

Propuesta Metodológica para la Elaboración de Cartografía de Vegetación Actual y Especies Raras, Endémicas o Amenazadas con la Integración de Fotointerpretación, SIG y GPS

Marco Molina, J.A.; Padilla Blanco, A.; Ramón Morte, A.; Sánchez Pardo, A.;
Departamento de Análisis Geográfico Regional. Instituto Universitario de Geografía.
Universidad de Alicante

Resumen

La inexistencia de información cartográfica de vegetación actual de la provincia de Alicante a escalas apropiadas para la gestión territorial y ambiental, ha sido el punto de partida del presente trabajo. Para llevar a cabo el doble objetivo propuesto, elaboración de una cartografía con dos niveles de información y su posibilidad de utilización en otros Sistemas de Información Geográfica (SIG), era necesario el planteamiento de una metodología fundamentada en la integración de capas de información básica (planimetría y altimetría), de planeamiento urbanístico y afecciones legales, y las creadas por el equipo de trabajo, referidas a dominios de vegetación potencial y actual, especies singulares y microrreservas de flora. La base cartográfica digital utilizada ha sido la publicada por la Conselleria de Obras Públicas y Urbanismo de la Generalitat Valenciana en su Sistema de Información Territorial (SIT). La Cartografía resultante de este trabajo servirá de base para realizar un análisis espacial futuro del sector escogido, Serra de Santa Pola, que permitirá una gestión o control ambiental de un medio natural de gran riqueza florística y claramente amenazado. En este sentido, la elección del área de estudio responde a su condición de espacio biogeográficamente interesante con numerosos endemismos y en el que convergen tensiones territoriales derivadas de una frenética actividad urbano-turística reciente.

En primer lugar, es necesario establecer las capas de información según los tres grupos temáticos siguientes: contexto biogeográfico, paisajes vegetales y afecciones legales; las cuales se integran en un SIG más amplio basado en los programas ArcInfo y ArcView.

La planificación y gestión de estos espacios protegidos requiere una información cartográfica en la que se ha considerado fundamental la creación de un SIG en el que se inserte una base de datos georreferenciada a escala de detalle, es decir, localización y rasgos característicos o identificativos de las especies vegetales a proteger, entre ellas *Quercus ilex ssp rotundifolia* y *Quercus ilex ssp ilex*, como especies amenazadas por la actividad constructiva ligada al turismo; del mismo modo, y con fines proteccionistas, se realiza una propuesta de "microrreserva de flora", justificada por la presencia de especies vegetales endémicas de mayor o menor distribución: *Sideritis leucantha ssp leucantha* o *Hypericum ericoides ssp. ericoides*. Dicha información se ha obtenido con el GPS March II que permite escribir tablas de datos asociadas a la localización geométrica de los fenómenos en el mismo momento de la recogida de registros en la zona de estudio. Se ha empleado como ficheros de código para realizar la corrección diferencial en postproceso los generados por la estación de recepción GPS del Instituto Universitario de Geografía de Alicante.

La utilización de GPS con la ayuda de herramientas lógicas como el PC-GPS v. 3.6 permite la exportación e integración de los datos de campo en un SIG de mayor alcance, elaborado con los programas ArcInfo v.7. y ArcView GIS v. 3.1, lo que ofrece un amplio nivel operativo de análisis espacial, en el que merece especial mención la realización de un importante trabajo de fotointerpretación realizada con imágenes ortocompuestas por el equipo de trabajo y que han servido para elaborar la capa de información digital sobre vegetación actual que, junto a los datos de campo obtenidos mediante GPS sometidos a un proceso de generalización cartográfica, han jugado un papel crucial en el análisis y superposición espacial realizados con las herramientas de SIG para la obtención de la propuesta de cartografía temática que se ofrece.

El producto de todas las fases de trabajo descritas en los apartados anteriores no es otro que el doble objetivo inicial propuesto: cartografía digital de vegetación actual a escala 1:25.000 e información en detalle de poblamientos y especies vegetales singulares, ambas en formatos digitales compatibles y normalizados con otros SIG existentes (SIGMA, SIT). Con ello se pretende enriquecer el conjunto de documentos de consulta cartográfica digital sobre valores naturales y ofrecer una información ambiental complementaria para facilitar la tarea de toma de decisiones en la planificación urbanística y territorial. En este sentido, es importante destacar la automatización del proceso, tanto en la toma de datos como en la producción de cartografía digital y, al tiempo, remarcar la ventaja que ello supone para la creación de un sistema automatizado de control y seguimiento de procesos en las comunidades y especies vegetales estudiadas. La ayuda que supone trabajar con GPS de campo para la actualización de bases de datos integradas en un SIG permite mantener y actualizar de forma periódica la información, facilitando su seguimiento para los casos en que estos espacios se vean afectados por agresiones o impactos de cualquier tipo.

