "índice de valoración (Iv)" con operaciones de normalización entre los valores de los distintos humedales. Para ello se ha procedido a la suma de las valoraciones de cada parámetro y a la división por el número de parámetros valorados en cada humedal (tabla VI.2). El "índice de valoración (Iv)" se ha obtenido dividiendo el valor resultante de las operaciones anteriores por el valor máximo de éstos. De esta forma, el índice de valoración resultante oscila entre un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 1. Una representación gráfica de los valores del índice Iv que tiene cada humedal se muestra en la figura 6.1.



En resumen se observa que la máxima valoración la presentan los humedales situados en el diapiro de Añana, esto es, el lago de Arreo y las salinas de Añana, junto al complejo de lagunas esteparias de Laguardia (Carralagroño, Carravalseca y Musco). Los humedales situados en los diapiros de Murgia (Altube) y Maestu (Virgala) les siguen en valoración. Estos resultados muestran una vez más la importancia que los humedales situados en diapiros salinos tienen en el contexto del País Vasco.

Los humedales que presentan una menor valoración son los que tienen un menor tamaño. Este hecho está, sin duda, relacionado con la limitación de capacidad de diversificación de hábitats, capacidad biogénica y simplificación de los procesos ecológicos que se dan en ellos; así como el menor interés social que conllevan los humedales de tamaño muy pequeño.

Tabla VI.1.-Cuadro resumen de valoración de los humedales del País Vasco según distintos parámetros.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Charca de Marikutz	1	1	1	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Charca de Larraskanda	1	1	1	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Laguna de Santa Bárbara	1	1	1	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0
Turbera de Usabelartza	2	2	2	1	0	0	2	0	0	3	0	0	2
Laguna de Arbieta	4	3	2	2	0	1	3	0	1	2	0	0	1
Turbera de Saldropo	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	2
Charca de la Ascensión	1	1	1	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0
Laguna de Orduña	4	3	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Charca de la Navazua	2	1	1	-	0	0	1	0	0	4	0	0	0
Charcas de Altube	4	2	4	3	1	4	3	0	1	3	0	0	3
Encharcamiento de Salburua	1	1	2	2	2	2	1	0	3	0	0	0	0
Laguna de Bikuña	2	3	3	3	1	2	2	0	1	3	0	0	2
Charca de Aramburu	1	1	1	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
Lago de Arreo	4	3	4	4	4	4	4	0	4	4	3	4	4
Laguna de Lacorzana	3	3	2	2	3	2	3	0	1	1	0	0	2
Laguna de Virgala	4	2	4	3	1	2	3	0	2	2	0	1	3
Laguna de Carralogoño	3	4	2	3	4	4	4	0	3	3	2	4	4
Laguna de Carravalseca	3	4	2	3	4	3	4	0	3	3	2	4	4
Laguna de Musco	3	3	2	3	3	3	3	0	3	3	2	4	4
Laguna de Navaridas	3	3	2	1	3	3	3	0	1	3	0	0	2
Lago de la Arboleda	0	2	1	1	0	0	1	0	4	1	2	2	1
Salinas de Añana	4	4	1	3	0	0	4	4	4	4	4	4	4

A : Singularidad genética
 B : Singularidad química
 C : Complejidad de los hábitats
 D : Invertebrados
 E : Aves
 F : Macrófitos
 G : Singularidad del ecosistema

H : Fuente de minerales
 I : Valores recreativos
 J : Paisaje
 K : Valores culturales e históricos
 L : Valores pedagógicos
 M : Valores científicos

Tabla VI.2.-Valoración de los humedales del País Vasco

	A	B	Iv
Charca de Marikutz	8	0,61	0,17
Charca de Larraskanda	7	0,54	0,15
Laguna de Santa Bárbara	8	0,61	0,17
Turbera de Usabelartza	14	1,08	0,30
Laguna de Arbieta	18	1,46	0,41
Turbera de Saldropo	20	1,54	0,43
Charca de la Ascensión	7	0,54	0,15
Laguna de Orduña	13	1	0,28
Charca de la Navazua	9	0,75	0,21
Charcas de Altube	28	2,15	0,61
Encharcamiento de Salburua	14	1,08	0,30
Laguna de Bikuña	22	1,69	0,48
Charca de Aramburu	7	0,54	0,15
Lago de Arreo	46	3,54	1
Laguna de Lacorzana	22	1,69	0,48
Laguna de Virgala	27	2,08	0,59
Laguna de Carralografio	40	3,08	0,87
Laguna de Carravalseca	39	3	0,85
Laguna de Musco	36	2,77	0,78
Laguna de Navaridas	24	1,85	0,52
Lago de la Arboleda	15	1,15	0,32
Salinas de Añana	40	3,08	0,87

A :Suma de la valoración según los distintos parámetros
 B :A/nº de parámetros
 Iv :Índice de valoración

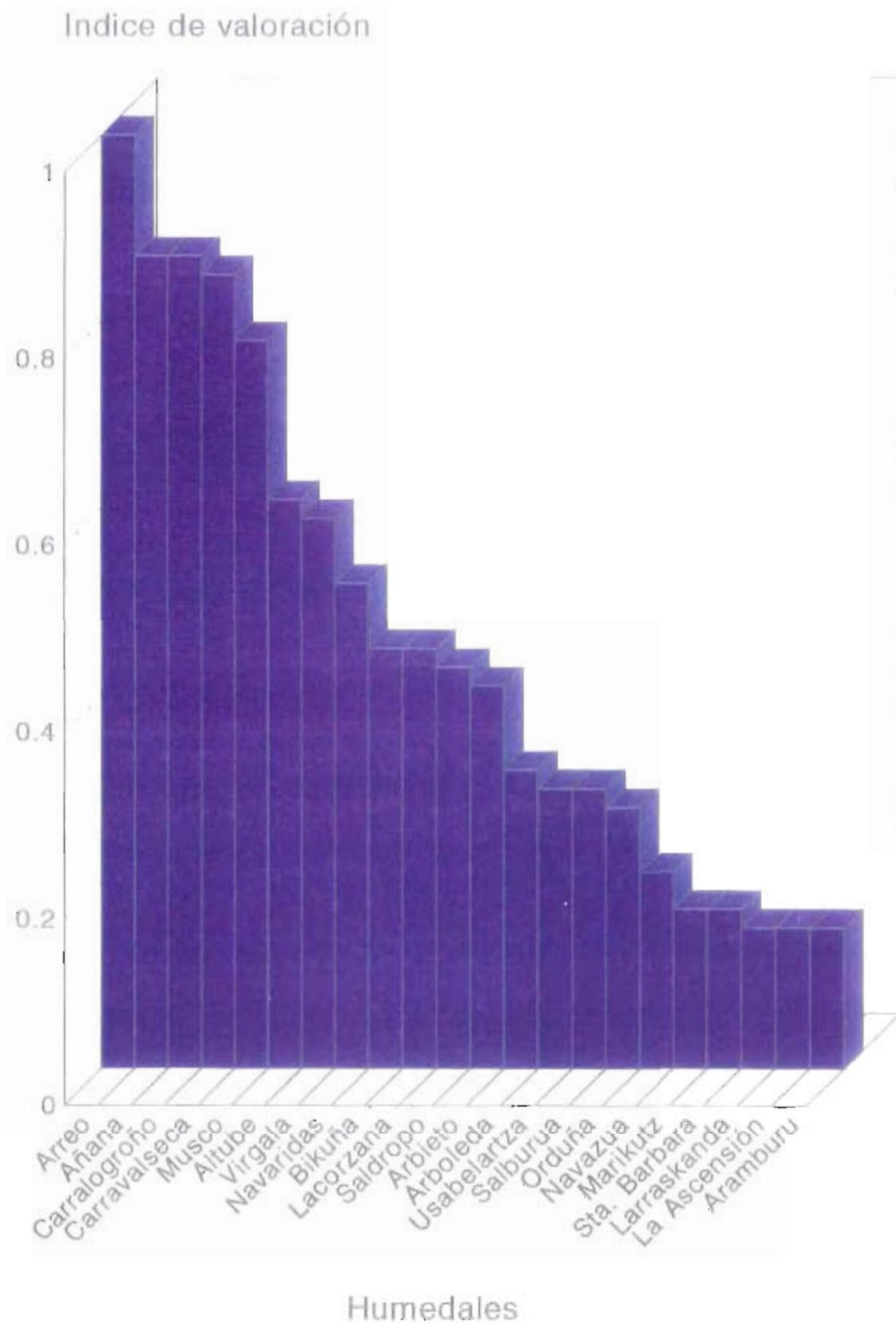


Fig. 6.1.- Representación gráfica del índice de valoración (Iv) para los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco.



