

APLICACIONES DE LA TELEDETECCIÓN ESPACIAL A LA PLANIFICACIÓN DEL USO AGRARIO DEL AGUA. MÉTODOS DE TRABAJO

J. I. SANCHEZ Y P. PÉREZ DE LOS COBOS.
M.A.P.A.- I.R.Y.D.A. Madrid.

RESUMEN

En la presente comunicación se dan a conocer los métodos de trabajo empleados en estudios de Teledetección espacial que tienen por objeto obtener información que pueda servir de base a la planificación del uso agrario del agua a nivel de cuenca hidrográfica.

Los tipos de estudio que se abordan son:

- Estudio del uso actual de la tierra, con especial aplicación a la distribución de cultivos en el regadío, mediante la utilización de imágenes LANDSAT 5 (Thematic Mapper).
- Estudio de sistemas de tierra aptos para el riego con el uso de imágenes pancromáticas con visión estereoscópica del satélite SPOT.

ABSTRACT

The subject of the present paper is show the methodology used in Remote Sensing works, to obtain basic information concerning to the planning of agricultural use of water, for a hidrographic basin.

The works involve two kinds of studies:

- *A present Land Use study, with special application to the distribution of culture in irrigation land, through the use of LANDSAT 5 Thematic Mapper images.*
- *A study of land system for the irrigation, through the use of panchromatic images with stereoscopic view of SPOT Satellite.*

1. INTRODUCCIÓN

La teledetección espacial aplicada a la planificación del uso agrario del agua a nivel de cuenca hidrográfica, comenzó a ser utilizada por el IRYDA en 1990, con un doble objetivo: obtener información básica que permitiera calcular la demanda actual de agua para riegos y disponer de datos que sirvieran para estimar demandas futuras de agua.

Actualmente se está trabajando en las cuencas hidrográficas del Tajo y del Ebro.

Con este fin se implementaron dos tipos de estudios basados en la utilización de la teledetección espacial: uno de ellos para la determinación de los usos actuales de la tierra con especial atención a la distribución de cultivos en las tierras de regadío y el otro de determinación de sistemas de tierra que fuesen aptos para el riego de acuerdo con la sistemática del U.S.B.R.

En el primero de ellos se utilizan imágenes LANDSAT 5 sensor Thematic Mapper (soporte hard copy E: 1:200.000), sobre las que se realiza una fotointerpretación visual con el objeto de determinar las clases primordiales de uso del suelo según la F.A.O. (Mapa E: 1:400.000). Dentro del uso Regadío y utilizando imágenes en CCT multitemporal del mismo satélite y sensor se realiza una clasificación supervisada, para establecer la distribución de cultivos o grupos de ellos que determinan las necesidades de agua para riego y por tanto la actual demanda de agua. (Mapa E: 1:100.000). La obten-

ción de áreas de entrenamiento y de verificación se hace utilizando un marco con segmentos de 700 x 700 m y aplicando un muestreo aleatorio sobre el 4% de la superficie total, estratificando previamente la cuenca en función del clima, usando para ello como referencia la clasificación agroecológica de Papadakis, en el caso de la Cuenca del Tajo. Para la Cuenca del Ebro se realiza un muestreo opinático sobre el 5% de la superficie y se estratifica según criterios geográficos.

El segundo tipo de estudios se basa en el uso de las imágenes pancromáticas con visión estereoscópica obtenidas por el satélite SPOT, en las que por fotointerpretación clásica se determinan "sistemas de tierra" aptos para el riego. En los sistemas aptos que no estén transformados ni estudiado su potencial para el riego en el momento actual, se realiza un estudio exploratorio de aptitud de tierras para el riego según la sistemática U.S.B.R.

Problemas habidos en la obtención de las imágenes SPOT comentadas han impedido su puesta en marcha hasta el presente en las cuencas anteriormente mencionadas.

En la cuenca del Tajo se ha obviado el inconveniente anterior de la falta de imágenes SPOT, utilizando fotografías aéreas a escala 1:70.000, facilitadas por el I.G.N.

El objeto de esta comunicación es dar cuenta de los métodos de trabajo a emplear y de los resultados parciales obtenidos hasta el momento.

En la Figura 1 se da el esquema de objetivos.