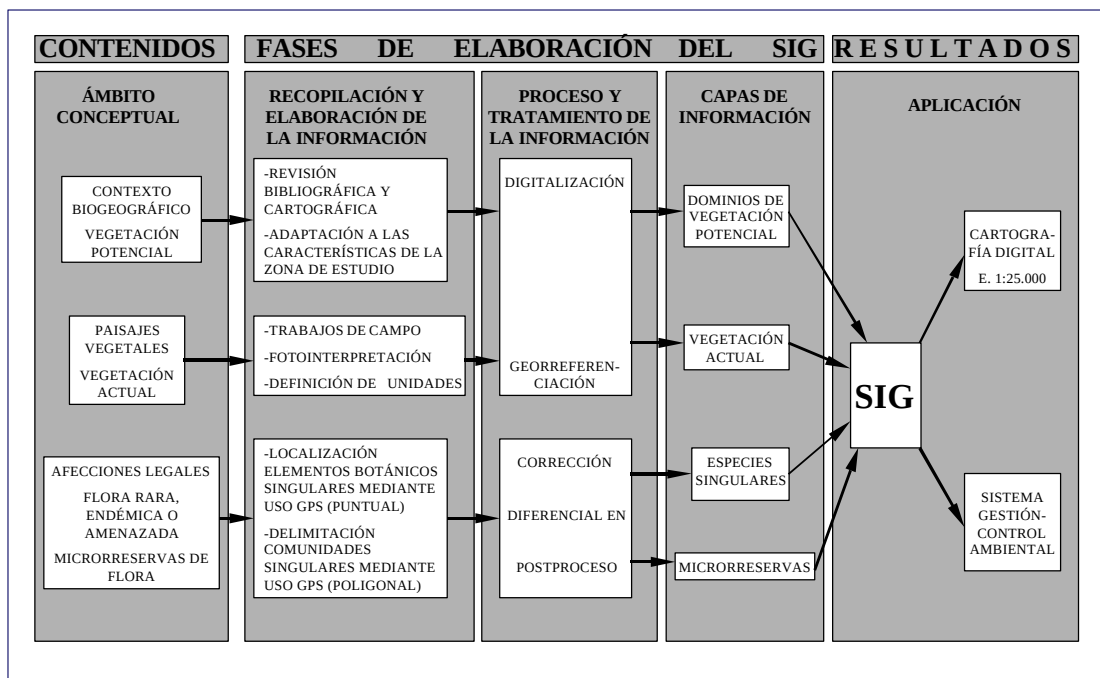
1. Introducción

La inexistencia de información cartográfica de vegetación actual de la provincia de Alicante a escalas apropiadas para la gestión territorial y ambiental, ha sido el punto de partida del presente trabajo: elaboración de una cartografía temática a escala 1:25.000, a partir de fotointerpretación y prospección de campo, relacionada con una base de datos generada a partir de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) con posibilidad de corrección diferencial de los datos obtenidos, en la que se recoge información de detalle sobre poblamientos y especies vegetales, catalogadas como "raras o endémicas" por el Servicio de Protección de Especies de la Generalitat Valenciana (LAGUNA *et al.*, 1998; SERRA, 1999), que están amenazadas y en peligro de extinción por la actividad humana. El interés creciente por la flora en la Comunidad Valenciana, queda plasmado físicamente en este organismo dentro de la Conselleria de Medio Ambiente; legalmente, en la creación de una nueva figura de protección: la "microrreserva de flora" (PADILLA y RAMÓN, 1997); y, entre los numerosos proyectos futuros de este organismo, en la elaboración de un Catálogo de Flora Amenazada.

Para llevar a cabo el doble objetivo propuesto, elaboración de una cartografía con dos niveles de información y su posibilidad de utilización en otros Sistemas de Información Geográfica (SIG), era necesario el planteamiento de una metodología fundamentada en la integración de capas de información básica (planimetría y altimetría), de planeamiento urbanístico y afecciones legales, y las creadas por el equipo de trabajo, referidas a dominios de vegetación potencial y actual, especies singulares y microrreservas de flora. La base cartográfica digital utilizada ha sido la publicada por la Conselleria de Obras Públicas y Urbanismo de la Generalitat Valenciana en su Sistema de Información Territorial (SIT) para la colección de estudios sobre Cartografía Temática. Asimismo es de señalar que esta cartografía está declarada de *necesaria observancia* en la redacción de planes territoriales formulados en el ámbito de la Comunidad Valenciana¹ y fue desarrollada para normalizar la elaboración de cartografía de utilidad en los procesos de planificación urbanística y ambiental. El sector escogido para la aplicación de este modelo metodológico fue la *Serra de Santa Pola*, por ser un espacio biogeográficamente interesante, con numerosos endemismos y en el que convergen tensiones territoriales derivadas de una frenética actividad urbano-turística.

En una primera etapa, es necesario establecer los aspectos conceptuales que se vayan a tratar en la elaboración de las capas de información. Se pueden resumir en tres grandes grupos: contexto biogeográfico en el que se inserta el área de estudio y dominios de vegetación potencial; paisajes vegetales y vegetación actual; y afecciones legales, flora endémica, rara o amenazada y microrreservas de flora.

¹ Orden de 8 de marzo de 1999, de la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, por la que se declaran de necesaria observancia en la redacción de los planes urbanísticos o territoriales que se formulen en el ámbito de la Comunidad Valenciana determinadas cartografías temáticas y estudios integrantes del Sistema de Información Territorial publicadas por esta conselleria. (DOGV 17/03/1999).



Esquema metodológico

La segunda etapa consiste en la elaboración de las capas temáticas y su integración en un Sistema de Información Geográfica más amplio basado en los programas *ArcInfo* y *ArcView*. En ésta se han distinguido unas fases ajustadas a cada uno de los bloques definidos anteriormente, que a grandes rasgos serían: recopilación, elaboración, proceso y tratamiento de la información. Los resultados de todo este procedimiento es el doble objetivo propuesto en un principio, así como la disponibilidad de esta información para realizar un análisis espacial futuro del sector escogido, *Serra de Santa Pola*, para poder llevar a cabo una gestión o control ambiental de un medio natural de gran riqueza florística y claramente amenazado.