7.- USOS E IMPACTOS DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.



7.- USOS E IMPACTOS EN LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.

Los humedales han sido objeto tradicionalmente de transformaciones diversas, directamente relacionadas con el uso que el hombre ha dado a los mismos o al medio en el que se encuadran.

En este sentido, en el País Vasco, las actividades que el hombre ha desarrollado o desarrolla en la actualidad han provocado transformaciones, en ocasiones, de signo muy distinto en lo referente al fomento o eliminación de las láminas de agua. Un resumen de los impactos más importantes de los lagos y humedales vascos se muestra en la tabla VII.1.

Las actividades ganaderas han propiciado una valoración de los humedales como reservorio de agua y su uso como abrevaderos. De esta forma, y con la pretensión de aumentar la capacidad de retención y almacenamiento del agua, el impacto que han sufrido muchos humedales viene dado por la excavación de sus cubetas. Los humedales vascos que han sufrido este tipo de impacto son, en general, los humedales de pequeño tamaño situados en zona de montaña tradicionalmente usadas como pasto; ejemplos de ello son las excavaciones de la charca de Marikutz, la charca de Larraskanda, la charca de La Navazua y la charca de Aramburu. Aunque situados en la llanada alavesa, los encharcamientos de Salburua también han sido excavados en algunas zonas con ese fin. Es de notar como muchos de esos humedales sufren una presión ganadera, en ocasiones excesiva, que hace que puedan considerarse sistemas alterados que acaban a lo largo de su ciclo de inundación a volverse turbios impidiendo el crecimiento de macrófitos y simplificando el resto de comunidades de organismos.



Las actividades agrícolas constituyen, sin duda, el elemento que más impactos provoca en los humedales, y de signo bien distinto a las referidas anteriormente. Estas actividades, unido a la consideración que en otras épocas tuvieron los humedales como zonas insalubres provocaron la desecación de amplias superficies de humedales.

El País Vasco no ha escapado a la desecación de estos sistemas por motivos de explotación agrícola, pudiéndose citar como caso más relevante a la laguna de Elciego, en la Rioja Alavesa; área eminentemente agrícola que ha sido drenada y desecada de forma ya irreversible, habiéndose puesto su superficie en cultivo.

El intento de desecación relacionado con actividades agrícolas ha sido llevado a cabo en otros humedales vascos. De esta forma, impactos relacionados con los procesos de desecación como el drenaje de las cubetas se ha llevado a cabo en la zona mediterránea en humedales como la laguna de Lacorzana, la laguna de Musco y la laguna de Navaridas. Estos drenajes efectuados provocan, de hecho, la desecación parcial o caso total de estas lagunas, permitiendo en ocasiones la puesta en cultivo de la superficie de la cubeta, como en el caso de las lagunas de Lacorzana y Musco.

La presión de los cultivos sobre el litoral de los humedales y lagos es prácticamente generalizado en las áreas agrícolas, llegando incluso hasta la misma lámina de agua, y eliminando o alterando la vegetación propia de estos hábitats. Este fenómeno provoca otra serie de efectos sobre los humedales, como es el aumento de la erosión hacia la cubeta, acelerando los procesos naturales de colmatación, un aumento de los niveles de productos fitosanitarios, etc.

En las áreas agrícolas, la demanda de recursos hídricos es cada vez más acusada; esto ha provocado que los humedales y lagos se hayan convertido para los agricultores en simples reservorios de agua que es destinada para riego. La extracción de agua de los



humedales provoca, en ocasiones, serias alteraciones del régimen hídrico y, por consiguiente, de los procesos ecológicos y las comunidades que allí viven.

Un caso bien estudiado en lo referente a la extracción de agua lo constituye el lago de Arreo, que es objeto todos los años, en el periodo seco, de extracción de grandes cantidades de agua. El descenso del nivel de la lámina de agua en torno a los 2 metros provoca, en primer lugar, una alteración de la base del talud situado en el lado norte del lago, originando su desplome, y la colmatación, acelerada de este modo, de la cubeta.

Un segundo efecto evidente del descenso del nivel de la lámina de agua en el lago de Arreo es que se está provocando un proceso de "daimielización" en lo referente a las comunidades de helófitos del lago. La importante superficie de masegar (*Cladium mariscus*) presente en el lago está viéndose reducida e invadida por el carrizo (*Phragmites australis*). Este fenómeno es debido a los distintos requerimientos en las condiciones de inundación que presentan cada una de las especies; así, la masiega, que requiere condiciones de inundación casi permanentes, se ve afectada por la disminución del nivel de las aguas, favoreciendo al carrizo, mucho menos exigente en este aspecto. Es este un proceso que, como caso más llamativo, tuvo lugar en las Tablas de Daimiel, y que está afectando a muchos humedales peninsulares, provocando que los masegares comiencen a ser raros en los humedales interiores.

Las actividades recreativas también son, si se realizan inadecuadamente, generadoras de impactos. Tomando a los propios humedales como objeto de recreo, la excesiva presión recreativa puede, en sí misma, ser un factor que altere alguno de los elementos de los humedales y lagos, como pudieran ser algunas comunidades de organismos. No obstante, hay otra serie de impactos derivados, como la generación de residuos, la introducción de especies foráneas en el sistema, etc., que son prácticamente comunes a todos los humedales objeto de recreo; la laguna de Santa Bárbara y los lagos de La Arboleda podrían considerarse como los máximos representantes de este hecho en el País Vasco.



No siendo los humedales objeto directo de recreo, a veces la creación de infraestructuras recreativas en el entorno provoca la modificación, cuando no la desaparición de humedales; este es el caso de alguno de los humedales que se encuentran en el complejo del diapiro de Murgia, en Altube, amenazados, e incluso alguno rellenado por el desarrollo de un campo de golf.

La presión urbanística también es un factor al que no son ajenos los humedales vascos. Los humedales más amenazados son, lógicamente, los que se encuentran próximos a grandes núcleos de población. Así, los encharcamientos de Salburua son objeto de una gran presión urbanística, y su futuro como humedal probablemente sólo exista si sufre amplias transformaciones para crear en el área una zona verde, lo que implicará la destrucción de las características naturales del humedal y la creación de un humedal de carácter semiartificial. En el peor de los casos, al encontrarse prácticamente en el casco urbano de Vitoria, desaparecerá completamente. Otro caso de presión urbanística, al que se suma también la presión agrícola antes expuesta es el de la laguna de Lacorzana, que, junto a otras dos lagunas de las mismas características situadas a su lado en territorio burgalés, se hayan en el área de influencia de Miranda de Ebro.

Otros intereses económicos han causado daños a humedales muy singulares; este es el caso de las explotaciones mineras. Si por una parte se han creado numerosos humedales y lagos artificiales en áreas como la zona minera de Las Encartaciones, en Vizcaya, de los cuales se han inventariado como singulares los dos lagos de La Arboleda; por otra, se han dañado de forma sustancial turberas como la de Saldropo. La extracción de la turba en este humedal ha provocado la pérdida de parte de las características tan singulares de este tipo funcional de humedales, a pesar del posterior intento de recuperación.

Los intereses económicos humanos han creado y dado esplendor a otros humedales artificiales tan singulares como las salinas de Añana. Por lo mismo, esos intereses, que se



concretan en la poca o nula rentabilidad actual de las salinas interiores, han provocado el casi total abandono de dichas salinas en la actualidad, llegando a una situación de gran deterioro.

En términos generales, la situación de los humedales vascos no es catastrófica y en muchos casos la eliminación de los impactos o la recuperación de sus condiciones ambientales óptimas es simple. Algunos impactos, efectuados ya antaño para las actividades de tipo ganadero, como la excavación de las charcas de montaña, no tiene sentido que sean corregidos dadas las características y la vocación de estos humedales.

Son los impactos derivados de las actividades agrícolas las que afectan a los humedales de mayor interés ecológico y sobre los que se debe incidir de una manera importante. La extracción de agua es quizás el impacto más problemático de cara a su erradicación, pero es el más importante en humedales de gran valor ecológico como el lago de Arreo, laguna de Virgala, etc.. La restauración de las condiciones naturales de las lagunas que poseen en la actualidad canales de drenaje no parece, a priori, muy compleja, y realizada con los cuidados pertinentes, puede dar excelentes resultados de cara a restablecer el régimen hídrico natural de esos humedales; las lagunas de Musco, Navaridas y Lacorzana serían prioritarias en lo que a este tipo de restauración concierne; un cambio en la titularidad de los humedales a manos públicas parece un paso preliminar de cara a estas actuaciones. El cambio de titularidad a manos públicas de los humedales y zonas adyacentes parece un método adecuado de cara a eliminar no sólo los drenajes, sino la puesta en cultivo de forma periódica de algunos de ellos y la presión que sufre el litoral de todos los humedales situados en áreas agrícolas.

