

## **LOS MAPAS DE USOS DEL SUELO Y VEGETACION ACTUAL A NIVEL DE RECONOCIMIENTO TERRITORIAL. EL PROGRAMA DE CONTROL DE CAMBIOS EN EL TERRITORIO DE ANDALUCIA**

Uno de los proyectos integrados en el Sistema de información ambiental de Andalucía, implica un programa de actuaciones tendente a realizar un seguimiento continuo, en el tiempo y el espacio, de las modificaciones que sobre el territorio de Andalucía se van produciendo.

En este sentido, el medio ambiente funciona como un sistema vivo en el que se producen numerosas interacciones que lo hacen progresar o regresar, con una dinámica temporalmente condicionada, en la mayoría de las ocasiones, por las actividades humanas. Las transformaciones y explotación del medio natural provocan, normalmente, una aceleración de procesos que, si bien pueden ser evaluados puntualmente, suelen ser difíciles de controlar en espacios amplios. Es por ello que los organismos competentes en la vigilancia de las alteraciones que sobre el territorio se producen, se encuentran, generalmente, con graves problemas en lo que se refiere al seguimiento de las zonas que presentan una elevada dinamicidad, bien sea natural o condicionada por las actuaciones humanas.

Andalucía, con una superficie mayor de 87.200 km<sup>2</sup>, es una región donde se producen rápidos cambios en el territorio, originados, tanto por una fuerte dinámica natural, poco alterada por el hombre, como por transformaciones humanas que modifican grandes espacios en muy poco tiempo. 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.

En este terreno, la teledetección espacial ofrece procedimientos alternativos y competitivos, en coste económico y de tiempo para el seguimiento de cambios en medios de elevada dinamicidad.

No obstante, resulta difícil, aún hoy en día, encontrar aplicaciones de la teledetección espacial que supongan aportaciones realmente operativas y funcionales. Los resultados procedentes del tratamiento de imágenes comienzan a ser espectaculares pero sólo para casos muy específicos y, las más de las veces, en estudios de índole científica en los que la complejidad de los tratamientos suele conllevar un elevado coste de los productos finales en comparación con los procedimientos de tipo convencional. Este hecho, unido al desconocimiento general de qué son y para qué pueden servir los tratamientos de informaciones procedentes de sensores remotos, hacen que la generalidad de usuarios potenciales de la teledetección siga manteniendo reticencias, no siempre injustificadas, con respecto a la operatividad de su utilización.

Es, así, absolutamente preciso "acercar" las posibilidades de la teledetección a los usuarios facilitándoles unos medios de trabajo específicos para satisfacer sus necesidades dentro del entorno concreto en el que se desarrolla su actividad.

Es obvio que si la teledetección quiere ocupar un espacio dentro del campo de las ciencias aplicadas debe tender a resolver operativamente aquellos problemas que tienen planteados los más diversos usuarios. En este sentido, si bien el tratamiento de imágenes multispectrales puede aportar nuevas informaciones sobre el territorio, hasta hoy no imaginadas, es en la resolución de

los problemas convencionales sobre el espacio donde debe demostrar una validez y operatividad, traducida en términos de tiempo y dinero, para conseguir así el lugar competitivo que hoy no tiene. Partiendo de estas premisas resulta necesario acomodar las técnicas de tratamiento de imágenes a los sistemas de trabajo más usuales e intentar mejorar los posibles resultados a obtener.

Bajo este punto de vista y en la hipótesis de trabajar para obtener estadísticas y cartografía de usos del territorio mediante el empleo del tratamiento digital de imágenes de satélite existentes en el SinambA, se ha asumido por la Consejería de Medio Ambiente, un programa de control de cambios sobre el territorio de Andalucía, haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información, el cual permite analizar, en un ciclo de cuatro años, todas aquellas alteraciones que, desde un punto de vista de utilización del suelo o de cobertura vegetal, afectan a la región. Este programa incluye, además, el seguimiento de determinados sectores de la región que ofrecen una dinámica de cambios muy fuerte como consecuencia de la actuación humana. En este último caso los análisis se efectúan anualmente y a escalas de mayor detalle, procediéndose con metodologías de muestreo estadístico espacial a obtener estadísticas y cartografías de áreas cultivadas bajo plástico (Campo de Dalías en Almería y costa onubense), regadíos en el entorno de Doñana, ....

El programa de control de cambios supone, pues, la creación de una información periódica en el SinambA sobre cartografía de dichos cambios. El análisis en el tiempo de esta información permite, como veremos más adelante, conocer, cuáles son los tipos de usos y coberturas vegetales que existieron en el pasado y existen hoy en día sobre un territorio concreto o sobre toda la Comunidad Autónoma, pero también ver las tendencias de cambio, sus ritmos, etc.

Dichas informaciones son concebidas, desde el punto de vista de su inclusión en el Sistema de información ambiental de Andalucía, como un nivel de análisis a las escalas de reconocimiento y semidetalle. Es decir, los mapas digitalizados procedentes de la interpretación de imágenes de satélite, son introducidos en el Sistema y pueden ser empleados, solos o combinados con otras informaciones, a escalas a partir de 1/50.000 para toda la región.

Este programa de control de cambios de usos y coberturas vegetales de Andalucía permite hacer análisis cartográficos y convertir esta información en datos estadísticos utilizando, como nivel de agregación, cualquier criterio, con la única condición de que este criterio esté integrado, igualmente, en el SinambA. Por tanto, es posible hacer análisis de estadística espacial a nivel de municipio, provincia y región, como se recoge en el presente documento, pero también sería posible realizarlo a nivel de hoja de mapa topográfico, comarca, espacio natural protegido, áreas afectadas por un incendio forestal. A su vez, la información creada y actualizada cada cuatro años sirve de base para procesos de evaluación sobre el territorio regional, dando soporte a la inclusión de parámetros como: modelos de combustible, capacidad de protección de la vegetación frente a los procesos erosivos, niveles de estrés de la vegetación natural, etc.

En el establecimiento de este programa de control de cambios en Andalucía se han ido consolidando unas metodologías de trabajo cuyos antecedentes más inmediatos están relacionados, de una parte, con el Mapa de cultivos y aprovechamientos publicado por el Ministerio de Agricultura para toda España a escala 1/50.000, y con el Programa CORINE de la Comunidad Europea, cuyo proyecto "Land Cover" generó un mapa para el sur de Europa a escala 1/100.000 a través de procedimientos de interpretación de imágenes de satélite.

Ambos documentos han sido asumidos como años de referencia histórica de los tipos de usos y coberturas vegetales. En el caso del mapa elaborado por el Ministerio de Agricultura, la fecha de ejecución se centra en torno a 1976 para Andalucía, y para el mapa de usos y coberturas vegetales generado en el proyecto Land-Cover-España, el año de interpretación de la información corresponde a 1987. A partir de esta última fecha, cada cuatro años se procede a una revisión completa de la información cartográfica y alfanumérica, manteniendo las anteriores informaciones como registros históricos espacializados.

La cartografía de usos y coberturas vegetales del suelo generada a partir de 1991 supone, además, una ampliación en cuando a la leyenda empleada, pasando a tener ésta en torno a 150 niveles de clasificación.

Los niveles de leyenda se establecen de forma jerárquica de manera que el nivel de información regional es un desarrollo del nivel nacional y éste del nivel europeo y, por tanto, son perfectamente compatibles entre sí (véanse tablas 1, 2 y 3).

En los momentos actuales se ha finalizado la revisión completa de la región con referencia al año 1991 y se está procediendo a la evaluación estadística de evolución en 1996. Este es, además, el año en que se inicia la nueva revisión de usos y coberturas vegetales de Andalucía que dará lugar a una nueva publicación de resultados, serán nuevamente revisados en 1999.

Se plantea, así, un control de usos y coberturas sobre el territorio dinámico, que dará lugar a estadísticas espacializadas y a múltiples procesos de evaluación, entre los que la capacidad de mantener la memoria histórica de las alteraciones de usos y coberturas vegetales será uno de los más importantes.

## ANTECEDENTES DEL PROGRAMA DE CONTROL DE CAMBIOS EN EL TERRITORIO

Como se ha señalado con anterioridad, hoy día, la gestión medioambiental no puede entenderse sin contar con una amplia gama de informaciones que den soporte a los procesos de toma de decisiones.

Conscientes de estas necesidades, la Comisión de las Comunidades Europeas asumió el desarrollo del programa CORINE, por decisión del Consejo de 27/6/85. Este programa tenía como propiedades los siguientes objetivos:

- Reunir la información relativa al estado del medio ambiente del conjunto de países de la Unión Europea.
- Coordinar los esfuerzos de recopilación de datos, y los sistemas de organización de la información, a nivel de todos los estados miembros.
- Garantizar la coherencia de las informaciones a este nivel y asegurar su compatibilidad en los diferentes países.

Para que estos objetivos pudiesen materializarse, el programa CORINE ha llevado a cabo dos acciones complementarias:

- El diseño y desarrollo de un Sistema de Información que, asumiendo el esquema general de los Sistemas de información geográfica (S.I.G.), fuese capaz de reunir y gestionar las informaciones sobre el medio ambiente indispensables para la puesta en marcha de las políticas comunitarias.
- La recopilación de los datos que conciernen a la actividad medioambiental y el establecimiento de los estándares para su codificación y estructuración, de forma que se aseguren sus posibilidades de intercambio a nivel comunitario.

Para la consecución de las metas perseguidas, CORINE ha concentrado los esfuerzos en la captura de informaciones procedentes de fuentes muy diversas, que tendrán una naturaleza heterogénea, como corresponde a la proyección horizontal propia del medio ambiente: relieve, clima, suelos, hidrología, población, límites administrativos, inmisión, etc..., cada una de ellas estructurada en diferentes bases de datos.

Entre las informaciones que demanda la planificación de las políticas medioambientales ocupa un lugar primordial la que hace referencia a los modos de ocupación del suelo, pues constituye una base fundamental para conocer el grado de incidencia de la actividad humana sobre el medio natural, y poder llevar a cabo un seguimiento de sus repercusiones a lo largo del tiempo. En ese sentido, las necesidades de obtener una información sobre la distribución espacial de los usos del suelo a nivel de la Unión Europea debía cumplir los siguientes requisitos:

- Debe ser una información cartográfica y estadística.
- La escala de trabajo y los contenidos deben de adaptarse a las diversas necesidades de los potenciales usuarios (comunitarios, nacionales y regionales).
- Debe ser generada mediante unas metodologías que permitan su actualización en unos plazos de tiempo acomodados a los ritmos de cambios de utilización del territorio.

Frente a estas necesidades, en el panorama de los países europeos se contaba con datos dispersos, heterogéneos y de muy difícil acceso, pues este tipo de inventarios sólo ha sido realizado exhaustivamente de forma parcial, aislada y raramente como un proyecto con pretensiones de continuidad en el tiempo, y con recubrimiento espacial extenso.

A este respecto, CORINE y SinambA son Sistemas de Información equiparables, salvando las distancias de profundidad de contenidos, mayor en el nivel regional, y Land-Cover y Mapa de usos y cobertura vegetales del suelo en Andalucía son aspectos parciales de dichos Sistemas que tienden a analizar la evolución de usos y coberturas vegetales, uno a nivel de Europa y el otro a nivel de Andalucía.

## **El proyecto CORINE-Land Cover**

Con la finalidad de obtener una información cartográfica de la ocupación del suelo a nivel de todos los países comunitarios, que cumpliese los requisitos anteriormente indicados, se decidió el desarrollo del proyecto "Land Cover", como un componente fundamental del programa CORINE.

La puesta en marcha de este proyecto no implicaba la recopilación de información preexistente. La parte fundamental del mismo conllevaba el establecimiento de una nomenclatura de la que se desprendiese una información homogénea para todos los países de la Unión Europea, y el diseño de una metodología que permitiese la actualización de la información en unos plazos de tiempo ajustados a las necesidades de seguimiento de las problemáticas medioambientales. Además, esta base de datos debía tener un carácter dúctil, en la medida que, al estar integrada en un Sistema de información geográfica, pudiese ser relacionada con otras bases de datos residentes en el mismo para obtener nuevas informaciones.

Con el objetivo de fundamentar el diseño del proyecto "Land Cover" y de otras aplicaciones del programa CORINE, la Dirección General XI de la Unión Europea planteó una serie de experiencias piloto, a partir de las cuales llevar a cabo un estudio de viabilidad del mismo.

Este estudio se llevó a cabo sobre diez zonas-test de una superficie media de 2.500 km<sup>2</sup>, repartidas por nueve países de la Unión Europea, en las que participaban grupos de trabajo de todos ellos.

En la Península Ibérica, este estudio de viabilidad se concretó en el "Proyecto Transfronterizo Algarve-Andalucía", desarrollado por la Agencia de Medio Ambiente en Andalucía, y la Comisión de Coordinación del Algarve. Este proyecto integraba cinco acciones diferentes, una de las cuales iba dirigida a la elaboración de una Cartografía de Ocupación Biofísica del Territorio. Para la realización de dicha cartografía se utilizaron diversas aproximaciones metodológicas, y el análisis de un borrador de nomenclatura, cuya adecuación debía ser comprobada.

Desde un punto de vista metodológico, el elemento esencial del proyecto Transfronterizo consistía en calibrar la utilización de imágenes de satélite como fuentes de datos básicos sobre los que llevar a cabo la realización de una cartografía de ocupación del territorio, tanto mediante fotointerpretación, como a través de clasificaciones automáticas de los datos procedentes de imágenes de satélite.

Como resultado de éste, y otros proyectos enmarcados en el Programa CORINE, se extrajeron algunas conclusiones que resultaron básicas para el diseño definitivo del Programa CORINE-Land Cover:

- La interpretación visual de ortoimágenes Landsat, con ayuda de documentación auxiliar, resulta objetivamente más operativa para la realización de un mapa de ocupación del suelo que las clasificaciones automáticas de las mismas.
- La selección de la escala 1/100.000 como la más adecuada para la realización de una cartografía de ocupación biofísica del territorio europeo mediante esta metodología.

- A partir de la leyenda inicial, se constató la necesidad de incluir nuevas nomenclaturas de manera que se recogieran elementos fundamentales de la realidad biofísica de las regiones mediterráneas, tales como dehesas, regadíos y formaciones de vegetación natural propias de la vertiente meridional europea. En definitiva, los trabajos del proyecto Transfronterizo Algarve-Andalucía y de las otras zonas test del estudio de viabilidad permitieron el planteamiento de una leyenda alternativa a la inicialmente propuesta por CORINE.

