

CARTOGRAFÍA DE LAS COBERTURAS Y USOS DEL SUELO DE LA MARINA BAIXA (ALICANTE) PARA 1956, 1978 Y 2000

Juan Peña¹, Rosa M^a Poveda², Andreu Bonet¹, Juan Bellot¹, Antonio Escarré¹

¹ Departamento de Ecología. Universidad de Alicante

² Laboratorio de Climatología. Institutos Universitarios. Universidad de Alicante

RESUMEN

El estudio de las coberturas y usos del suelo y su variación a lo largo del tiempo obedece a gran cantidad de fines: estudios medioambientales, económicos, sociales, planificación territorial (infraestructuras, urbanismo o agrícola), estratégicos, etc., como fuente de información y de diagnóstico geográfico, asimismo constituye un elemento clave en la toma de decisiones.

El análisis de la evolución de las coberturas y usos del suelo en el tiempo desde una perspectiva multidisciplinar en la Marina Baixa permite la evaluación de las políticas llevadas a cabo y la anticipación para la adecuada orientación de actuaciones futuras. En este sentido, se considera conveniente poner a punto una metodología de entrada y tratamiento de los datos espaciales, basada en la utilización de Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) y fotografía aérea.

El presente trabajo trata de mostrar y cuantificar la cronosecuencia de las coberturas y usos de suelo de la comarca de la Marina Baixa, como resultado de la tarea de fotointerpretación y cartografiado, sin atender a las causas que la motivan o las consecuencias que implican. Próximos estudios dentro del mismo proyecto incurrirán en los efectos sobre la biodiversidad vegetal y los balances hídricos para el periodo estudiado.

Palabras clave: Coberturas del suelo, usos del suelo, cambios de usos del suelo, paisaje, ecología del paisaje, Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), ArcGIS.

ABSTRACT

The study of variations through time in land cover and land use as sources of information and geographical diagnosis, is due to many different factors: environmental, economical, social territorial planning (infrastructure, urban or farming planning), strategic research etc., and thus is a key element for decision makers.

The analysis of the evolution of land cover and land use through time from a multidisciplinary point of view in the Marina Baixa allows for the evaluation of implemented policy as well as the anticipation of future planning policies. To this effect, we have developed a methodology of spatial data input and management, based on the use of Geographical Information Systems (G.I.S.) and aerial photographs.

The present work attempts to demonstrate and quantify land cover and land use chronosequence of the Marina Baixa region, using photo-interpretation and cartographic work, without assessing the causes that motivate land use changes or their consequences. Forthcoming studies within the same project will include in the effects of vegetal biodiversity and hydrological balances over the study period.

Key words: Land cover, land use, land use changes, landscape, landscape ecology, Geographical Information Systems (G.I.S.), ArcGIS.

1. Introducción

Los cambios de usos del suelo son una realidad que acontece desde los orígenes de la humanidad (Naveh & Kutiel, 1990) y que han tenido en la cuenca mediterránea un especial énfasis (Margaris *et al*, 1996). Estos cambios de usos han sido principalmente mediados por el hombre buscando siempre la máxima productividad del suelo (Van der Leew, 1998). Estos cambios de usos y coberturas han estado reconocidos por muchas organizaciones como un factor crítico mediado por actuaciones socioeconómicas, políticas y culturales y cambios medioambientales globales, especialmente cambios atmosféricos y el potencial cambio climático (IGBP, 1992).

Los principales cambios de uso que han tenido lugar en la cuenca mediterránea durante las últimas décadas están fuertemente influenciados por la aplicación de la Política Agraria Comunitaria (P.A.C.) y la Agenda 2000 (Ritson & Harvey, 1997), que apoyan el abandono de los cultivos en suelos menos productivos. Estos cambios potencian la colonización por vegetación silvestre, que compite por los recursos que contiene el suelo y afecta a su balance hídrico. Todos estos cambios de uso del suelo afectan a la estructura del paisaje (Regato-Pajares *et al*, 1996).

Las tendencias generales que se han adoptado en la fachada oriental de la Península Ibérica consisten en el abandono (Lasanta & García, 1996) o la transformación de los aprovechamientos tradicionales poco productivos en cultivos de regadío (Ramon, 1995), en las repoblaciones forestales como medidas de corrección y regulación de los cauces (López Cadenas, 1998) y en la urbanización de las zonas colindantes al mar. Por consiguiente, estos cambios en composición, biomasa y estructura de la vegetación que afectan al paisaje pueden ser decisivos para que se comporte de un modo particular ante unas mismas condiciones ambientales (Dale, 1997).

Los paisajes pueden cambiar debido a muchos factores, ya sean naturales o inducidos por el hombre (Forman, 1997). Las perturbaciones naturales como incendios, inundaciones y tormentas tienen una profunda influencia en la evolución histórica de los paisajes, pero generalmente la influencia humana arrolla y enmascara estos procesos naturales debido a su mayor frecuencia e intensidad de ocurrencia (Luque *et al*, 1994). Los procesos de cambio directamente relacionados con la actividad humana son: intensificación agrícola, abandono agrícola, incendios, deforestación, aprovechamiento ganadero y desarrollo humano (Farina, 1998).

Hace unas décadas, el análisis de los usos y coberturas vegetales del suelo se realizaba mediante procedimientos de encuesta o muestreo que permitían obtener un conocimiento de dicha información por parte de la Administración. Los censos agrarios e inventarios forestales cumplían un papel de instrumentos de aforo para evaluar la capacidad productiva de la cubierta vegetal natural o arbolada.

En la actualidad, el procesado de imágenes y las técnicas de S.I.G. pueden visual y analíticamente, mostrar cambios de usos en el tiempo (Mast *et al*, 1997). La habilidad de inven-

tariar, cuantificar, y evaluar un hábitat a varias escalas espaciales es esencial para un manejo efectivo y apropiado de especies de vida salvaje (Roseberry & Hao, 1996). Esta mejora tecnológica es fundamental para conocer cuál es la posición exacta en el espacio de las variables analizadas, ya que es en el espacio donde éstas interactúan entre sí, no basta un conocimiento muestral o con referencia administrativa. También, para cuantificar la dinámica en el tiempo sobre los cambios que el hombre impone al medio, adecuando el análisis temporal o los nuevos ritmos acelerados que hoy existen y que rebasan, con mucho, los ciclos decenales a los que, hasta ahora, los procedimientos convencionales solían orientar la producción de información.