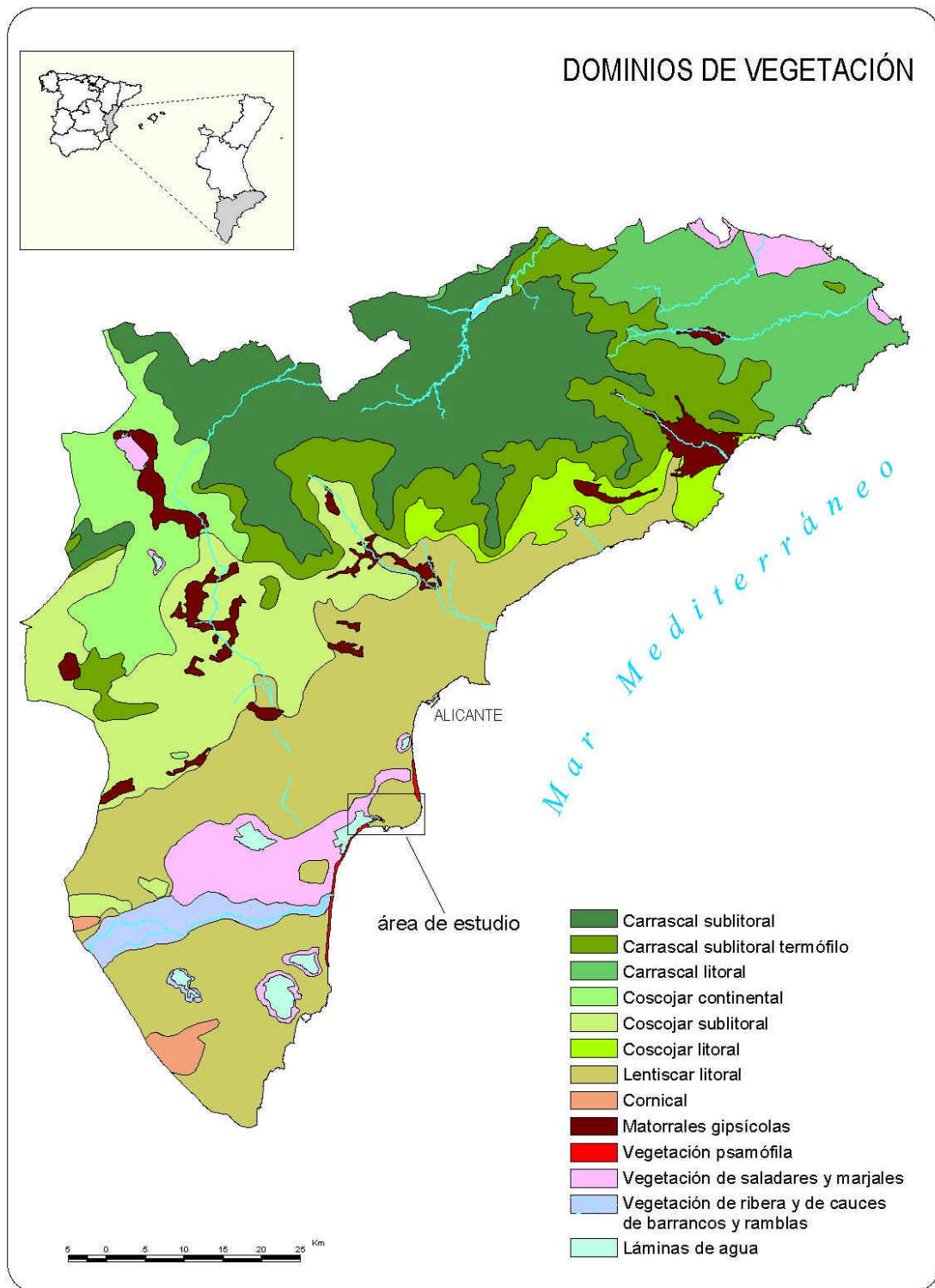
2. Contenidos: ámbito conceptual

2.1. El contexto biogeográfico: vegetación potencial

Para la realización de la cartografía de la vegetación actual de la *Serra de Santa Pola*, según el método propuesto, hay que partir de un contexto más general, es decir, tener en cuenta el área corológica en la que se inserta. Para ello, se ha partido de la información aportada por COSTA (1986) y RIVAS MARTÍNEZ (1987), aunque con algunas modificaciones obtenidas en la fase prospectiva de la investigación. Del primer autor se han tomado las denominaciones asignadas a cada una de las series vegetales, por considerarlas más ajustadas a la realidad biogeográfica alicantina, y del segundo, la distribución espacial, aunque con alguna matización en la delimitación de dominios.

La agrupación de dominios potenciales propuesta serían las siguientes formaciones vegetales: **carrascal sublitoral** o *Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae*, **carrascal sublitoral termófilo con lentisco**, **carrascal litoral** o *Rubio longifoliae-Quercetum rotundifoliae*, **coscojar continental** o *Rhamno lycioidi-Quercetum cocciferae*, **coscojar sublitoral**, **coscojar litoral** o *Quercus cocciferae-Pistacietum lentisci*, **lentiscar litoral** o *Chamaeropo-Rhamnetum lycioidi* y **cornical** *Mayteno europaei-Periplocetum angustifoliae*. La distribución de estos dominios vegetales responde fundamentalmente a condiciones climáticas; sin embargo, en ocasiones, otros factores pueden determinar la existencia de especies vegetales, cuya presencia depende íntimamente de éstos. RIVAS define a este grupo como “Geoserias edafófilas mediterráneas” entre las que distingue: riparias y regadíos, saladares y salinas, dunas y arenales costeros. A cada una de estas unidades se les ha denominado respectivamente en el mapa adjunto como: **vegetación de ribera y de cauces de barrancos y ramblas**, **vegetación de marjales y saladares** y **vegetación psammófila**. Es preciso añadir el grupo de especies vegetales ligadas a suelos con alto contenido en yesos o vegetación gipsícola denominada en la leyenda: **vegetación ligada a margas yesíferas**.

La elaboración de la leyenda del mapa de dominios de vegetación potencial se ha basado en el método propuesto por GAUSSEN (OZENDA, 1986), de modo que a cada uno de ellos se le ha asignado un color representativo de sus condiciones topoecológicas (vid.. mapa: *Dominios de vegetación*).