A partir de las conclusiones extraídas se establecieron las bases metodológicas y el primer borrador de nomenclatura del proyecto CORINE-Land Cover. Los siguientes pasos hacia el diseño definitivo de este proyecto fueron:

- La creación de un grupo de trabajo integrado por expertos de la Comisión de las Comunidades Europeas y nacionales, estos últimos integrantes, en su mayoría, de los equipos que habían participado en los estudios-piloto. Mediante la realización de seminarios y reuniones se llevó a cabo la definición de la metodología y de las nomenclaturas definitivas (tabla 1).
- La realización de una experiencia-piloto en Portugal, con el objeto de elaborar un Mapa de ocupación del suelo del país a escala 1/100.000, utilizando ortoimágenes Landsat-MSS, y la nomenclatura y metodología CORINE Land-Cover.

### **El mapa de ocupación del suelo de España**

Una vez puesta a punto la sistemática de trabajo y la leyenda a nivel europeo, se inició la etapa de desarrollo del proyecto Land Cover en distintos países.

En España, la coordinación del mismo corrió a cargo del Ministerio de Obras Públicas y Transportes a través del Instituto Geográfico Nacional, el Instituto del Territorio y Urbanismo y la Dirección General de Medio Ambiente. Para su realización, se dividió el territorio nacional en cinco zonas de trabajo, cada una de las cuales fue cubierta por un equipo diferenciado, siendo la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía el organismo que elaboró las hojas correspondientes al tercio sur de España. El desarrollo del proyecto tuvo lugar entre 1989 y 1991 sobre ortoimágenes Landsat-TM del año 1987, año de referencia de la cartografía resultante, elaboradas por el I.G.N..

Este proyecto presentó mejoras en su concepción respecto a la propuesta de CORINE-Land Cover, siendo la más importante la elaboración de una leyenda más ambiciosa, que supone un desglose de la correspondiente a la propuesta europea. Así, se pasó de las 64 clases de la nomenclatura CORINE, las 100 clases del Mapa de ocupación del suelo de España (tabla 2).

La mayor definición de la leyenda española respetó la organización jerárquica de la leyenda europea, pero modificó, en parte, la metodología de fotointerpretación, al resultar imprescindible la utilización de información auxiliar (mapas de cultivos y aprovechamientos, vuelos fotográficos, mapas geológicos, etc.), para poder llegar a los niveles de determinación que imponía la nomenclatura del proyecto del Mapa de ocupación del suelo de España.

El resultado final fue la obtención de una cartografía digital de todo el territorio nacional que, en su parte correspondiente a Andalucía, fue integrada en el Sistema de información ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y que bajo la forma de memoria y mapa, fue publicada recientemente (Moreira, J. M. y Fernández-Palacios, A. 1995) constituyendo el antecedente más inmediato del documento que aquí se presenta.

**Tabla 1.- Nomenclatura utilizada por el proyecto CORINE-Land Cover a nivel de Europa.**

- 
1. SUPERFICIES EDIFICADAS E INFRAESTRUCTURAS
    - 1.1. Zonas urbanas
      - 1.1.1. Tejido urbano continuo
      - 1.1.2. Tejido urbano discontinuo
    - 1.2. Zonas industriales, comerciales e infraestructuras de comunicación
      - 1.2.1. Zonas industriales o comerciales
      - 1.2.2. Infraestructuras viarias y terrenos asociados
      - 1.2.3. Zonas portuarias
      - 1.2.4. Aeropuertos
    - 1.3. Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción
      - 1.3.1. Zonas de extracción minera
      - 1.3.2. Escombreras y vertederos
      - 1.3.3. Zonas en construcción
    - 1.4. Zonas verdes y espacios de recreo
      - 1.4.1. Zonas verdes urbanas
      - 1.4.2. Equipamiento deportivo y zonas de ocio
  2. TERRITORIOS AGRICOLAS
    - 2.1. Tierras labradas
      - 2.1.1. Cultivos de secano
      - 2.1.2. Cultivos de regadío permanentes
      - 2.1.3. Arrozales
    - 2.2. Cultivos permanentes
      - 2.2.1. Viñedos
      - 2.2.2. Frutales de secano
      - 2.2.3. Olivares
    - 2.3. Praderas
      - 2.3.1. Praderas
    - 2.4. Zonas agrícolas heterogéneas
      - 2.4.1. Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes
      - 2.4.2. Mosaico de cultivos
      - 2.4.3. Cultivos anuales o permanentes con espacios de vegetación natural
      - 2.4.4. Sistemas agroforestales
  3. ZONAS FORESTALES CON VEGETACION NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS
    - 3.1. Bosques
      - 3.1.1. Frondosas
      - 3.1.2. Coníferas
      - 3.1.3. Bosques y formaciones arboladas mixtas
    - 3.2. Espacios de vegetación arbustivas y/o herbácea
      - 3.2.1. Pastizales
      - 3.2.2. Landas, matorrales templados oceánico y macaronésicos
      - 3.2.3. Matorrales xerófilos y mesófilos
      - 3.2.4. Matorral arbolado
    - 3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación
      - 3.3.1. Playas, dunas y arenales
      - 3.3.2. Roquedo y suelo desnudo
      - 3.3.3. Espacios con vegetación escasa
      - 3.3.4. Zonas incendiadas
      - 3.3.5. Glaciares y nieves permanentes
  4. ZONAS HUMEDAS
    - 4.1. Zonas Húmedas continentales
      - 4.1.1. Humedales y zonas pantanosas
      - 4.1.2. Turberas
    - 4.2. Zonas húmedas litorales
      - 4.2.1. Marismas
      - 4.2.2. Salinas y zonas de cultivos marinos
      - 4.2.3. Zonas intermareales
  5. SUPERFICIES DE AGUA
    - 5.1. Aguas continentales
      - 5.1.1. Cursos de agua
      - 5.1.2. Láminas de agua
    - 5.2. Aguas marinas
      - 5.2.1. Lagunas litorales
      - 5.2.2. Estuarios y esteros
      - 5.2.3. Mares y océanos
-

**Tabla 2.- Nomenclatura utilizada en el Mapa de ocupación del suelo de España**

<p>1. SUPERFICIES EDIFICADAS E INFRAESTRUCTURAS</p> <p>1.1. Zonas urbanas</p> <p>1.1.1. Tejido urbano continuo</p> <p>1.1.2. Tejido urbano discontinuo</p> <p>1.1.2.1. Estructura urbana laxa</p> <p>1.1.2.2. Urbanizaciones exentas y ajardinadas</p> <p>1.2. Zonas industriales, comerciales e infraestructuras de comunicación</p> <p>1.2.1. Zonas industriales o comerciales</p> <p>1.2.2. Infraestructuras viarias y terrenos asociados</p> <p>1.2.2.1. Autopistas, autovías y enlaces viarios</p> <p>1.2.2.2. Complejos ferroviarios</p> <p>1.2.3. Zonas portuarias</p> <p>1.2.4. Aeropuertos</p> <p>1.3. Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción</p> <p>1.3.1. Zonas de extracción minera</p> <p>1.3.2. Escombreras y vertederos</p> <p>1.3.3. Zonas en construcción</p> <p>1.4. Zonas verdes y espacios de recreo</p> <p>1.4.1. Zonas verdes urbanas</p> <p>1.4.2. Equipamiento deportivo y zonas de ocio</p> <p>2. TERRITORIOS AGRICOLAS</p> <p>2.1. Tierras labradas</p> <p>2.1.1. Cultivos de secano</p> <p>2.1.2. Cultivos de regadío permanentes</p> <p>2.1.2.1. Cultivos herbáceos de regadío</p> <p>2.1.2.2. Frutales en regadío</p> <p>2.1.2.2.1. Cítricos</p> <p>2.1.2.2.2. Frutales tropicales</p> <p>2.1.2.2.3. Otros frutales de regadío</p> <p>2.1.2.3. Otras zonas de irrigación (cultivos bajo plásticos)</p> <p>2.1.3. Arrozales</p> <p>2.2. Cultivos permanentes</p> <p>2.2.1. Viñedos</p> <p>2.2.2. Frutales de secano</p> <p>2.2.3. Olivares</p> <p>2.3. Praderas</p> <p>2.3.1. Praderas</p> <p>2.4. Zonas agrícolas heterogéneas</p> <p>2.4.1. Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes</p> <p>2.4.2. Mosaico de cultivos</p> <p>2.4.2.1. Anuales con praderas y/o pastizales</p> <p>2.4.2.2. De cultivos permanentes</p> <p>2.4.2.3. Anuales y permanentes</p> <p>2.4.3. Cultivos anuales o permanentes con espacios de vegetación natural</p> <p>2.4.4. Sistemas agroforestales</p> <p>3. ZONAS FORESTALES CON VEGETACION NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS</p> <p>3.1. Bosques</p> <p>3.1.1. Frondosas</p> <p>3.1.1.1. Perennifolias y quejigales</p> <p>3.1.1.1.1. Perennifolias esclerófilas y quejigales</p> <p>3.1.1.1.2. Laurisilva macaronésica</p> <p>3.1.1.2. Caducifolias y rebollares</p> <p>3.1.1.3. Otras frondosas de plantación</p> <p>3.1.1.3.1. Eucaliptos</p> <p>3.1.1.3.2. Vegetación de ribera</p> <p>3.1.2. Coníferas</p> <p>3.1.2.1. Pináceas</p> <p>3.1.2.2. Sabinares y enebrales</p> <p>3.1.3. Bosques y formaciones arboladas mixtas</p>	<p>3.2. Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea</p> <p>3.2.1. Pastizales</p> <p>3.2.1.1. Pastizales supraforestales</p> <p>3.2.1.2. Otros pastizales</p> <p>3.2.2. Landas, matorrales templados oceánico y macaronésicos</p> <p>3.2.2.1. Landas y matorrales templado oceánicos</p> <p>3.2.2.2. Fayal-Brezal macaronésico</p> <p>3.2.3. Matorrales xerófilos y mesófilos</p> <p>3.2.3.1. Grandes formaciones de matorral denso y menos denso</p> <p>3.2.3.2. Matorrales subarbustivos o arbustivos poco densos</p> <p>3.2.3.3. Matorrales xerófilos macaronésicos</p> <p>3.2.4. Matorral arbolado</p> <p>3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación</p> <p>3.3.1. Playas, dunas y arenales</p> <p>3.3.2. Roquedo y suelo desnudo</p> <p>3.3.3. Espacios con vegetación escasa</p> <p>3.3.3.1. Xeroestepa subdesértica</p> <p>3.3.3.2. Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión</p> <p>3.3.3.3. Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa</p> <p>3.3.4. Zonas incendiadas</p> <p>3.3.5. Glaciares y nieves permanentes</p> <p>4. ZONAS HUMEDAS</p> <p>4.1. Zonas húmedas continentales</p> <p>4.1.1. Humedales y zonas pantanosas</p> <p>4.1.2. Turberas</p> <p>4.2. Zonas húmedas litorales</p> <p>4.2.1. Marismas</p> <p>4.2.2. Salinas y zonas de cultivos marinos</p> <p>4.2.3. Zonas intermareales</p> <p>5. SUPERFICIES DE AGUA</p> <p>5.1. Aguas continentales</p> <p>5.1.1. Cursos de agua</p> <p>5.1.1.1. Ríos y cauces naturales</p> <p>5.1.1.2. Canales artificiales</p> <p>5.1.2. Láminas de agua</p> <p>5.1.2.1. Lagos y lagunas</p> <p>5.1.2.2. Embalses</p> <p>5.2. Aguas marinas</p> <p>5.2.1. Lagunas litorales</p> <p>5.2.2. Estuarios y esteros</p> <p>5.2.3. Mares y océanos</p>
--	---



## METODOLOGÍA DEL MAPA DE USOS Y COBERTURAS VEGETALES DEL SUELO DE ANDALUCÍA

En líneas generales, el diseño de la nueva cartografía de Andalucía viene a aprovechar la experiencia adquirida en la aplicación de las nuevas tecnologías de tratamiento de información espacial en los años recorridos desde el establecimiento del Sistema de información ambiental en 1984 y, en particular, la adquirida durante el desarrollo y ejecución del proyecto europeo CORINE-Land Cover, en el que la entonces Agencia de Medio Ambiente tomó parte activa.

Sin embargo, este nuevo diseño, como respuesta a las exigencias impuestas por la demanda de información para la gestión de los recursos y espacios naturales de la región, ha sufrido importantes modificaciones para que, entre otros, los contenidos cartográficos presenten mejor afinidad respecto a las particularidades físico-naturales y biodiversidad del territorio regional.

De la misma manera, la puesta en marcha de un programa operativo de seguimiento de los cambios de usos del suelo y alteraciones en la cubierta vegetal ha condicionado, igualmente, el diseño de la leyenda, en cuanto que pueda mostrar capacidad para recoger dichos cambios, lo que por otro lado ha obligado expresamente a establecer procedimientos para la actualización de la cartografía.

Con la salvedad de algunas particularidades, el proceso metodológico llevado a cabo para el establecimiento de la cartografía de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía sigue las pautas del proyecto global CORINE-Land Cover para Europa y Mapa de ocupación del suelo de España.