La cartografía de coberturas y usos del suelo mediante fotos aéreas constituye una alternativa a la usual confección de mapas de ocupación del suelo (Peña, 2001). Para cuantificar los cambios de usos y coberturas del suelo en una determinada zona es necesario tomar como referencia periodos concretos y esto se consigue por medio de la creación de mapas de usos del suelo en diferentes épocas (Bonet et al, 2004). Estos mapas vienen a ser como fotografías instantáneas del territorio en un momento concreto.

El objeto a estudio en los presentes mapas de usos viene establecido por el contexto de investigación llevado en el proyecto europeo AQUADAPT, cuyo objetivo es generar conocimiento que apoye la planificación y la gestión estratégica de recursos hidrológicos a nivel de cuenca bajo condiciones cambiantes de patrones de suministro y demanda, y de las condiciones de utilización del agua.

Desde la perspectiva de la investigación, se define el ámbito de estudio como un área que contiene un mosaico de teselas o elementos de hábitat, los cuales representan áreas discretas del dominio espacial con condiciones homogéneas, donde los límites de las teselas están distinguidos por discontinuidades de carácter medioambiental o físico.

Este estudio obedece a un enfoque funcional, en el que el suelo se cartografía en función de la actividad que se desarrolla en él (cumpliendo funciones de conservación, de consumo o de producción), o a un enfoque formal, identificando el uso del suelo con la ocupación del mismo y procediendo al análisis a partir de determinadas características derivadas de su aspecto visual (tono, textura, color, forma, densidad, etc.).

Partiendo del uso de nuevas tecnologías de la información, aplicadas al medio ambiente, se asienta la generación de información espacial sobre los usos y coberturas vegetales del suelo desde un punto de vista esencialmente ambiental y, por tanto, integrador, con el espacio como elemento fundamental en el que se desarrolla esta variable ambiental y el tiempo como dimensión de imprescindible análisis para conocer la evolución y estado de los ecosistemas naturales o cultivados.

La necesidad de contar con este tipo de información viene dada, igualmente, ante la frecuencia en que los usos del suelo desencadenan procesos que, habitualmente, resultan con balance negativo para el medio ambiente. Así, a lo largo de la geografía se constatan acuciantes problemáticas como la erosión y pérdidas de suelo debido al deterioro y pérdida de la cubierta vegetal, la contaminación y sobreexplotación de recursos hídricos por prácticas agrícolas intensivas, la polución atmosférica o la contaminación de las aguas derivadas de los usos de tipo industrial, la amenaza sobre poblaciones endémicas de fauna o flora por incompatibilidad de usos, etc.

2. Área y periodo de estudio

El área de estudio (680,3 km²) engloba a la comarca alicantina de la Marina Baixa (578,5 km²) y al mismo tiempo con la cuenca hidrográfica el mismo nombre (641,2 km²). Puesto que no coinciden los límites de ambas se ha ampliado la superficie para que las abar-

que conjuntamente. Además, el ámbito de estudio de la presente cartografía incluye una banda perimetral externa de 200 metros que sirva como margen de error. En la Figura 1, se muestra el mapa de altitud del área estudiada, en el cual se definen los límites correspondientes a la cuenca hidrográfica (línea continua), y a la comarca de la Marina Baixa (línea discontinua).

La cuenca de la Marina Baixa, comprende una variada y compleja topografía y se caracteriza por una densa ocupación del suelo, destacando los cultivos de regadío (nísperos, cítricos y otros frutales), y secano (algarrobos, olivos y almendros), así como las zonas urbanizadas, áreas industriales y un área abrupta de bosque mediterráneo.

La Marina Baixa es una región donde se producen rápidos cambios en el territorio, originados, tanto por una fuerte transformación humana que modifica grandes espacios en muy poco tiempo, como por una dinámica natural, poco alterada por el hombre. Estas tensiones dan lugar a graves problemas ambientales que, frecuentemente, resultan difíciles, incluso de estar en disposición de ser conocidas a través de métodos y medidas tradicionales de representación del espacio, cuyos análisis de cambios se ven desbordados por fenómenos de dinámica acelerada, resultando que los ritmos de actualización de éstos a través de la cartografía, tanto básica, como temática, son excesivamente lentos.

El tiempo es un factor clave para la comprensión de los procesos ecológicos y los mecanismos evolutivos de los paisajes. Es conveniente estudiar la organización de los paisajes naturales (bosque esclerófilo mediterráneo) y antropógenos (paisajes agrarios, periurbanos

