

## Teledetección de paisajes madrileños

J.L. Labrandero Sanz<sup>(1)</sup> y R. Barco Alcon<sup>(2)</sup>

(1) Inst. Edafología y Biología Vegetal (C.S.I.C.),  
Serrano, 115 dpto, 28006 Madrid

(2) INTA. Pº del Pintor Rosales, 34, 28008 Madrid.

### SUMMARY

Two landscapes have been studied and analyzed at the Autonomous Community of Madrid, in order to characterize and define them through the use of Landsat TM data. The characterization and definition of land elements, which typify the landscapes, have been realized with the information provided by the sensors Thematic Mapper in June and March months. Two pilot areas of 256 x 256 pixels were analyzed in each of the dates with the help of the system Pericolour 1000 of the Spanish NOPC, so, to be able to interpret the information given by the sensor TM and verify the usefulness in the study of the different land elements which defined the landscapes.

The land elements can be characterized by its curves obtained with the digital count rates in the seven bands of TM and its shape and configuration allow the discriminations of these elements.

The Landsat TM information complements that of those from other sources in the study of nature. The combination of 1, 2 and 3 bands enhance the cartographic units of soils and

they are of a great help for the control of soil degradation.

## 1. INTRODUCCION

La utilización de imágenes Landsat TM es cada vez más importante en el estudio de recursos naturales y es consecuencia del aumento de resolución espacial del equipo sensor a 30 m. Esta mejora de resolución permite una mayor precisión de los resultados obtenidos y una mejora de la escala de trabajo en la preparación de inventarios.

Los paisajes del suelo interpretados en las imágenes Landsat son una consecuencia de los procesos de erosión y sedimentación que se producen en la naturaleza, y representan zonas o áreas definidas fundamentalmente por un determinado material litológico, relieve, actividad biológica y uso del suelo. Al estudiar las posibles relaciones físico-químicas y valores digitales en CCT del suelo (Labrandero, 1982) encontramos que la influencia de un paisaje de suelos tiene más importancia, en su curva de respuesta, que los efectos producidos por valores normales de sus parámetros físico-químicos. Los elementos que más contribuyen en la respuesta espectral de un paisaje de suelos son el tipo de cubierta al que está asociado, la topografía, las formas del terreno, el material geológico subyacente, el grado de erosión, etc. y las unidades que diferencian estos paisajes presentan una tendencia a formar grupos de familias de curvas (Labrandero, 1984) que ayudan a caracterizar distintos aspectos del paisaje de los suelos. Estos resultados se obtenían a partir de los valores, cuantificados en las CCTs, del equipo sensor MSS instalado en los satélites Landsat.

El objetivo que nos marcamos en este trabajo es caracterizar los elementos del terreno que más significado e influencia tienen para el conocimiento del suelo y su paisaje, utilizando los datos que aporta el equipo sensor TM del satélite Landsat en dos épocas del año y en dos áreas piloto representativas de paisajes singulares de la comunidad de Madrid.

## 2. AREAS DE ESTUDIO

La Comunidad Autónoma de Madrid ocupa una extensión de 7.995 Km<sup>2</sup> y está situada en el centro de la Península Ibérica, entre la Sierra de Guadarrama y el río Tajo. Los diferentes tipos de rocas, su origen, dureza y modelado de erosión, marcan la morfología provincial, las formas del terreno y el variado paisaje de su territorio.

De esta variación paisajista hemos seleccionado dos áreas o zonas piloto en el S.E. provincial (Fig. 1), con un paisaje muy típico, representativas de formas del terreno con predominio de materiales yesíferos (zona piloto de Fuentidueña de Tajo) y de materiales calizos (zona piloto de Chinchón).

### 2.1. ZONA PILOTO: FUENTIDUEÑA DE TAJO

La característica del terreno más sobresaliente de esta zona piloto es el paisaje de yesos en contraste con los verdes terrenos consecuencia de la utilización del agua del río Tajo en las áreas regadas de sus terrazas bajas. La vegetación que soportan estos terrenos yesíferos es de escasa influencia en sus propiedades de reflectancia. Son tomillares ralos que cubren un porcentaje de suelo muy pequeño y que no

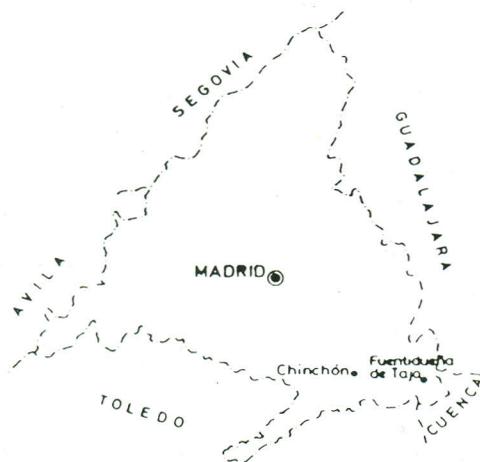


Fig. 1.- Situación de las zonas piloto.