PLANIFICACION DEL USO AGRARIO DEL AGUA
ESQUEMA DE OBJETIVOS

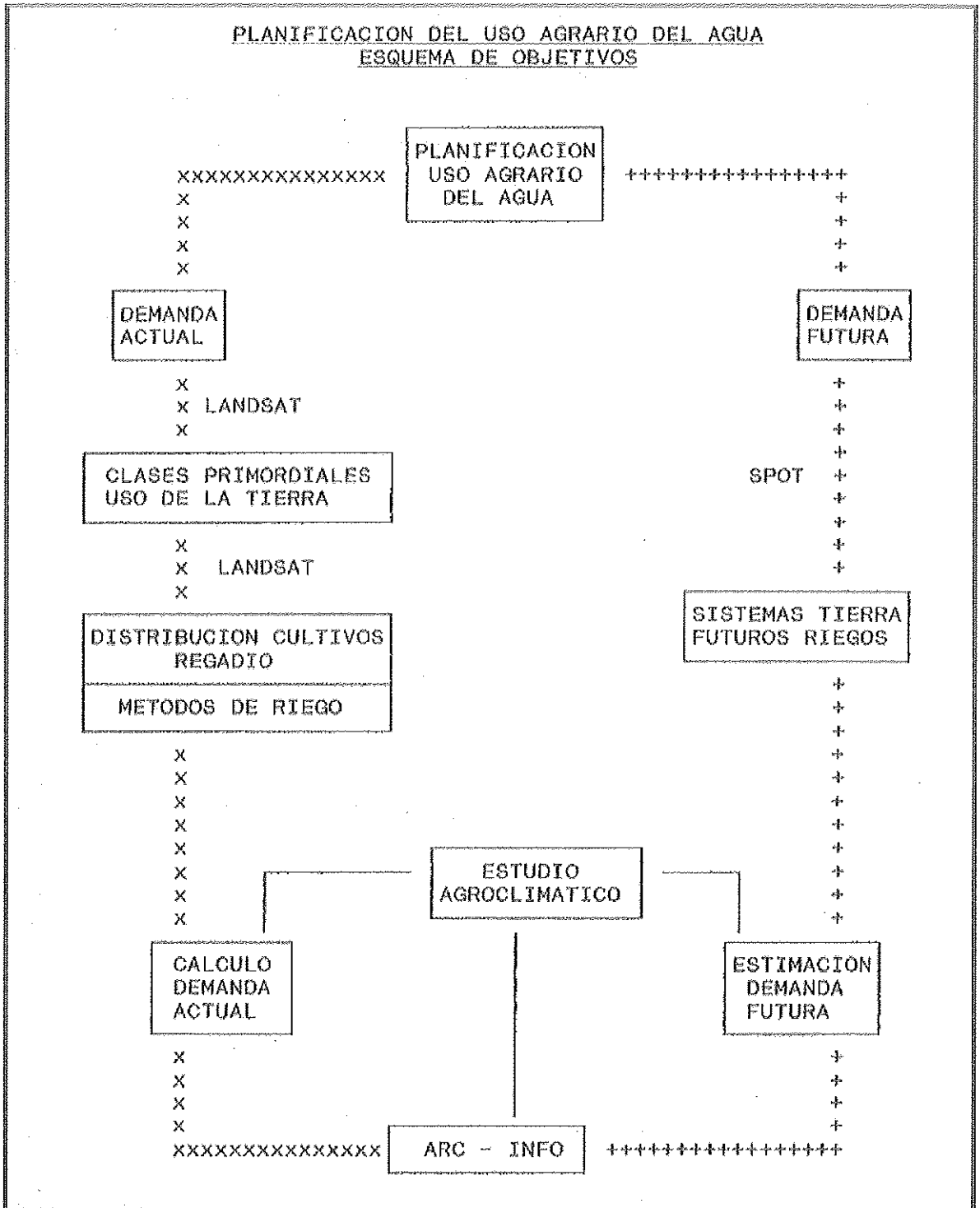


Figura 1.

Tabla 1.- Clases primordiales de usos de la tierra. Cuenca del Tajo.

USO	SUPERFICIE EN ha			
	ZONA OESTE	ZONA CENTRO	ZONA ESTE	TOTAL
Regadío	109.930	123.746	21.718	255.394
Secano	828.301	1.337.524	259.560	2.425.385
Pastizal	808.276	210.055	106.229	1.124.560
Forestal	609.572	580.642	432.409	1.622.623
Improduct.	58.649	76.742	8.432	143.823
TOTAL	2.414.728	2.328.709	828.346	5.571.785

* Resultados provisionales.

2. ESTUDIO DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

En la actualidad se están realizando por parte del IRYDA, estudios en las Cuencas del Tajo y del Ebro.

El primero de ellos lo realiza la empresa consultora MAYASA en colaboración con la consultora alemana GAF. El segundo lo lleva a cabo la empresa IBERSAT junto con el ITC de Holanda.