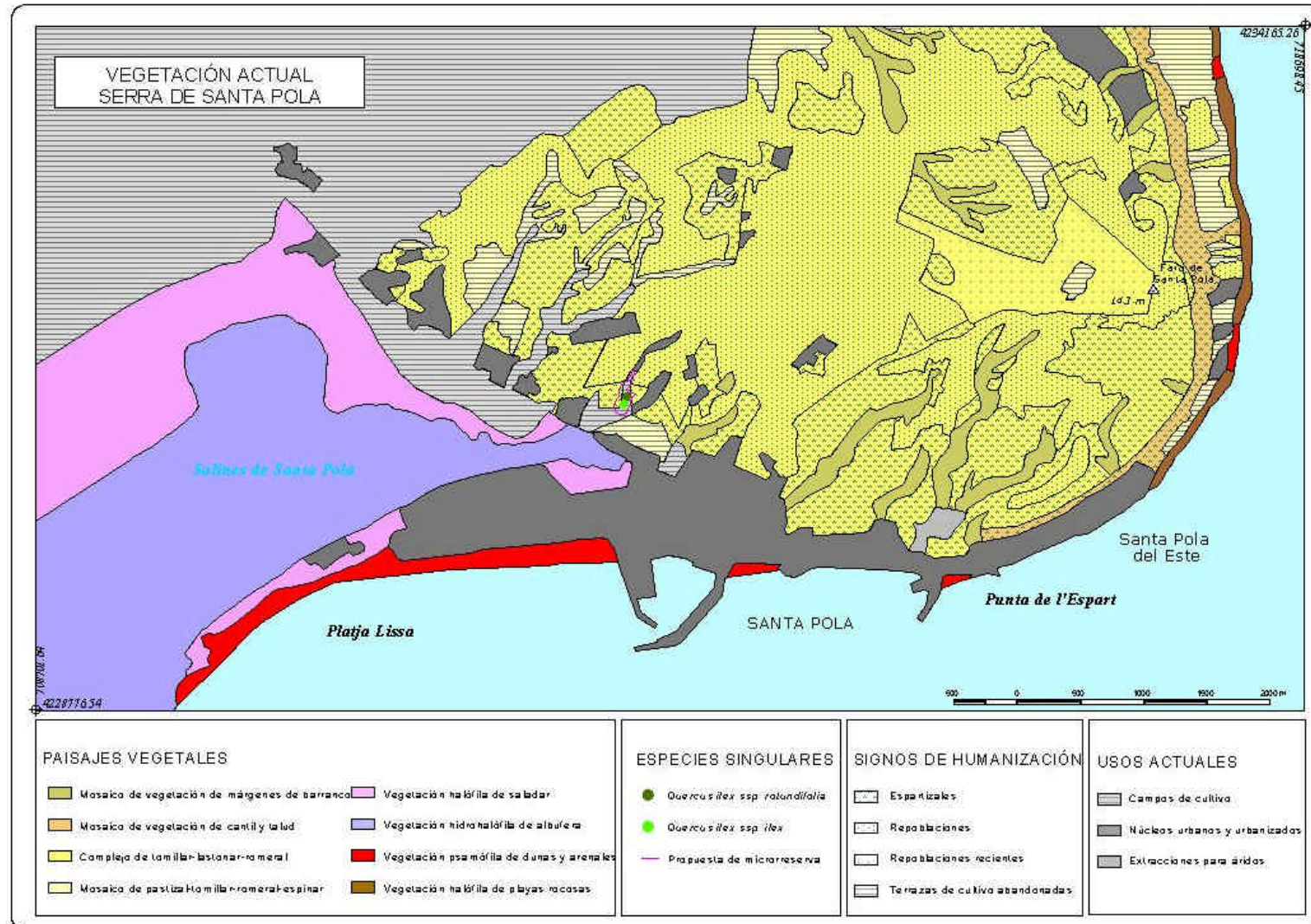
2.2. El significado geográfico de los paisajes vegetales: vegetación actual

Para abordar el mapa de vegetación actual de Santa Pola se han considerado tres tipos de conjuntos cartográficos que, en la mayoría de los casos, son, en realidad, asociaciones cartográficas: del dominio del espinar de palmito y espino negro, de ecótopos singulares y de carácter antropogénico. Cada uno de estos conjuntos ha merecido un tratamiento específico con el fin de sintetizar toda la información recopilada durante los trabajos de campo, es decir, a una escala de análisis de detalle. Nivel de información que escapa a las posibilidades de la escala de representación elegida: 1:25.000 (vid.. mapa: *Vegetación actual*).

2.2.1. Asociaciones cartográficas del dominio del espinar

En este dominio se han analizado desde restos bien conservados del mismo que constituyen una auténtica *maquia*, hasta pastizales secos de lastón. No obstante, la diversidad de tipos es mayor: formaciones arbustivas o subarbustivas abiertas como romerales y albaidales; y formaciones subarbustivas o de carácter camefítico como tomillares. En definitiva, una gama de formaciones vegetales que va desde las más próximas al óptimo del dominio a las más alejadas.

De reducidas dimensiones, fuertemente interpenetradas y de difícil individualización a partir del material fotogramétrico existente, unas y otras se representan íntimamente relacionadas con las condiciones morfológicas y rasgos fisiográficos de los ecótopos que colonizan, comprobando una clara correlación entre determinados espacios y una asociación de tipos; de manera que es en dos unidades fisiográficas perfectamente caracterizadas, donde se localizan los restos de espinar mejor conservados: el fondo y márgenes de los barrancos, y el frente oriental y meridional de la sierra. Si la última de estas unidades se caracteriza por constituir una típica ladera cantil-talud, en los barrancos, este esquema geomorfológico, no sólo está presente, sino que, en ocasiones, se repite varias veces. Es, pues, fácil de entender que, además de formaciones derivadas del espinar, también existan poblamientos específicos de los cantiles: vegetación rupícola. En resumen, en estas dos unidades fisiográficas se han localizado: restos del espinar, albaidales, romerales y vegetación rupícola. Es decir, unidades de vegetación correspondientes a series distintas: la del espinar y la rupícola; por ello, de cara a sintetizarlas en el mapa de vegetación actual, se ha adoptado la denominación de **mosaico** para este tipo de asociación cartográfica (PINTO y PANAREDA, 1995) que, por el predominio del primero de los tipos, se la considera representativa del óptimo.