van a enmascarar las características de reflectancia de los horizontes superficiales de los suelos yesíferos. La influencia humana se ha dejado notar, en este paisaje, mediante el aterrazamiento de las lomas yesíferas y su intento de repoblar con pinos este paisaje árido, aunque se tardarán muchos años en observar el resultado de esta repoblación, debido a la dificultad de desarrollo de estos árboles en suelos yesíferos con escasa evolución, pobres en materia orgánica, mínimo espesor del perfil y acentuado contenido en sulfatos.

Está cubierta por sedimentos miocenos de génesis evaporítica, constituidos por distintos niveles de yesos, arcillas y margas yesíferas, que aparecen en disposición horizontal, y sedimentos cuaternarios en las márgenes del río Tajo,

El territorio de la región de Chinchón es una planicie cortada por valles de erosión y corresponde a la cuenca del Tajo. Presenta un clima continental, con inviernos fríos y veranos secos y calurosos.

La presencia de carbonato cálcico en el suelo es un carácter muy dominante en el desarrollo y evolución de los perfiles de suelos. Los suelos que se desarrollan sobre la formación caliza se denominan Inceptisoles (Xerochrepts), de mediana evolución y con la presencia de un horizonte cámbico; en áreas muy específicas pueden encontrarse Alfisoles (Haploxeralfs y Paleloxeralfs) asociados a los primeros. En los escarpes del páramo de Chinchón originado por la erosión fluvial aparecen suelos con poca profundidad clasificados como Xerorthents que, por su pendiente, están sometidos a una fuerte erosión.

### 3. METODOLOGIA DE ESTUDIO

Las imágenes correspondientes a las zonas piloto están incluidas en el cuarto 4 de la imagen Landsat TM, cuyo número de identificación es 201-032, para las fechas 15 de junio de 1984 y 14 de marzo de 1985.

Las imágenes de las zonas piloto se han visualizado en el sistema de análisis de imágenes Pericolor 1000, disponible en el NPOC español, utilizando una cinta magnética compatible con ordenador (CCT). La selección de las subimágenes conteniendo las zonas piloto, se llevó a cabo sobre la composición coloreada de las bandas 2, 3 y 4, asignándolas respectivamente los colores azul, verde y rojo.

constituidos por arenas y gravas cementadas por carbonatos, formado diferentes niveles de terrazas.

Los suelos que se desarrollan en esta zona piloto se pueden clasificar como Entisoles (Xerofluvent), a los formados sobre la terraza baja del río Tajo y cuyo perfil es de escaso desarrollo. En las terrazas altas, el grado de evolución del perfil del suelo es mayor y al presentar horizontes iluviales arcillosos se clasifican como Alfisoles (Haploxeralfs y Paleixeralfs).

En las formaciones yesosas, los tipos de suelos que se desarrollan son de poca evolución, principalmente debido al intenso proceso de erosión al que están sometidos y se clasifican como Entisoles (Xerorthents) al no observarse en el perfil horizontes de diagnóstico.

## 2.2. ZONA PILOTO: CHINCHON

La zona piloto que nos ocupa corresponde al paisaje entre los valles de los ríos Tajo y su afluente Tajuña. Es una mesa constituida por materiales terciarios, coronada por la formación conocida como páramo pontiense.

En esta zona piloto destacan como elementos del terreno, 1) dos núcleos de población (Chinchón y Colmenar de Oreja) como paisaje urbano, 2) tierras cultivadas en suelos desarrollados sobre la superficie del páramo y 3) los escarpes del páramo producidos al incidir la erosión fluvial sobre la primitiva superficie caliza y seccionar los materiales geológicos. Estos tres elementos del terreno más sobresalientes son los que van a caracterizarse mediante parámetros espectrales obtenidos de las imágenes TM del satélite Landsat 5.

En todas las subimágenes de un área de 256 x 256 pixels se han delimitado los mismos campos testigos, que corresponden a clases de información conocidas y verificadas en el terreno por el analista. Se grabaron en disco para tener acceso directo las imágenes siguientes:

<u>Imagen</u>	<u>Bandas espectrales combinadas</u>					
Falso color	2 en azul, 3 en verde, 4 en rojo					
Falso color	7	"	5	"	4	"
Color natural	1	"	2	"	3	"
Color natural	1	"	5	"	7	"

También se calcularon los índices de vegetación utilizando las bandas 2, 3 y 4.

