

Nuevas tecnologías en el análisis territorial: Teledetección y ordenación del territorio

A. SERRANO RODRIGUEZ

1. INTRODUCCION

El objetivo de esta ponencia es el de realizar una aproximación a las posibilidades y metodologías de aplicación de la Teledetección en el campo de la Ordenación del Territorio, recogiendo las experiencias que, en este sentido, se están desarrollando en la Universidad Politécnica de Valencia dentro de la Unidad Departamental de Ordenación del Territorio y Urbanismo, en base al Convenio existente con la Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports de la Generalitat Valenciana.

Tras una breve referencia a las posibilidades que el tratamiento digital de imágenes incorpora a algunas de las metodologías más conocidas de análisis del medio físico y, en particular, a la estimación de las capacidades, vulnerabilidades y aptitudes del medio; las posibilidades de este medio en el campo de la fotointerpretación, análisis morfológico de estructuras espaciales, diseño urbano, simulación y otras muchas aplicaciones potenciales que no pueden ser más que brevemente citadas, el texto se centra en el programa fundamental de la investigación - EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO Y CONTROL TERRITORIAL.

Este Programa persigue disponer de una información y contar con unos instrumentos que permitan realizar procesos de seguimiento de la dinámica territorial, que sirvan de base para los análisis y estudios correspondientes. Es evidente que estos elementos y estudios son fundamentales para el diseño de medidas correctoras, en su caso, que permitan paliar los efectos indeseables sobre el territorio que se derivan de posibles actuaciones sociales incorrectas, o de procesos naturales con efectos degenerativos sobre el territorio. Igualmente estos estudios deben servir de base para el diseño de las actuaciones que pueden acercar la realidad actual a la realidad deseada y expuesta a través de los correspondientes objetivos territoriales. Y, por último, también son imprescindibles para el seguimiento de los verdaderos efectos que se derivan de las actuaciones planificadas y su consiguiente comparación con los efectos buscados, cara a permitir corregir las desviaciones producidas entre estimación y realidad, o entre normativa y actuación social.

2. UN SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO Y CONTROL TERRITORIAL

2.1. INTRODUCCION

Hasta ahora la teledetección ligada al tratamiento de imágenes satélite permitía trabajar solamente a escalas pequeñas (1:200,000 e inferiores), por lo que sus aplicaciones se encontraban materialmente limitadas en cuanto al grado de precisión se refiere. No obstante, muchos de los avances producidos en las Ciencias de la Tierra han estado ligados a la aplicación de este tipo de técnicas. En la actualidad, sin embargo, la resolución de las imágenes y su tratamiento permiten su aplicación a escalas medias (1:50,000 y, en algunos casos 1:25,000) con lo que las posibilidades y utilidad de las aplicaciones correspondientes crecen exponencialmente.

Igualmente, los continuos progresos en el campo del análisis de imágenes han dado lugar a un importante cambio cualitativo en los sistemas y en sus posibilidades de utilización. Los equipos disponibles posibilitan trabajar sobre varias imágenes simultáneamente, apoyándose en un software ampliamente desarrollado de fuerte capacidad de tratamiento y de adaptación a las necesidades específicas de cada estudio.

Por último, al nivel de creación de bancos de datos mixtos (cartográficos y de ficheros numéricos-alfanuméricos) también se han producido desarrollos tecnológicos en el campo del hardware y software que permiten la creación de Sistemas de Información Territorial referidos a gran número de variables y a amplios espacios geográficos.

Sin embargo, y si bien desde el punto de vista tecnológico, las capacidades y potencialidades no dejan de aumentar, desde el punto de vista de la aplicación práctica y concreta, los problemas siguen siendo numerosos.

De hecho, todos los procesos comentados en epígrafes anteriores no nos van a llevar a una identificación unívoca de los objetos captados. Lo que hemos denominado "estructura identificativa" de un objeto, no es un valor o conjunto de valores unívocos, que se repitan sistemáticamente, sino que un mismo objeto va a presentar valores que se distribuyen con una cierta dispersión alrededor de un valor medio. Este aspecto es importante ya que lleva a que la

identificación de los objetos (asociados a un estado concreto) se realiza con un cierto nivel de confianza estadística o probabilidad de error.

