

V.3.2. DESARROLLO DE MODELOS Y OBTENCION DE RESULTADOS PARA LA INTEGRACION DE DATOS DE USOS Y COBERTURAS VEGETALES DEL SUELO A PARTIR DE IMAGENES LANDSAT-TM.

En el contexto del proyecto HYDRE, una de las necesidades básicas ha sido la implementación de modelos, no sólo destinados a la evaluación de los recursos hídricos, sino también vinculados a la producción de datos primarios que alimentarán el complejo de procedimientos de análisis que este sistema integra.

Con este objeto se planteó, como una de las líneas de trabajo a abordar por la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía, región piloto del proyecto HYDRE, el desarrollo de una metodología para la obtención de una información espacializada sobre los usos y coberturas vegetales, que pueda ser actualizada conforme a las exigencias de monitorización de los recursos naturales.

En ese sentido se partió de la experiencia del proyecto CORINE Land-Cover como fuente de datos al año 1987, y como esquema metodológico básico, sobre el cual se ha perfilado una metodología para el levantamiento y seguimiento de los usos y coberturas vegetales en las regiones mediterráneas.

A continuación se describen las características de los datos preexistentes, y en un apartado posterior, las mejoras metodológicas y el procedimiento de puesta al día de esta cobertura.

V.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.

Los datos relativos a los usos y coberturas vegetales del suelo provienen de la base de datos originada a tal efecto como desarrollo del proyecto CORINE-Land Cover.

Entre los objetivos primordiales del proyecto figura la necesidad de contar con una información cartográfica y estadística para la totalidad del territorio europeo bajo unos estándares unitarios y homogéneos. Para estos efectos, se diseñó un procedimiento basado en la fointerpretación de imágenes de satélite a escala 1/100.000 para obtener cartografías digitales de los usos y ocupaciones del suelo.

La parte correspondiente al territorio regional fue llevada a cabo por La Consejería de Medio Ambiente de Andalucía sobre imágenes de 1987, año por tanto de referencia de la cartografía resultante. Su posterior puesta en base de datos ajustándola a los requisitos técnicos del Sistema de Información Ambiental, posibilita su integración con otras bases de datos del sistema y por tanto el desarrollo de procesos de evaluación y modelización.

Siguiendo la metodología definida en el proyecto Land Cover, y salvo algunos tratamientos posteriores aplicados a la cobertura

necesarios para poder volcarla sobre la base 1:400.000, la creación de los datos de usos y coberturas vegetales del suelo abordó las siguientes etapas.

V.3.2.1.1 Preparación de las imágenes.

Con anterioridad al desarrollo de la fotointerpretación se llevaron a cabo una serie de procesos para facilitar el doble propósito que implicaba el uso de las imágenes espaciales: el de soporte cartográfico y el de fuente de información.

Dichos procesos consistieron básicamente en la selección de las fechas de las imágenes, y la aplicación de tratamientos digitales que propiciaran la mejora de la calidad visual de las mismas, y para otorgarles, la geometría adecuada para hacerlas conformes con la base cartográfica.

a) Selección del sensor y fecha de las imágenes

Considerando las exigencias del proyecto se decidió la utilización de los datos tomados por el sensor Thematic Mapper del satélite Landsat-5 para llevar a cabo la cartografía de los usos y ocupaciones del suelo.

Las especificaciones técnicas del sensor TM contemplan una periodicidad de cobertura de 16 días, una resolución espacial de 30 x 30 metros y en una gama de respuestas espectrales (3 canales visibles, 3 infrarrojos y 1 infrarrojo térmico) que cubrían satisfactoriamente la captura de la información al nivel de detalle exigido en la leyenda del proyecto.

En segundo lugar, buscando la máxima diferenciación de los usos y coberturas territoriales se fijó la fecha óptima para la interpretación de las imágenes en el período comprendido entre los meses de Mayo y Septiembre, período coincidente con los cultivos en riego y de fácil interpretación para otros tipos de usos y coberturas vegetales asociados a ambientes mediterráneos.

b) Aplicación de tratamientos digitales

Con la intención de generar una base cartográfica y potenciar la discriminación entre los distintos tipos de coberturas del suelo, fueron aplicados una serie de tratamientos digitales a las imágenes previas a la fotointerpretación.

Entre los primeros se desarrollaron correcciones geométricas de las imágenes respecto a la Cartografía del Servicio Geográfico del Ejército 1/50.000 de acuerdo con los procedimientos comunes de ejecución (toma de puntos de control, cálculo de las desviaciones, aplicación de algoritmos matemáticos de corrección).