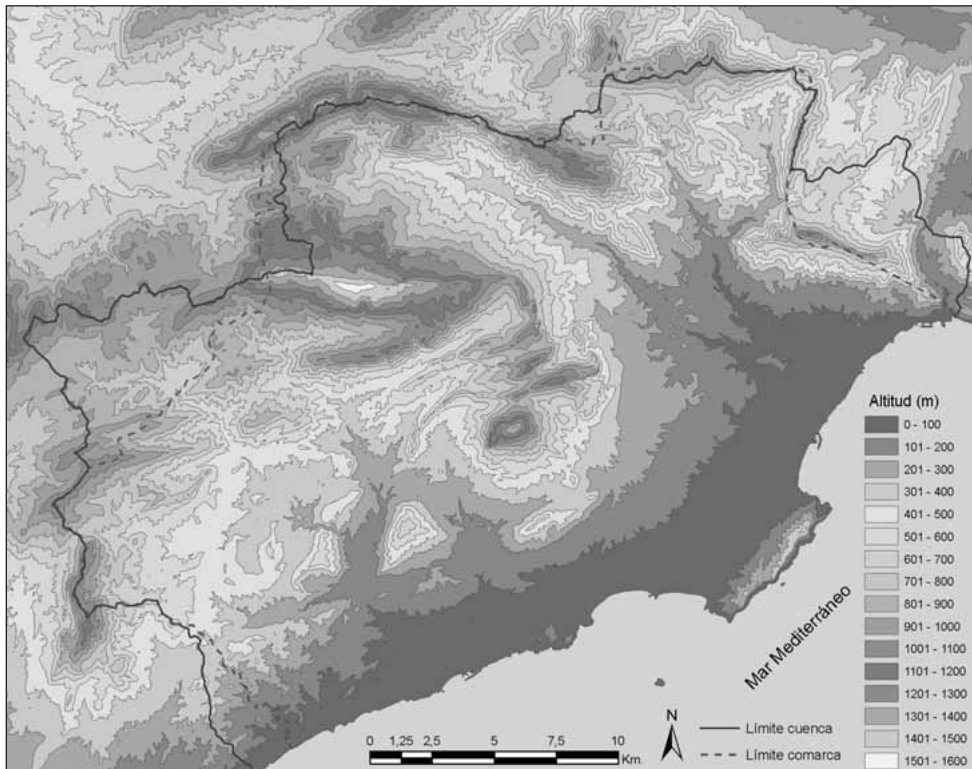


FIGURA 1. Límites de cuenca y comarca de la Marina Baixa.

y urbanos) y tratar de establecer las relaciones entre los patrones paisajísticos y los factores del medio, en el que la historia juega un papel determinante en los procesos de dinámica del paisaje y con respecto a las condiciones iniciales del sistema tras cada perturbación. El periodo estudiado se corresponde con las series de fotografías aéreas analizadas, es decir, los años 1956, 1978 y 2000.

3. Material y métodos

3.1. Material

El material base para la confección de la cartografía de coberturas y usos del suelo ha consistido en:

- Estereopares de fotografías aéreas de 1956 a escala 1:33.000 obtenidos y facilitados por el Ministerio de Defensa.
- Estereopares de fotografías de 1978 a escala 1:18.000, capturados por el IRYDA y proporcionados por RUGOMA, S.A.
- Estereopares de fotografías de 1998, 1999 y 2000 a escala 1:25.000, tomados por el Instituto Cartográfico Valenciano y suministrados por la Diputación de Alicante.

3.2. Parámetros empleados en la base cartográfica

Para la confección de la nueva cartografía se han establecido unos parámetros básicos. En este sentido, la fotografía aérea aporta la resolución espacial para llegar a concretar la escala cartográfica más adecuada para las diversas formas, tipos y subtipos de usos y coberturas vegetales que caracterizan a la región.

La selección de la escala de trabajo 1:10.000 es la más adecuada para la realización de una cartografía de ocupación biofísica del territorio mediante esta metodología. Siempre para la precisión del mapa se debe tener en cuenta la escala del producto, por ejemplo escala 1:10.000, por tanto la escala de la foto podría ser de hasta 1:60.000, aplicando la relación de expansión 6X, el mínimo apreciable sin contraste por el ojo humano es de 1,7 mm. Por tanto, al multiplicar este máximo error tolerable por la escala, viene a dar 17 m. Generalmente, es recomendable trabajar con un tercio del total de error despreciable por escala, en este caso quedaría de +/- 5,6 m. En función de esta escala, el área cartografiada más pequeña escogida es de 50 m², por tanto, el perímetro mínimo es de 28,28 m en el caso de un cuadrado (lado de 7,07 m) o 25,06 m en el caso de un círculo (radio de 3,98 m).

El sistema de referencia geográfica empleado es la proyección Universal Transversal Mercator (UTM), y se ha enmarcado la zona de estudio en su huso correspondiente (huso 30), trabajando con el metro como unidad de referencia. Como límite de municipios y línea de costa se ha considerado el mapa topográfico facilitado por la C.O.P.U.T. a escala 1:10.000.

3.3. Levantamiento cartográfico de los mapas de coberturas y usos del suelo

La elaboración de la cartografía para las tres fechas (1956, 1978 y 2000) se ha hecho de manera independiente, sin tomar arcos o polígonos de un año a otro. El orden de fotointerpretación, digitalización y codificación no ha sido cronológico para los distintos mapas, pero la revisión bajo un mismo criterio sí lo ha sido. El trabajo ha consistido en cuatro fases: fotointerpretación, digitalización, codificación y verificación (Peña, 2004), ver Figura 2.



FIGURA 2. Procesado de la información espacial.

Fotointerpretación: En una primera fase se ha analizado la documentación de partida existente, con el fin de determinar qué tipo de información se extrae de cada una de las fuentes con las que se cuenta. La interpretación visual de las fotografías aéreas, con ayuda de información auxiliar, resulta objetivamente más operativa para la realización de un mapa de ocupación del suelo que las clasificaciones automáticas de la misma. Es evidente la limitación que existe con las categorías que no son fáciles de interpretar a partir de las fotos aéreas. La documentación de partida son los pares fotográficos de distintos años y escalas que han sido digitalizados en un escáner y posteriormente se han corregido por medio de puntos de control del mapa topográfico en el S.I.G.

Digitalización: La fase de digitalización se ha realizado sobre el programa ArcGIS 8.3 sobre las fotografías corregidas de los distintos años (Peña, 2004). El objeto de la digitalización ha sido la identificación y delimitación de las distintas coberturas y usos del suelo correspondientes a los tres periodos (1956, 1978 y 2000).

Codificación: Toda la información resultante de la digitalización se integra en un mapa de coberturas y usos del suelo que se corresponde con una capa de polígonos para cada fecha. En la cual el mosaico de teselas poligonales refleja las distintas coberturas y usos del suelo con representación superficial. Simultáneamente, se ha realizado la codificación de los polígonos resultantes de la fase de integración. La codificación se ha realizado asignando a cada polígono uno de los 33 usos del suelo, clasificados según la leyenda adjunta más adelante.