Tabla VII.1.-Cuadro resumen de los impactos más importantes en los humedales del País Vasco

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Charca de Ullabe							*							*	
Charca de Marikutz									*	*					
Charca de Larraskanda									*	*					
Charca de Bisusbide	*														
Lagos de Sta. Bárbara							*				*	*			
Turbera de Usabelartza															
Laguna de Arbioto							*								
Turbera de Saldropo								*							
Charca de La Ascensión									*			*			
Laguna de Orduña	*			*			*					*			
Charca de La Navazua									*	*					
Charcas de Altube											*			*	
Encharcamiento de Salburua			*			*	*		*		*			*	
Laguna de Bikuña										*					
Charca de Arumburu									*	*					
Charca de Mezkia										*					
Lago de Arreo	*			*								*			
Laguna de Lacorzana	*	*	*	*	*	*	*								
Laguna de Virgala	*			*										*	
Laguna de Carraloproño	*				*										
Laguna de Carravalseca	*				*		*								
Laguna de Musco	*	*	*	*	*										
Laguna de Navaridas	*		*	*	*										
Laguna de Elciego	*	*	*											*	
Lagos de la Arboleda							*				*	*			
Salinas de Añana															*

A : Presión de cultivos en el entorno
 B : Cultivos en cubeta
 C : Drenado
 D : Extracción de agua
 E : Presión urbanística
 F : Residuos sólidos
 G : Extracción mineral
 H : Colmatación

I : Excavado
 J : Presión ganadera
 K : Presión recreativa
 L : Introducción de especies
 M : Desecado
 N : Rellenado
 O : Abandono



8.- CLASIFICACIÓN AMBIENTAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAÍS VASCO.



8.- CLASIFICACION AMBIENTAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.

Reconocido el valor ambiental de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco, un análisis sintético de los valores que mantienen junto a los impactos que sufren permiten ofrecer una visión de las prioridades, grado y actuaciones de protección a llevar a cabo en ellos.

Según estos conocimientos podemos hacer una clasificación de los humedales y lagos en los siguientes grupos (fig. 8.1):

Humedales de importancia internacional.

Se incluyen en esta categoría los humedales de valor excepcional por las comunidades y procesos ecológicos que presentan, por la gran singularidad en cuanto a su génesis, características químicas y/o por sus valores culturales-históricos a varias escalas (regional, peninsular e internacional). Presentan un gran interés científico, no habiendo sufrido transformaciones que no puedan ser reversibles. Se trata de sistemas ecológicos irremplazables desde una escala local hasta una internacional.

Estos sistemas deben ser objeto de una protección integral con un objetivo de conservación a ultranza, sin que quepa admitir en ellos usos o aprovechamientos que puedan suponer algún riesgo para los procesos ecológicos que definen su identidad. Las medidas de gestión a desarrollar deben actuar sobre todo el sistema (medio natural y humano) y escala tanto de humedal como de cuenca.



Dentro de esta categoría se incluyen el lago de Arreo, las salinas de Añana y el complejo lagunar de Carralagroño, Carravalseca y Musco.

Humedales de importancia nacional.

Se incluyen en esta categoría humedales de valor estimable por el carácter raro o escaso de los aspectos ecológicos y genéticos que presentan en el contexto regional y peninsular. Constituyen sistemas más o menos bien conservados representativos de una determinada escala espacial donde no son frecuentes.

Estos sistemas deben ser objeto de una protección estricta, con un objetivo de conservación general controlando las actividades que se desarrollan en su entorno y compatibilizando los usos tradicionales respetuosos con las características de los mismos.

Dentro de esta categoría se incluyen los humedales del diapiro de Murgia (Altube), la laguna de Virgala (y por extensión los situados en el mismo complejo diapírico de Maestu) y la laguna de Navaridas.

Humedales de importancia regional.

Se incluyen en esta categoría humedales de tipo muy diverso que poseen un valor medio en cuanto a sus características ecológicas, presentan singularidad genética a nivel peninsular pero sin poseer grandes valores ecológicos, constituyen representaciones de humedales más propios de otras regiones europeas o presentan un interés social elevado a nivel local o regional.

Son sistemas de usos y vocación diversos, con algunos impactos reversibles, y que deben ser objeto de protección ordinaria. Las medidas de protección deben ir encaminadas a impedir la pérdida de hábitats naturales minimizando los impactos de que son objeto.



Dentro de esta categoría se incluyen las lagunas de Bikuña, Lacorzana, Arbieto y Orduña, las turberas de Saldropo y Usabelartza (presumiblemente también el resto de turberas), los encharcamientos de Salburua y los lagos de La Arboleda.

Humedales de importancia local.

Se incluyen en esta categoría humedales de pequeño tamaño con procesos ecológicos simples y que son objeto, en general, de utilización en actividades ganaderas y, en algún caso, de esparcimiento.

Son sistemas que deben ser objeto de protección ordinaria y destinadas a usos, en general, tradicionales.

Dentro de esta categoría se incluyen las charcas de La Navazua, Marikutz, Larraskanda, La Ascensión y Aramburu, y la laguna de Santa Bárbara.

La clasificación y valoración ambiental realizada permite disponer de un conocimiento general de los valores y estado de los distintos humedales que permite decidir una serie de prioridades por parte de las administraciones públicas de cara a la conservación de los elementos naturales de interés y obtener una idea de la vocación o usos que pueden ser adecuados en cada uno de los casos. Un resumen sintético de todo esto se ofrece en la tabla VIII.1.

Tabla VIII.1.- Cuadro-resumen del valor ambiental, vocación y actuaciones generales a desarrollar en los humedales del País Vasco.

HUMEDAL/LAGO	VALOR	VOCACION	ACTUACIONES
Lago de Arreo	Internacional	Conservación Investigación Educación ambiental	Protección integral Eliminación impactos
Salinas de Añana	Internacional	Conservación Educación Usos tradicionales	Protección integral Restauración
Laguna de Carralagroño	Internacional	Conservación Investigación Educación ambiental	Protección integral Eliminación impactos
Laguna de Carravalseca	Internacional	Conservación Investigación Educación ambiental	Protección integral Eliminación impactos
Laguna de Musco	Internacional	Conservación Investigación Educación ambiental	Protección integral Restauración ecológica Eliminación impactos
Charcas de Altube	Nacional	Conservación Investigación Usos tradicionales	Protección estricta Eliminación impactos
Laguna de Virgale	Nacional	Conservación Investigación Usos tradicionales	Protección estricta Eliminación impactos
Laguna de Navaridas	Nacional	Conservación Investigación Usos tradicionales	Protección estricta Restauración ecológica Eliminación impactos
Laguna de Bikuña	Regional	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Laguna de Lacorzana	Regional	Educación ambiental	Protección ordinaria Restauración ecológica Eliminación impactos
Turbera de Saldropo	Regional	Educación ambiental Recreo controlado	Protección ordinaria Regular uso recreativo
Laguna de Arbieto	Regional	Usos tradicionales	Protección ordinaria Eliminación impactos
Lagos de La Arboleda	Regional	Recreo controlado Educación ambiental	Protección ordinaria Eliminación impactos Regular uso recreativo
Turbera de Usabelartza	Regional	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Encharcamientos Salburua	Regional	Recreo controlado	Protección ordinaria Análisis tipos usos recreativos
Laguna de Orduña	Regional	Usos tradicionales	Protección ordinaria Eliminación impactos
Charca de La Navazua	Local	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Charca de Marikutz	Local	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Charca de Larraskanda	Local	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Charca de La Ascensión	Local	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Charca de Aramburu	Local	Usos tradicionales	Protección ordinaria
Laguna de Santa Bárbara	Local	Recreo controlado	Protección ordinaria Eliminación impactos Regular uso recreativo



**9.- DIRECTRICES BÁSICAS PARA EL
DESARROLLO DEL PLAN TERRITORIAL
SECTORIAL DE LOS LAGOS Y
FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES
DEL PAÍS VASCO.**



Fig. 8.1.- Clasificación ambiental de los lagos y formaciones palustres interiores del País Vasco.



9.- DIRECTRICES BASICAS PARA EL DESARROLLO DEL PLAN TERRITORIAL SECTORIAL DE LOS LAGOS Y FORMACIONES PALUSTRES INTERIORES DEL PAIS VASCO.

Como se ha intentado mostrar a lo largo de todo el trabajo, el hilo conductor o marco conceptual que ha orientado toda su clarificación es que, para que un programa de gestión de estas unidades funcionales del paisaje sea efectivo a corto, medio y largo plazo, debe basarse, no en criterios florísticos, faunísticos, estéticos o políticos, sino en criterios ecológicos; es decir, desarrollar una gestión ecosistémica a través de la caracterización y conservación de los procesos ecológicos claves que definen la organización y dinámica de estos ecosistemas, expresada en su clasificación funcional (tabla V.6.1).