Estas dos unidades fisiográficas limitan, por la parte superior de los cantiles, con el sector culminante de la sierra o reverso de las capas. Tercera unidad caracterizada por la planitud y escasa profundidad de la formación superficial detrítica que recubre la costra o caliche pliocuaternario. En ella, el predominio corresponde a las formaciones más degradadas, aunque no son las únicas: tomillares con *Sideritis leucantha* ssp *leucantha*, pastizales secos de lastón y romerales; las asociaciones cartográficas merecen ser definidas como **complejos** (PINTO y PANAREDA, 1995) en los que se integran distintos tipos de una misma serie, la correspondiente al dominio del espinar.

A estos tres tipos citados en último lugar, se unen los espinares o lentiscares que colonizan algunas terrazas de cultivo abandonadas no sólo en el fondo de barrancos, sino también los abanicos y glaciares que constituyen el piedemonte que bordea la sierra; terrazas en las que, además, adquieren cierta importancia: matorrales pioneros, pastizales de *Hyparrhenia hirta* y pastizales terofíticos. Constituyen, en definitiva, un **mosaico** de vegetación. El orden en el que han sido citadas no es al azar, sino que están ordenadas desde las más próximas al óptimo hasta las más alejadas:

- ✓ mosaico de vegetación de barrancos (espinar-albaidal-romeral-vegetación rupícola)
- ✓ mosaico de vegetación de cantil-talud (espinar-romeral-lastonar-vegetación rupícola)
- ✓ complejo de tomillares, lastonares y romerales
- ✓ mosaico de pastizales, tomillares, romerales y espinar.

Esta jerarquía que se acaba de señalar, queda reflejada en la leyenda mediante una degradación tonal del color asignado al dominio del espinar con palmito.

2.2.2. Unidades cartográficas de vegetación de ecótopos singulares

En este conjunto de paisajes vegetales se ha incluido tipos de vegetación correspondientes a series variadas, aunque se han considerado como **unidades** de vegetación de relación directa con el ecótopo que ocupan, cada uno de los cuales exige una muy acusada especialización de las plantas presentes en ellos. Estas unidades se han definido del siguiente modo:

- ✓ vegetación halófila de saladar
- ✓ vegetación hidro-halófila de albufera
- ✓ vegetación halófila de costas rocosas
- ✓ vegetación psamófila de costas arenosas

2.2.3. Unidades cartográficas antropogénicas y humanización de los paisajes vegetales

Bajo este epígrafe se han considerado dos grupos de hechos bien distintos: por un lado, las unidades cartográficas antropogénicas identificadas con los aprovechamientos actuales del suelo y, por otro, signos de humanización de los paisajes vegetales más o menos alejados en el tiempo.

En el primero se han diferenciado tres unidades cartográficas:

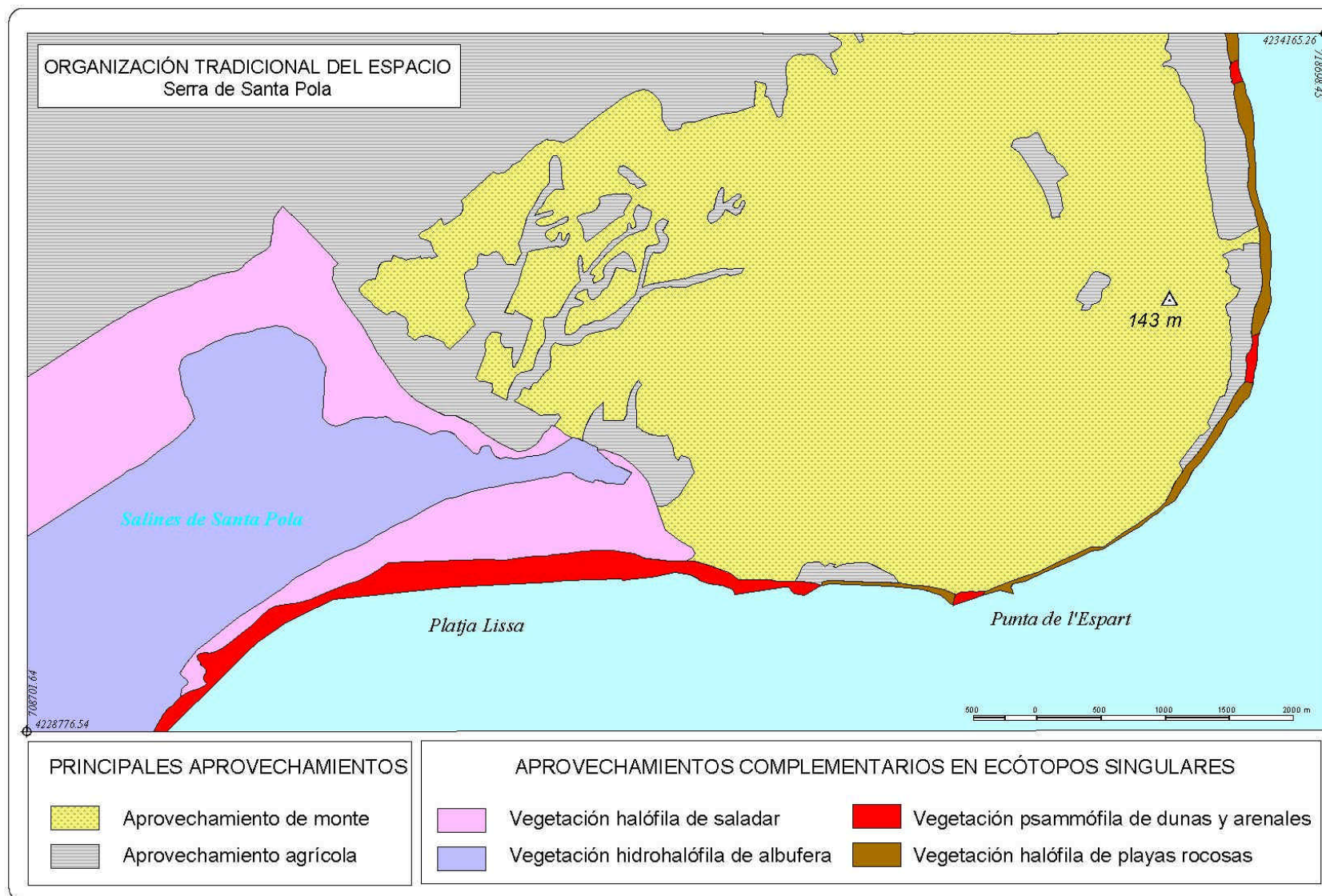
- ✓ campos de cultivo (con vegetación arvense asociada)
- ✓ núcleos urbanos y urbanizaciones
- ✓ extracciones (canteras).