<u>Indices</u>	<u>Bandas utilizadas</u>
Indice de vegetación	$4 - 2 / 4 + 2$
Indice de vegetación	$4 - 3 / 4 + 3$

Fueron estudiadas las siete bandas independientes, las composiciones coloreadas y los índices de vegetación. Simultáneamente se tomaron los valores recogidos en la cinta magnética, especialmente los valores digitales de cada banda, que utilizamos para dibujar diagramas que ayudan en la interpretación de resultados.

Todo el tratamiento de la imagen fué realizado con el Sistema Pericolor 1000 disponible en el NPOC español.

El conocimiento del terreno de las zonas piloto se ha verificado "in situ", completándolo con todas las fuentes de información a nuestro alcance: mapas topográficos, geológicos, cultivos y aprovechamientos, suelos, etc. a diferentes esca-

las y fotografías aéreas pancromáticas.

#### 4. ANALISIS DE IMAGENES

En el marco de la zona piloto de Fuentidueña de Tajo, se seleccionaron cuatro campos testigos: dos corresponden a paisajes de suelos yesíferos, y los otros dos corresponden a los suelos de las terrazas del río Tajo cultivados en regadío.

La caracterización de un paisaje de yesos, con suelos poco evolucionados, poca cantidad de materia orgánica, escasa vegetación natural y medio árido viene expresada por las curvas de la figura 2. La discriminación de los suelos de terraza cultivados en regadío no presenta ningún problema y ambos paisajes predominantes en la zona piloto pueden ser perfectamente diferenciados con los datos obtenidos por el sensor TM.

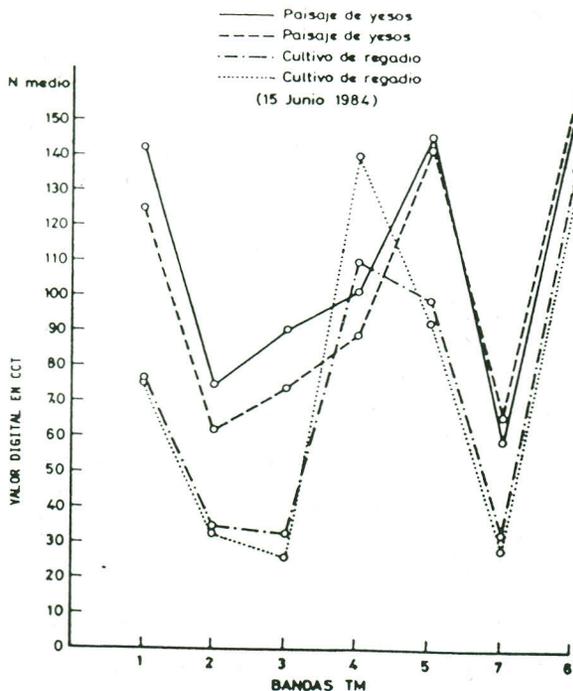


Fig. 2.- Zona piloto: Fuentidueña de Tajo

La zona piloto de Chinchón es representativa del paisaje que se extiende entre los valles de los ríos Tajo y Tajuña. Es una sucesión de mesas cortadas por los valles de erosión que dejan escarpadas laderas.

Para analizar los elementos del terreno más significativos de esta imagen, elegimos cinco campos testigos; dos de ellos sobre la superficie del páramo, diferenciados por el cultivo; un tercero, representativo del escarpe del páramo orientado al sur y los otros restantes como típicos paisajes de los núcleos urbanos del S.E. provincial.

Contrastan los elevados valores en la banda 5 de los suelos desnudos en relación con los valores de otras bandas. La dureza, consistencia y afloramiento en superficie del material calizo originario de estos suelos eleva los valores digitales en CCT de estos suelos de poca profundidad y desarrollo. La cantidad de biomasa presente en la superficie del páramo cultivado hace que la curva, del campo testigo representativo, corte a las restantes curvas, al tener un valor digital en la CCT muy elevado en la banda 4, en oposición con los valores bajos de las bandas anterior y posterior (Fig. 3).

Los núcleos urbanos de Chinchón y Colmenar de Oreja presentan unos parámetros prácticamente del mismo valor en todas las bandas; son muy similares entre si y diferenciables de las otras áreas testigo del entorno al que nos referimos. Los valores digitales en CCT de los suelos del escarpe están muy influenciados por la mezcla de materiales consecuencia de su inclinación y uso.