Por otra parte, el trabajo ha intentado poner de manifiesto los errores de intervención que se vienen produciendo en el territorio vasco durante los últimos años, básicamente por falta de una planificación territorial, que provoca que estos ecosistemas estén sufriendo un proceso de degradación gradual que pone en peligro su conservación a largo e, incluso en algunos casos, a corto plazo.

Dentro del marco conceptual establecido y, basándose en la información obtenida, es posible esbozar algunas estrategias y metodologías, a diferentes escalas, que podrían cambiar las perspectivas negativas existentes.

Es posible dar algunas recomendaciones que podrían servir de base para el futuro plan territorial sectorial (PTS) de humedales vascos, dentro de las directrices generales de ordenación del territorio vasco. Este plan territorial debería ser un esquema lógico de gestión o un plan coordinado donde cualquier actuación adquiriera un determinado sentido.



A una escala global se propone:

A) Conseguir una entidad o estructura que coordine y controle las diferentes políticas ambientales de las Diputaciones Forales y el Gobierno Vasco.

Hoy día se sabe que el complejo sistema de interrelaciones no coordinadas que se organiza alrededor de la gestión y protección de los humedales españoles, a través de diferentes legislaciones, programas, directivas e instituciones, incide de una forma negativa en el futuro de estos ecosistemas.

Esta situación se agrava sensiblemente dentro de la CAPV por la peculiar organización territorial, que otorga grandes competencias a los territorios históricos, por una parte, y al gobierno autónomo, por otra. Esto genera un marco de confusión muy importante que se traduce en una ausencia de actuaciones dinámicas y eficaces encaminadas a conseguir una política apropiada de conservación de los humedales vascos.

En el contexto que nos ocupa, la coordinación de la Diputación Foral de Alava y del Gobierno Vasco adquiere, por la importancia en superficie y abundancia de los humedales interiores situados en esa provincia, un mayor protagonismo.

B) Fijar fondos para la adquisición de humedales y su entorno como la forma más directa de aplicar las medidas de gestión diseñadas.

C) Poner en marcha subvenciones u otros incentivos para que los dueños de los humedales y su cuenca disminuyan o eliminen el desarrollo de cualquier actividad que incida sobre su identidad ecológica. En este contexto, en España existe un Real Decreto de 1987 sobre "Sistemas de ayuda para la mejora de la eficacia de las estructuras agrarias", que daría un marco institucional a esta medida.



D) Normalizar los estudios de evaluación de impacto ambiental para cualquier actividad que pudiera incidir negativamente sobre su conservación. En este sentido es muy importante que la evaluación del impacto se haga sobre el medio socioeconómico y los procesos ecológicos clave que definen su identidad.

E) Potenciar programas de investigación sobre la estructura y funcionamiento de los diferentes tipos ecológicos definidos. Hay que tener presente que no se pueden elaborar planes de gestión con un mínimo de eficiencia si no conocemos los aspectos funcionales de estos sistemas, en especial la caracterización y modelado de procesos hidrológicos y su relación con la estructura y dinámica de sus características hidroquímicas, biológicas y ecológicas. En este contexto, y debido al elevado dinamismo de algunos de los tipos ecológicos definidos, los programas de investigación deben ser enfocados a medio y largo plazo para poder caracterizar la amplitud y frecuencia de la fluctuación anual e interanual.

F) Promover, sobre humedales sensiblemente amenazados y de gran valor ambiental (Lago de Arreo, salinas de Añana y complejo de lagunas de Laguardia), programas de gestión adaptativa, ya que, aunque no tenemos un conocimiento profundo sobre su naturaleza funcional, es necesario actuar sobre ellos para asegurar su protección. Estos programas implicarían los siguientes pasos:

- Definición de unos objetivos claros y en términos funcionales, basados en la información científica disponible.

- Implementar desde el principio un programa de seguimiento e investigación a corto, medio y largo plazo que se desarrolle de una forma paralela con el de gestión.

- Ir modificando el proyecto de gestión según los resultados obtenidos del programa de seguimiento. En este sentido, los programas de seguimiento deben ser capaces de identificar las causas que producen el éxito o el fracaso de las medidas de gestión.



G) Evitar el desarrollo de proyectos de gestión enfocados exclusivamente hacia un conservadurismo ecológico purista. Es necesario contemplar al hombre y su actividad como elementos básicos, ya que, los humedales vascos han estado históricamente intervenidos, y en algunos casos creados y modelados por el hombre a través de unos usos tradicionales que los ha mantenido durante siglos en una aceptable salud ecológica.

H) Proponer herramientas legales de conservación a través del establecimiento de figuras legales adecuadas a la valoración ambiental jerarquizada que se ha establecido anteriormente. En este sentido se propone llevar esto a efecto con los humedales clasificados como de importancia internacional y nacional.

I) Promover programas de educación ambiental para niños y público en general sobre las funciones y valores de estos sistemas, al objeto de generar una sensibilización importante hacia la protección de los mismos.

A una escala más concreta habría que indicar en primer lugar que, para una serie de casos, las unidades de gestión no deben ser humedales aislados sino que es necesario crear una red o complejo de humedales interconectados por distintos procesos hidrológicos, biológicos o ecológicos.

En este contexto se propone crear una serie de sistemas de gestión o red de espacios húmedos naturales sobre los que se propone el desarrollo de proyectos inmediatos de gestión adaptativa, y que son los que comentaremos a continuación, apareciendo resumidos en la tabla IX.1.

En primer lugar, es posible definir un modelo de gestión para los humedales naturales de la ecorregión mediterránea, delimitando dentro de ésta un complejo formado por las lagunas de Carralagroño, Carravalseca y Musco.



Este modelo mediterráneo pasa por preservar a toda costa las perturbaciones naturales, esto es, periodos de sequía dentro de un régimen de fluctuaciones anuales e interanuales definidas por el ritmo climático mediterráneo en que se encuadra, así como el banco de información (semillas, huevos durables, etc.) contenido en sus sedimentos, que asegura la resiliencia o capacidad de respuesta del sistema frente a las fluctuaciones ambientales. En este sentido, es muy importante evitar las actuaciones previstas para regular su régimen hidrológico convirtiendo a los humedales allí presentes en láminas de agua permanentes, lo que afectaría a las condiciones de salinidad que contribuyen a definir su identidad ecológica. Para conseguir los objetivos de uso público que se pretenden con esas actuaciones deberían destinarse humedales artificiales de la zona como es el caso de la balsa de riego de Laguardia. Asimismo es fundamental regular las actividades del entorno de cara a evitar la colmatación de las cubetas, dada la dependencia de estos humedales de sus cuencas.

Dentro de este conjunto de humedales mediterráneos es necesario llevar a cabo procesos de restauración de varias de sus lagunas, en concreto las de Musco, Navaridas y Lacorzana.

Los proyectos de ordenación de recursos de este complejo palustre de lagunas de Laguardia deberían ir encaminados hacia la conservación a ultranza de estos sistemas basados en proyectos de investigación a largo plazo junto con el desarrollo de programas de ecoturismo que se apoyarían con el manejo de la balsa de riego artificial de Laguardia y los valores culturales e históricos de la población de Laguardia.

Otra unidad de gestión es la referida al complejo formado por el lago de Arreo y las salinas de Añana, dentro de la unidad diapírica de Añana.

Por una parte, la conservación del lago de Arreo pasa por el mantenimiento de los dos procesos que definen su organización y funcionamiento. En primer lugar, la



preservación del relieve de sus fondos, que se traduce en un sistema ecológico de una gran variabilidad ambiental, organizándose en dos subsistemas, uno palustre y otro lacustre. Respecto a este proceso, es necesario impedir urgentemente la extracción de agua para regadío, que provoca unas fluctuaciones de nivel que descalzan las zonas basales del talud situado en su cara norte, provocando su derrumbamiento y la consiguiente colmatación brusca de la cubeta profunda del subsistema lacustre, desdibujando su identidad. En este mismo sentido, el desmantelamiento de la vegetación de helófitos litoral junto con la presión de los cultivos provoca también un proceso de colmatación del subsistema palustre. En segundo lugar su organización pasa por el mantenimiento de un nivel estable de agua. Las extracciones de agua antes comentadas alteran por una parte el funcionamiento del subsistema palustre incidiendo fundamentalmente en la alteración de las comunidades macrofíticas y, por otra, en los procesos circulatorios del agua en el subsistema lacustre.