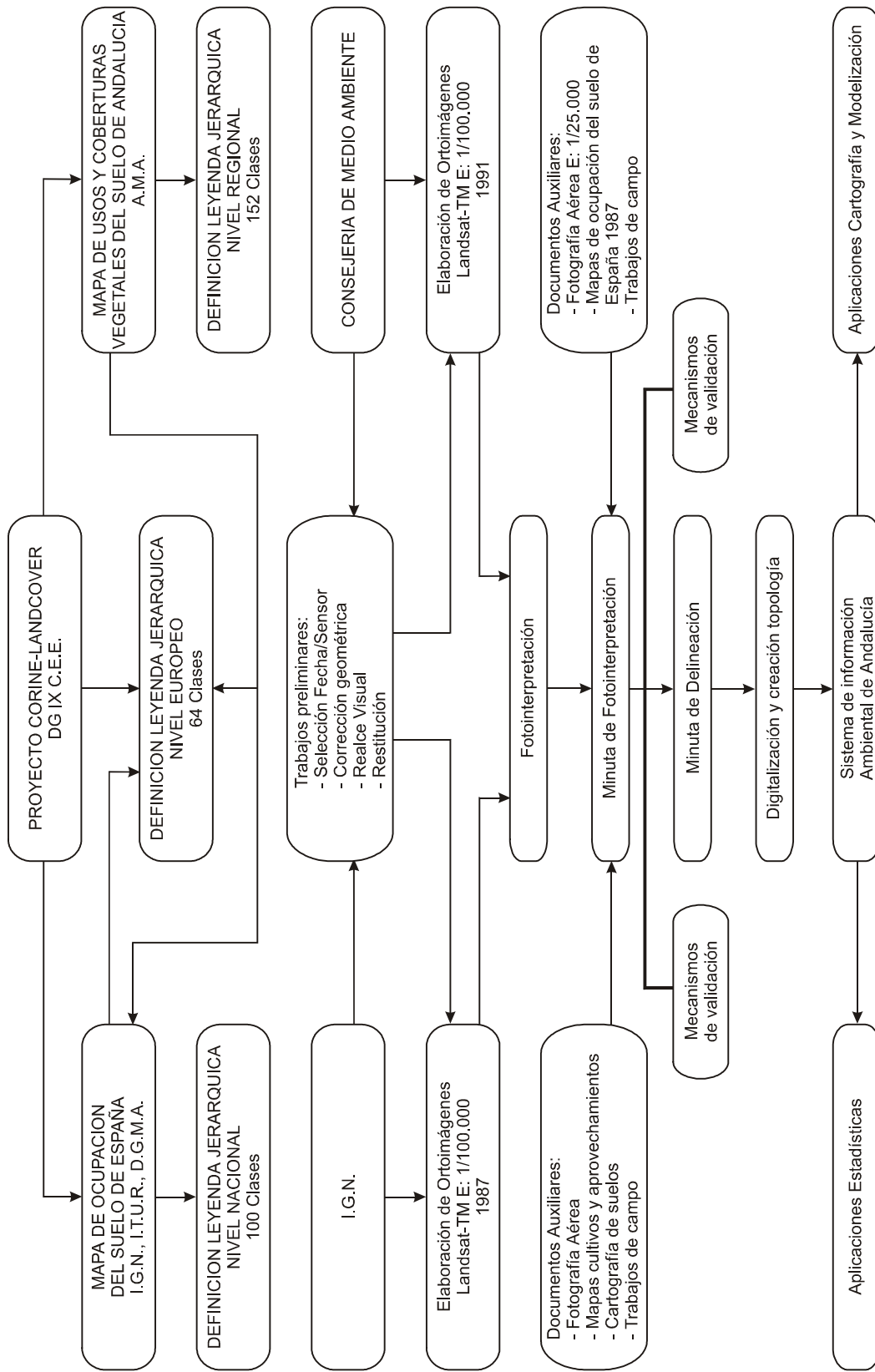
Como puede apreciarse en la figura 1, dicho procedimiento se concreta en el desarrollo de unos trabajos preliminares para la obtención de las ortoimágenes, base cartográfica y de información, el propio proceso de fotointerpretación que dará lugar al establecimiento de la cartografía de usos y ocupaciones del suelo, y las fases de digitalización, puesta en base de datos e integración en el SinambA de dicha información, que darán como resultado la obtención de una cartografía de carácter digital.

El carácter digital de esta información ofrece la posibilidad de análisis cuantitativo y cartográfico de los datos, tanto a distintos niveles de referencia territorial, regional-provincial-municipal como de segregación y agrupación interna de los mismos en función de unos determinados fines y, lo que es más importante, la posibilidad de desarrollo de modelos de comportamiento a partir del análisis de múltiples variables derivadas de otras cartografías temáticas residentes en el SinambA, en relación con la demanda, tanto de gestión, evaluación y planificación de los recursos naturales, como de resolución de problemáticas medioambientales.

### **Trabajos preliminares**

Tal y como se ha mencionado, los trabajos preliminares tienen como fin la elaboración de ortoimágenes de satélite para el posterior desarrollo de un proceso de fotointerpretación atendiendo, principalmente, al cumplimiento de dos objetivos: el de obtener un soporte cartográfico y lograr una fuente de información para la interpretación.

Figura 1.- Esquema metodológico relativo al desarrollo de los proyectos Mapa de Ocupación del Suelo de España y Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo en Andalucía



Para ello, los trabajos se encaminan tanto a la selección de la fecha y sensor óptimo de imágenes espaciales, como a la aplicación de una serie de tratamientos informáticos para conseguir, de una parte, la mejora de la calidad visual de las mismas, fundamental para la discriminación de las unidades de información, y de otra, la geometría necesaria para convertirlas en una base de referencia cartográfica.

#### i.- Selección de las imágenes espaciales.

La necesidad de seleccionar un determinado tipo de sensor espacial entre la gama de satélites civiles de reconocimiento de recursos naturales hoy disponibles, viene impuesta por los objetivos intrínsecos del proyecto. En la medida en que se intenta establecer un mapa de usos y coberturas del suelo para la globalidad del territorio europeo, pero también de un territorio concreto, como Andalucía, es preciso el cumplimiento de ciertos parámetros de resolución espacial, temporal y espectral que permitan, con el mismo sensor, alcanzar los niveles de leyenda globales de Europa y específicos de Andalucía.

El sensor seleccionado a tal efecto ha sido el llamado Thematic Mapper del satélite Landsat-5. Este satélite, con una periodicidad de paso sobre un mismo lugar de 16 días, ofrece una resolución espacial, o lo que es lo mismo, una capacidad de discriminación de elementos territoriales, de 30 x 30 metros para una gama de respuestas espectrales (3 canales visibles, 3 infrarrojos y 1 infrarrojo térmico) que, junto a las especificaciones referidas de resolución temporal y espacial, cubre satisfactoriamente la captura de la información relativa a los usos y coberturas del suelo y al nivel de detalle exigido en la leyenda del proyecto, tanto para el conjunto de Europa, como para el territorio de Andalucía.

En cuanto a la selección de las fechas y bandas óptimas de las imágenes espaciales, el criterio manejado, dado que ha de basarse en una elección unitemporal por reducir los costos de adquisición de imágenes, tiende a conseguir la máxima diferenciación de los usos y coberturas territoriales y para todos los niveles de la leyenda del proyecto. En este sentido, como en el anterior mapa de usos y coberturas vegetales de Andalucía, se han seleccionado las bandas roja, infrarroja próxima e infrarroja media y fechas comprendidas entre los meses de mayo y septiembre de 1991, período coincidente con los cultivos en riego y de fácil interpretación para otros tipos de usos y coberturas vegetales en ambientes mediterráneos.

#### ii.- Aplicación de tratamientos digitales.

El carácter digital de los datos manejados, permite un sinfín de tratamientos informáticos, cuyo resultado es la optimización de la información aportada por las imágenes para unos fines predeterminados de esta manera. Se pueden diferenciar los tratamientos tendentes a potenciar la información intrínseca de las imágenes, de aquellos que pretenden la aportación de geometría a las mismas en cuanto al tipo de proyección cartográfica y escala de salida de los documentos de trabajo.

Considerando los tratamientos desarrollados para la consecución de la geometría espacial de las imágenes, genéricamente conocidos como correcciones geométricas, éstos son igualmente muy variados, consistiendo, básicamente, en la toma de unos puntos de control en las imágenes,

homólogos a los de una cartografía existente (en este caso el Mapa Topográfico Nacional E: 1/50.000 del Servicio Geográfico del Ejército) para, a través de la aplicación de unos polinomios, corregir la geometría original de las imágenes otorgándoles la precisión geométrica de la cartografía de referencia.

Una vez establecida la geometría de las imágenes, determinante de la concepción de las mismas como soporte cartográfico de la información a interpretar, es posible la aplicación de tratamientos encaminados a la potenciación de la calidad visual y, por tanto, incrementar el papel de las imágenes como fuente de información para la fotointerpretación.

Dichos tratamientos consisten básicamente en la aplicación de unos algoritmos tendentes a conseguir el máximo contraste visual mediante el análisis de las respuestas espectrales, a través de sus valores digitales, de los diferentes tipos de coberturas territoriales presentes y, por tanto, facilitando sobremedida el proceso de fotointerpretación. El resultado de estos procesos actúa, pues, sobre la dinámica del color de la imagen.

Junto a ellos, otro procedimiento aplicado a los datos es el filtrado de las imágenes, a través de algoritmos que van a permitir una mayor discriminación de los contornos de las coberturas espaciales mediante realce de los límites entre diferentes objetos presentes en el territorio cubierto por la imagen.

Por último, los trabajos preparatorios del soporte cartográfico necesario para proceder a las labores de fotointerpretación finalizan con el proceso de restitución de la información digital, ya corregida geoméricamente y potenciada visualmente, al formato analógico. Se pasa de este modo, de una información digital, existente en el ordenador, a una información volcada sobre soporte físico de papel, a una escala determinada y con una proyección cartográfica definida.

Para tales fines, se procede al volcado de los datos digitales en "falso color", asignando los canales espectrales rojo e infrarrojos a los tres colores primarios, azul, verde y rojo, buscando así, la máxima información de cara a la fotointerpretación de los posibles tipos de ocupación del suelo.

La restitución de los datos digitales al formato analógico se realiza aplicando los factores de corrección oportunos para conseguir una imagen analógica a escala 1/100.000 que será utilizada en el proceso de fotointerpretación.

En el caso del mapa de ocupación del suelo de Andalucía a partir de 1991, las imágenes de satélite son restituidas a escala 1/50.000 y son la base de referencia sobre la que se dibujan los resultados del proceso de fotointerpretación.

Sin profundizar en aspectos técnicos, merecen ser destacados algunos de los nuevos tratamientos desarrollados para lograr los mejores niveles de precisión antes comentados y que representan diferencias notables respecto a proyectos anteriores con la intención de reducir al mínimo las posibles fuentes de desajuste en las fases intermedias de producción de la cartografía. Así, las operaciones de corrección geométrica de las imágenes se han abordado, siempre que fuera posible, sobre escenas completas con un número mayor de puntos de control y aplicando ecuaciones correctoras de mayor índice de sensibilidad al ajuste geométrico entre las imágenes y la cartografía de referencia de la corrección.

Un segundo grupo de innovaciones lo constituyen las tareas para la realización de un mosaico digital de las ortoimágenes. Ello ha implicado el desarrollo de una nueva programación para una serie de tratamientos en cadena (entre los que se incluye la búsqueda automática del área de solapamiento de dos escenas, operaciones de normalización de los histogramas de ambas escenas, trazado de la costura y casado de las hojas cartográficas), con la finalidad de reducir errores geométricos típicos derivados de los casos manuales obtenidos en aquellas hojas cartográficas que se hallen comprendidas en escenas u órbitas de satélite distintas.

### **Proceso de fotointerpretación**

En líneas generales, la metodología de interpretación de la información contenida en las imágenes espaciales no difiere de los procedimientos convencionales llevados a cabo sobre fotografías aéreas, a excepción de las particularidades que impone la definición explícita del proyecto.

En este sentido, el proceso de fotointerpretación, tal y como muestra la figura adjunta, se basa en la identificación sobre las imágenes de satélite de unidades de información de usos y coberturas vegetales del suelo, de acuerdo con la clasificación de los mismos establecida en la leyenda del proyecto.

Dicha identificación, al igual que en los procedimientos basados en la utilización de fotografía aérea, se apoya en criterios clásicos de forma, tamaño, textura, tonalidad, asociación contextual, etc., de los objetos territoriales diferenciables en la imagen, cuyo resultado será la delimitación de polígonos de información a los que se atribuye un código coincidente con las clases definidas en la leyenda.

Junto a los criterios de identificación mencionados, existen una serie de documentos auxiliares utilizados durante la fase de fotointerpretación, cuyo uso viene en parte obligado por las características del proyecto, especialmente en lo que respecta a la escala de trabajo. Entre éstos, fueron utilizadas fotografías aéreas a escala 1/30.000 de todo el territorio regional, el Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía (1987) realizado por la Consejería de Medio ambiente, la cartografía básica del Servicio Geográfico del Ejército, cartografías temáticas de suelos, relieve, clima, etc., y trabajos de campo, que facilitaron tanto el conocimiento directo de la zona como la posterior validación de la fotointerpretación.

Como características a destacar de este proceso de interpretación mencionaremos, desde un punto de vista técnico, la realización de la fotointerpretación de manera directa sobre un soporte al que previamente se han asignado las características necesarias de geometría y escala de trabajo. Ello evita las tareas de restitución, de forma parcial, que son obligadas cuando se utilizan sólo fotogramas aéreos, y disminuye el coste en tiempo y dinero del proceso, aumentando la fiabilidad de la representación espacial.

Completando este análisis, cabría citar cuál ha sido el papel de la documentación auxiliar, principalmente el de la fotografía aérea, en la metodología para el establecimiento de los usos y coberturas vegetales del suelo.

En un proyecto en el que, en origen, prima la definición de los usos y coberturas vegetales del suelo para una extensión territorial de rango continental, lógicamente la escala de trabajo

establece una serie de limitaciones al propio proceso de fotointerpretación en la medida en que se exige, por otro lado, un nivel de detalle en la leyenda muy preciso.

En este sentido, la fotografía aérea va a aportar, fundamentalmente, la resolución espacial de una escala más baja para llegar a concretar los tipos de uso y cubierta vegetal del suelo, especialmente en los niveles últimos de la leyenda del proyecto, al mismo tiempo que establece los límites exactos de cada unidad definida en las imágenes.

Así, si bien existen casos en que las clases, aún de los niveles de mayor detalle de la leyenda, pueden ser fácilmente identificadas en las imágenes en base a su particular respuesta espectral (caso de los cultivos bajo plástico, vegetación de ribera, embalses, cultivos en regadío, zonas de nieve permanente, etc.), en otros muchos es preciso el apoyo de fotografía aérea para discriminar su asignación a una cierta clase de leyenda.

Igualmente ocurre para la diferenciación de clases contempladas en la leyenda que obedecen a coberturas del suelo mixtas, tal es el caso de las zonas urbanas, matorrales arbolados, dehesas, y, sobre todo, para las clases definidas en el apartado de las superficies agrícolas (olivar, viñedo, mosaico de cultivos, etc.), donde la heterogeneidad de la respuesta espectral reflejada para estos componentes del territorio hace imposible su diferenciación mediante el uso exclusivo de las imágenes espaciales.

Por último, y en relación con lo anterior, otro aspecto en el que se pone de manifiesto el dualismo entre imágenes de satélite y fotografía aérea, es la apreciación de que en la mayoría de los casos en el mapa de usos y coberturas vegetales se exige una clasificación del suelo resaltando, sobre todo, su cobertura arbórea. A este respecto ha sido necesario crear un patrón de identificación de coberturas arbóreas subdividido en función de intervalos preestablecidos en la leyenda, para ser utilizado sobre las fotografías aéreas.

De este modo, la resolución espacial aportada por la fotografía aérea permite, a modo de ejemplo, la correcta clasificación de las zonas industriales, detectadas en la imagen meramente como superficies de carácter construido, la discriminación entre las zonas de extracción minera de las zonas en construcción, zonas de arbolado denso, de zonas de matorral arbolado, salinas industriales de otro tipo de láminas de agua, etc..