Una vez establecida la geometría, se procedió al realce visual de las imágenes mediante operaciones de filtrado y aumento del contraste digital entre los valores de reflectancia de los diferentes tipos de cubiertas, propiciando la máxima discriminación de las clases de la leyenda durante el proceso de fotointerpretación.

Por último, los trabajos preparatorios finalizaron con la restitución de la información digital a soporte analógico mediante procedimientos fotográficos a escala 1/100.000 y en falso color de los canales espectrales verde, rojo e infrarrojo.

V.3.2.1.2 Fotointerpretación de las imágenes.

Una vez fueron concluidos los trabajos para la preparación de las imágenes, se procedió a la elaboración de la cartografía de usos y coberturas vegetales del suelo mediante el análisis de la información contenida en las imágenes de satélite por un equipo de fotointérpretes.

El análisis o fotointerpretación de las imágenes se llevó a cabo conforme a una clasificación de los usos y ocupaciones del suelo diseñada previamente en el marco global del proyecto CORINE-Land Cover.

a) Caracterización de la leyenda de usos y ocupaciones del suelo

Partiendo de experiencias y estudios pilotos llevados a cabo por expertos de distintas nacionalidades, se llegó al diseño y definición de una leyenda de usos y ocupaciones del suelo unitaria y aplicable en la totalidad del territorio europeo.

La clasificación de los usos del suelo contaba con una estructura jerárquica en tres niveles y un desglose en 64 clases.

No obstante en el caso español, respetando la organización jerárquica europea, se realizó un mayor esfuerzo para conseguir una cartografía de mayor detalle para lo que la leyenda fue desglosada hasta un total de 100 clases, como muestra la tabla 1.

TABLA 1- LEYENDA DEL MAPA DE OCUPACION DEL SUELO DE ANDALUCIA 1.987.

1. SUPERFICIES EDIFICADAS E INFRAESTRUCTURAS.

- 1.1. Zonas urbanas.
 - 1.1.1. Tejido urbano continuo.
 - 1.1.2. Tejido urbano discontinuo.
 - 1.1.2.1. Estructura urbana laxa.
 - 1.1.2.2. Urbanizaciones exentas.
- 1.2. Zonas industriales, comerciales e infraestructura de com.
 - 1.2.1. Zonas industriales o comerciales.
 - 1.2.2. Infraestructuras viarias y terrenos asociados.
 - 1.2.2.1. Autopista, autovía y enlaces viarios.
 - 1.2.2.2. Complejos ferroviarios.
 - 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. Escombros 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 y zonas de ocio.

2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS.

- 2.1. Tierras labradas.
 - 2.1.1. Cultivos de secano.
 - 2.1.2. Cultivos de regadío permanente.
 - 2.1.2.1. Cultivos herbáceos de riego.
 - 2.1.2.2. Frutales en regadío.
 - 2.1.2.2.1. Cítricos.
 - 2.1.2.2.2. Frutales tropicales.
 - 2.1.2.2.3. Otros frutales de riego.
 - 2.1.2.3. Área de cultivos forzados.
 - 2.1.3. Arrozales.
- 2.2. Cultivos permanentes.
 - 2.2.1. Viñedo.
 - 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.
 - 2.4.2.1. Anuales con pradera y/o pastizales.
 - 2.4.2.2. De cultivos permanentes.
 - 2.4.2.3. De cultivos anuales y permanentes.
 - 2.4.3. Cultivos anuales o permanentes con espacios de vegetación natural.
 - 2.4.4. Sistemas agroforestales.

3. ZONAS FORESTALES CON VEGETACIÓN NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS.

- 3.1. Bosques.
 - 3.1.1. Frondosas.
 - 3.1.1.1. Perennifolias y quejigales.
 - 3.1.1.1.1. Perennifolias esclerófilas y quejigales.
 - 3.1.1.1.2. Laurisilva macaronésica.
 - 3.1.1.2. Caducifolias y rebollares.
 - 3.1.1.3. Frondosas de plantación.
 - 3.1.1.3.1. Eucaliptos.
 - 3.1.1.3.2. Vegetación de ribera.
 - 3.1.2. Coníferas.
 - 3.1.2.1. Pináceas.
 - 3.1.2.2. Sabinares y enebrales.
 - 3.1.3. Bosques y formaciones arboladas mixtas.
- 3.2. Espacios de vegetación arbustivas y/o herbácea.
 - 3.2.1. Pastizales.
 - 3.2.1.1. Pastizales supraforestales.
 - 3.2.1.2. Otros pastizales.
 - 3.2.2. Landas, matorrales templados oceánicos y macaronésicos.
 - 3.2.2.1. Landas y matorrales templado oceánico.
 - 3.2.2.2. Fayal-Brezal macaronésico.
 - 3.2.3. Matorrales xerófilos y mesófilos.
 - 3.2.3.1. Grandes formaciones de matorral denso y menos denso.
 - 3.2.3.2. Matorrales subarbusivos o arbustivos poco densos.
 - 3.2.3.3. Matorrales xerófilos macaronésicos.
 - 3.2.4. Matorral arbolado.
- 3.3. Espacios abiertos con poca o sin vegetación.
 - 3.3.1. Playas, dunas y arenales.
 - 3.3.2. Suelos desnudos por ausencia de suelo (roquedos, etc).
 - 3.3.3. Espacios con vegetación escasa.
 - 3.3.3.1. Xeroestepa subdesértica.
 - 3.3.3.2. Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión.
 - 3.3.3.3. Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa.
 - 3.3.4. Zonas incendiadas.
 - 3.3.5. Glaciares y nieves permanentes.