Por otra parte, la conservación de los procesos que definen la organización en las salinas de Añana se fundamentan en el mantenimiento de unos reservorios estables de agua en condiciones de hipersalinidad. El abandono que están sufriendo las actividades de explotación de la sal está provocando la destrucción de estos reservorios y la eliminación de hecho de las salinas como humedal.

La conservación de estos dos elementos del diapiro de Añana se fundamenta en la potenciación de la zona como área destinada a actividades de ecoturismo, donde el mantenimiento de las actividades tradicionales de explotación salinera es un elemento más de oferta cultural, junto con los valores naturales de la zona, en un área con una gran riqueza en este sentido. El ejemplo cercano del Parque Natural de Valderejo pone de manifiesto la validez de un proyecto de este tipo de cara a la potenciación económica de la zona. Proyectos que alteren el atractivo del área para el visitante contribuirían definitivamente a hipotecar su desarrollo, un desarrollo que debe fundamentarse en la interrelación equilibrada con el medio natural.



Una tercera unidad de gestión es la constituida por los humedales de la zona minera de Las Encartaciones de Vizcaya, cuyo máximo exponente son los lagos artificiales de La Arboleda. Las actividades mineras realizadas en esta zona han generado una gran diversidad de ambientes y, el carácter artificial y proximidad al núcleo del Gran Bilbao, le confiere a este complejo un gran potencial para una planificación básicamente como espacio de ocio. Las actuaciones que se desarrollen en el complejo deberían ir encaminadas hacia la potenciación de sus recursos pedagógicos y recreativos, sin descartar la manipulación, dado su carácter artificial, de sus cubetas y régimen hidrológico para la adecuación de hábitats relacionados con la conservación de especies singulares.

Un complejo de humedales muy uniforme en cuanto a sus características ecológicas es el formado por las turberas. Aunque son representantes de pequeño tamaño de un tipo funcional característico de regiones más septentrionales son meritorias de proyectos de protección ordinaria que preserven sus valores, evitando todo tipo de impacto dada su gran fragilidad.

Como se ha visto a lo largo del trabajo los diapiros vascos constituyen hechos geográficos de un gran valor en un contexto regional y peninsular por su génesis, encontrándose, en general, en un buen estado de conservación. Este hecho los hace meritorios, además del ya mencionado de Añana, de un plan de ordenación del territorio de cada uno de ellos, en donde sus humedales constituyen un elemento muy importante en su paisaje.

Tabla IX.1.- Resumen de actuaciones específicas propuestas para los complejos y humedales que necesitan programas de actuación inmediatos.

HUMEDAL/LAGO	ACTUACIONES ESPECIFICAS
COMPLEJO MEDITERRANEO	
Lagunas de Carralagroño y Carravalseca	Inclusión en el Convenio Ramsar. Declaración de una figura legal dentro de la nueva ley de espacios naturales del País Vasco. Conservación estricta de su régimen hidrológico natural. Regulación del uso de su cuenca para la preservación de su banco de información. Puesta en marcha de un estudio ecológico a largo plazo para el conocimiento de su funcionamiento y dinamismo. Plan de seguimiento para evaluar el plan de gestión.
Laguna de Musco	Inclusión en el Convenio Ramsar. Declaración de una figura legal dentro de la nueva ley de espacios naturales del País Vasco. Conservación estricta de su régimen hidrológico natural. Regulación del uso de su cuenca para la preservación de su banco de información. Puesta en marcha de plan de restauración ecológica y programa de seguimiento.
Lagunas de Navaridas y Lacorzana	Puesta en marcha de plan de restauración ecológica y programa de seguimiento.
COMPLEJO ARREO-AÑANA	
Salinas de Añana	Puesta en marcha de plan de ecodesarrollo.
Lago de Arreo	Inclusión en el Convenio Ramsar. Declaración de una figura legal dentro de la nueva ley de espacios naturales del País Vasco. Conservación estricta de su régimen hidrológico natural. Regulación del uso de su cuenca. Puesta en marcha de un estudio ecológico a largo plazo para el conocimiento de su funcionamiento y dinamismo. Plan de seguimiento para evaluar el plan de gestión.
COMPLEJO MINERO DE LAS ENCARTACIONES	
	Programa de actuaciones encaminadas al desarrollo de actividades de recreo, educativas y pedagógicas.
COMPLEJO DE TURBERAS	
	Mantenimiento de condiciones naturales.
COMPLEJOS DIAPIRICOS	
	Puesta en marcha de planes de gestión integral para cada uno de ellos.



10.- CONCLUSIONES.



10.- CONCLUSIONES.

1.- La mayor parte de las láminas de agua interiores poco profundas del País Vasco son artificiales y su existencia viene condicionada por las actividades humanas y el aprovechamiento de los recursos hídricos.

2.- El País Vasco no es un territorio rico en lagos naturales, tan solo el lago de Arreo, pero posee un patrimonio apreciable de humedales interiores naturales.

3.- La densidad y superficie de los lagos y formaciones palustres naturales interiores presentan claras asimetrías en su distribución espacial:

- Alava contiene la mayor parte de los humedales, y casi toda la superficie palustre se concentra en ella.

- La mayor densidad palustre se centra en la ecorregión de la divisoria, con casi la mitad de los humedales. El resto de formaciones palustres se encuentra repartida de forma más o menos homogénea en las diferentes ecorregiones, a excepción de la ecorregión prepirenaica, poco apta, por sus características fisiográficas, para la presencia de humedales.

- La mayor superficie palustre se presenta en la ecorregión mediterránea, que contiene casi el 65% de la superficie palustre de todo el País Vasco en un número de humedales no muy elevado; en ella se presentan, pues, los humedales de mayor tamaño.

- El mayor número de humedales se presenta en la vertiente cantábrica, mientras que la mayor superficie palustre se presenta en la vertiente mediterránea.



- La mayor superficie palustre en la vertiente mediterránea se justifica por las características topográficas y climáticas de la zona, que permite, a priori, humedales con una superficie mayor. El mayor número de humedales en la vertiente cantábrica, hecho contradictorio con las características topográficas, se fundamenta en el gran número de humedales situados en estructuras diapíricas del Keuper. El carácter típicamente exorreico de la vertiente cantábrica la hace más propicia para el desarrollo de criptohumedales frente a formaciones palustres.

- La presencia de humedales asociados a diapiros del Keuper adquiere unas dimensiones importantes en el País Vasco, dado que prácticamente el 60% de las formaciones palustres interiores naturales se sitúan en estas formaciones, suponiendo casi un tercio de la superficie palustre de humedales interiores.

4.- La disposición de gran parte de los humedales en las formaciones diapíricas del Keuper es la principal responsable de todas las desviaciones relativas a las predicciones hechas respecto a la distribución de los humedales vascos según el modelo de ecorregiones definido.

5.- Los humedales naturales interiores del País Vasco son, en su mayor parte, de pequeñas dimensiones (menores de 1Ha). Tan solo cuatro (Lacorzana, Arreo, Carralagroño y Carravalseca) superan las 5 Ha, alcanzando uno solo las 10 Ha.

6.- Los principales criterios físicos relacionados con la morfometría que definen los tipos funcionales de humedales interiores del País Vasco son el régimen de permanencia del agua, la resistencia a la desecación, la escala espacial de los procesos que determinan la aparición y dinámica de humedales, y la tasa potencial de pérdida de agua.

Los principales predictores de estos procesos son las relaciones superficie vs. superficie/profundidad máxima y superficie vs. perímetro/superficie, junto con la



integración de tamaño, profundidad, altitud, forma del contorno, densidad de drenaje de la cuenca y grado de agrupamiento geográfico de los humedales.

Los principales tipos funcionales de humedales definidos con estos criterios físicos deben ser objeto de gestión diferenciada, considerando las peculiaridades de cada tipo generadas por las distintas fuentes de diversidad ambiental:

- Humedales temporales, permanentes fluctuantes y permanentes.
- Humedales de los principales sectores palustres (Mediterráneo, Submediterráneo Norte-occidental, Divisoria y Cantábrico).
- Charcas de montaña, sistemas sobre afloramientos del Keuper, sistemas originados por actividades mineras, lagunas de carácter estepario y humedales de la Llanada Alavesa.

7.- El carácter heterogéneo, en mosaico, que es característico para muchos de los componentes del medio físico del País Vasco condiciona un cuadro químico mucho más diverso que lo que cabría esperar para un territorio de tan reducida extensión. Las masas de agua estudiadas presentan una gran variedad de tipos químicos, que dependen más de factores locales (microtopografía, afloramientos litológicos localizados, gestión y usos de la zona) que de factores de carácter regional (clima, geología, relieve), que han servido para definir el modelo de ecorregiones.