1. Metodos de trabajo.

El estudio del uso actual de la tierra en una cuenca hidrográfica, se realiza en dos fases:

- Evaluación superficial y cartográfica de las clases primordiales de usos de la tierra.
- Evaluación de superficies y cartografía de los principales tipos de aprovechamientos dentro del regadío.

Hay una tercera fase complementaria que consiste en estudiar el método de implementación en un GIS tipo ARC/INFO, de toda la información anterior perteneciente a una subcuenca de cada uno de los estudios, añadiendo informaciones adicionales de tipo climático, edafológico, demográfico...etc.

Tabla 2.- Clases primordiales de usos de la tierra. Cuenca del Ebro.

USO	SUPERFICIE en ha
Regadío	896.690
Secano	2.478.570
Forestal	2.946.260
Pastos	512.380
Secano + Forestal	478.250
Secano + Improductivo	298.830
Forestal + Pastos	489.700
Improductivo	461.150
TOTAL	8.539.830

* Resultados provisionales.

2.1. Clases de uso primordiales de la Tierra.

La primera fase del estudio trata de determinar los usos primordiales de la Tierra tal y como los define la FAO y que son:

- Forestal.
- Cultivos de secano.
- Cultivos de regadío.
- Pastizal.
- Improductivo.

Los objetivos de esta primera fase son:

- Separar los cultivos de regadío del resto de los usos primordiales, para poder cuantificar la superficie total regada en la Cuenca.
- Disponer de la información del uso actual de la tierra, en los sistemas de tierra de posible transformación en regadío.

La escala de presentación es de 1:400.000. La superficie mínima cartografiable se fija en 0,5 cm x 0,5 cm = 0,25 cm², que equivalen a 400 has a la escala de presentación.

Para evaluar los usos primordiales, se utilizan imágenes del satélite LANDSAT 5, sensor Thematic Mapper de las bandas 3, 4 y 5, falso color, en soporte hard copy a Escala 1:200.000. Las imágenes utilizadas han sido del verano de 1987.

Sobre estas imágenes se realiza una fotointerpretación visual que, analizando los elementos clásicos: color, tono, textura, situación en el espacio, formas, contorno...etc., permite discriminar los diferentes tipos de cubierta y agruparlos en las categorías de usos primordiales establecidos.

Durante la fase de fotointerpretación se han realizado comprobaciones de campo, para caracterizar patrones obtenidos en la misma.

Una unidad cartográfica se considera como perteneciente a una clase de uso, si tiene una proporción menos del 30% de impurezas (inclusiones de otras clases de uso). En caso contrario se procede a la asociación de las clases de uso en la unidad.

Para verificar la fiabilidad del trabajo, se utiliza un método

de itinerarios en los cuales existen puntos de observación, en los que se comprueba el grado de acierto. Para la cuenca del Tajo se han utilizado 400 puntos de observación.

En las Tablas 1 y 2, se recogen los resultados parciales obtenidos en ambas cuencas, para las clases de usos primordiales de la tierra.

2.2. Distribución de Cultivos en el Regadío.

En esta segunda fase, se pretende el estudiar con detalle la distribución de los tipos de aprovechamiento dentro del uso primordial Cultivos de Regadío.

Los diferentes tipos de cultivos y aprovechamientos se agrupan del siguiente modo:

- Barbecho.
- Frutales.
- Praderas y forrajeras.
- Cultivos herbáceos de invierno.
- Cultivos herbáceos de verano
- Hortícolas
- Improductivo.

Dentro de cada grupo se determinan los cultivos más importantes, calculando la superficie ocupada y el porcentaje del total del área regada que representa.

Para ello se utilizan imágenes multitemporales del satélite LANDSAT 5, en CCT, corregidas geométrica y radiométricamente. La transferencia a la posición corregida se realiza utilizando el método "vecino más próximo".

Se procede a una clasificación supervisada de la imagen, empleando un clasificador de máxima probabilidad. En principio las clases establecidas son tentativas hasta comprobar el grado de discriminación existente entre los diferentes cultivos.

Para el establecimiento de las áreas de entrenamiento y de verificación se han seguido dos métodos:

En la cuenca del Tajo, se seleccionan por medio de un muestreo aleatorio estratificado. La estratificación se realiza en función del clima, según el tipo climático de la clasificación agroecológica de Papadakis, considerando fundamentalmente el régimen térmico (tipo de invierno y tipo de verano). Para la cuenca del Tajo se han obtenido 3 estratos.

El muestreo aleatorio se realiza sobre un 4% de la superficie de regadío de la Cuenca. Se utilizan para el mismo unidades de 700 m x 700 m = 49 ha denominadas "segmentos".

La identificación en campo se realiza siguiendo los métodos de trabajo establecidos por la CEE en sus Inventarios Regionales de diferentes áreas de Europa.