Verificación: Para corroborar la asignación de los usos se han revisado en el campo las teselas asignadas a la cartografía de 2000. La verificación de la clasificación sirve para cuantificar el nivel de exactitud de la cartografía elaborada por medio de muestras representativas de la superficie total de la cuenca de las que se conoce la cobertura o uso verdadero «*in situ*». Se han seleccionado unas parcelas o áreas test distribuidas a lo largo de un recorrido de campo sobre un marco de muestreo en la cartografía de coberturas y usos del suelo de 2000, siguiendo un muestreo sistemático no alineado, a las que se les asignó el verdadero uso del suelo. El trabajo de campo es clave para la identificación de los usos, aunque hay un ligero desfase temporal con la fecha de imagen (2000). El proceso de revisión en el campo ha utilizado el programa ArcPad 6.0.3 en un ordenador de bolsillo, que junto a un GPS ha facilitado la tarea de localización de los muestreos sobre la cartografía digitalizada en tiempo real.

3.4. Idoneidad de la clasificación de coberturas y usos del suelo

El diseño de la leyenda de coberturas y usos del suelo se corresponde con una clasificación fisonómica, que es un resumen representativo de la situación del campo usando criterios de diagnóstico. El sistema de clasificación empleado describe los nombres de las clases y el criterio utilizado para distinguirlas, siendo la clasificación independiente de la escala y los medios utilizados para recoger la información. Los criterios que se han seguido para

establecer la clasificación de las principales coberturas y usos del suelo son, por tanto, físicos (fotointerpretación).

Es necesario recordar la diferencia entre los términos «uso» y «cobertura» del suelo (Turner & Meyer, 1991). El término de «uso del suelo» (en inglés: *land use*) normalmente se refiere al régimen de manejo al cual somete el hombre un sitio (ej: plantación o uso agroforestal), y el concepto de «cobertura del suelo» (en inglés: *land cover*) es un descriptor del estado de la vegetación en un sitio (ej: bosque, matorral, etc.) (Dale *et al*, 1998). La presente clasificación integra los usos y coberturas dentro de una misma tipificación, de manera que posteriormente se puedan generar mapas de usos del suelo y mapas de coberturas del suelo independientes, simplemente reclasificando a partir de la leyenda general.

La nomenclatura escogida está basada en los proyectos CORINE y LUCC, cuya clasificación es jerárquica y ofrece más flexibilidad, debido a su habilidad de acomodar diferentes niveles de información, desde clases estructuradas de un nivel superior y por medio de divisiones dicotómicas llegar a otras subclases de nivel inferior. Así, existen casos en que las clases, aún de los niveles de mayor detalle de la leyenda, pueden ser fácilmente identificadas en las imágenes a partir a su particular respuesta visual (caso de los cultivos bajo plástico, uso urbano, embalses, cultivos en regadío, etc.), en otros muchos es preciso el apoyo del estereoscopio para discriminar su asignación.

La clasificación jerárquica dicotómica empleada para la elaboración de los mapas de coberturas y usos diferencia 31 categorías en el segundo nivel de detalle (ver Figura 3). Asimismo, se resume a una leyenda de 8 clases generales en el primer nivel, más apropiada para analizar los principales cambios a nivel regional. Hay que resaltar que en la leyenda de áreas forestales se incluyen las categorías de los campos abandonados que poseen un doble significado, histórico-arquitectónico por su anterior uso agrológico y funcional por su actual cobertura vegetal.

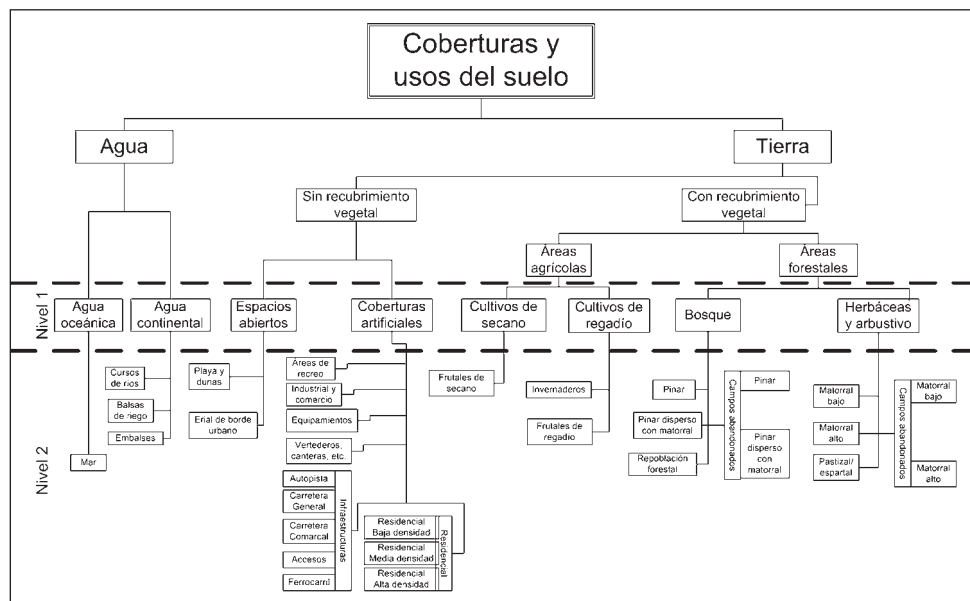


FIGURA 3. Clasificación jerárquica de las coberturas y usos del suelo.

La clasificación adoptada para los mapas de usos y coberturas vegetales del suelo de la Marina Baixa presenta unas estructuras y contenidos diferentes de los proyectos LUCC y CORINE, si bien su organización jerárquica permitiría, por agregación, asimilarse a las 44 clases del programa CORINE-Land Cover. De esta forma, esta labor es compatible con cualquier demanda de extracción de estadísticas de ocupación del suelo a nivel europeo, o con la futura iniciativa de actualización del programa CORINE-Land Cover.

3.5. Clasificación de las coberturas y usos del suelo

A continuación se describen todas categorías utilizadas en la clasificación jerárquica de los mapas de usos y coberturas:

A. AGUA.

1. *Agua oceánica.*
 - 1.1. Mar: Zona bañada por la marea más baja (Mar Mediterráneo).
2. *Agua continental.*
 - 2.1. Ríos: Cursos de agua natural o artificial.
 - 2.2. Balsas de riego: Depósitos artificiales de agua.
 - 2.3. Embalses: Reservas de agua.

B. TIERRA.

a. SIN RECUBRIMIENTO VEGETAL.