En relación a la unidad mínima de interpretación a reflejar en la cartografía de usos y coberturas vegetales del suelo, esta fue establecida inicialmente por el proyecto Land Cover en 50 hectáreas. Posteriormente, el Mapa de ocupación del suelo de España descendió hasta establecer esta unidad mínima en 25 hectáreas. Ello hace que determinadas clases de la leyenda no aparezcan recogidas, siempre, sobre el territorio, ya que su interpretación sólo se ha podido realizar por encima del umbral de 25 hectáreas establecidas. En el caso del Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía, a partir de 1991, se representan unidades de hasta 4 hectáreas e incluso cercanas a 1 hectárea para unidades relevantes (embalses, lagunas, etc..).

### **Proceso de validación en campo**

Para los mapas de usos y coberturas vegetales de Andalucía a partir de 1991 se desarrolla un proceso de validación con recorridos de campo sobre un marco de muestreo que contempla la significación y dificultad de interpretación de las clases. Los datos básicos para la cartografía de 1991 arrojan, sobre una muestra de 1868 puntos de muestreo, un error global de 5,6% para

un intervalo de confianza del 95%. Dada la importancia que la validación estadística de este proyecto tiene, ya que el mismo forma parte del Plan Estadístico de Andalucía, se describen a continuación las peculiaridades de la metodología de validación seguida, destacándose el hecho de que la validación no se realiza sobre una reinterpretación de fotografías aéreas, como en el proyecto Land Cover europeo, (en este caso son la principal fuente de interpretación) sino a través de recorridos de campo.

Es preciso señalar que dado que las imágenes y vuelo utilizados para la interpretación corresponden al año 1991 y los trabajos de validación en campo se desarrollaron en 1994, era previsible que una fracción del territorio hubiese cambiado de uso o cobertura en dicho periodo; siendo ésta, no obstante, una información de utilidad para conocer el ritmo de cambio plurianual en la región.

Conceptualmente la validación 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.

Si suponemos que junto al Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo contamos con una cartografía completamente fiel a la realidad y sometida de forma estricta a la leyenda (tipos y reglas), el problema consiste en la determinación, para cada una de las clases representadas en el mapa, de la fracción de su superficie asignada de forma correcta y las fracciones de aquélla asignadas de forma errónea. Determinadas estas fracciones, podríamos construir la matriz  $E=(e_{ij})$  en la que cada elemento  $e_{ij}$  representa la probabilidad condicionada de que una porción cualquiera del área de estudio asignada en el mapa a la clase  $j$ , corresponda realmente a la clase  $i$ .

Formalmente, sea  $S \subseteq \mathbb{R}^2$ , el espacio muestral, y considerando en  $S$  dos particiones:  $F(S)=\{F_1, \dots, F_n\}$  y  $L(S)=\{L_1, \dots, L_n\}$ , correspondientes, la primera, a la partición de  $S$  generada por el mapa, y la segunda, a la generada realmente por la leyenda. En estas condiciones se verifica que:

$$e_{ij} = \frac{P[L_i \cap F_j]}{P[F_j]} = \frac{X_{ij}}{\mu_j} - F_j - \emptyset$$

donde,  $X_{ij}$  representa la superficie de  $S$  en la que existe solapamiento entre la clase  $i$  real y la clase  $j$  del mapa y  $\mu_j$  la superficie correspondiente a la clase  $j$  del mapa en  $S$ .

Es evidente que no es posible contar con los valores reales  $e_{ij}$ , por lo que se trata de estimarlos a partir de una muestra. Si consideramos como unidades muestrales los puntos del espacio  $S$ , en teoría todos ellos pertenecerán a una sola clase de la partición  $F(S)$  y a una clase de la partición  $L(S)$ . La estimación de los  $e_{ij}$  puede hacerse mediante el estimador en el que  $n_j$  representa el tamaño de muestra para la  $j$ -ésima clase de la partición  $F(S)$  y  $n_{ij}$  el número de puntos de la muestra pertenecientes a  $L_i$ , siendo éste un estimador centrado para el muestreo aleatorio en cada clase de  $F(S)$ .

$$\hat{a}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j}$$

En la práctica el muestreo aleatorio sobre el conjunto del territorio que es objeto de estudio plantea una seria dificultad al existir áreas del mismo cuyo acceso es bastante complicado, lo que llevaría asociado, de hacerse de este modo, asumir unos costes de todo tipo excesivos. Como alternativa a ello, se ha planteado la consideración de una franja de terreno paralela a la red de carreteras de Andalucía, o más exactamente, de un subconjunto de ésta, como el espacio muestral para llevar a cabo el trabajo. Evidentemente, dicha consideración supone que las inferencias que se hagan a partir de los datos muestrales se referirán a dicha población y no a la que es en teoría el total de la población objetivo, el territorio andaluz.

Sentado esto, conviene plantearse si las estimaciones que se hagan operando así diferirán de las que se obtendrían considerando el conjunto del territorio. Es obvio que el trazado de la red de carreteras no es independiente de la distribución superficial de usos y coberturas, sin embargo, el interés no está en la estimación de dichas superficies sino en la estimación de los errores/aciertos cometidos en su interpretación, aspecto éste en el que se hace difícil encontrar una relación causal que lo haga dependiente del trazado de la red viaria. Por consiguiente, aún con las limitaciones de no ser un procedimiento perfecto, consideramos que puede ser válido para establecer una validación estadística de los datos derivados de los mapas realizados.

#### i) Formación del marco de muestreo

Como se mencionó anteriormente el espacio muestral que se ha considerado en el estudio de validación ha sido una franja paralela a la red de carreteras de Andalucía. Al objeto de hacer más fácil la selección de la muestra, se obtiene inicialmente una muestra amplia de puntos de dicho espacio, que se utiliza como marco para la obtención final de las unidades que conforman la muestra.

La formación del marco se realiza siguiendo un criterio de homogeneidad en la representación espacial del territorio y de operatividad de cara a la prospección del mismo. Para ello se estableció el siguiente esquema para su obtención:

#### a) Segmentación del territorio en tres grandes bloques.

Cada uno de estos bloques agrupa un conjunto de hojas contiguas del Mapa Topográfico Nacional 1:100.000; denominándose bloque occidental, bloque central y bloque oriental, incluyendo un número de hojas variable.

El desarrollo de los trabajos se realizó de forma secuencial, comenzando por el bloque occidental, al que siguió el bloque oriental, concluyendo con el bloque central. Para cada uno de los bloques se analizó la información obtenida de los mismos inmediatamente, aprovechando los resultados de cada uno para mejorar la afijación muestral de los bloques restantes.

#### b) Selección del conjunto de carreteras que se incluyen en el espacio muestral.

Para la obtención del mismo se estudió sobre cartografía a pequeña escala un conjunto de rutas que barrieran de forma equilibrada el territorio de Andalucía. El equilibrio territorial se obtuvo contabilizando la longitud de carretera incluida en el marco en cada una de las hojas



1:100.000 y redefiniendo, en su caso, dicha ruta al objeto de mantener en la medida de lo posible una densidad de puntos por hoja igual o superior a la longitud de su diagonal en Kilómetros (72).

Una vez determinadas las rutas a seguir, se procedió a su representación sobre las distintas hojas 1:100.000 que conforma el mapa de usos y coberturas vegetales, utilizando para ello la información de las imágenes de satélite y del Mapa Topográfico del Ejército 1:100.000.

c) Identificación de los puntos del marco.

Para cada una de las hojas, en primer lugar, se identificaba el sentido de recorrido de la ruta o rutas incluidas en la hoja para, a continuación, marcar un punto de arranque en cada una de dichas rutas que se sitúa aleatoriamente en el primer kilómetro de la(s) misma(s) y en una de las márgenes de la carretera, y a partir de aquí a intervalos regulares de 1 Km., alternando las márgenes de aquella.

Los puntos del marco así obtenidos se identificaban por el número de hoja y un número correlativo dentro de cada hoja.

d) Construcción de la base de datos del marco.

A partir del marco cartográfico antes construido se prepara un listado en el que se identifican los puntos de aquél, incorporando la información relativa al código de la unidad a la que pertenece. A partir de estos listados se graba la base de datos con los siguientes campos: número de hoja, número correlativo del punto muestreado en la hoja y código de la unidad del mapa de usos y coberturas vegetales en que queda incluido el punto.

ii) Selección de la muestra.

Los puntos del marco se clasificaron por la variable mapa, obteniéndose una muestra aleatoria simple para cada una de ellas.

El tamaño de muestra se fijó en 1.868 unidades repartiéndose entre los tres bloques antes definidos proporcionalmente a sus superficies.

La afijación de la muestra en cada bloque (reparto de la muestra entre las unidades representadas) se hizo del siguiente modo:

- Bloque Occidental:

Agrupamiento de las unidades del mapa de uso y coberturas vegetales en cinco grupos en función de la dificultad de su interpretación y posibilidad de confusión.

Asignación por el equipo de interpretación de una probabilidad de error "a priori" a cada una de las unidades del mapa.

Distribución de los tamaños de muestra entre estratos proporcionalmente a los productos de la varianza "a priori" del estrato por el peso del estrato en el marco, (afijación de mínima varianza).

- Bloque Oriental:

Dado el carácter secuencial adoptado en el proceso, en el momento de seleccionar la muestra de este bloque ya se contaba con una primera estimación de la probabilidad de error para las unidades del mapa incluidas en el bloque occidental, aprovechándose dicha información para la afijación muestral de este nuevo bloque.

Para ello, se estableció una representación mínima para todas las unidades representadas en el marco, repartiéndose el resto de las unidades muestrales mediante afijación de mínima varianza, en base a las estimaciones de error del bloque anterior y el peso de las mismas en el marco.

- Bloque Central:

Para el reparto de las unidades muestrales en este bloque se contaba con los resultados del análisis de los bloques precedentes y, además, con la estadística de superficies de las unidades del mapa de ocupación del suelo en su conjunto, optándose por un reparto promedio entre la afijación de mínima varianza en base a los errores estimados hasta el momento y los pesos reales de las unidades en el mapa de usos y coberturas vegetales y una fijación proporcional al error standard de cada unidad sin tener en cuenta el peso de ésta.

iii) Análisis de datos y resultados obtenidos.

El análisis de datos ha consistido en la obtención de las distribuciones muestrales de errores y aciertos y de cambios de uso/cobertura, para las distintas unidades interpretadas y para diferentes niveles de agregación de la leyenda.

Es preciso señalar que, dado que las imágenes y vuelo utilizados para la fotointerpretación corresponden al año 1991 y los trabajos de validación en campo se desarrollaron en 1994, se producen fenómenos de interferencia, por posibles cambios de usos del suelo o coberturas entre las dos fechas, que no necesariamente tendrían que corresponderse con un error de interpretación. En este sentido, se han realizado, a partir de los trabajos de campo, estimaciones relativas a las tasas de cambio global y para distintos niveles de agregación de la leyenda.

Los resultados globales relativos a la distribución de errores de interpretación y detección de cambios arrojan unas cifras tales que de los 1868 puntos muestrales un 92% ofrecía una correcta interpretación, un 7% aparecía con errores de identificación. A su vez, un 9,2% de las zonas muestreadas había sufrido un cambio de uso reciente, siendo sólo un 0,6% errores de interpretación previa los existentes.

Las tablas 3 y 4 muestran las estimaciones de error para diferentes agrupaciones de datos estadísticos de usos y coberturas vegetales del suelo que aparecen en este documento.

**Tabla 3.- Estimaciones de error para grandes formas de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía en 1991**

FORMAS DE USOS Y/O COBERTURAS	Superficie		Marco		Muestra			Errores		Int. Confianza 95%	
	Hectáreas	%	N	%	n	%	f	n	%	Ext. Inf. %	Ext. Sup. %
SUPERFICIES CONSTRUIDAS Y ALTERADAS	135.686	1,5	364	7,5	92	4,9	25,3	1	1,1	0,0	2,3
SUPERFICIES AGRICOLAS	4.112.211	46,9	2.658	55,4	791	42,4	29,7	4	0,5	0,2	0,8
SUPERFICIES FORESTALES	4.364.972	49,8	1.712	35,7	940	50,4	54,9	7	0,7	0,3	1,2
ZONAS HUMEDAS Y SUPERFICIES DE AGUA	149.289	1,7	63	1,3	42	2,2	66,7	1	2,4	0,0	6,9
<b>TOTAL</b>	<b>8.762.159</b>	<b>100</b>	<b>4.797</b>	<b>100</b>	<b>1.865</b>	<b>100</b>	<b>38,8</b>	<b>13</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Global Ponderado</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.865</b>	<b>-</b>	<b>38,8</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>

**Tabla 4.- Estimaciones de error para diferentes agregaciones en tipos de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía en 1991**

FORMAS DE USOS Y/O COBERTURAS	Superficie		Marco		Muestra			Errores		Int. Confianza 95%	
	Hectáreas	%	N	%	n	%	f	n	%	Ext. Inf. %	Ext. Sup. %
Zonas edificadas, infraestructuras y equipamientos	108,9	1,2	309	6,4	52	2,7	16,8	0	0,0	0,0	0,0
Zonas mineras, vertederos y áreas en construcción	26,7	0,3	55	1,1	40	2,1	72,7	1	2,5	0,0	7,5
Superficies en regadío	596,8	6,8	539	11,2	294	15,7	54,5	16	5,4	3,2	7,6
Superficies en secano	3.216,6	36,7	1.924	40,1	332	17,8	17,2	5	1,5	0,9	2,1
Áreas agrícolas heterogéneas	298,7	3,4	195	4,0	165	8,8	84,6	6	3,6	0,6	6,7
Formaciones de arbolado denso	481,4	5,4	172	3,6	123	6,6	71,5	2	1,6	0,0	3,8
Formaciones de matorral con arbolado	1.580,0	18,0	541	11,2	305	16,3	56,3	8	2,6	1,1	4,2
Formaciones herbáceas con arbolado	590,1	6,7	395	8,2	239	12,8	60,5	8	3,3	1,3	5,4
Formaciones arbustivas y herbáceas sin arbolado	769,9	8,7	378	7,8	206	11,05	54,5	7	3,4	1,3	5,5
Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal	943,4	10,7	226	4,7	67	3,6	29,6	2	2,9	0,4	5,6
Superficies de agua y zonas húmedas	149,2	1,7	63	1,3	42	2,2	66,6	1	2,3	0,0	6,9
<b>TOTAL</b>	<b>8.762,1</b>	<b>100</b>	<b>4.797</b>	<b>100</b>	<b>1.865</b>	<b>100</b>	<b>38,8</b>	<b>56</b>	<b>3,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Global Ponderado</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.865</b>	<b>-</b>	<b>38,8</b>	<b>-</b>	<b>2,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>

## Digitalización y puesta en base de datos.

Una vez concluida la fase de fotointerpretación, puede decirse que ha terminado el proceso de levantamiento de información, quedando éste plasmado en unas minutas de cartografía convencional y perfectamente conformes a la proyección UTM en virtud de las ortoimágenes Landsat-TM que han servido de base geográfica para los mapas de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía.