Para teminar esta introducción, cabe señalar que las posibles aportaciones de la aplicación de la Percepción Remota y del Tratamiento Digital de Imágenes al campo de la Ordenación del Territorio podrían sintetizarse en:

1. Aplicaciones del tratamiento digital de imágenes al Análisis Territorial.

1.1. Aplicaciones al análisis del medio físico.

1.1.1 Características del medio; geología, geomorfología, etc.

1.1.2 Software morfológico y análisis estructural (pendientes, etc.).

1.1.3 Fotointerpretación (posible utilización de imágenes con 16 ó 32 bits por pixel).

1.1.4 Integración de informaciones captadas en imágenes valoradas (sistemas tipo Mausar, o de malla, en general, para la determinación de aptitudes, análisis de riesgos, etc.).

1.2. Estudios de Reconocimiento Territorial.

1.2.1 Usos del suelo y su dinámica, a partir del uso de imágenes satélite, fotointerpretación y trabajos de campo.

1.2.2 Degradación y contaminación ambiental.

1.2.3 Efectos derivados de procesos naturales.

1.3. Alimentación de Bancos de Datos Territoriales.

2. Aplicaciones del tratamiento digital de imágenes a la Planificación Territorial.

2.1. Determinación de aptitudes-vulnerabilidades-riesgos integrados (medio físico, económico, etc.).

2.2. Simulación de efectos.

2.2.1 Perceptuales-paisajísticos.

2.2.2 Estructurales (modelo territorial, morfología urbana, etc.).

3. Aplicaciones a la Gestión Territorial.

3.1. Control de usos del suelo.

3.1.1 Usos del suelo productivos.

3.1.2 Edificaciones.

3.1.3 Cambios en áreas de protección.

3.2. Control de los niveles de contaminación.

3.2.1 Contaminación por vertidos.

3.2.2 Contaminación aérea y degradación de usos.

c 3.3. Seguimiento de los efectos derivados de la construcción de infraestructuras o de grandes actuaciones puntuales.

En particular, de los aspectos anteriores cabe destacar el siguiente conjunto de áreas de interés en la actuación y aplicación a corto plazo:

1.- Utilidad para contrastar la coherencia espacial de las medidas de ordenación del territorio desarrolladas y su compatibilidad con los objetivos buscados.

2.- Utilidad para elaborar Informes regionales e Inventarios sobre usos del suelo.

3.- Utilidad para contrastar el cumplimiento de la normativa vigente en las actuaciones desarrolladas a distintos niveles.

4.- Utilidad para investigar y reconocer los efectos de las infraestructuras desarrolladas.

5.- Utilidad para investigar y reconocer la dinámica de los espacios públicos y de los recursos territoriales.

En una segunda perspectiva, es evidente que la disposición de un Sistema de Información Territorial con información cartografiada, es una base inmejorable para los estudios de Planificación Territorial que pueden desarrollarse a distintos niveles espaciales. La disposición de este sistema podría, en un futuro, servir de base para la detección, a

priori, de los posibles efectos derivados de distintos tipos de actuaciones o planes territoriales y, particularmente, de distintos tipos o actuaciones infraestructurales.

2.2 METODOLOGIA DE ELABORACION DEL SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO Y CONTROL TERRITORIAL

El programa que se propone para la elaboración de un Sistema Experto de Reconocimiento y Control Territorial (SERCOT) parte de la aplicación del análisis de imágenes tanto a las imágenes enviadas desde satélite, como a aquellas otras que, por ser necesario un mayor nivel de detalle, puedan realizarse desde aviones o plataformas alternativas. Adicionalmente este Programa contempla técnicas y métodos complementarios de análisis ligados a las necesidades específicas de cada uno de los "casos de estudio" que se señalan a continuación.

Los objetivos del programa se situarían:

- 1.- Prioritariamente, es disponer de un sistema periódico de información y reconocimiento territorial que permita detectar las modificaciones en los usos del suelo y en los ecosistemas que, de forma significativa, puedan afectar a intereses locales, regionales o suprarregionales. (En lo que sigue denominaremos a este objetivo; Realización de Informes de Reconocimiento Territorial).
- 2.- Como casos particulares del objetivo anterior, cabe destacar por su importancia:
 - 2.1. Análisis continuado de los efectos de las infraestructuras realizadas o en realización.
 - 2.2. Evaluación de procesos degenerativos (incendios, inundaciones, etc.).
 - 2.3. Evaluación de niveles de contaminación.
 - 2.4. Cambios en usos del suelo.
 - 2.5. Evaluación de la dinámica de los ecosistemas.