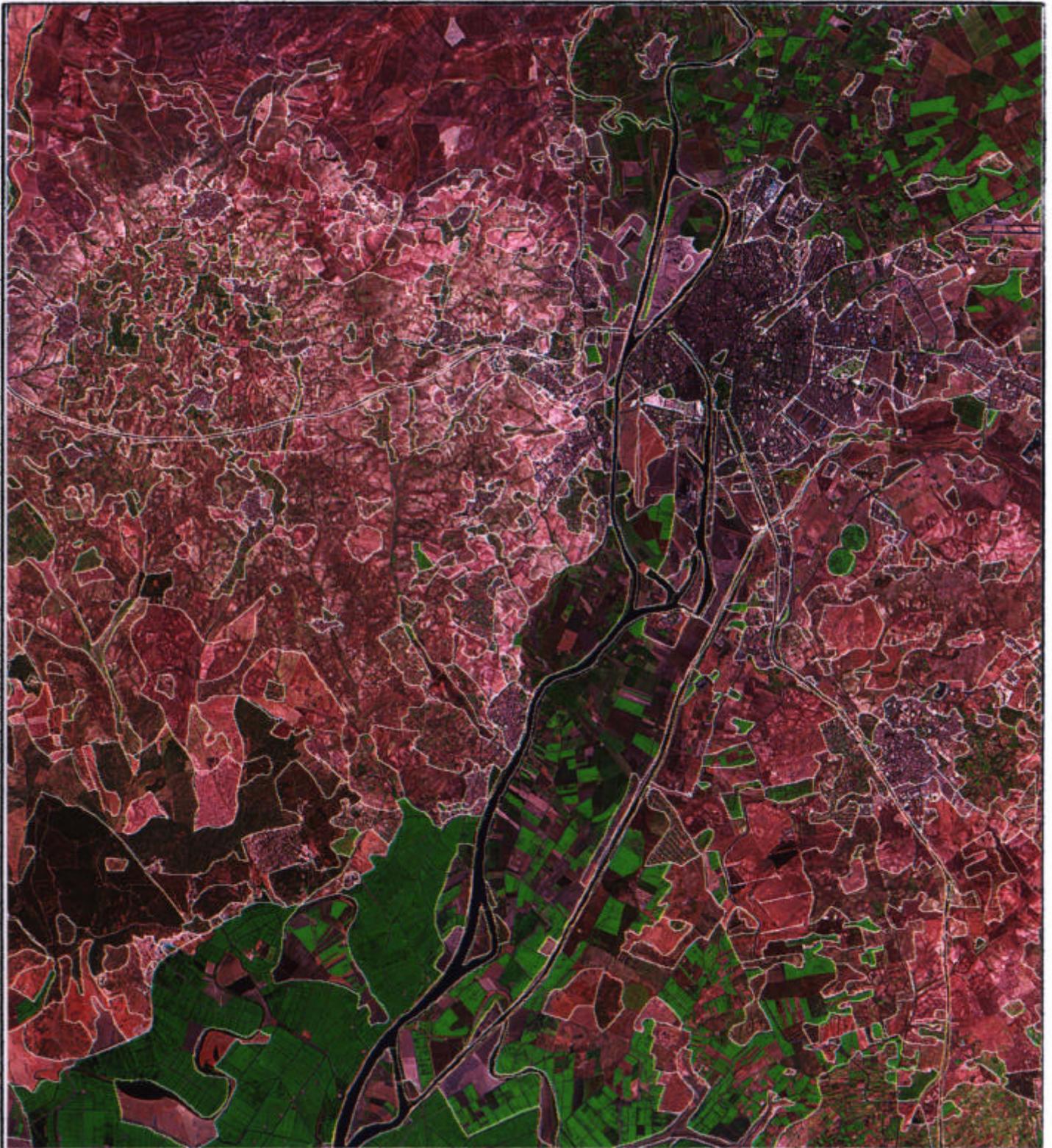
4. ZONAS HÚMEDAS.