Con vistas a poder aprovechar las enormes potencialidades de manejo de información espacial que ofrecen las herramientas tipo S.I.G., se lleva posteriormente a cabo el proceso de captura digital e incorporación a una base de datos de la cartografía levantada.

De forma esquemática, este proceso se realiza en distintas fases:

- Rasterización de las minutas de fotointerpretación, mediante la utilización de un escáner.
- Vectorización semiautomática de los polígonos rasterizados, e integración de los códigos o atributos que identifiquen a cada unidad cartográfica.
- Asignación de topología, casado de las hojas originales, e integración de la cobertura de información gráfica definitiva, como una base de datos más, residente en el Sistema de información ambiental de Andalucía.

En todas estas fases se llevaron a cabo procesos de verificación y control que tenían por objeto minimizar al máximo los errores mecánicos que se hubiesen podido cometer, tales como, polígonos con doble atributo o sin atributo, polígonos abiertos.... Con todo, es posible la existencia de algunos errores debido a la magnitud de unidades de la cartografía, la cual posee 82260 unidades diferenciadas en el conjunto de Andalucía.

### **Explotación de la base de datos.**

Una vez integrada la base de datos de usos del suelo y coberturas vegetales en el Sistema de información ambiental de Andalucía, ésta puede ser utilizada en múltiples procesos de análisis, inventario y modelización sobre el conjunto o parte de la región. Todo ello es posible gracias a las potencialidades que ofrecen las herramientas tipo S.I.G. que, frente a la visión estática e inamovible de las cartografías tradicionales, manejan las informaciones gráficas y alfanuméricas de una forma abierta y dinámica, permitiendo su interrelación con otras bases de datos residentes en el Sistema. En definitiva, esta capacidad de establecer relaciones entre diversas informaciones, otorgará la necesaria "visión integradora" que exige la actividad medioambiental.

Desde el Sistema de información ambiental, las posibilidades de manipulación de esta coberturas son múltiples. Por un lado, los programas de gestión de las informaciones gráficas vectoriales, van a permitir la representación de la misma a cualquier escala y proyección geográfica, aunque el usuario debe siempre tener presente la escala original del documento de referencia. Además podrán seleccionarse distintas leyendas, mediante agrupaciones o segregaciones de las distintas nomenclaturas. Por otro lado, realizar mediciones de longitudes o de superficies, o selección automática de determinados elementos dentro de la leyenda, son operaciones realizables de forma inmediata desde el Sistema de información.

Sin embargo, y como se señaló anteriormente, las mayores potencialidades de este tipo de herramientas informáticas se hallan en la capacidad de interrelacionar distintas coberturas digitales, lo que nos permitirá el desarrollo de complejos modelos que simulan el comportamiento de la realidad. Así, el cruce entre ésta cobertura de usos y ocupaciones del suelo, y otras de límites administrativos (provinciales, comarcales, municipales, Parques Naturales, etc.) permite, de una forma rápida, la extracción de estadísticas en distintos niveles espaciales.

Este sencillo proceso puede llevarse a cabo junto con muchas otras coberturas digitales residentes en el Sistema, estableciéndose unos pesos cuantitativos en el cruce entre las clases diferenciadas en cada uno de ellos, de manera que simulen factores intervinientes en procesos naturales. De esta forma, la base de datos gráficos de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía ha sido utilizada en modelos destinados a la evaluación de:

- Riesgos de erosión potencial y actual en la región,
- Capacidad de usos general de tierras,
- Aptitud forestal de los suelos de Andalucía,
- Daños producidos por incendios forestales,
- Evaluación de los recursos hídricos en Andalucía, en tiempo real.

En todos estos modelos ejecutados, esta cobertura representa un elemento más junto a otras bases de datos que recogen informaciones sobre suelos, pendientes, clima, recursos hídricos, población,...

## **DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA NUEVA LEYENDA DE USOS Y COBERTURAS VEGETALES DEL SUELO EN ANDALUCÍA**

La nueva leyenda del Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía presenta unas estructuras y contenidos diferentes de los proyectos anteriores, si bien su organización jerárquica permitiría, por agregación, asimilarse a las 44 clases del programa CORINE-Land Cover. De esta forma, este proyecto 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.

En lo referente a sus contenidos, la leyenda mantiene aproximadamente las mismas clases que el proyecto español en lo que respecta a superficies artificiales (urbanizaciones, infraestructuras, extracciones mineras, etc.) y espacios agrícolas, con la salvedad, en este último caso, de un mayor nivel de desglose de las clases agrícolas heterogéneas (mosaicos de cultivos).

Sin embargo, las mayores diferencias respecto a los proyectos anteriores residen en las clases relativas a vegetación natural. En este apartado la leyenda ha hecho un mayor esfuerzo de diversificación con vistas a ofrecer una información más orientada a las necesidades de la gestión medioambiental y a las características propias de una región como Andalucía. En ese sentido, se ha aumentado el número de clases teniendo en cuenta las diferentes estructuras que puede presentar el tapiz vegetal (arbórea, arbustiva, herbácea) y sus asociaciones, junto a criterios de densidades de las diferentes estructuras presentes. Sólo en el arbolado, y en el último nivel jerárquico, se ha descendido a distinguir según la taxonomía de las formaciones (quercíneas, coníferas, eucaliptos, etc.). Las características de una leyenda así organizada no sólo parecen más adecuadas para el estudio de problemas como la erosión, incendios forestales, y otras problemáticas medioambientales, sino que se adaptan, razonablemente, a los documentos básicos a partir de los cuales se lleva a cabo el levantamiento de la información.

En total, la leyenda del mapa andaluz comprende 152 clases, de las que 63 corresponden a áreas forestales y naturales, lo que redonda en una mayor densidad de información respecto a los proyectos europeo y nacional (tabla 5).

### **Revisión de antecedentes**

Para el establecimiento de esta leyenda se siguió un procedimiento de análisis exhaustivo de las leyendas preexistentes en los proyectos CORINE-Land Cover y Mapa de ocupación del suelo de España, destacando en esta revisión algunos aspectos, que han condicionado la definición de una nueva leyenda que responda más adecuadamente a la realidad físico-natural de Andalucía, pero que mantenga la relación con las diferentes unidades de uso utilizadas en las leyendas de los mencionados proyectos.

En este sentido, cabe destacar que para las definiciones de clasificación del suelo, se utilizaban en las leyendas preexistentes al menos tres criterios diferentes, estos son: uso antrópico, aspecto estructural y composición florística. La primera subdivisión que se hace de los usos del suelo, atendía, principalmente, a la potencia y naturaleza de uso (impactos o alteraciones que el hombre ejerce), segregándose las siguientes formas de ocupación del territorio:

- Superficies artificiales
- Zonas agrícolas
- Zonas forestales, con vegetación natural y espacios abiertos

Además de este primer criterio se utilizaba otro atendiendo a la presencia de agua:

- Zonas húmedas
- Superficies de agua

Para el segundo nivel de clasificación estas leyendas previas siguen utilizando el criterio de potencia y naturaleza del uso antrópico si bien se introduce la estructura de la formación vegetal y la composición florística (comunidades o especies).

Por ejemplo en Bosques y Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea (tabla 2), se atiende, principalmente, a la estructura de la formación vegetal, pero además el criterio de composición florística es principal. En Praderas, la composición de herbáceas es de importancia ya que servirá de base de distinción con respecto a otra unidad: Pastizales naturales. Se hace mención, pues, al grado de uso que el hombre ejerce sobre el pasto, si bien este grado de uso es difícil o imposible de detectar mediante fotointerpretación sin apoyo de campo.

En terceros y cuartos niveles de clasificación se incluyen criterios de aspecto estructural. Como ejemplos de este último nivel de clasificación estructural se pueden citar: Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso; Matorrales subarbustivos o arbustivo poco densos; Matorral boscoso de transición....

Por otra parte, algunas de las unidades de ocupación se definían a partir de su composición florística, que si bien es posible detectar sobre fotograma aéreo en casos concretos y a niveles taxonómicos de género o familia (Eucalyptus sp., Pinus sp., Quercus sp., Pináceas, Cistáceas, ...), en otros esta labor resulta imposible sin apoyo de campo (Enebral, landas y matorrales templado-oceánicos).

Por último, algunas de las unidades de ocupación del suelo hacían referencia a procesos o fenómenos naturales o provocados (incendio, erosión) o bien a condiciones climáticas, estas últimas no detectables de forma directa. Otros criterios se definían en base a posición fisiográfica o altitudinal.

Por tanto, en la clasificación de uso del suelo del programa CORINE-Land Cover y del Mapa de ocupación del suelo de España, se utilizaron diferentes niveles y criterios de clasificación. Estos niveles y criterios no se encuentran adecuadamente jerarquizados, de tal forma que un criterio puede ser utilizado en diferentes niveles, y varios criterios pueden definir un nivel determinado de las leyendas.

Esta estructura de clasificación puede provocar conflictos de definición entre unidades, cuando son interpretadas por más de un fotointérprete, de tal forma que una unidad determinada podría ser definida en base a varios criterios. Por ejemplo: la formación vegetal (realidad terreno): "Plantaciones jóvenes de Eucaliptos con estrato arbustivo denso", podría corresponderse, según el criterio estructural, con "Otras frondosas de plantación" o con "Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso". Mientras que la primera unidad hace referencia a la composición florística y a un uso determinado, la segunda, hace referencia a la estructura de la formación vegetal.

En otros casos las unidades de ocupación definidas no aprovechan la información que ha sido necesario adquirir previamente para su identificación, por ejemplo: para calificar una unidad de Bosque mixto, como asociación arbórea, se ha tenido que proceder a identificar las especies arbóreas que la componen: eucalipto y pino, pino y encina, etc..., sin embargo, esta información adquirida no se aprovecha en las leyendas mencionadas.

### **Diseño de la nueva leyenda**

Al igual que en las fases de producción de las ortoimágenes, la definición de la nueva leyenda del mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía ha partido de un análisis de los principales conflictos experimentados durante la elaboración de la anterior cartografía CORINE-Land Cover por los técnicos de la Consejería de Medio Ambiente.

Entre éstos, se destaca la escasa correlación o adecuación entre las características definidas para una clase determinada y su identificación a través del material de base empleado en la fotointerpretación (ortoimagen, fotografía aérea), debido, en parte, a la mezcla de criterios tales como uso, composición florística (en el caso de vegetación natural), estructura, etc. de casi imposible reconocimiento sobre el material fotográfico o imágenes dificultando la labor del fotointérprete y, por tanto, propiciando la ocurrencia de errores en la cartografía resultante.

Para obviar este tipo de problemas los criterios seguidos para la definición de esta nueva nomenclatura, han sido enfocados, en primer lugar, para lograr una mejor adaptación respecto a la realidad físico-natural propia del ámbito mediterráneo, y especialmente, a la de la región andaluza, manteniendo una estructura jerárquica que asegure su compatibilidad, por agregación de clases, con el nivel 3 de la leyenda CORINE-Land Cover y del Mapa de ocupación del suelo de España.

En segundo lugar, y como criterios más específicos, se ha considerado alcanzar el máximo desglose en los contenidos de la leyenda teniendo en cuenta los elementos básicos a partir de los cuales se extrae la información (imágenes de satélite a E:1/100.000 y fotografía aérea a E:1/30.000), y las necesidades impuestas por su utilización en distintos modelos relativos a la evaluación y seguimiento de problemáticas medioambientales.

Una vez establecidas estas consideraciones ha sido posible proceder a la estructuración de la leyenda, resultando un total de 152 clases frente a las 100 clases individualizadas en el Proyecto Mapa de ocupación del suelo de España.

Dicha estructura presenta, en su primer nivel, la misma organización que su antecesora: superficies edificadas e infraestructuras, territorios agrícolas, áreas forestales y naturales, y zonas húmedas y superficies de agua.

Es a partir del segundo nivel donde comienzan a percibirse las diferencias de criterios, especialmente para los grupos de mayor peso correspondientes a superficies agrícolas y superficies forestales y naturales.

Los territorios agrícolas, con un desglose máximo de 38 clases (tabla 5), se subdividen, en primer lugar, según su homogeneidad (áreas homogéneas y áreas heterogéneas o de mosaico de cultivos).

En el siguiente nivel, el criterio empleado es definido por el régimen de los cultivos (secano y regadío). El cuarto nivel jerárquico diferenciará en función de que se trate de cultivos leñosos o herbáceos. En el quinto y último escalón jerárquico serán los taxones (olivar, viñedo, cítricos, tropicales, etc.) los que permiten individualizar las diferentes clases.

Respecto a la estructura que presenta la leyenda, son las zonas forestales y naturales las que han sufrido una más profunda reestructuración, con una notable ampliación de sus contenidos hasta llegar a un desglose de 69 clases.

La Figura 2 muestra gráficamente los criterios seguidos para establecer la estructura jerárquica en el grupo de las superficies forestales y naturales.

Como puede apreciarse, dichos criterios, responden principalmente a la estructura vertical y de densidad de las formaciones vegetales, diferenciando según los taxones sólo en el último nivel.

La tabla 6 especifica los valores de densidades de cobertura y estructura de la vegetación manejados para definir las distintas unidades de superficies forestales y naturales.

De esta manera, el primer criterio aplicado para distinguir los grupos de formaciones arboladas parte de la identificación de una cobertura arbórea superior al 5%. Cuando no se cumpla tal condición, se considerarán formaciones no arboladas, procediendo a establecer los siguientes grupos según el estrato dominante: formaciones de matorral no arbolado, formaciones de pastizal no arbolado y espacios con poca o sin vegetación.

En el siguiente nivel jerárquico (nivel tres) se procede a aplicar idénticas condiciones de estructura vertical y densidad de la cubierta vegetal para individualizar los distintos grupos. Así, se va verificando sucesivamente la condición de formaciones arboladas densas (cobertura arbórea superior al 50%), formaciones de matorral denso con arbolado (cobertura arbórea comprendida entre el 50 y el 5%; densidad del matorral entre un 50 y 25% de cobertura del suelo), formaciones de matorral disperso con arbolado, formaciones de pastizal con arbolado y, en el último estrato, las formaciones de cultivos herbáceos con arbolado.

En el cuarto nivel se lleva a cabo la clasificación o taxonomía de las formaciones arboladas, para lo cual se han considerado las más representativas del espacio regional: quercíneas, coníferas, eucaliptos, otras frondosas, y formaciones mixtas de las anteriores clases.

Finalmente, el último nivel hace una nueva distinción, sólomente aplicada a los grupos mayoritarios de quercíneas y coníferas, en función de la densidad de arbolado: denso (entre el 50% y el 25% de cobertura) y disperso (entre el 25% y el 5%) de cara a obtener mejores resultados en el cálculo de modelos para la evaluación de la erosión y los combustibles forestales.