3. *Espacios abiertos.*
 - 3.1. Playa: Playas, dunas y expansiones de arena o piedras en la costa.
 - 3.2. Erial de borde urbano: Espacios con desarrollo de construcciones, excavaciones de suelo o roca, terraplenes, etc.
4. *Coberturas artificiales.*
 - 4.1. Áreas de recreo: Zonas de acampada, campos de deporte, parques de recreo, campos de golf, pista de carreras, etc. Incluye parques sin estar rodeados por zonas urbanas.
 - 4.2. Industrial y comercio: Áreas de superficie artificial (con hormigón, asfalto o cemento) desprovisto de vegetación, ocupando la mayor parte del terreno en cuestión, el cual contiene edificios y/o áreas con vegetación.
 - 4.3. Infraestructuras: Aeropuerto, puerto, instalaciones militares, incluyendo muelles, apostaderos, pistas de aterrizaje, edificios y terrenos asociados.
 - 4.4. Vertederos, canteras, etc.: Basureros o depósitos de minas y áreas abiertas de extracción de minerales industriales (canteras de arenas) u otros minerales (minas).
 - 4.5. Autopista: La carretera más rápida para cualquier tipo de transporte motorizado paralela a la línea de costa, está compuesta por dos carriles en ambos sentidos, y es necesario pagar un peaje.
 - 4.6. Carretera General: La carretera secundaria por orden de importancia para cualquier tipo de transporte motorizado junto a la costa (un carril por sentido).
 - 4.7. Carretera comarcal: La carretera que conecta ciudades.

- 4.8. Accesos: La red de carreteras que conecta con infraestructuras, industria, urbanizaciones y otras carreteras.
- 4.9. Ferrocarril: La red de vías que conecta las ciudades cerca de la costa.
- 4.10. Residencial de poca altura: Residencias dispersas compuestas por edificios de una o dos plantas (bungalow, chalet, etc.) con jardín y/o piscina.
- 4.11. Residencial de media altura: Edificios normales (4-10 plantas) de una ciudad.
- 4.12. Residencial de gran altura: Edificios altos o rascacielos (más de 10 plantas).

b. CON RECUBRIMIENTO VEGETAL.

b1. ÁREAS AGRÍCOLAS.

5. *Cultivos de secano.*

- 5.1. Cultivos de secano: Parcelas plantadas con árboles frutales (viñas, almendros y olivos) asociados permanentemente con recubrimientos de pasto. Generalmente la arquitectura de estas parcelas está compuesta por un mosaico de terrazas sobre laderas.

6. *Cultivos de regadío.*

- 6.1. Invernaderos: Cultivo de árboles frutales y huerta bajo plásticos o vidrio.
- 6.2. Cultivos de regadío: Cereales, leguminosas, frutales, cultivos de forraje y cultivos de barbecho irrigados permanentemente y periódicamente, usando infraestructura permanente (canales de riego, red de drenaje). La mayoría de estos cultivos no podría cultivarse sin su abastecimiento artificial de agua.

b2. ÁREAS FORESTALES.

7. *Bosque.*

- 7.1. Pinar: Formación vegetal compuesta principalmente por árboles, incluyendo estratos inferiores de matorral alto y matorral bajo, donde las especies de coníferas (*Pinus halepensis* y *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) y encina (*Quercus rotundifolia*) predominan.
- 7.2. Pinar disperso con matorral: Formación vegetal compuesta principalmente por árboles (pinos y encinas), incluyendo estratos inferiores de matorral alto y matorral bajo, donde las especies de matorral y coníferas codominan.
- 7.3. Repoblación de pinar: Superficies regeneradas artificialmente por medio de la plantación de especies de coníferas (*Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster* y *P. nigra* subsp. *salzmannii*).
- 7.4. Campos abandonados con pinar: Cultivos abandonados que han recuperado su recubrimiento llegando a estadios maduros de la sucesión natural hasta bosque de pinar, se notan de forma suave los escalones que han dejado las terrazas.
- 7.5. Campos abandonados con pinar disperso con matorral: Campos abandonados que han recuperado parte de su cobertura a pinar disperso con matorral, están presentes las terrazas y en algunos casos se encuentran rotas.

8. *Herbáceas y arbustivo.*

- 8.1. Matorral bajo: Vegetación con poco recubrimiento, dominada por pequeñas plantas leñosas y plantas herbáceas.

- 8.2. Matorral alto: Vegetación esclerófila. Incluye las formaciones de máquia y garriga. Comunidades de vegetación densa compuestas por numerosas especies de matorral alto.
- 8.3. Vegetación de rambla: Vegetación adaptada a condiciones de humedad de los cauces de los arroyos con régimen torrencial (*ramblas*).
- 8.4. Campos abandonados con cobertura de matorral bajo: Cultivos abandonados recientemente que han recuperado de forma natural parte de su cobertura del suelo a matorral bajo, en la mayoría de casos mantienen las terrazas.
- 8.5. Campos abandonados con cobertura de matorral alto: Cultivos abandonados en las últimas décadas que han recuperado de forma natural parte de su cobertura de suelo a matorral alto, suele mantener las terrazas.

4. Resultados

4.1. Cartografía elaborada

A partir de las fotografías aéreas se han identificado las superficies para los 31 tipos de cobertura del suelo, no obstante para el presente documento se procede a utilizar la clasificación simplificada. El avance del tiempo ha ido configurando cambios en el paisaje, afectando en gran medida a la proporción de usos del suelo. En la Tabla 1 se presentan el número de teselas y superficie ocupada por cada tipo de cobertura o uso del suelo, y a continuación en la Figura 4, Figura 5 y Figura 6 se muestran los mapas de coberturas y usos del suelo para 1956, 1978 y 2000 respectivamente.

A partir de estos resultados, se puede deducir que la cuenca de la Marina Baixa ha tenido y tiene un manejo antrópico del suelo bastante intenso, debido a que la gran mayoría de los cambios de usos del suelo han estado mediados por la acción del hombre. Ante los recientes episodios de cambios en los aprovechamientos del suelo se plantea la necesidad de una ordenación que ponga en marcha medidas de protección y regulación de los usos del suelo, para fomentar un uso más sensato del suelo.