Su tratamiento en la cartografía es mediante la utilización de colores y tramas de la gama de grises.

El segundo grupo integra aquellos aspectos de acusada raigambre antropogénica que, en la mayor parte de los casos, son herencia de la organización tradicional del espacio (*vid.* mapa: *Organización tradicional del espacio*). A grandes rasgos dicha organización se fundamentaría básicamente en la valoración de las distintas unidades fisiográficas y el desarrollo de unos aprovechamientos concretos en cada una de ellas.

De forma abreviada, dejando al margen los ecótopos singulares, se pueden señalar dos tipos: los agrícolas y los de monte. Si en el primero es obvia la actividad desarrollada, en el segundo, es preciso introducir algunos matices. Además del aprovechamiento de leñas y de pastos, se puede considerar básica la recolección del esparto y, sobre todo, las prácticas destinadas a su conservación y mejora; vigentes hasta los años cincuenta y que permitieron el mantenimiento de amplias superficies de espartizal, cuya impronta, todavía en la actualidad, es significativa en el paisaje. Otro aprovechamiento tradicional del monte es el de los pastos, cuya importancia en el pasado queda refrendada actualmente por el arrendamiento de los mismos, no sólo a ganados locales, sino que, aún hoy en día, parte de estos montes continúan siendo arrendados para pastos invernales a ganaderos trashumantes procedentes de la Serranía de Cuenca.

Por otro lado, estos espacios conceptuados como monte, han sido montes de propios, del ayuntamiento y de utilidad pública en los que se han ejecutado repoblaciones forestales desde los años cincuenta hasta mediados de los setenta.



Son, en suma, actuaciones que en mayor o menor grado han dejado su impronta en el paisaje, aunque dichas actividades hayan sido abandonadas. Las de mayor significación en el paisaje son:

- ✓ las terrazas de cultivo abandonadas
- ✓ los espartizales
- ✓ las repoblaciones forestales.

Estos aspectos de la humanización de los paisajes vegetales se tratan mediante la superposición de tramas, puesto que son actuaciones, más o menos alejadas en el tiempo, que se yuxtaponen a los tipos de vegetación diferenciados.

2.3. Afecciones legales

La flora del territorio valenciano se caracteriza por su diversidad y elevado número de endemismos. La creciente actividad terciaria de las últimas décadas, fundamentalmente la ligada al turismo, ha puesto en peligro varias de estas especies así como áreas de especial interés cultural y natural. Por este motivo, se observa desde la década de los ochenta un interés conservacionista y una concienciación por parte de la Generalitat para la protección a nivel de detalle que queda plasmado en la Orden de 20 de diciembre de 1985² y en el *Decreto 218/1994* con la creación de las *microrreservas de flora*³.

A escala nacional el concepto de “flora protegida” se inició con el R.D. 3891/1982 y la Orden de 1984, ya derogados. El Convenio de Berna sobre la conservación de la flora y fauna en Europa fue el primer acuerdo internacional suscrito por España que entró en vigor en esa misma fecha, pero su traslación legislativa a la normativa comunitaria no se produjo hasta la *Directiva de Hábitats*⁴, en la que se realizó un listado con especies estrictamente protegidas y la creación de la conocida *Red Natura 2000*.

La planificación y gestión de estos espacios protegidos requiere una información cartográfica en la que los autores consideran fundamental la creación de un Sistema de Información Geográfica en el que se inserte una base de datos georreferenciada a escala de detalle, es decir, localización y rasgos característicos o identificativos de las especies vegetales a proteger que, además, favorezca y enriquezca en un futuro la elaboración del *Catálogo Valenciano de Flora Amenazada* realizado por el Servicio de Protección de Especies de la Generalitat Valenciana. Como ejemplo y muestra de esta metodología propuesta, se ha utilizado un GPS en la prospección de campo de la *Serra de Santa Pola*,

² Orden de 20 de diciembre de 1985, de la Consellería de Agricultura y Pesca, sobre protección de especies endémicas o amenazadas, se trata de una ampliación del RD 3891-1982 y de la Orden de 17 de septiembre de 1984, ya derogados, para la conservación de flora a nivel nacional. La Orden de 1985 establece tres categorías de protección: estrictamente protegidas; una situación intermedia de protección en la que se exige una autorización previa para su recogida, tala o desenraizamiento; protección leve o “flora regulada” en la que no es necesaria la autorización, salvo para fines comerciales.

³ Decreto 218/1994, de 17 de octubre, del Gobierno Valenciano, por el que se crea la figura de protección de especies silvestres denominada microrreserva vegetal. Nueva figura legal, única en el territorio europeo, para la protección de áreas no superiores a las 20 ha, con flora rara, endémica o amenazada. Se pretende crear una red representativa de la biodiversidad vegetal de la Comunidad Valenciana. Esta figura de protección se inserta dentro del Programa LIFE, MAB-UNESCO y Red Natura 2000.