- La concentración iónica se muestra como el factor de ordenación más importante de la hidroquímica de los humedales y lagos de interior del País Vasco. De esta forma es posible caracterizar un continuo de situaciones de mineralización media a muy alta (desde subsalinas a hipersalinas) en las ecorregiones mediterránea y submediterránea norte-occidental, hasta aguas muy dulces en la ecorregión prepirenaica.

- El cuadro iónico que se presenta en las láminas de agua es muy variado, fruto de influencias locales, desde las aguas más dulces bicarbonatado cálcicas hasta las más salinas clorurado sódicas, pasando por otras con influencia importante de sulfatos y/o magnesio.



8.- Los humedales del País Vasco presentan una elevada riqueza de macrófitos acuáticos sumergidos reflejo de la gran variabilidad ambiental existente. Se han catalogado 39 especies, de las cuales 11 son nuevas para el País Vasco, y algunas de elevado interés de cara a la conservación.

- La comparación entre humedales que presentan y que carecen de macrófitos acuáticos sumergidos evidencia la existencia de algunos factores no considerados en este estudio (pendiente de las orilla, textura e química de los sedimentos, etc.) responsables de la presencia o ausencia de ellos, independientemente de la identidad ecológica de estos sistemas.

- Los humedales artificiales estudiados presentan una vegetación tanto o más diversa que los sistemas naturales, por lo que se puede afirmar que, independientemente del origen de la cubeta, la morfología de orillas, niveles estables de agua y una buena iluminación potencia el desarrollo de comunidades ricas en macrófitos.

- La salinidad es el único factor que controla la distribución de las comunidades de vegetación sumergida a una escala regional. El carácter heterogéneo que es característico para muchos de los componentes abióticos en el País Vasco hace que sea la variabilidad local la responsable última de la distribución de las comunidades de macrófitos.

9.- Los datos que se aportan de las comunidades de invertebrados bénticos constituyen la primera aportación importante de este grupo en el contexto de los humedales del País Vasco.

Las comunidades macrobentónicas de los humedales vascos presentan una gran riqueza. En total se han identificado 121 taxones entre los que se encuentran elementos muy singulares o raros en el contexto peninsular y europeo.



Las taxocenosis mejor representadas son las de los coleópteros y heterópteros.

Las comunidades macrobentónicas no siguen un patrón de ecorregiones, siendo factores más de tipo local, básicamente estructurales, los que definen las comunidades de cada uno de los humedales.

10.- En general, los humedales y lagos situados en diapiros y los esteparios adquieren una gran importancia en los aspectos relacionados con las comunidades de organismos con la presencia en ellos de una gran riqueza y diversidad de elementos, tanto florísticos como faunísticos, y/o presencia de elementos raros o muy raros en un contexto tanto peninsular como europeo.

11.- Se han definido 11 tipos funcionales que recogen la variabilidad ambiental de los humedales y lagos en el País Vasco basados en los procesos ecológicos o conjunto de factores que definen la organización y dinámica de los mismos. Estos son:

A) Lagos:

- naturales.
- artificiales.

B) Formaciones palustres:

B1) Artificiales.

- Salinas interiores.

B2) Naturales.

- Lagunas diapíricas subsalinas.
- Lagunas diapíricas dulces.
- Formaciones palustres esteparias mesosalinas.
- Formaciones palustres esteparias subsalinas.
- Turberas.
- Formaciones palustres de modelado kárstico calizo.



- Formaciones palustres de llanura submediterránea.
- Formaciones palustres de montaña submediterránea.

Como consecuencia el País Vasco posee un patrimonio de humedales naturales interiores no solamente rico sino de una gran variedad ecológica, lo que constituye un gran valor por sí mismo.

12.- De una forma general, y a excepción del territorio vasco típicamente mediterráneo, la variabilidad ecológica de los humedales del País Vasco no responde a un patrón espacio-temporal a escala de unidades ambientales o ecorregiones. Como consecuencia es posible hablar de un modelo de gestión de estas unidades funcionales para el marco mediterráneo vasco, pero no para el resto del territorio autónomo. Para este caso es necesario desarrollar estrategias de gestión a escala de humedal y su cuenca o de complejos más o menos naturales.

13.- Respecto a las funciones (lo que hacen) y valores (lo que se utiliza) de los humedales vascos, dada su modestia en términos de superficie, son las funciones biológicas, básicamente aquellas relacionadas como hábitat de comunidades singulares y especies raras o en peligro de extinción, las que poseen un mayor significado y definen su vocación general de cara a su conservación. De todas formas, determinados valores intangibles relacionados con los aspectos culturales, históricos, pedagógicos, etc. adquieren también un valor importante.

14.- Los impactos más graves de los humedales y lagos del País Vasco, y que afectan fundamentalmente a los de mayor valor ambiental, son los relacionados con las actividades agrícolas, principalmente la extracción de agua para riego, intento de desecación, presión de los cultivos, colmatación de cubetas, etc.; estos impactos se localizan fundamentalmente



en la zona mediterránea. Los impactos relacionados con las actividades ganaderas se localizan más en las zonas montañosas y las vertiente cantábrica y afecta a humedales de pequeñas dimensiones. Los impactos relacionados con la presión urbanística o recreativa se localiza en humedales próximos a grandes núcleos urbanos.

15.- Bajo la idea de que es necesario desarrollar un sistema jerárquico de prioridades de actuación para minimizar el efecto de los factores de tensión que ponen en peligro el futuro de los humedales vascos se ha desarrollado un sistema de valoración relacionado con la singularidad e importancia de las funciones y valores que poseen estos sistemas ecológicos. Bajo este prisma, el conjunto de medidas de gestión a poner en marcha está relacionado con el valor o mérito que posee un determinado humedal, siendo los niveles más altos de protección para aquellos que posean un mayor valor final para los valores y funciones considerados. De esta forma se han considerado cuatro categorías:

Son humedales de importancia internacional, y por tanto meritorios de ser incluidos en el convenio de Ramsar según los criterios de representatividad de ecosistemas (1a,1d) y singularidad de plantas y/o animales (2a,2b), el lago de Arreo, las salinas de Añana y el complejo lagunar de Carralagroño, Carravalseca y Musco.

Son humedales de importancia nacional, y por tanto meritorios de ser incluidos en el inventario nacional de zonas húmedas del MOPTMA, los humedales del diapiro de Murgia (Altube), la laguna de Virgala (y por extensión los situados en el mismo complejo diapírico de Maestu) y la laguna de Navaridas.

Son humedales de importancia regional, y también meritorios de ser incluidos en el inventario nacional de zonas húmedas del MOPTMA, las lagunas de Bikuña, Lacorzana, Arbieto y Orduña, las turberas de Saldropo y Usabelartza (presumiblemente también el resto de turberas), los encharcamientos de Salburua y los lagos de La Arboleda.



Son humedales de importancia local las charcas de La Navazua, Marikutz, Larraskanda, La Ascensión y Aramburu, y la laguna de Santa Bárbara.

- En este contexto, desde una perspectiva exclusivamente abiótica, los humedales asociados a diapiros del Keuper tienen un gran valor a nivel nacional por criterios genéticos, dado que los afloramientos del Keuper en torno a la Fosa Cantábrica, centrada en el País Vasco, constituyen, junto a otros situados en los dominios béticos, elementos únicos de afloramientos en forma de chimeneas salinas debidas a una tectónica puramente gravitativa e independiente de la tectónica alpídica.

16.- El Plan Territorial Sectorial de humedales del País Vasco debe tener una visión holística, es decir utilizando criterios ecosistémicos. En este sentido las directrices de gestión se basan en la preservación de los procesos ecológicos básicos de cada uno de los tipos funcionales (tabla V.6.1). Esto se traduce en un conjunto de actuaciones que intenten restablecer las funciones y valores característicos de cada tipo de humedal, y no emplearlos únicamente como simples hábitats de especies singulares.

17.- Es necesario incluir los programas de gestión de humedales dentro de un marco de planificación territorial más amplio que el propio PTS, integrándolos dentro de las subcuencas y cuencas hidrográficas a las que pertenecen.

18.- Entre las medidas generales de gestión que se proponen se le han dado especial importancia a:

- La existencia de una entidad o estructura de coordinación entre las políticas ambientales de las distintas administraciones.

- La adquisición de humedales y su entorno por parte de las administraciones públicas.



- Incentivar a los propietarios de humedales para eliminar actividades que incidan en su identidad ecológica.

- Normalización de estudios de impacto ambiental para las actividades que incidan en los humedales.

- Potenciación de programas de investigación sobre la estructura y funcionamiento de los diferentes tipos ecológicos definidos.