**Tabla 5.- Nomenclatura utilizada en el mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía.**

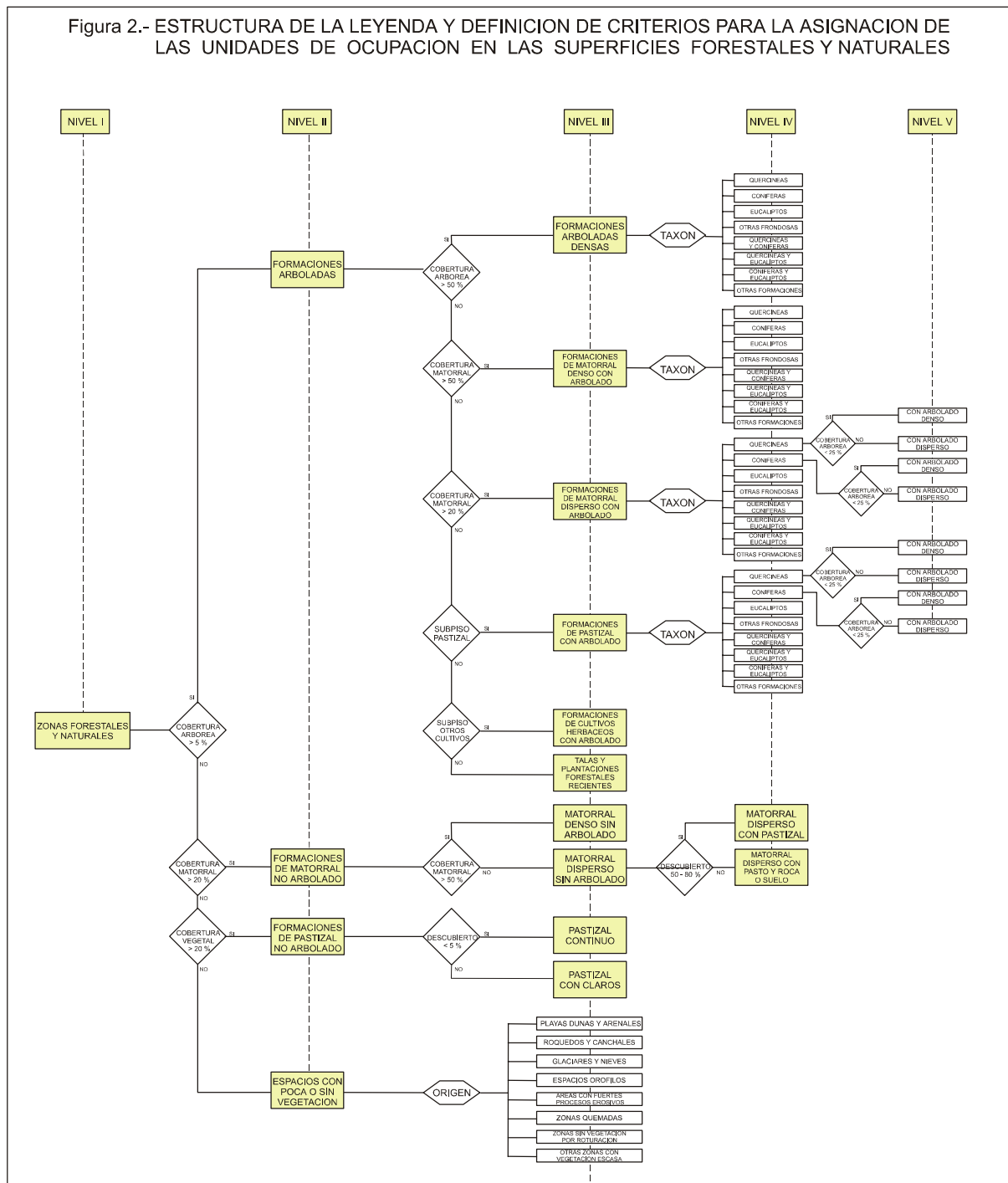
---

1. SUPERFICIES CONSTRUIDAS Y ALTERADAS.
  - 1.1. Zonas urbanas.
    - 1.1.1. Núcleos urbanos.
    - 1.1.2. Zonas residenciales.
  - 1.2. Zonas industriales y comerciales.
  - 1.3. Infraestructuras de comunicaciones.
    - 1.3.1. Autovías, autopistas y enlaces viarios.
    - 1.3.2. Complejos ferroviarios.
    - 1.3.3. Zonas portuarias.
    - 1.3.4. Aeropuertos.
  - 1.4. Zonas mineras, vertederos y áreas en construcción.
    - 1.4.1. Zonas mineras.
    - 1.4.2. Escombreras y vertederos.
    - 1.4.3. Zonas en construcción.
  - 1.5. Zonas verdes y espacios de ocio.
    - 1.5.1. Zonas verdes urbanas.
    - 1.5.2. Equipamiento deportivo y recreativo.
2. ZONAS HUMEDAS Y SUPERFICIES DE AGUA.
  - 2.1. Zonas húmedas y superficies de agua litorales.
    - 2.1.1. Marismas.
      - 2.1.1.1. Marisma colonizada por vegetación.
        - 2.1.1.1.1. Marisma mareal.
        - 2.1.1.1.2. Marisma no mareal.
      - 2.1.1.2. Marisma reciente no colonizada por vegetación.
    - 2.1.2. Salinas y parques de cultivos acuáticos.
      - 2.1.2.1. Salinas tradicionales.
      - 2.1.2.2. Salinas industriales y parques de cultivos acuáticos.
    - 2.1.3. Lagunas litorales.
      - 2.1.3.1. Lagunas litorales: lamina de agua.
      - 2.1.3.2. Lagunas litorales: vegetación riparia.
    - 2.1.4. Mares y océanos.
    - 2.1.5. Estuarios y canales de marea.
  - 2.2. Zonas húmedas y superficies de agua continentales.
    - 2.2.1. Ríos y cauces.
      - 2.2.1.1. Ríos y cauces naturales: lamina de agua.
      - 2.2.1.2. Ríos y cauces naturales: vegetación riparia.
        - 2.2.1.2.1. Bosque galería.
        - 2.2.1.2.2. Otras formaciones riparias.
    - 2.2.2. Canales artificiales.
      - 2.2.2.1. Canales artificiales: lamina de agua.
      - 2.2.2.2. Canales artificiales: vegetación riparia.
    - 2.2.3. Lagunas continentales.
      - 2.2.3.1. Lagunas continentales: lamina de agua.
      - 2.2.3.2. Lagunas continentales: vegetación riparia.
    - 2.2.4. Embalses.
3. SUPERFICIES AGRICOLAS Y FORESTALES.
  - 3.1. Unidades agrícolas homogéneas.
    - 3.1.1. Unidades agrícolas homogéneas en secano.
      - 3.1.1.1. Cultivos herbáceos en secano.
      - 3.1.1.2. Cultivos leñosos en secano.
        - 3.1.1.2.1. Olivar.
        - 3.1.1.2.2. Viñedo.
        - 3.1.1.2.3. Otros cultivos leñosos en secano.
    - 3.1.2. Unidades agrícolas homogéneas en regadío.
      - 3.1.2.1. Cultivos herbáceos en regadío.
        - 3.1.2.1.1. Arrozales.
        - 3.1.2.1.2. Cultivos forzados bajo plástico.
        - 3.1.2.1.3. Otros cultivos herbáceos en regadío.
      - 3.1.2.2. Cultivos leñosos en regadío.
        - 3.1.2.2.1. Cítricos.
        - 3.1.2.2.2. Frutales tropicales.
        - 3.1.2.2.3. Otros frutales en regadío.
  - 3.2. Aéreas agrícolas heterogéneas.
    - 3.2.1. Unidades agrícolas heterogéneas en secano.
      - 3.2.1.1. De cultivos herbáceos y leñosos.
      - 3.2.1.2. De cultivos leñosos.
        - 3.2.1.2.1. Olivar-viñedo.
        - 3.2.1.2.2. Otros.

**Tabla 5.- Nomenclatura utilizada en el mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía (continuación).**

- 
- 3.2.2. Unidades agrícolas heterogéneas en regadío.
    - 3.2.2.1. De cultivos herbáceos y leñosos.
    - 3.2.2.2. De cultivos leñosos.
  - 3.2.3. Mosaicos de cultivos en secano y regadío.
    - 3.2.3.1. De cultivos herbáceos y leñosos.
    - 3.2.3.2. De cultivos leñosos.
    - 3.2.3.3. De cultivos herbáceos.
  - 3.2.4. Mosaicos de cultivos con espacios de vegetación natural.
    - 3.2.4.1. De cultivos herbáceos y vegetación leñosa.
    - 3.2.4.2. De cultivos leñosos y vegetación leñosa.
    - 3.2.4.3. Otros mosaicos de cultivos y vegetación natural.
    - 3.2.4.4. Cultivos abandonados.
      - 3.2.4.4.1. Olivar abandonado.
      - 3.2.4.4.2. Otros cultivos leñosos abandonados.
  - 4. SUPERFICIES FORESTALES Y NATURALES.
    - 4.1. Zonas forestales y naturales arboladas.
      - 4.1.1. Formaciones arboladas densas.
        - 4.1.1.1. De quercíneas.
        - 4.1.1.2. De coníferas.
        - 4.1.1.3. De eucaliptos.
        - 4.1.1.4. De otras frondosas.
        - 4.1.1.5. De quercíneas y coníferas.
        - 4.1.1.6. De quercíneas y eucaliptos.
        - 4.1.1.7. De coníferas y eucaliptos.
        - 4.1.1.8. Otras formaciones arboladas densas mixtas.
      - 4.1.2. Formaciones de matorral denso con arbolado.
        - 4.1.2.1. De quercíneas.
        - 4.1.2.2. De coníferas.
        - 4.1.2.3. De eucaliptos.
        - 4.1.2.4. De otras frondosas.
        - 4.1.2.5. De quercíneas y coníferas.
        - 4.1.2.6. De quercíneas y eucaliptos.
        - 4.1.2.7. De coníferas y eucaliptos.
        - 4.1.2.8. Otras formaciones arboladas mixtas.
      - 4.1.3. Formaciones de matorral disperso con arbolado.
        - 4.1.3.1. De quercíneas.
          - 4.1.3.1.1. Con arbolado denso de quercíneas.
          - 4.1.3.1.2. Con arbolado disperso de quercíneas.
        - 4.1.3.2. De coníferas.
          - 4.1.3.2.1. Con arbolado denso de coníferas.
          - 4.1.3.2.2. Con arbolado disperso de coníferas.
        - 4.1.3.3. De eucaliptos.
        - 4.1.3.4. De otras frondosas.
        - 4.1.3.5. De quercíneas y coníferas.
        - 4.1.3.6. De quercíneas y eucaliptos.
        - 4.1.3.7. De coníferas y eucaliptos.
        - 4.1.3.8. Otras formaciones arboladas mixtas.
      - 4.1.4. Formaciones de pastizal con arbolado.
        - 4.1.4.1. De quercíneas.
          - 4.1.4.1.1. Con arbolado denso de quercíneas.
          - 4.1.4.1.2. Con arbolado disperso de quercíneas.
        - 4.1.4.2. De coníferas.
          - 4.1.4.2.1. Con arbolado denso de coníferas.
          - 4.1.4.2.2. Con arbolado disperso de coníferas.
        - 4.1.4.3. De eucaliptos.
        - 4.1.4.4. De otras frondosas.
        - 4.1.4.5. De quercíneas y coníferas.
        - 4.1.4.6. De quercíneas y eucaliptos.
        - 4.1.4.7. De coníferas y eucaliptos.
        - 4.1.4.8. Otras formaciones arboladas mixtas.
      - 4.1.5. Cultivos herbáceos con arbolado de quercíneas.
        - 4.1.5.1. Con arbolado denso.
        - 4.1.5.2. Con arbolado disperso.
      - 4.1.6. Talas y plantaciones forestales recientes.
    - 4.2. Matorral sin arbolado.
      - 4.2.1. Matorral denso.
      - 4.2.2. Matorral disperso.
        - 4.2.2.1. Matorral disperso con pastizal.
        - 4.2.2.2. Matorral disperso con pasto y roca o suelo.
  - 4.3. Pastizales.
    - 4.3.1. Pastizales continuos.
    - 4.3.2. Pastizales con claros (pasto, roca, suelo).
  - 4.4. Espacios abiertos con poca o sin vegetación.
    - 4.4.1. Playas, dunas y arenales.
    - 4.4.2. Roquedos y canchales.
    - 4.4.3. Nieves permanentes.
    - 4.4.4. Espacios orófilos con vegetación escasa.
    - 4.4.5. Areas con fuertes procesos erosivos.
    - 4.4.6. Zonas quemadas.
    - 4.4.7. Otras zonas de vegetación escasa.
    - 4.4.8. Zonas sin vegetación por roturación.
-

Figura 2.- ESTRUCTURA DE LA LEYENDA Y DEFINICION DE CRITERIOS PARA LA ASIGNACION DE LAS UNIDADES DE OCUPACION EN LAS SUPERFICIES FORESTALES Y NATURALES



**Tabla 6.- Esquema de las especificaciones de densidades de cubiertas vegetales para determinar la estructura de las unidades forestales y naturales.**

Tipo de zona	Tipología estructural	Nivel densidad	
ZONAS FORESTALES Y NATURALES ARBOLADAS  (cobertura arbórea > 5%)	Formaciones arboladas densas	cobertura arbórea	> 50%
	Formaciones de matorral denso con arbolado	cobertura arbórea	5-50%
		cobertura matorral	> 50%
	Formaciones de matorral disperso con arbolado	cobertura arbórea	5-50%
		cobertura matorral	20-50%
ZONAS FORESTALES Y NATURALES NO ARBOLADAS  (cobertura arbórea <5%)	Formaciones de pastizal con arbolado	cobertura arbórea	5-50%
		cobertura matorral	< 20%
		cobertura vegetal	> 20%
	Formaciones de matorral denso no arbolado	cobertura arbórea	< 5%
		cobertura matorral	> 50%
ZONAS FORESTALES Y NATURALES NO ARBOLADAS  (cobertura arbórea <5%)	Formaciones de matorral disperso no arbolado	cobertura arbórea	< 5%
		cobertura matorral	20-50%
	Formaciones de pastizales no arbolado	cobertura arbórea	< 5%
		cobertura matorral	< 20%
		cobertura vegetal	> 20%
	Espacios abiertos con poca o sin vegetacion	cobertura vegetal	< 20%

### **Descripción de la leyenda de usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía**

En líneas generales la leyenda de usos y coberturas vegetales del suelo que ofrece el mapa aquí comentado recoge sólo una parte del conjunto de campos que definen al proyecto general. Estos niveles de leyenda han sido seleccionados para mostrar, a la escala de la publicación, una imagen adecuada, cartográficamente hablando, de las diversas formas, tipos y subtipos de usos y coberturas vegetales que caracterizan a la región andaluza. De esta manera, del conjunto del árbol jerárquico de la leyenda posible a utilizar (152 clases para esta fecha de 1991), se ha seleccionado un corte de 44 clases, las cuales reflejan la totalidad de las clases tal como éstas son contempladas por el nivel de información válido a escala europea (aquellas presentes en Andalucía), añadiendo algunos elementos que son utilizados por la leyenda en su vertiente de Mapa de ocupación del suelo de España y otros estructurales propios de esta nueva cartografía.