Es importante recalcar el declive progresivo de los cultivos de secano, que en 1956 conformaban el 35% del territorio y han ido disminuyendo progresivamente al 23% en 1978 y ahora sólo representan un 14%. Esto es consecuencia del desvanecimiento del poder económico que tenía en antaño el sector agrario de secano en la cuenca de la Marina Baixa. Se ha podido comprobar un desplazamiento agrícola de secano a regadío, compuesto por cítricos y frutales de regadío (principalmente de nísperos) que creció su superficie en 1978, pero

Tabla 1
Número de teselas y superficie ocupada (Km²) por cada tipo de cobertura o uso del suelo en la Marina Baixa para los distintos años

| Usos y coberturas del suelo | 1956 | | 1978 | | 2000 | |
|-----------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|
| | Nº | Área (km ²) | Nº | Área (km ²) | Nº | Área (km ²) |
| Agua continental | 9 | 1,89 | 28 | 2,72 | 181 | 3,08 |
| Espacios abiertos | 19 | 0,95 | 142 | 7,35 | 314 | 8,29 |
| Coberturas artificiales | 38 | 1,99 | 149 | 17,55 | 226 | 41,88 |
| Cultivos de secano | 805 | 235,97 | 773 | 159,31 | 1342 | 92,36 |
| Cultivos de regadío | 103 | 47,79 | 265 | 74,65 | 436 | 62,30 |
| Bosque | 615 | 122,73 | 744 | 155,67 | 887 | 202,86 |
| Herbáceas y arbustivo | 550 | 268,95 | 603 | 263,38 | 1051 | 269,94 |

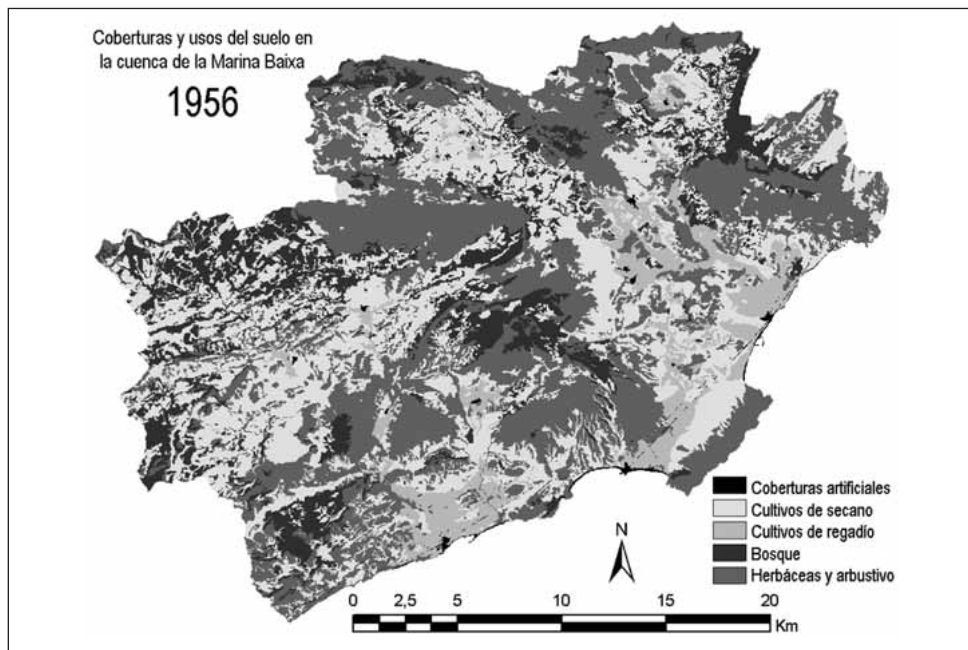


FIGURA 4. Mapa de coberturas y usos del suelo de la Marina Baixa para 1956.

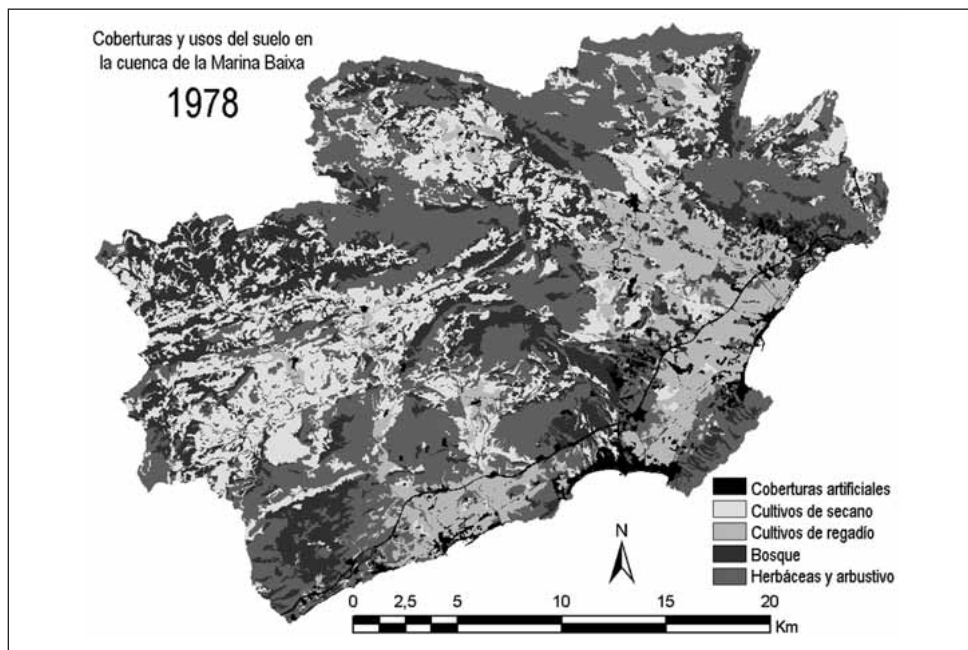


FIGURA 5. Mapa de coberturas y usos del suelo de la Marina Baixa para 1978.