La época de muestreo se hace coincidir con la de máximo aprovechamiento de los regadíos lo cual permite establecer inequívocamente los cultivos existentes. Lógicamente esta época es sensiblemente coincidente con la de toma de imágenes. En la cuenca del Tajo el trabajo de campo fue realizado en el mes de agosto de 1991.

La identificación de los "segmentos" en el campo se realizó utilizando el M.T.N. a escala 1:50.000, fotografía aérea a escala 1:20.000 y ampliaciones fotográficas a escala

1:5.000 donde se efectúa el trabajo de campo propiamente dicho.

Además de determinar los cultivos existentes en cada una de las parcelas que constituyen un segmento, se anota el método y sistema de riego utilizado en cada una de ellas, al objeto de que sirva de base a una estimación de la distribución de los mismos en la cuenca.

De la superficie total muestreada, la mitad se destina a la determinación de áreas de entrenamiento en cada estrato, el resto se reserva para que sirva de base a la verificación de la fiabilidad de la clasificación, previa la confección de la matriz de confusión y análisis estadístico de la misma.

En la cuenca del Ebro, las áreas de entrenamiento y verificación se obtienen por el contrario, mediante un muestreo dirigido (opinático), sobre aproximadamente un 5% de la superficie de regadío, destinando un 3% para el clasificador y un 2% para la verificación.

Se procedió en un primer nivel a una estratificación en función de la disposición de los cuartos de imagen sobre la cuenca, y en un segundo nivel atendiendo a criterios geográficos (valles, mesetas...etc.).

Los factores para la elección de las parcelas han sido:

- Parcelas mayores de 2 ha.
- Variabilidad de cultivos.
- Accesibilidad.

Para la identificación de las parcelas se han utilizado imágenes ampliadas LANDSAT (4, 5 y 3) y SPOT (3, 2 y 1) con escalas variables desde 1:65.000 a 1:25.000.

El trabajo de campo en esta cuenca se ha realizado en agosto y septiembre de 1991. El resto se realiza como se explica para la Cuenca del Tajo.

La escala de presentación de esta fase del trabajo es 1:100.000.

En ambas cuencas se inicia en la actualidad el procesamiento de las imágenes, para poder determinar la distribución de los cultivos dentro del regadío.

3. ESTUDIO DE APTITUD DE TIERRAS (SISTEMAS DE TIERRA)

La aplicación de la teledetección espacial a este tipo de estudios, se basa en la utilización de imágenes pancromáticas del satélite SPOT a escala 1:100.000, que al disponer de visión estereoscópica, permiten realizar una fotointerpretación clásica de modo que mediante un estudio de reconocimiento general, se pueden identificar "sistemas de tierra" aptos para el riego.

La falta de disponibilidad a nivel de toda una cuenca de las imágenes estereoscópicas SPOT, ha impedido hasta la fecha el poder acometer estos estudios usando las mismas.

En la Cuenca del Tajo se ha soslayado el inconveniente anterior utilizando fotografías aéreas clásicas a escala 1:70.000 facilitadas al IRYDA por el I.G.N. Esta escala se ha demostrado adecuada para alcanzar los fines perseguidos y ha sustituido a las imágenes del SPOT, sin que hayan existido problemas.

Las fases posteriores, tanto si se utiliza imagen SPOT, co-

mo si se utiliza fotografía clásica, caen fuera del área de la teledetección espacial, ya que consisten en la realización de un estudio exploratorio de aptitud de tierras para el riego según la sistemática del USBR, sobre los sistemas de tierra anteriormente establecidos y que no hayan sido estudiados con

anterioridad, ni se hayan transformado en riego.

Esto nos permite conocer las superficies de posible transformación en regadío que existen en la cuenca, y por tanto servir de base para la estimación de demandas futuras de agua para riego.

4. BIBLIOGRAFIA

- ✓ CEE: Institut des Applications de la Télédétection. *Tele-Agri-News*. Nº 3 y 4. May 1990. June 1991.
 - ✓ CHUVIECO, E. (1990): *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Editorial Rialp. Madrid.
 - ✓ DELINCE, J.: *Le Projet pilote des Communautés Europeennes de Teledetection appliquée aux statistiques agricoles*. CEE. Centre Commun des Recherches, Ispra.
 - ✓ ESCUDERO BARBERO, R. (1990): Discriminación y Cuantificación de cultivos de regadío. *Seminario de Teledetección aplicada a la agricultura*. COIA. Madrid.
 - ✓ MOPU-SERVICIO GEOLOGICO (1990): *Teledetección: Su utilización en la cuantificación y seguimiento de recursos hídricos aplicados al regadío*. Madrid.
-