- Puesta en práctica, sobre humedales sensiblemente amenazados y de gran valor ambiental (Lago de Arreo, salinas de Añana y complejo de lagunas de Laguardia), de programas de gestión adaptativa inmediatos.

- Evitar el desarrollo de proyectos de gestión enfocados exclusivamente hacia un conservadurismo ecológico purista.

- Proponer herramientas legales de conservación a través del establecimiento de figuras legales adecuadas a la valoración ambiental

- Promover programas de educación ambiental para el público en general.

19.- Las directrices de gestión específicas propuestas se fundamentan en la creación de una red de espacios húmedos naturales, basada en la delimitación de complejos lacustres-palustres con la misma vocación territorial y/o ecológica.



11.- BIBLIOGRAFÍA.



11.- BIBLIOGRAFIA.

- Allorge, V & P. Allorge. 1941. Plantes rares ou intéressantes du NW de l'Espagne, principalement du Pays Basque. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 88: 226-254.
- Almarza. 1984. *Fichas hídricas normalizadas y otros parámetros hidrometeorológicos*. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Instituto Nacional de Meteorología.
- Aminot, A. & M. Chaussepied. 1983. *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. CNEXO. Paris.
- APHA. 1985. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 16th ed.
- Aseginolaza, C.; Gómez, D.; Lizaur, X. ; Montserrat, G.; Morante, G.; Salaverria, M.R.; Uribe-Echebarria, P.M. & J. Alejandro. 1985. *Catálogo florístico de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa*. Gobierno Vasco. Vitoria.
- Aseginolaza, C.; Gómez, D.; Lizaur, X. ; Montserrat, G.; Morante, G.; Salaverria, M.R.; Uribe-Echebarria, P.M. & J. Alejandro. 1988. *Vegetación de la Comunidad Autónoma Vasca*. Gobierno Vasco. Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente. Vitoria
- Bailey, R.G. 1983. Delineation of ecosystem regions. *Environ. Manag.*, 7 (4): 365-373.
- Besteiro, A.G.; Montes, C. & P. Herrera. 1991. Sectorización ecológica del acuífero de Madrid como base para la elaboración de una clasificación genética y funcional de sus humedales. *Estud. Geogr.*, 205: 601-623.



- Besteiro, A.G.; Montes, C. & M. Alonso. 1993. Tipología de las formaciones palustres del acuífero de Madrid basada en sus comunidades de crustáceos acuáticos. *Actas VI Congr. Esp. Limnol., Granada*: 237-244.
- Bubani, P. 1897-1901. *Flora Pyrenaea per Ordines Naturales gradatim digesta*. 4 Vol. Ed. Ulricus Hoeplius. Mediolani
- Carp, E.A. 1980. *Directory of Western Palaearctic wetlands*. UNEP. IUCN. Gland.
- Casado, S.; Florín, M.; Molla, S. & C. Montes. 1992. Current status of Spanish wetlands. In: Finlayson, M.; Hollis, T. & T. Davis (Eds.). *Managing Mediterranean wetlands and their birds*. IWRB. Special Publication.
- Cirujano, S. 1990. *Flora y vegetación de las lagunas y humedales de la provincia de Albacete*. Instituto de Estudios Albacetenses. Diputación de Albacete. C.S.I.C.. Confederación Española de Centros de Estudios Locales. Ser. I-Ensayos Históricos y Científicos, nº 52.
- Cirujano, S. & P.García Murillo. 1990. Mapa 436. *Ruppia drepanensis* Tineo en J. Fernández Casas (ed.) Asientos para un Atlas Corológico de la Flora Occidental, *Fontqueria*, 28: 159-161.
- Cirujano, S. & J.F. Longás. 1988. *Tolypella salina* Corillion en la laguna de Carralagroño (Alava). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 45(2):
- Cirujano, S.; Velayos, M.; Castilla, F. & M. Gil. 1992. *Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.



- Comelles, M. 1982. *Noves localitats i revisió de la distribució de les espècies de caròfits a Espanya*. Tesis de licenciatura. Universidad Central de Barcelona, Facultad de Biología, Departamento de Ecología.
- Comelles, M. 1984. El gènere *Nitella* (Charophyceae) a Espanya. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 51 (Sec. Bot., 5): 41-49
- Comelles, M. 1985. *Clave de identificación de las especies de carófitos de la Península Ibérica*. Asoc. Esp. Limnol. Serie: Claves de identificación de la flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica, nº 1.
- Comelles, M. 1986. Hallazgo de dos poblaciones sexuales de *Chara canescens* Desv. & Lois. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 42(2): 285-291.
- Cowardin, L.M.; Carter, V.; Golet, F.C. & E.T. Laroe. 1979. *Classification of wetlands and deepwater habitats of United States*. Fish and Wildlife Service.
- Dupont, P. 1964. Herborisations en Espagne Atlantique. I. Biscaye et province de Santander. *Monde Pl.* 342: 3-4
- Eyre, M.D.; Ball, S.G. & G.N. Foster. 1986. An initial classification of the habitats of aquatic Coleoptera in North-East England. *J. Appl. Ecol.*, 23: 841-852.
- Eyre, M.D. & G.N. Foster. 1989. A comparison of aquatic Heteroptera and Coleoptera communities as a basis for environmental and conservation assessments in static water sites. *J. Appl. Ent.*, 108: 355-362.



- Eyre, M.D. & S.P. Rushton. 1989. Quantification of conservation criteria using invertebrates. *J. Appl. Ecol.*, 26: 159-171.
- Fernández-Cruz, M.; Martí, R.; Martínez-Abraín, A. & J. Monreal. 1988. Las zonas húmedas españolas y su importancia relativa a la luz de los censos de aves acuáticas realizados por la Asociación Española de Ornitología. En: Da Cruz (Ed.). *Zonas húmedas ibéricas*. Federación de Amigos de la Tierra. Madrid. pp: 61-68.
- Florín, M.; Montes, C. & Rueda, F. 1993. Origin, hydrologic functioning, and morphometric characteristics of small, shallow, semiarid lakes (*lagunas*) in La Mancha, Central Spain. *Wetlands*; 13(4): 247-259.
- Foster, G.N.; Foster, A.P.; Eyre, M.D. & T. Bilton. 1990. Classification of water beetle assemblages in arable fenland and ranking of sites in relation to conservation value. *Freshwater Biology*, 22: 343-354.
- Gandoger, M. 1917. *Catalogue des plantes récoltées en Espagne et en Portugal pendant mes voyages de 1849 á 1912*. 378 pgs autographiées. Hermann. Lhomme, Masson Libraires Laris.
- García Murillo, P.; Bernués, M. & C. Montes. 1993. Los macrófitos acuáticos del Parque Nacional de Doñana (SW de España). Aspectos florísticos. *Actas VI Congreso Español de Limnología, Granada*. pp: 261-267.
- García Murillo, P. (1989). *El género Potamogeton L. en la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Sevilla.
- Gaussen, H. 1941. Végétation d'une montagne basque calcaire: La Peña de Aitzgorri. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 88: 39-45.



- George, D.G. & Maitland, P.S. 1984. The fresh waters of Shetland: physical and morphometric characteristics of lochs. *Freshwater Biology* 14: 95-107.
- Gómez-Piñeiro, F.J. 1985. Geografía de Eukal Herría. Oikos-Tau. Barcelona
- Gómez-Piñeiro, F.J. 1990. Euskadi. En: Bosque, J. & J. Vilà (Eds.). *Geografía de España*. Vol. 5. Ed. Planeta.
- González-Bernáldez, F. 1981. Ecología y Paisaje. Hermann Blume Ediciones, Madrid, Spain.
- González-Bernáldez, F. 1982. Análisis ecosistémico de recursos naturales. Opiniones CIFCA. *Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 2: 5-33.
- González-Bernáldez, F. 1992. Ecological aspects of wetland/groundwater relationships in Spain. *Limnetica*, 8: 11-26.
- González-Bernáldez, F.; Herrera, P.; Levassor, C.; Peco, B. & A. Sastre. 1987. Las aguas subterráneas en el paisaje. *Investigación y Ciencia*, 127: 8-17.
- González-Bernáldez, F.; Montes, C.; Besteiro, A.G.; Herrera, P. & C. Pérez. 1989. *Los humedales del acuífero de Madrid: Inventario y tipología según su origen y funcionamiento*. Canal de Isabel II. 92 págs.
- Gosselink, J.G. & R.H. Baumann. 1980. Wetland inventories: Wetland loss along the United States coast. *Z. Geomorph. N.F.*, 34: 173-187.
- Gredilla, A.F. 1913. *Corografía botánica*. En Carreras y Candi, F., *Geografía general del País Vasco-Navarro*: 459-567. A. Martín. Vitoria.