- 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.
 - 5.1.1.1. Ríos y cauces naturales.
 - 5.1.1.2. Canales artificiales.
 - 5.1.2. Láminas de agua.
 - 5.1.2.1. Lagos y lagunas.
 - 5.1.2.2. Embalses.
- 5.2. Aguas marinas.
 - 5.2.1. Lagunas litorales.
 - 5.2.2. Estuarios y esteros.
 - 5.2.3. Mares y océanos.

FIGURA 1.- PROCEDIMIENTO PARA LA INTERPRETACION DE LAS IMAGENES.
DETECCION DE POLIGONOS DE USOS Y COBERTURAS VEGETALES DEL SUELO



E: 1 / 200.000

IMAGEN LANDSAT-TM / JULIO 1.987

b) Metodología

En líneas generales, la fotointerpretación de las imágenes fue realizada según los procedimientos convencionales llevados a cabo sobre fotografías aéreas.

Para ello, se aplicaron los criterios clásicos de forma, tamaño, color, textura, etc para la identificación de unidades de información homogéneas sobre la clasificación de los usos y coberturas vegetales del suelo realizada en la leyenda del proyecto (Figura 1).

De forma conjunta, la fotointerpretación de las imágenes fue asistida por una serie de documentos auxiliares para la determinación de aquellas clases de la leyenda no identificables directamente sobre las imágenes.

Entre éstos, fueron utilizadas fotografías aéreas a escala 1/30.000 de todo el territorio regional, reducciones a escala 1/100.000 del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del M.A.P.A., cartografía básica del Ejército 1/100.000, cartografías temáticas y trabajos de campo, que facilitaron tanto el conocimiento directo de la zona como la posterior validación de la fotointerpretación.

Durante los trabajos de fotointerpretación se revelaron algunas de las ventajas metodológicas aportadas por el uso de la teledetección en relación a los procedimientos de levantamientos cartográficos convencionales basados en fotografía aérea.

Entre éstas, el desarrollo de la fotointerpretación de forma directa sobre las imágenes sin necesidad de las tareas de restituciones a la que obliga el uso de la fotografía aérea, supuso claras ventajas en cuanto a la calidad geométrica de la cartografía resultante y ahorros de costes y tiempos. La posibilidad de realizar manipulaciones de las bandas espectrales del documento fuente, propició, por otro lado, una carga de información adicional y, consecuentemente, una mejor discriminación de los elementos territoriales.

V.3.2.1.3. Digitalización y puesta en base de datos.

Las minutas con la información sobre los usos y coberturas vegetales del suelo resultante del proceso de fotointerpretación fueron sometidas, en una última fase, a un proceso de captura digital de la misma, lo que va a permitir disfrutar las ventajas comunes de gestión, análisis y explotación de la información en el contexto de los Sistemas de Información Geográficos.

Para tales fines, se procedió en una primera fase a la captura de los polígonos por medio de un scanner. Posteriormente

se llevaron a cabo las fases de vectorización asistida de los arcos e integración de los códigos o atributos. En una última etapa se procedió a la puesta en base de datos o incorporación de la cartografía de los usos y coberturas vegetales del suelo como una cobertura integrada en el Sistema de Información Ambiental (Figura 2)

De forma paralela, sobre las distintas fases de la digitalización se aplicaron mecanismos de control y verificación de la información para la detección de errores de inconsistencia de los datos ante la aparición de polígonos con doble atributo, pérdida de atributo, atributos no codificados, así como polígonos o arcos omitidos, polígonos abiertos, etc.

V.3.2.2. DESARROLLO DE MODELOS Y VALIDACIÓN.

Como se ha mencionado con anterioridad, el contar con una información cartográfica precisa de los usos y coberturas de suelo a nivel regional constituye una prioridad en el contexto de HYDRE, pues esta base de datos permite inferir parámetros esenciales para la modelización de fenómenos tales como: las pérdidas de suelo, la medición de la temperatura superficial a partir de imágenes NOAA, o para la estimación de los riesgos de incendios.

Esta necesidad de información quedaba satisfecha a partir de la cobertura digital de ocupación del suelo al año 1987 (Proyecto CORINE-Land Cover España) para cumplir la fase de implantación y experimentación de HYDRE en Andalucía.

Sin embargo, siendo el objetivo de esta herramienta el configurar un complejo sistema informatizado que permita hacer un seguimiento en el tiempo y en el espacio de la evolución de múltiples parámetros de interés agrometeorológico y medioambiental, se hace imprescindible diseñar nuevas metodologías que permitan la puesta al día de las informaciones, tales como los usos y coberturas vegetales, sin las cuales no podría realizarse una verdadera monitorización de los recursos que este programa persigue.