2.6. Seguimiento de la dinámica de espacios públicos y recursos de interés nacional.

2.7. Seguimiento de áreas piloto seleccionadas por motivos específicos.

3.- Creación de Sistemas de Información Territorial (Bancos de Datos) donde se vaya almacenando sistemáticamente la información derivada del proceso anterior y donde, consecuentemente, se disponga simultáneamente, de la información territorial y medio ambiental de tipo cuantitativo y cartográfico necesaria, que se derive del proceso.

4.- Utilización de los Sistemas de Información Territorial y de los estudios anteriores como base para la Planificación Territorial. La disposición de estos estudios e información pueden servir para la detección y simulación cartográfica, a priori, de los efectos derivados de distintos tipos de actuaciones (sobre todo infraestructurales) o de distintos planes territoriales bajo distintos escenarios supuestos.

5.- Elaboración de mapas temáticos, imágenes en falso color, cartografía con base en foto aérea, etc., de la Comunidad Valenciana o de áreas específicas de la misma.

6.- Como objetivo final, a medio plazo y con un interés quizás más netamente destacado, la elaboración de un Sistema Experto para el Reconocimiento y Control Territorial (SERCOT), con la consiguiente construcción de su Base de Conocimientos y de su Proceso Adaptativo de aprendizaje.

Evidentemente, los objetivos que se proponen presentan distintas necesidades de medios y metodologías y su consecución exigen lapsus de tiempo diferenciados. No obstante, el presente Programa, en sus aspectos fundamentales, se ha previsto para un plazo de cinco años, en el cual se pretende que los objetivos anteriores se encuentren perfectamente cubiertos y con una sistemática clara de funcionamiento.

Para la consecución de estos objetivos el esquema metodológico propuesto se basa en los siguientes procesos:

a.- Como primer paso es necesario proceder a establecer las "estructuras identificativas" y las "firmas espectrales" de los distintos usos del suelo en la Comunidad Valenciana. Si bien éste es un trabajo que se extenderá a lo largo de los años de aplicación del Programa, ya que el conocimiento señalado es un proceso continuo que se va perfeccionando en el tiempo, es necesario partir de una serie de trabajos previos que marquen el inicio de los estudios sobre determinación de "firmas espectrales" y que permitan la primera aproximación al inventario de usos del suelo regional y su inclusión en el Sistema de Información Territorial-Base de Conocimientos del sistema. Para ello se establece un primer estudio de "firmas espectrales de usos del suelo" centrado en información no supervisada y contrastada exclusivamente con información fiable para áreas predeterminadas (La Albufera de Valencia y La Plana de Castellón).

b.- Un segundo estudio, más detallado, incorpora la realización simultánea de medidas radiométricas en áreas piloto partiendo conjuntamente de:

Medidas radiométricas desde el suelo,

Medidas radiométricas con equipo de barrido multiespectral desde avión,

Medidas desde satélite,

Estas medidas se realizarán periódicamente, para establecer un estudio en profundidad de las firmas espectrales ligadas a las características de los usos del suelo regionales.

c.- La estructura propuesta para la realización de los Informes de Reconocimiento Territorial sobre los distintos ámbitos territoriales definidos, viene recogida en el organigrama de la última página.

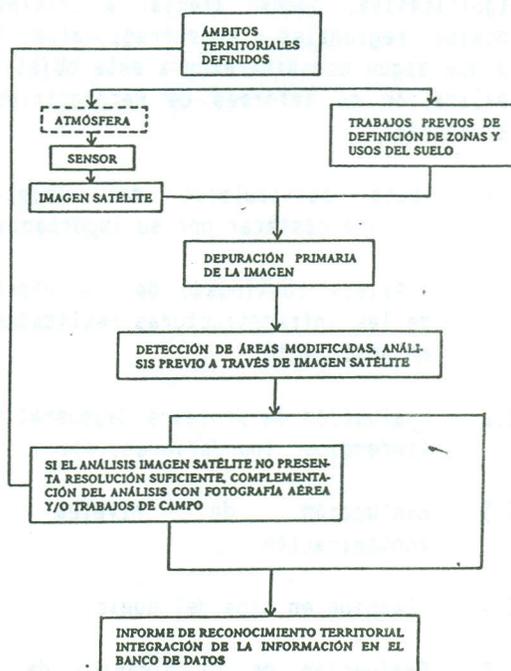
Como puede apreciarse en el mismo, la imagen satélite es la fuente fundamental de información que, en su caso, viene complementada con fotografías aéreas y trabajos de campo.