- Gredilla, A.F. 1914-1914. *Itinerarios botánicos de Dn. Javier de Arízaga. Biografía de Dn. Javier de Arízaga y relación detallada de dos nuevos manuscritos botánicos*. 481 y 354 pgs. Diputación Foral de Alava. Vitoria.
- Grimmett, R.F.A. & T.A. Jones. 1989. *Important bird areas in Europe*. International Council for Bird Preservation Technical Publication, No. 9.
- Guinea, E. 1949. *Recursos del medio biológico. Vizcaya y su paisaje vegetal (Geobotánica vizcaína)*. 432 pgs. Junta de Cultura de Vizcaya. Bilbao.
- Håkanson, L. 1981. *Lake Morphometry*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Hill, M.O. 1979. *TWINSPAN: A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. Ithaca, NY: Ecology and Systematics, Cornell University.
- Hughes, R.M. & Omernik, J.M. 1981. A proposed approach to determine regional patterns in aquatic ecosystems. p. 92-102. En: Armantrout, N.B. (ed.) *Acquisition and Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information*. American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA.
- Hutchinson, G.E. 1957. *A Treatise on Limnology*. Vol. I, part 1 - Geography and Physics of Lakes. John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- Hynes, H.B.N. 1975. The stream and its valley. *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie* 19: 1-15.



- IGME. 1980. *Mapa geológico de España. E. 1:200.000. Hoja 21. Logroño*. Instituto Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
- IGME. 1984. *Mapa hidrogeológico del País Vasco y del Condado de Treviño*. Ministerio de Industria y Energía. Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales. Colección Informe.
- IGME. 1987. *Mapa geológico de España. E. 1:200.000. Hoja 6-13. Irún-Pamplona*. Instituto Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
- ITGE. 1989. *Mapa geológico de España. E. 1:200.000. Hoja 5-12. Bermeo-Bilbao*. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- ITGE & EVE. 1991. *Mapa geológico del País Vasco. Escala 1:200.000*. Ed. Ente Vasco de la Energía.
- Loidi, J.J. 1983. *Estudio de la flora y vegetación de las cuencas de los ríos Deva y Urola en la provincia de Guipúzcoa*. Tesis Doctoral. 298 pgs. Ed. de la Universidad Complutense de Madrid.
- Margalef, R. 1951. Regiones limnológicas de Cataluña y ensayo de sistematización de las asociaciones de algas. *Collectanea Botanica*, 3 (1): 43-67.
- Margalef, R. 1987. Teoría y modelado de los sistemas fluctuantes. En: González Bernáldez, F.; Torroja, J.M. & Llamas, M.R. (ed) *Bases Científicas para la Protección de los Humedales en España*, pp. 31-41. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid.



- Margalef Mir, R. 1981. *Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio*. Fundación Juan March, Serie Universitaria, 157.
- Marrugan, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm, London, 178 pp.
- Millar, J.B. 1976. *Wetlands classification in Western Canada*. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario, Canada.
- Montes, C. (Coord.). 1990. *Estudio de las zonas húmedas de la España peninsular. Inventario y tipificación*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Obras Hidráulicas. (Inédito).
- Montes, C. & P. Martino. 1987. Las lagunas salinas españolas. En: *Bases científicas para la protección de los humedales de España*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. pp: 95-145.
- Moore, J. A. 1986. *Charophytes of Great Britain and Ireland*. BSBI Handbook Nº 5. London.
- Navarro, M.C. 1982. *Contribución al estudio de la flora y vegetación del Duranguesado y la Busturia (Vizcaya)*. Tesis Doctoral. 398 pgs. Ed. de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Navarro, A.; Fernández, A. & J.G. Doblas. 1989. *Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis*. Instituto Tecnológico Geominero de España.



- Pardo, L. 1942. *El aprovechamiento biológico integral de las aguas dulces*. Ministerio de Agricultura. Madrid. 240 págs.
- Pardo, L. 1945. *Introducción a la limnología española*. De Rebus Hydrobiologicis, 16. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Ministerio de Agricultura. Madrid. 230 págs.
- Pardo, L. 1948. *Catálogo de los lagos de España*. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Biología de las aguas continentales, 6.
- Rallo, A. & E. Rico. 1993. Las familias Ancyliidae y Acroloxidae en los ríos del País Vasco (Gastropoda, Basommatophora). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 89 (1-4): 73-81.
- Rico, E. & C. Montes. 1994. *Dictamen sobre la situación limnológica actual de la laguna de Etxerre (Bizkaia)*. Dpto. Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Dpto. Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid. Informe Técnico (inédito).
- Ríos, J.M. 1963. *Materiales salinos del suelo español*. Instituto Geológico y Minero de España. Memoria 64.
- Ruiz-Urrestazu, E. 1982. *La transición climática del cantábrico oriental al valle medio del Ebro*. Diputación Foral de Alava.
- Sabater, F.; Murillo, J. & R. Campeny. 1986. Macroinvertebrados de las lagunas temporales de Ca L'Estany de Tordera (Catalunya, N.E. España). *VIII Jornadas Asoc. Esp. Ent.*, Sevilla: 1241-1251.



- Sánchez García, I., Martínez, C. & P. García Murillo. 1992. *Guía de las plantas acuáticas de las reservas naturales de las lagunas de Cádiz*. Patronato de las Reservas Naturales de las Lagunas de Cádiz (ed.).
- Scott, D.A. 1980. *A preliminary inventory of wetlands of international importance for waterfowl in West Europe and Northwest Africa*. IWRB. Special Publication n°2. Slimbridge.
- Sculthorpe, C.D. (1967). *The biology of aquatic vascular plants*. 609 pp. Edward Arnold (Publishers). Ltd. London
- SEO. 1990. *Areas importantes para las aves en España*. Sociedad Española de Ornitología. Monografías, 3.
- Tamés, P.; Mendiola, I. & C. Pérez (Dir.). 1991. *Geomorfología y edafología de Gipuzkoa*. Diputación Foral de Gipuzkoa. Departamento de Urbanismo, Arquitectura y Medio Ambiente.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & D.A. Webb (Eds.). 1964-1980. *Flora Europaea*. 5 vol. Cambridge University Press. Cambridge.
- UAM. 1992. *Estudio de las comunidades de macrófitos acuáticos del lago de Arreo (Alava). Bases limnológicas para su gestión*. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología. (Inédito).
- Valdes, B.; Talavera, S. & E. Fernandez Galiano (Eds). 1987. *Flora vasculas de Andalucía Occidental*. Ketres Editora, S. A.



- Vane-Wright, R.I.; Humphries, C.J. & P.H. Williams. 1991. What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation*, 55: 235-244.
- Velayos, M.; Cirujano, S. & A. Marquina. 1984. Aspectos de la vegetación acuática de la provincia de Guadalajara. *Anales del Jardín Botánico*, 41(1): 175-184.
- Velayos, M.; Carrasco, M.A. & S. Cirujano. 1989. Las lagunas del Campo de Calatrava (Ciudad Real). *Botanica Complutensis*, 14: 9-50.
- Vélez-Soto, F. 1979. *Impactos sobre zonas húmedas naturales*. ICONA. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Vélez-Soto, F. 1984. Inventario de las zonas húmedas de Andalucía. En: *Las zonas húmedas de Andalucía*. DGMA. Ministerio de Obras Públicas. Madrid.
- Verhoeven, J.T.A. 1975. *Ruppia* communities in the Camargue, France. Distribution and structure in relation to salinity and salinity fluctuations. *Aquatic Botany*, 1: 217-241.
- Wetzel, R.G. 1986. *Limnology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA, USA.
- Wilkomm, M. & J.Lange. 1861. *Prodromus Florae Hispanicae*. Vol 1. 346 pgs. Schweizebart. Stuttgart. (Reimpresión 1972).
- Williams, P.H.; Humphries, C.J. & R.I. Vane-Wright. 1991. Measuring biodiversity: Taxonomic relatedness for conservation priorities. *Australian Systematic Botany*, 4: 665-679.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Miguel A. Bravo (UAM), Alvaro Chicote (UAM), Javier García-Avilés (Centro Invest. "F. Glez.-Bernáldez"), Eduardo González, Alberto Gosá, Carmela Guerrero (UAM), Pedro J. Gutierrez (UAM), Alicia Juanas (UAM), Catherine Levassor (UAM), Leonardo Maltchik (UAM), Andrés Millán (Univ. Murcia), M^a Luisa Pascual (UAM), Alicia Pérez (UAM), Ana Serrano (GRAMA, S.A.), M^a Rosario Vidal-Abarca (Univ. Murcia), que participaron en el proyecto identificando algunos taxones, realizando tareas gráficas o aportando datos u opiniones sobre diversas cuestiones consultadas.