Al mismo tiempo, se ha seguido un criterio de validación estadística de la información, de forma que la obtención de resultados a nivel de municipios, provincia y región, que aparece en la memoria adjunta, se ha realizado agregando las clases de la leyenda cartográfica de forma que, en conjunto, éstas tengan fiabilidad estadística. Por este motivo, la leyenda cartográfica y la nomenclatura de clases en la memoria estadística presentan alguna variación.

La leyenda elaborada para estos documentos responde a las siguientes características:

- a) Agrupación en cuatro grandes formas de usos y coberturas vegetales del suelo en la región, distinguiéndose entre:

Superficies construidas y alteradas a través de edificaciones, infraestructuras, espacios de ocio, minas, vertederos y áreas de servicio o en construcción.

Superficies de uso agrícola dominante.

Superficies con vegetación natural y repoblada.

Aguas y zonas húmedas.

Estas formas de uso son contempladas de forma similar en la memoria estadística y en el documento cartográfico aquí presentados y coinciden con las formas ya analizadas para 1987 en el Mapa de ocupación del suelo de España.

- b) Definición de 12 tipos diferenciados de usos y coberturas vegetales del territorio. Estos son contemplados en su totalidad en la memoria estadística, a nivel de región y provincia, a efectos de poder realizar un análisis a este nivel de agregación de la información que es comparable con uno de los niveles de leyenda del proyecto a escala europea, Land-Cover.

A nivel cartográfico la información representada en el nivel jerárquico de tipos de usos y coberturas vegetales ha sido agregada en 11 clases, agrupando, por su escasa significación espacial, en una sola clase los tipos que en la estadística se diferencian como zonas húmedas y superficies de agua.

- c) Definición de subtipos de usos y coberturas de vegetación en la región. A este respecto, en la cartografía se han representado 44 subtipos diferentes, los cuales permiten realizar un análisis espacial adecuado, a la escala de la publicación del mapa, de la situación existente en la región, en comparación con otro documento que, en su día publicó la Consejería de Medio Ambiente sobre los usos del suelo en Andalucía en 1987 (Moreira, J.M. y Fernández, A., 1995). No obstante, valorando la significación estadística de los datos espaciales, los mismos han sido agregados, a nivel de la memoria estadística, en 37 subtipos que presentan una mayor fiabilidad de estadística espacial para el nivel de información provincial y regional que se ofrece y 30 subtipos a nivel municipal.

En este sentido, las clases del mapa que hacen referencia a vías de comunicación, zonas portuarias y aeropuertos, aparecen en la memoria agrupados como datos estadísticos relativos a zonas industriales, de servicios e infraestructuras de comunicación a nivel provincial y regional y sólo como tipos de zonas edificadas, infraestructuras y equipamientos a nivel municipal.

Asimismo, las zonas en construcción y los suelos alterados por cambios de uso muy recientes del mapa son agregadas a las áreas de escombreras y vertederos en la estadística provincial y regional, apareciendo éstas, a su vez agregadas a las mineras a nivel de estadística municipal.

Las formas de uso agrícola mantienen tipos y subtipos de usos y coberturas vegetales tanto a nivel cartográfico como estadístico.

Las formas de uso forestal y natural se mantienen, igualmente, en cartografía y estadística, salvo en el caso de las formaciones riparias, de muy escasa significación estadística pero alta significación espacial, y en el de los espacios abiertos con escasa cobertura vegetal, que son agregados estadísticamente a nivel de tipos genéricos, en el caso municipal, y agrupados en tres subtipos a nivel regional y provincial.

Finalmente, las superficies de agua y zonas húmedas, que en la cartografía aparecen divididas en 7 subtipos quedan agregadas en cuatro a nivel regional y provincial, y en dos a nivel municipal.

En relación a la leyenda utilizada, ésta responde a las siguientes características:

## **SUPERFICIES CONSTRUIDAS Y ALTERADAS**

Este grupo incluye todas las zonas urbanas, urbanizaciones, áreas industriales y comerciales, infraestructuras superficiales de comunicaciones, áreas mineras, vertederos, equipamientos de ocio, zonas verdes, usos recreativos y deportivos y zonas en construcción.

### **ZONAS URBANAS**

Núcleos de población con edificación suficientemente densa y extensa para ser interpretada teniendo en cuenta la unidad mínima de referencia cartográfica.

#### **Núcleo urbano**

Espacios estructurados por edificios. Los edificios, calles y zonas de superficie edificada cubren la mayor parte del terreno. Son poco frecuentes tanto otras zonas de vegetación que no sean las estrictamente lineales o ajardinadas, como los terrenos abiertos.

#### **Zonas residenciales**

Áreas de urbanización laxa o dispersa con edificación discontinua asociada o no a espacios con vegetación o abiertos.

### **ZONAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES**

Corresponde con las superficies de explotación y servicio de las actividades industriales y de servicios, comprendiendo todo tipo de construcción: grandes centros comerciales, fábricas, almacenes, depósitos, etc.

No se desarrollan niveles de mayor detalle.

### **INFRAESTRUCTURAS DE COMUNICACIONES**

Se incluyen en este subgrupo las superficies ocupadas por las infraestructuras de transporte terrestre, marítimo o fluvial y aéreo, y terrenos asociados.

#### **Autovías, autopistas y enlaces viarios**

Se distinguen cuando alcanzan al menos 100 m. de ancho, por consiguiente sólo son visibles tierras asociadas a dichas redes de comunicación cuando éstas alcanzan cierta envergadura espacial, como sucede con los enlaces viarios de autopistas y autovías.

## **Complejos ferroviarios**

Zonas donde la concentración del trazado ferroviario y sus instalaciones anexas son interpretables a la escala de trabajo.

## **Zonas portuarias**

Incluye malecones, astilleros y puertos deportivos, además de los puertos comerciales.

## **Aeropuertos**

Incluye todas las instalaciones, pistas y terrenos asociados.

En relación a las infraestructuras de comunicación conviene indicar que sólo se recogen cartográfica y estadísticamente aquellos terrenos que, asociados a las mismas, superan, al menos, 100 m. de anchura. Por ello, no debe utilizarse esta información como indicativa de las propias infraestructuras, sino de los terrenos a ellas asociados.

## **ZONAS MINERAS, VERTEDEROS Y AREAS EN CONSTRUCCION O TRANSFORMACION**

Se incluyen en este subgrupo las superficies ocupadas por explotaciones mineras, vertederos de residuos urbanos, industriales o mineros y zonas en construcción o transformación de uso muy reciente.

### **Zonas mineras**

Zonas de extracción minera a cielo abierto, infraestructuras superficiales de la minería subterránea, áreas de tratamiento primario, clasificación del material, etc., y acumulaciones de escorias y residuos en continuidad con la explotación.

### **Escombreras y vertederos**

Zonas destinadas al vertido de residuos urbanos o industriales y mineros o de obra civil, cuando no se encuentran en continuidad con la explotación minera o la obra civil.

### **Zonas en construcción y/o transformación reciente**

Zonas en las que se ejecutan obras superficiales de cualquier tipo y terrenos anejos en los que se realizan operaciones ligadas a la obra, como movimientos de tierra de cualquier tipo (desbroce, explanación, desmonte, terraplenado o acumulación), depósitos de materiales y maquinaria, etc.

## **ZONAS VERDES Y ESPACIOS DE OCIO**

Se incluyen en este subgrupo los equipamientos de zonas verdes, recreativas y deportivas al aire libre, incluidos o no en el tejido urbano.

## **Zonas verdes urbanas**

Parques y cementerios con vegetación incluidos en el tejido urbano.

## **Equipamiento deportivo y recreativo**

Zonas de acampada (campings), terrenos deportivos, parques recreativos, campos de golf, circuitos hípicos, etc. Se incluyen parques tradicionales no rodeados por zonas urbanas.

## **ZONAS HUMEDAS Y SUPERFICIES DE AGUA**

Este grupo incluye tanto las aguas corrientes por cursos de agua naturales y canalizaciones superficiales, lagunas, embalses, balsas, mares y océanos, como la vegetación riparia y los terrenos de marisma mareal.

Se distinguen dos subgrupos atendiendo a la presencia de influencia hidrológica marina o no.

### **ZONAS HUMEDAS Y SUPERFICIES DE AGUA LITORALES**

Se incluyen en este subgrupo las aguas y terrenos inundables, no agrarios, sometidos a influencia hidrológica marina.

#### **Marismas**

Superficies planas de origen fluvio mareal y escasa elevación sometidas a inundación mareal actual o pasada periódica y colonizadas por vegetación halófila o en proceso de colonización. Se distinguen dentro de este subtipo las siguientes clases:

##### Marisma colonizada por vegetación

Espacios en los que la vegetación halófila cubre el suelo de forma dominante. A su vez se diferencia entre:

##### *Marisma mareal*

Zonas donde se produce inundación mareal actual.

##### *Marisma no mareal*

No se produce en la actualidad inundación mareal.

##### Marisma reciente no colonizada por vegetación

Zonas de reciente depósito de materiales finos (fangales) que aún no han sido colonizados por vegetación halófila.



## **Salinas y parques de cultivos acuáticos**

Sectores de la marisma o terrenos asociados puestos en explotación para la producción de sal por evaporación o de cultivos acuáticos.

Se diferencian según la intensidad de la explotación y grado de artificialidad:

### Salinas tradicionales

Incluye tanto las que se encuentren en explotación como las abandonadas. Se distinguen de la categoría que sigue porque, en general, presentan vegetación en los caballones de separación de compartimentos, sus dimensiones no permiten el acceso rodado en su interior, las dimensiones de los compartimentos son más reducidas y todas las infraestructuras asociadas reflejan una actividad artesanal.

### Salinas industriales y parques de cultivos acuáticos

Son zonas húmedas dedicadas a una explotación intensiva de los mencionados recursos, presentando instalaciones modernas destinadas a tal fin.

## **Lagunas Litorales**

Superficies de agua salobre o completamente salada separadas del mar por barreras litorales y cuya comunicación puede ser mediante un canal más o menos estrecho, infiltración subterránea o avenidas ocasionales. Quedan aquí agrupadas las típicas albuferas mediterráneas. Se incluye la vegetación riparia que la orla si existe. En ellas se distingue entre:

### Lagunas litorales: lámina de agua

### Lagunas litorales: vegetación riparia

## **Mares y océanos**

Láminas de agua salada que bañan el litoral de la región.

## **Estuarios y canales de marea**

Comprende la parte terminal de los cursos de agua, situados en la desembocadura de los ríos y sometidos a la influencia de las aguas marinas. Existen sólo en el litoral atlántico de la región.

## **ZONAS HUMEDAS Y SUPERFICIES DE AGUA CONTINENTALES**

Se incluyen en este subgrupo las aguas corrientes y estancadas, zonas encharcables, y la vegetación riparia asociada, no sometidas a influencia hidrológica marina.

## **Ríos y cauces**

Cursos naturales de agua que actúan como canales de drenaje o conducción del agua ya sean funcionales o no. Se incluyen tanto las aguas como la vegetación de márgenes. Se distinguirán cuando alcancen al menos 100 m. de ancho.

Ríos y cauces naturales: lámina de agua

Ríos y cauces naturales: vegetación riparia

*Bosque galería*

Las zonas incluidas en esta clase corresponden a vegetación arbórea y arbustiva formada por especies hidrofíticas que ocupan las márgenes de ríos y cauces naturales. Se incluyen también las formaciones arbóreas de otras especies que ocupen idéntica posición.

*Otras formaciones riparias*

Se incluye aquí la vegetación arbustiva y herbácea formada por especies hidrofíticas que ocupan las márgenes de ríos y cauces naturales.

## **Canales artificiales**

Cauces o cursos artificiales que conducen o articulan el paso del agua. Se distinguirán cuando alcancen al menos 100 m. de ancho.

Esta clase incluye la vegetación riparia que la orla, si existe. Se diferencian:

Canales artificiales: lámina de agua

Canales artificiales: vegetación riparia

## **Lagunas continentales**

Superficies ocupadas por láminas de agua continental de origen natural, que, en el momento de la interpretación, poseían una superficie suficientemente extensa para ser representada a la escala de referencia. Se incluye la vegetación riparia que la orla si existe. Se distingue:

Lagunas continentales: lámina de agua

Lagunas continentales: vegetación riparia

## **Embalses**

Superficies ocupadas por láminas de agua continental retenidas artificialmente mediante la construcción de presas, muros, etc. Incluye lámina de agua y ceja perimetral.

Las colas de los embalses con vegetación riparia se incluirán en la unidad ríos y cauces como vegetación riparia.

## **SUPERFICIES AGRICOLAS Y FORESTALES.**

Este grupo incluye las superficies de cultivos agrícolas y forestales, y los espacios naturales no incluidos en zonas húmedas y superficies de agua (en adelante natural se entiende con esta restricción).

### **SUPERFICIES DE USO AGRICOLA DOMINANTE**

Incluye este grupo todos los tipos de cultivos agrícolas puros, las asociaciones y mosaicos de éstos, los mosaicos de cultivos agrícolas con espacios de vegetación forestal o natural y cultivos abandonados.

Se entiende por mosaico un conjunto de pequeñas parcelas contiguas de diferentes unidades agrícolas.

Se entiende por asociación la superposición sobre una misma superficie de diferentes tipos de cultivos.

#### **Áreas agrícolas homogéneas**

Son aquellas que presentan una continuidad del tipo de uso sin mezclas de clases diferentes.

#### Zonas agrícolas homogéneas en secano

Tierras ocupadas por cultivos herbáceos o leñosos en régimen de secano que no aparecen asociados entre sí

#### Cultivos herbáceos en secano

Cultivos anuales indiferenciados que no reciben de forma permanente aportes artificiales de agua. Se incluyen barbechos y rastrojeras.

#### Cultivos leñosos en secano

Comprende las prácticas extensivas de parcelas de olivares, viñedos, así como parcelas plantadas con árboles frutales. Plantaciones puras o mezclas de varias especies.