⁴ Directiva 92/43/CEE de 21 de mayo, establece la protección de flora y fauna silvestres a nivel comunitario para favorecer la biodiversidad. La transposición a la legislación española es por el R.D. 1997/1995 modificado posteriormente por el R.D. 1193/1998 para garantizar la conservación de la biodiversidad.

para la localización de carrascas (*Quercus ilex* ssp *rotundifolia*) y encina (*Quercus ilex* ssp *ilex*)⁵, ambas como ejemplo de su localización más meridional y fuera de su dominio potencial, claramente amenazadas por la actividad constructiva ligada al turismo. Del mismo modo, y con fines proteccionistas, se realiza una propuesta de “microrreserva de flora” localizada en el *Barranc de Paco Manyaco*, justificada por la presencia de especies vegetales endémicas de mayor o menor distribución: *Sideritis leucantha* ssp *leucantha*, como endemismo de la Comunidad Valenciana y áreas limítrofes, que forma parte de matorrales, tomillares y pastizales xéricos; además, destaca la presencia de carrascas y de una encina; así como vegetación rupícola en sectores de débil pendiente, donde resaltan *Chiladenus glutinosus* o “té de roca” e *Hypericum ericoides* ssp. *ericoides*, como planta endémica pero de zonas más amplias de la Península Ibérica.

La información obtenida con el GPS, tras su correspondiente corrección diferencial y proceso de generalización cartográfica, se ha integrado en el mapa de **vegetación actual** mediante su conversión a un fichero de formas, tipo *.shp, propio del programa empleado (*ArcView Gis v3.1*). La escala elegida en éste, 1:25.000, ha exigido la simplificación y utilización de signos convencionales para la representación de las especies vegetales y de las microrreservas propuestas.

3. Fases de elaboración del SIG

3.1. Recopilación y elaboración de la información

La compilación y tratamiento de datos se ajusta a cada uno de los puntos tratados en el apartado anterior. De este modo, la definición y delimitación de los **dominios potenciales de vegetación** se ha realizado a partir de la bibliografía y cartografía ya existente (MARCO y PADILLA, 2000), tanto digital como analógica, así como de su adaptación a las características topoecológicas de la zona de estudio. Dado que el trabajo se integró desde un primer momento en un Sistema de Información Geográfica más amplio, SIGMA⁶, donde se gestionan capas de información de temática diversa: geomorfología, hidrología, aspectos climáticos, usos del suelo, planeamiento urbanístico, etc, fue posible utilizar la información sobre litofacies para extraer de ella las áreas de suelos con yesos y margas del Keüper y obtener, mediante la realización de un proceso de unión espacial entre ambas coberturas, los polígonos donde se desarrolla la formación vegetal catalogada como “matorral gipsícola”. Asimismo la cobertura de hidrografía del referido sirvió para precisar la localización de vegetación ligada a zonas húmedas (cauces, saladares, etc). Por otro lado, la determinación de las unidades de **paisaje vegetal actual** se ha llevado a cabo con la fotointerpretación del vuelo de 1994-1995 del CNIG (escala 1:25:000) y la verificación de los polígonos definidos con el trabajo de campo. El último bloque tratado, el concerniente a la información de detalle, ha consistido en la localización de comunidades y especies vegetales singulares mediante el uso de GPS, que ha permitido la creación de una base de datos en la que se recoge información acerca de las características fisionómicas y de su estado de conservación. El equipo utilizado para la toma de datos en el campo ha sido un GPS *March*

⁵ *Quercus ilex* ssp *ilex* y *Quercus ilex* ssp *rotundifolia* están incluidas en el anexo III de especies protegidas en la Orden de 20 de diciembre de 1985, de la Consellería de Agricultura y Pesca, sobre protección de especies endémicas o amenazadas.

⁶ SIGMA (Sistema de Información Geográfica Medioambiental de Alicante) es un proyecto desarrollado desde 1993 en el Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante, y que, con un marco de referencia provincial, se estructura en cuatro grandes bloques temáticos: el medio físico, los recursos de agua, la población y usos y actividades del territorio.

II de Motorola que emplea como ficheros de código para la corrección diferencial los generados en la estación de recepción GPS del Instituto Universitario de Geografía de Alicante. El programa PC-GPS(v.3.6), permite la generación previa de bases de datos para la recolección de información en el campo, corrección diferencial de coordenadas en postproceso y exportación de resultados a diversos formatos de ficheros, entre ellos: *ArcInfo*, *.shp de *ArcView* y *.dxf. Las bases de datos o *diccionarios* cargadas en el *March II*, generados con antelación a las salidas de campo, tienen una estructura equivalente a la que presenta una base de datos convencional basada en la relación elemento/campo/registro con lo que se asegura una compatibilidad óptima con el sistema. Así, para las propuestas de microrreservas de flora, además de la propia localización y delimitación poligonal del elemento, se dispone con el *diccionario* de la posibilidad de señalar toda una serie de impactos que pudieran observarse *in situ* en la zona propuesta, tales como escombros, ganadería, presencia de especies vegetales alóctonas, procesos de urbanización, etc.. Se consigue así determinar el estado de la cuestión en cada enclave, referencia muy útil para futuras tareas de seguimiento y control de los procesos que afectan a cada uno de estos frágiles espacios. De igual manera, el *diccionario* confeccionado para la toma de datos de encinas y carrascas contempla la reseña de características particulares de cada ejemplar: especie, fisionomía, talla, diámetro del tronco, estado, porte, tipo de crecimiento, ...

Por último, la información referente a la **Organización tradicional del espacio** se ha obtenido a partir de la cobertura de vegetación actual y el apoyo de los fotogramas del vuelo de 1956. En una síntesis retrospectiva mediante combinación de polígonos con procesos de eliminación y fusión, utilizando la opción *Union*, se ha obtenido una capa temática con la interpretación de lo que debió ser la utilización del espacio del sector analizado durante un largo período de tiempo y permite su comparación con el estado actual. Tarea que ha permitido distinguir dos actividades principales, la de monte y la agrícola, y otras complementarias sobre las unidades definidas desde el punto de vista biogeográfico como "ecótopos singulares". De este modo, se evidencia la adaptación del hombre a los recursos naturales que le ofrece el medio, sin desencadenar grandes transformaciones, limitado por el escaso desarrollo tecnológico.