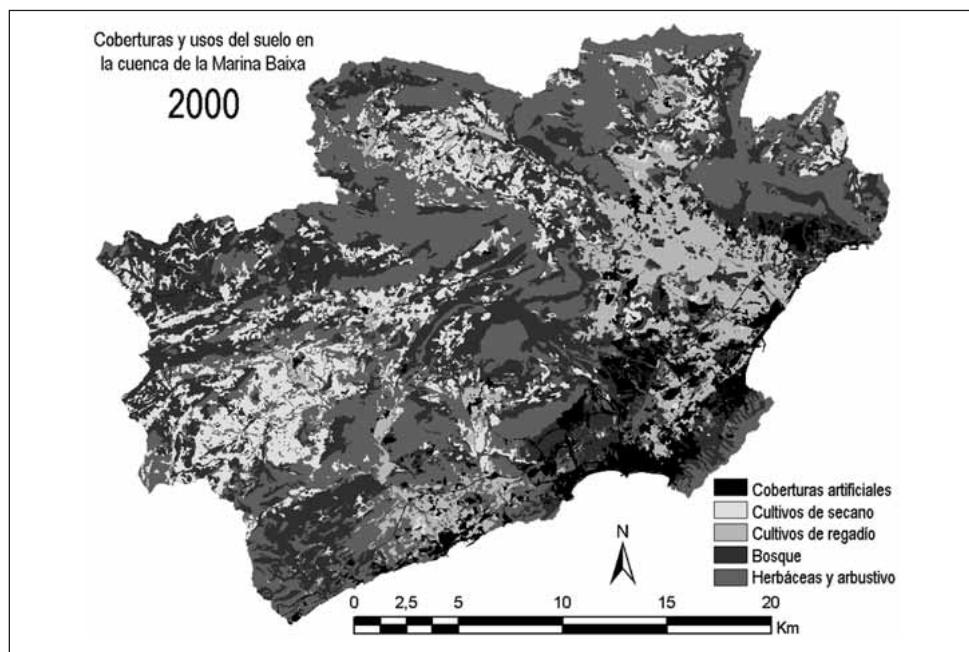


FIGURA 6. Mapa de coberturas y usos del suelo de la Marina Baixa para 2000.

disminuyó en 2000 en detrimento del suelo urbano que representa en la actualidad el motor económico de la comarca por parte del sector turístico e industrial.

Una de las coberturas que menos ha variado en superficie ocupada son las comunidades herbáceas y arbustivas, sin embargo este resultado numérico es aparente, ya que no se tratan de los mismos datos espaciales, debido a que siempre han estado sujetas a los cambios que el hombre ha aplicado al territorio, como creación de nuevos cultivos, construcciones urbanas, repoblaciones, etc. Las condiciones socioeconómicas y el nivel técnico son las que han influido en la transformación de determinados espacios para sus usos más preferentes. En consecuencia, han desaparecido en zonas cercanas a la costa y han aparecido de nuevas en el interior de la comarca fruto del abandono agrícola.

Es significativo destacar el crecimiento de superficie arbórea, prácticamente pinar y algún encinar disperso, que en 1956 contaba con un 18%, y que fruto de posteriores colonizaciones naturales y repoblaciones, pasó a un 23% en 1978 y cuenta con importantes formaciones de pinos (principalmente *Pinus halepensis*) que ocupan en la actualidad cerca del 30% de la actual zona de estudio.

Las coberturas artificiales, suelo principalmente urbano y de infraestructuras de transporte han tenido un crecimiento muy acentuado, han pasado de 2 km² a 42 km² en 44 años, aunque sigue siendo un porcentaje bajo para toda la cuenca, es creciente por el auge de las viviendas de tipo chalet. Ante esta proliferación de los asentamientos turístico-residenciales es necesario que se cuente con planes de ordenación regional que pongan freno a la urbanización sin límites y que comporten programas adecuados y ordenados de actividades urbanísticas en el territorio.

Los espacios abiertos corresponden por una parte a las zonas de playa y dunas que se han mantenido más o menos invariables y por otra a las áreas desmanteladas previas a la construcción de coberturas artificiales (carreteras, equipamientos, residencias, etc.). Estos espacios abiertos en el segundo caso tienen lugar en un breve lapso de tiempo, ya que acaban ocupándose por algún tipo de uso antrópico o en caso de bordes de carretera vuelve a recolonizarse por vegetación natural. Al ocurrir en un efímero periodo de tiempo indican la rapidez o intensidad de cambio que se produce en el área de estudio, cuyos valores se han incrementado de 1 km² a 8,3 km².

4.2. Verificación en el campo

El desarrollo de mapas de vegetación utilizando S.I.G y teledetección está sujeto a la comisión de errores humanos metodológicos en su integración (Goodchild, 1994). No obstante, la fotointerpretación actualmente proporciona la clasificación más precisa (90% o superior) de cambios temporales del paisaje (Jensen, 1986) a falta de resolución suficiente y antigüedad para las imágenes satélite.

Conceptualmente, la verificación de la base de datos de usos y coberturas vegetales del suelo ha de proporcionar medidas del grado de fiabilidad de la misma, esto es, en qué medida la información recogida en ella corresponde con la realidad, o más exactamente, con el modelo que de ella se ha planteado a través de la clasificación de usos y coberturas que representa la leyenda.

El proceso de verificación en el campo para la cartografía de 2000 arroja, sobre una malla de 68 puntos de muestreo, un error global de 5,6% para un intervalo de confianza del 95%. Es preciso señalar que dado que las imágenes y vuelo utilizados para la interpretación corresponden al año 1998, 1999 y 2000 (las más recientes de la costa), y los trabajos de validación en campo se desarrollaron en 2004, era previsible que una fracción del territorio hubiese cambiado de uso o cobertura en dicho periodo dada la gran cantidad de obras que actualmente están teniendo lugar en la comarca. Por tanto, el mapa de 2000 nace en cierto modo desfasado, no obstante, sirve de información útil para conocer el ritmo de cambio pluri-anual en la región.

5. Conclusiones

El presente trabajo viene a mejorar en la comprensión de la dinámica de cambio de coberturas y usos del suelo en la Marina Baixa, de la cual no se conoce con exactitud en gran parte de la geografía española. Además, la mayoría de estudios realizados realiza un tratamiento a escala local y no regional.