#### *Olivar*

Incluirá tanto los olivares en secano como en regadío. La escasa representatividad de estos últimos y la mayor importancia relativa de la composición frente al régimen en éste caso induce a dicha consideración.

Se incluyen también las asociaciones y mosaicos de olivos con frutales de secano, cuando existe una clara dominancia de aquéllos.

### *Viñedo*

Comprende las tierras ocupadas por este tipo de cultivo incluyendo los sistemas de emparrado.

### *Otros cultivos leñosos en secano*

Parcelas plantadas con otros cultivos leñosos (almendros, higueras, ...) ya sean puras, en asociación o en mosaicos.

### Zonas agrícolas homogéneas en regadío

Son aquellas que presentan una continuidad espacial del tipo de uso en régimen de regadío sin mezclas entre diferentes clases de uso del suelo.

### Cultivos herbáceos en regadío

Cultivos anuales que reciben sistemática y periódicamente agua de riego, gracias a infraestructuras permanentes. Se descartan los riegos de apoyo u ocasionales. Comprende los cultivos puros, mezclas y asociaciones.

### *Arrozales*

Campos preparados para el cultivo de arroz, modificados a fin de lograr superficies planas y con canales de regadío. Superficies cubiertas regularmente de agua.

### *Cultivos forzados bajo plástico*

Comprende parcelas con cualquier tipo de cultivo desarrollado mediante esta práctica en todas sus modalidades: invernaderos, tunelillos, acolchados, etc..., cuando están presentes en la fecha de interpretación. Si no coincidiese dicha fecha con la presencia del plástico, los cultivos se agregan a la clase superior (regadío herbáceo).

### *Otros cultivos herbáceos en regadío*

Incluye otros cultivos anuales indiferenciados en regadío.

### Cultivos leñosos en regadío

Se diferencian:

#### *Cítricos*

#### *Frutales tropicales*

#### *Otros frutales en regadío*

Parcelas plantadas con otros frutales en regadío ya sean puros, en asociación o en mosaicos.

## **Áreas agrícolas heterogéneas**

Se incluyen en esta categoría las asociaciones y mosaicos de las unidades agrícolas homogéneas antes indicadas, así como los mosaicos de cultivos con espacios de vegetación natural intercaladas, no suficientemente extensas como para definir unidades cartográficas independientes a la escala de referencia.

### Zonas agrícolas heterogéneas en secano

Incluye los mosaicos y asociaciones de cultivos en secano y dentro de ella se diferencian:

#### De cultivos herbáceos y leñosos

Incluye los mosaicos y asociaciones de cultivos herbáceos y leñosos en secano.

#### De cultivos leñosos

Incluye los mosaicos y asociaciones de cultivos leñosos en secano.

#### Olivar-Viñedo

Asociaciones de olivos y viñas o mosaicos de olivar y viñedo.

#### Otros

Asociaciones de olivos y/o viñas con otros cultivos leñosos en secano o mosaicos de la misma composición, en los que no existe dominancia clara de olivos.

### Zonas agrícolas heterogéneas en regadío

Incluye los mosaicos y asociaciones de cultivos en regadío, integrando las siguientes tipologías:

#### De cultivos herbáceos y leñosos

Mosaicos y asociaciones de cultivos herbáceos y leñosos en regadío.

#### De cultivos leñosos

Mosaicos y asociaciones de cultivos leñosos en regadío.

### Mosaicos de cultivos en secano y regadío

Se diferencian:

#### De cultivos herbáceos y leñosos

#### De cultivos leñosos

### De cultivos herbáceos

#### Mosaicos de cultivos con espacios de vegetación natural

Esta clase corresponde a territorios de utilización agrícola dominante en los que existen espacios de vegetación natural en pequeñas parcelas, formando pequeñas manchas o en estructuras lineales de dimensiones inferiores al nivel de resolución pero que, en el conjunto del mosaico, tienen una presencia importante. Se distingue entre:

#### Cultivos herbáceos y vegetación leñosa

#### Cultivos leñosos y vegetación leñosa

#### Cultivos leñosos, herbáceos, pasto y vegetación leñosa

#### Cultivos abandonados

Integra áreas de cultivos leñosos en los que las labores de eliminación de especies invasoras han cesado, encontrándose la sucesión secundaria en fase de leñosas (matorrales) y apareciendo el área con el marco de plantación definido. Esta clase puede subdividirse en:

#### *Olivar abandonado*

Cultivos leñosos abandonados con una clara dominancia de olivos.

#### *Otros cultivos leñosos abandonados*

## **SUPERFICIES FORESTALES Y NATURALES**

Las definiciones de las distintas unidades que conforman este grupo hacen uso de algunos conceptos que en este contexto tienen un significado algo distinto del habitual, y que a continuación se definen:

Cobertura: Cociente entre la superficie con vegetación y la superficie total de una unidad.

Cobertura arbórea: Cociente entre la superficie del suelo cubierta por las copas de los árboles y la superficie total de una unidad.

Cobertura de matorral: Cociente entre la superficie del suelo cubierta de matorral y la superficie de la unidad, excluyendo en ambos casos la cubierta por las copas de los árboles.

### **Zonas forestales y naturales arboladas**

Incluyen las formaciones con arbolado forestal o natural con cobertura vegetal superior al 20% y con una cobertura arborea igual o superior al 5 %.

### Formaciones arboladas densas

Incluye las formaciones con arbolado forestal o natural con una cobertura arbórea superior al 50%, diferenciándose las siguientes tipologías según los taxones dominantes:

#### De quercíneas

El arbolado con especies de "Quercus sp." supera el 75 % de la cobertura arbórea.

#### De coníferas

El arbolado con especies de coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea.

#### De eucaliptos

El arbolado con especies de "Eucaliptus sp." supera el 75 % de la cobertura arbórea.

#### De otras frondosas

El arbolado con especies distintas de las mencionadas anteriormente supera el 75 % de la cobertura arbórea.

#### De quercíneas y coníferas

El arbolado con especies de "Quercus sp." y coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí sólo supera este porcentaje.

#### De quercíneas y eucaliptos

El arbolado con especies de "Quercus sp." y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí sólo supera este porcentaje.

#### De coníferas y eucaliptos

El arbolado con especies de coníferas y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí sólo supera este porcentaje.

#### Otras formaciones arboladas densas mixtas

Incluye cualquier formación arbolada densa que no verifique las condiciones de inclusión en las unidades anteriores.

### Formaciones de matorral denso con arbolado

Formaciones con cobertura de matorral superior al 50% y cobertura arbórea comprendida entre el 5 y el 50%. Dentro de esta clase se incluyen las siguientes tipologías en función del arbolado dominante:

### De quercíneas

El arbolado con especies de "Quercus sp." supera el 75 % de la cobertura arbórea. El matorral supera el 50% de cobertura de la unidad.

### De coníferas

El arbolado con especies de coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea. El matorral supera el 50% de cobertura de la unidad.

### De eucaliptos

El arbolado con especies de eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea. El matorral supera el 50% de cobertura de la unidad.

### De otras frondosas

El arbolado con especies distintas de las incluidas anteriormente supera el 75 % de la cobertura arbórea. El matorral cubre más del 50% de la unidad.

### De quercíneas y coníferas

El arbolado con especies de "Quercus sp." y coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje. El matorral cubre más del 50% de la unidad.

### De quercíneas y eucaliptos

El arbolado con especies de "Quercus sp." y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje. El matorral cubre más del 50% de la unidad.

### De coníferas y eucaliptos

El arbolado con especies de coníferas y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí sólo supera este porcentaje. El matorral es dominante en el conjunto de la unidad.

### Otras formaciones arboladas mixtas

Incluye cualquier formación de matorral denso con arbolado que no verifique las condiciones de inclusión en las unidades anteriores, con el matorral dominando la superficie de la unidad.

### Formaciones de matorral disperso con arbolado

Formaciones con cobertura de matorral comprendida entre el 20 y el 50% y cobertura arbórea comprendida entre el 5 y el 50%. Incluye las siguientes tipologías según los taxones arbóreos dominantes.



### De quercíneas

El arbolado con especies de "Quercus sp." supera el 75 % de la cobertura arbórea, distinguiéndose en función de la densidad de cobertura los siguientes subtipos:

#### *Con arbolado denso*

El arbolado queda comprendido entre el 50% y el 25%

#### *Con arbolado disperso*

El arbolado queda comprendido entre el 25% y el 5%

### De coníferas

El arbolado con especies de coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea, diferenciándose, según la densidad arbórea:

#### *Con arbolado denso*

El arbolado queda comprendido entre el 50% y el 25%

#### *Con arbolado disperso*

El arbolado queda comprendido entre el 25% y el 5%

### De eucaliptos

El arbolado con especies de eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea.

### De otras frondosas

El arbolado con especies distintas de las incluidas anteriormente supera el 75 % de la cobertura arbórea.

### De quercíneas y coníferas

El arbolado con especies de "Quercus sp." y coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje.

### De quercíneas y eucaliptos

El arbolado con especies de "Quercus sp." y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje.

### De coníferas y eucaliptos

El arbolado con especies de coníferas y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje.

### Otras formaciones arboladas mixtas

Incluye cualquier formación de matorral disperso con arbolado que no verifique las condiciones de inclusión en las unidades anteriores.

### Formaciones de pastizal con arbolado

Formaciones de pastizal con cobertura arbórea comprendida entre el 5 y el 50% y cobertura del matorral inferior al 20 %. La cobertura vegetal es superior al 20%. Estas formaciones son las que incluyen un uso dominante como dehesa en la región. Se diferencian:

#### De quercíneas

El arbolado con especies de "Quercus sp." supera el 75 % de la cobertura arbórea.

#### *Con arbolado denso*

El arbolado queda comprendido entre el 50% y el 25%

#### *Con arbolado disperso*

El arbolado queda comprendido entre el 25% y el 5%

#### De coníferas

El arbolado con especies de coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea, diferenciándose:

#### *Con arbolado denso*

El arbolado queda comprendido entre el 50% y el 25%

#### *Con arbolado disperso*

El arbolado queda comprendido entre el 25% y el 5%

#### De eucaliptos

El arbolado con especies de eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea.

#### Otras frondosas

El arbolado con especies distintas de las incluidas anteriormente supera el 75 % de la cobertura arbórea. Se incluyen las siguientes tipologías:

### De quercíneas y coníferas

El arbolado con especies de "Quercus sp." y coníferas supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje.

### De quercíneas y eucaliptos

El arbolado con especies de "Quercus sp." y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje.

### De coníferas y eucaliptos

El arbolado con especies de coníferas y eucaliptos supera el 75 % de la cobertura arbórea y ninguno de los dos grupos de especies por sí solo supera este porcentaje.

### Otras formaciones arboladas mixtas

Incluye cualquier formación de pastizal con arbolado que no verifique las condiciones de inclusión en las unidades anteriores.

### Cultivos herbáceos con arbolado de quercíneas

Incluye aquellos espacios con arbolado de "Quercus sp." superior al 5 %, desarrollado sobre parcelas de cultivos herbáceos. Se diferencian, en función de la densidad de la cubierta arbórea:

#### Con arbolado denso

El arbolado queda comprendido entre el 50% y el 25%

#### Con arbolado disperso

El arbolado queda comprendido entre el 25% y el 5%

### Talas y cortas en plantaciones forestales

Corresponde a un estadio de la explotación de cultivos forestales en el que la extracción de la producción se ha efectuado por corta al pie en extensiones relativamente grandes de la explotación. Se distingue la nueva plantación si bien el tamaño del arbolado no permite su identificación.

### **Matorral sin arbolado**

Se incluyen aquellos espacios carentes de arbolado o en los que éste es inferior al 5%, con cobertura de matorral superior al 20%. Se diferencia, según la densidad del matorral:

#### Matorral denso

La cobertura del matorral es superior al 50 %.

### Matorral disperso

La cobertura del matorral es inferior al 50 % y superior al 20 %. Esta clase incluye zonas diferenciadas en:

#### *Matorral disperso con pastizal*

La cobertura vegetal alcanza al menos el 50%.

#### *Matorral disperso con pasto/roca/suelo*

La cobertura vegetal es inferior al 50%.

### **Pastizales**

Se incluyen aquellos espacios con cobertura vegetal superior al 20%, y predominio del pasto, en los que la cobertura arbórea es inferior al 5 % y de matorral inferior al 20 %. Se distingue:

#### Pastizales supraforestales

Herbazales alpinos o culminícolas que se desarrollan en altitud en las zonas donde desaparece el bosque.

#### Otros pastizales

Otras superficies con predominio de especies herbáceas no sometidas a un laboreo sistemático (incluye las praderas) y se diferencia entre:

#### *Continuos*

La fracción del terreno desprovista de vegetación es inferior al 5%.

#### *Con claros, pasto, roca y/o suelo.*

La fracción del terreno desprovista de vegetación es superior al 5% e inferior al 20%.

### **Espacios abiertos con poca o sin vegetación**

Se incluyen los espacios naturales o forestales con una cobertura vegetal inferior al 20 %, y las áreas que han sufrido incendios en años precedentes al de interpretación. Se diferencia, según la morfología o proceso que provoca la escasez de vegetación entre:

#### Playas, dunas y arenales

Incluye las playas, tanto de arena como de cantos y guijarros, y las dunas y arenales, costeros o continentales, con una cobertura vegetal inferior al 20%.

### Roquedos y canchales

Comprende los afloramientos rocosos, canchales y derrubios de ladera, los acantilados y los suelos desnudos originados por condiciones de litología o relieve.

### Nieves permanentes

Terrenos cubiertos por nieve que permanece en el suelo durante el período estival. En el año 1991 esta clase no existió en el conjunto de la región.

### Espacios orófilos con vegetación escasa

Comprende el piso supraforestal en el que desaparece la vegetación herbácea para dejar paso a determinadas especies rupícolas, algunos matorrales muy degradados, y, muy en altura, ciertos enclaves de vegetación de tundra, así como cualquier otra superficie de características similares.

### Áreas con fuertes procesos erosivos

Se aplica a aquellas zonas de erosión, particularmente en medios áridos con precipitaciones ocasionales y violentas, donde la práctica ausencia de cubierta vegetal provoca que el arroyamiento, sobre la superficie del terreno, dé lugar a una sucesión de crestas y regueros estrechos. Se incluyen otras superficies de erosión por procesos similares.

### Zonas quemadas

Zonas afectadas por incendios en el año en que se realiza la interpretación o en el año precedente.

### Zonas sin vegetación por roturación

Zonas sin vegetación, en las que se aprecia intervención para la explotación de cultivos forestales o bien para algunos cultivos leñosos agrícolas (desmontes, talas, explanaciones para cultivos). No se ha efectuado aún la plantación del arbolado.

### Otras zonas de vegetación escasa

Comprende el resto de espacios naturales con una cobertura vegetal inferior al 20%.