3.2. Proceso y tratamiento de la información

De la fase anterior se obtienen dos tipos de información. Una está plasmada en polígonos o unidades del paisaje vegetal potencial y actual, cuyo tratamiento es el clásico para su integración en el SIG, esto es, digitalización, generación de topología y proyección de coordenadas a unidades del mundo real. Para ello se utilizó el programa *ArcInfo* v.7. Por otro lado, existe un conjunto de datos obtenidos con GPS, de carácter puntual (especies singulares) y poligonal (propuesta de microrreserva de flora), que han aportado una información complementaria a la anterior y que, por sus características, requiere una corrección diferencial en postproceso y una conversión a formatos compatibles para poder ser integrada con aquella dentro del programa empleado (*ArcView GIS* v. 3.1) para la gestión de capas de información y obtención final de cartografía. Como ya se ha mencionado arriba, el programa PC-GPS(v.3.6) se realiza una conversión a diferentes formatos de ficheros (*export*) propios de SIG, entre ellos los de tipo *shapefile* (*.shp) propios de *ArcView*. El proceso de conversión mantiene, de manera fidedigna, la estructura de base de datos diseñada en el *diccionario* de campo, convertida ahora, claro está, en *.dbf. La información obtenida en el campo queda así perfectamente integrada dentro del sistema, tanto en lo referente a su localización espacial como a sus atributos.

Asimismo, es necesario señalar que el polígono referente a la propuesta de microrreserva de flora obtenido con GPS determina formas poligonales con excesivo número de vértices, ya que fueron tomados a pie con el receptor en modo dinámico y con un intervalo de 1 segundo por cada par de coordenadas. Se consideró oportuno recurrir a un proceso de generalización cartográfica por simplificación para eliminar información de detalle que no se necesita. Al tratarse de un solo polígono,





de escasa entidad superficial y teniendo en cuenta su escala final de representación, se optó, para su simplificación, por el redibujado de éste en un nuevo tema (*theme*); de este modo, se conservó fielmente el contorno y supuso una reducción de vértices de más del 90 %. Por similares motivos, la representación de los datos referidos a las carrascas y encina, se procedió a un proceso de simplificación por eliminación (*vid. Generalización cartográfica de la cobertura procedente de los datos del GPS (1 y 2)*). Las capas de información digital resultantes en los procesos anteriores son: dominios de vegetación potencial, vegetación actual, especies singulares y microrreservas de flora.

4. Resultados

El producto de todas las fases de trabajo descritas en los apartados anteriores no es otro que el doble objetivo inicial propuesto: cartografía digital de vegetación actual a escala 1:25.000 e información en detalle de poblamientos y especies vegetales singulares, ambas en formatos digitales compatibles y normalizados con otros Sistemas de Información Geográfica existentes (SIGMA, SIT). Con ello se pretende enriquecer el conjunto de documentos de consulta cartográfica digital sobre valores naturales y ofrecer una información ambiental complementaria para facilitar la tarea de toma de decisiones en la planificación urbanística y territorial.

En este sentido, es importante destacar la automatización del proceso, tanto en la toma de datos como en la producción de cartografía digital y, al tiempo, remarcar la ventaja que ello supone para la creación de un sistema automatizado de control y seguimiento de procesos en las comunidades y especies vegetales estudiadas. La ayuda que supone trabajar con GPS de campo para la actualización de bases de datos integradas en un SIG permite mantener y actualizar de forma periódica la información, facilitando su seguimiento para los casos en que estos espacios se vean afectados por agresiones o impactos de cualquier tipo. Aunque en este trabajo únicamente se ha tratado el modelo metodológico, es evidente que este material cartográfico obtenido constituye una información muy útil para el análisis espacial con respecto a otras capas temáticas (documentos de planeamiento, proyectos de infraestructuras de carácter supramunicipal, procesos urbanísticos no controlados, etc.), así como valiosa herramienta de carácter preventivo en estudios de diagnóstico y minimización de impactos. La escasa entidad superficial de las microrreservas de flora y la fragilidad de las poblaciones de especies vegetales endémicas, raras o amenazadas, hace necesaria su gestión mediante este tipo de sistemas con los que es posible determinar áreas de influencia ante futuras actuaciones y, en definitiva, garantizar su conservación y mejora.

5. Bibliografía

COSTA, M. (1986). La vegetació al País Valencià. València, Secretariat de Publicacions, Universitat de València.

GENERALITAT VALENCIANA. COPUT (1991): Sistemas de Información Territorial. València.

GENERALITAT VALENCIANA. COPUT. (1998): Afecciones que inciden en la planificación urbanística y territorial en la Comunidad Valenciana. Colección Cartográfica Temática, 4, + 1 CD-ROM con cartografía digital. Valencia.

LAGUNA LUMBRERAS, e. et al. (1998): Flora endémica, rara o amenazada de la Comunidad Valenciana. Valencia, Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana.

MARCO MOLINA, J.A. y PADILLA BLANCO, A. (2000): Dominios de vegetación. en GIL OLCINA, A. (dir.) Cartografía Temática de las Tierras Alicantinas. Alicante, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 40-41.

OZENDA, P. (1986): La cartographie écologique et ses applications. Ecological mapping and its applications. París, Masson.

PADILLA BLANCO, A. y RAMÓN MORTE, A. (1997): Planeamiento ambiental a escala de detalle: microrreservas de flora en la Comunidad Valenciana. Investigaciones Geográficas. Alicante, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante.

RIVAS MARTÍNEZ, S. et al. (1987): Mapas de series de vegetación de España 1:400.000 y Memoria. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ICONA.

SERRA LALIGA, L. (1999): La flora de Santa Pola. Santa Pola, *Ajuntament de Santa Pola*.