También, resulta imprescindible para conocer cuantitativamente las zonas más vulnerables y para proceder a su conservación. El primer paso para la planificación de los usos y la conservación del paisaje es la evaluación de coberturas y usos del suelo. La cartografía de coberturas y usos del suelo mediante fotografías aéreas en un S.I.G. constituye una alternativa a la tradicional confección de mapas de ocupación del suelo. Es necesaria la integración en un S.I.G. a las bases de datos de los tipos de suelos, clases de usos, pendientes y otros mapas temáticos para realizar esta cuantificación.

Por último, hay que mencionar que esta cartografía es también el fundamento de un trabajo posterior de análisis del paisaje. Este aspecto es en sí mismo suficientemente complejo y merece un tratamiento específico, pero las modestas pretensiones de este artículo aconsejan dejarlo para otra ocasión.

6. Agradecimientos

Esta investigación ha estado financiada en el marco del proyecto europeo AQUADAPT (EVK1-CT-2001-00104), también es importante resaltar el apoyo por parte de una beca de Formación de Personal Investigador de carácter predoctoral de la Agencia Valenciana de Ciencia y Tecnología (Generalitat Valenciana) y la ayuda a la investigación para la redacción de tesis doctoral del Instituto de Cultura Alicantino Juan Gil-Albert de la Excm. Diputación Provincial de Alicante.

Asimismo, también es de agradecer la breve, pero inestimable colaboración de Laura Román Ferrando y Gustavo Manzón Nunes en las interminables tareas de digitalización.

A la biblioteca de Geografía de la Universidad de Alicante por el generoso préstamo de las fotografías aéreas de 1956 y 1978.

7. Referencias bibliográficas

- BONET, A., J. BELLOT & J. PEÑA. (2004). Landscape dynamics in a semiarid mediterranean catchment (SE Spain). In: Mazzoleni, S., G. Di Pasquale, P.de Martino and F. Rego (Eds). «Recent dynamics of Mediterranean vegetation landscape». Pp. 47-56. Wiley. U.K.
- DALE V.H. (1997). The relationship between land-use change and climate change. *Ecol.Appl.* 7. [3]. Pp. 753-769.
- DALE V.H., KING A.W., MANN L.K., WASHINGTONALLEN R.A., & MCCORD R.A. (1998). Assessing land-use impacts on natural resources. *Environ.Manage.* 22. [2]. Pp. 203-211.
- FARINA A. (1998). Principles and methods in landscape ecology. Chapman & Hall. Cambridge.
- FORMAN R.T.T. & COLLINGE S.K. (1997). Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. *Landscape and Urban Planning.* 37. [1]. Pp. 129-135.
- GOODCHILD M.F. (1994). Integrating GIS and Remote Sensing for Vegetation and Analysis and Modeling - Methodological Issues. *J.Veg.Sci.* 5. [5]. Pp. 615-626.
- IGBP. (1992). Global Change and Terrestrial Ecosystems: The Operational Plan. IGBP Report 21, IGBP Secretariat, Stockholm, 95pp.
- JENSEN J.R. (1986). Introductory Digital Image Processing. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.
- LASANTA, T. & GARCÍA, J.M. (1996). Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales. Instituto de Estudios Riojanos. SEG. Logroño.
- LÓPEZ CADENAS F. (1998). Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. Ingeniería Medioambiental. Ministerio de Medio Ambiente.
- LUQUE S.S., LATHROP R.G., & BOGNAR J.A. (1994). Temporal and Spatial Changes in an Area of the New Jersey Pine Barrens Landscape. *Landscape.Ecol.* 9. [4]. Pp. 287-300.
- MARGARIS N.S., KOUTSIDOU E. & GIOURA C.H. (1996). Changes in traditional Mediterranean land-use systems. In: J. Brandt and J.B. Thornes (Editors), Mediterranean desertification and land use. Wiley and Sons. Chichester. U.K. Pp. 29-42.
- MAST J.N., VEBLEN T.T., & HODGSON M.E. (1997). Tree invasion within a pine/grassland ecotone: An approach with historic aerial photography and GIS modeling. *Forest.Ecol.Manage.* 93. [3]. Pp. 181-194.
- NAVEH Z. & KUTIEL P. (1990). Changes in the Mediterranean vegetation of Israel in response to human habitation and land use. In Woodwell GM (ed.) *The Earth in transition.*

- Patterns and processes of biotic impoverishment. Cambridge University Press. Cambridge. Pp. 259-299.
- PEÑA J. (2001). Análisis de los cambios de usos del suelo (1946-1999) en una cuenca semiárida (Agost, Alicante). Efectos sobre la estructura del paisaje y los balances hídricos. Tesis de licenciatura. Universidad de Alicante.
- PEÑA J. (2004). Iniciación a los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Alicante. *En impresión*.
- REGATO-PAJARES P., CASTEJÓN M., TELLA G., GIMÉNEZ-CABALLERO S., BARRERA I. & ELENA-ROSSELLÓ R. (1996). Analysis of landscape changes in the Mediterranean mountain regions of Spain: seven case studies. Ecological and landscape consequences of land use change in Europe. H.G. Jongman (Ed.). European Centre for Nature Conservation. Publication series on Man and Nature. Vol. 2. Pp. 259-285.
- RAMON A. (1995). Tecnificación del regadío valenciano. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie Estudios. Madrid.
- RITSON, C. & HARVEY, D.R. (1997). The Common Agricultural Policy. 2nd edition. CAB International. Wallingford.
- ROSEBERRY J.L. & HAO Q.W. (1996). Interactive computer program for landscape-level habitat analysis. Wildlife Soc. Bull. 24. [2]. Pp. 340-341.
- TURNER, B. L. & MEYER W. B. (1991). Land use and land cover in global environmental change: Considerations for study. *International Social Science Journal* 130: Pp. 669-679.
- VAN DER LEEUW (1998). Understanding the natural and anthropogenic causes of land degradation and desertification in the Mediterranean basin: The Archaeomedes project. Office for official publications of the European Union. Luxemburg.