La mecánica de trabajo del SERCOT se basaría, una vez se disponga de la Base de Conocimientos sobre las "estructuras

identificativas" de los usos del suelo, niveles de contaminación o aspectos significativos para el análisis, y del Sistema de Aprendizaje secuencial establecido, en la carga y análisis automático de la imagen del satélite a un primer nivel para detectar los cambios producidos en el territorio o en su entorno. Cuando la información disponible en la Base de Conocimientos del Sistema es suficiente para analizar los cambios producidos, el análisis termina con el tratamiento adecuado de dicha imagen, la elaboración del Diagnóstico en términos probabilísticos y la incorporación de nuevos conocimientos a la Base, en su caso, a través del Sistema de Aprendizaje. Si SERCOT no dispone de conocimientos suficientes para elaborar un Diagnóstico con una probabilidad superior al 60%, se realizarán estudios más detallados a través de fotografías aéreas de la zona, completadas con trabajos de campo si así es necesario, que permitan alimentar la Base de Conocimientos y el sistema para sucesivas ocasiones.

De esta forma, la Comunidad Autónoma dispondrá de un método automático y efectivo de seguimiento de las transformaciones en los usos del suelo que se producen en el territorio, pudiendo reaccionar adecuadamente en tiempo y en forma cuando dichas transformaciones no se adapten a los objetivos sociales establecidos, o requieran correcciones parciales o totales en su dinámica.

ORGANIGRAMA I: ESQUEMA DE ANÁLISIS



BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- American Society of Photogrammetry (1975)
"Manual of Photographic Interpretation", R.G. Reeves, Ed, Falls Church, Va.
- Barret, E.C, and Curtis, L.F, (1976)
"Introduction to Environmental Remote Sensing", Chapman and Hall, Londres 1978,
- Colwell, R.N, (1975)
"Manual of Remote Sensing", American Society of Photogrammetry, Falls Church, Va, 2ª ed, 1983,
- European Space Agency (1979 ...)
"Earthnet Review, 1/79, 2/79, 3/79 ... ESRIN, Vía Galileo Galilei 00044 Frascati, Roma, Italia 1979 ...
"Observation de la Terre" Nº 5, ESTC, PB 299; 2200 AG Noordwijk, Pays Bas, 1984,
- Floyd F. Sabius JR, (1977)
"Remote Sensing, Principles and Interpretation", W.H, Freeman and Company, San Francisco 1978,
- Fraysse, G, (1980)
"Remote Sensing Aplication in Agriculture & Hidrology", A.A, Balkema, Rotterdam 1980,
- González, F, y Cuevas, J.M, (1982)
"Los satélites de recursos naturales y sus aplicaciones en el campo forestal", Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, 1982
- Institut Cartogràfic de Catalunya, (1986)
"Mapa d'usos del sòl de Catalunya, 1:250,000", I,C,C, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1986,
- International Symposium on Remote Sensing of Environment, 17th (1983)
"Proceedings, Vol, 1, 2 & 3", University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 1983,
- Jiménez, J, y García, N, (1982)
"Introducción al tratamiento digital de imágenes", Universidad Autónoma de Madrid, IBM, Madrid 1982,
- Lillesand, T.M, and Kiefer, R.W, (1979)
"Remote Sensing and Image Interpretation", J, Wiley, New York 1979,
- Martínez Aragón, A, (1983)
"Introducción a la Teledetección", Curso de Postgrado de Ordenación del Territorio, Mimeo, Madrid 1983,
- Melia, J, et alt, (1985)
"Introducción a las técnicas de teledetección y sus aplicaciones agronómicas", Facultad de Ciencias Físicas, Dpto de Termología, Universidad de Valencia, 1985,
- NASA (1982)
"Landsat Data Users Notes", Issue Nº 23, Geological Survey Eros Data Center, Sioux Falls, S, Dak, 57198, July 1982,
- Pratt, W.K, (1978)
"Digital Image Processing", J, Wiley, New York 1978,
- Richards, J.A, (1986)
"Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1986,
- Sancho, J, et Chuvieco, E, (1986)
"Castellón desde el espacio, Imágenes y paisajes de una tierra mediterranea", Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castellón, Barcelona, 1986,
- Serrano, A, (1986)
"Teledetección y Ordenación del Territorio", Revista Valenciana d'Estudis Autònoms, Nº 4, Gener/abril 1986, Generalitat Valenciana, Valencia, 1986