La discriminación del paisaje urbano, constituido por

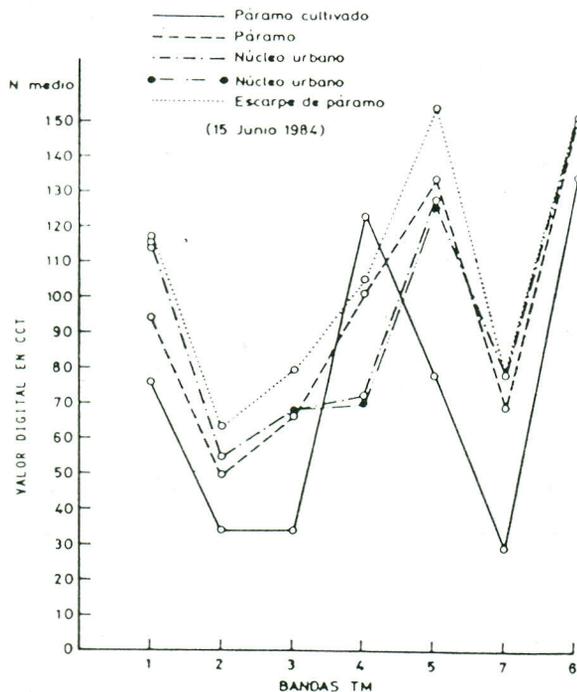


Fig. 3.- Zona piloto: Chinchón

pueblos de un tamaño y estructura claramente visibles en cualquier banda de la imagen TM, y del paisaje rural que se encuentra cultivado es fácil y sencillo.

#### 4.1. COMPOSICION DE BANDAS

##### 4.1.1. IMAGENES DE JUNIO

En esta imagen del 15 de Junio de 1984 de Fuentidueña de Tajo, combinamos las bandas 2, 3 y 4, siempre asignando los filtros azul, verde y rojo, para obtener la composición en falso color más utilizada.

En la imagen obtenida por el sensor TM se observan los patrones de drenaje característicos del material yesífero. Estos patrones donde mejor se visualizan es en la banda 2 con gran nitidez y, mejor aún, en la imagen correspondiente a la

banda 4 al resaltar la presencia de agua.

Destaca la perfecta separación entre materiales yesíferos y terrazas del río Tajo, por los patrones de erosión y uso del suelo.

Las terrazas del río Tajo pueden diferenciarse en tres niveles. En la imagen TM solamente pueden seguirse los límites de terrazas en puntos muy concretos gracias al tipo de parcelación y uso del suelo. El núcleo de población, en el centro de la imagen, se identifica por su color azulado. Los colores blancos se corresponden con suelos desnudos en áreas llanas de yesos y en las áreas de terrazas. Los colores oscuros están indicando las áreas donde aparece la formación yesífera: a mayor intensidad de negro, mayor pendiente y grado de erosión del suelo. Las vías de comunicación no son perceptibles salvo en tramos donde se realizan al servir de límite entre áreas cultivadas y sin cultivar.

El falso color obtenido en la imagen de Chinchón al asignar al azul, verde y rojo las bandas 2, 3 y 4 es mucho más adecuado para el estudio de cubiertas del suelo. Las rupturas de pendiente en los bordes del páramo y los procesos de fuerte erosión quedan bastante bien diferenciados. El color azul de los núcleos rurales de población identifica claramente su contorno.

Desde el punto de vista edafológico, la intensidad del rojo está directamente relacionada con la profundidad del suelo: mayor intensidad indica mayor profundidad. Las coloraciones oscuras coinciden con áreas erosionadas, de fuertes pendientes y con matorral poco denso.

El color natural 1,2,3 realza la localización de los suelos profundos que se encuentran sobre la superficie del páramo, y en la combinación de bandas 1,5,7 se consigue visualizar con gran precisión los límites de los núcleos urbanos.

#### 4.1.2. IMAGENES DE MARZO

En esta fecha de toma de la imagen, la zona piloto de Fuentidueña de Tajo ha modificado sensiblemente su aspecto al variar la ocupación del suelo. Las terrazas del río Tajo están ocupadas por cultivos verdes aunque en mucha menor extensión y esto se extrapola al resto de la zona.

La elevación menor del sol acentúa la sensación de relieve en las áreas con litología yesífera y produce una visualización de la red de drenaje más perfecta que en la otra fecha de junio. Los suelos al no estar tan cubiertos de cultivos agrícolas pueden estudiarse mejor.

La visualización de las bandas pone de manifiesto lo indicado por las curvas de la Fig. 4. En la banda 5 se observan muy nitidamente los límites entre cultivos, la red de carreteras y el núcleo urbano. La banda 3 puede utilizarse para detectar los diferentes niveles de terrazas depositados por el río Tajo. En la banda 6, se diferencian bien los límites de grandes unidades, la traza del curso del río y la red de comunicaciones, a pesar de que la resolución espacial sabemos que es menor.

Un análisis de las composiciones coloreadas pone de manifiesto que esta fecha de la imagen es más idónea para el estudio de suelos y geología. Están mucho más realzados los

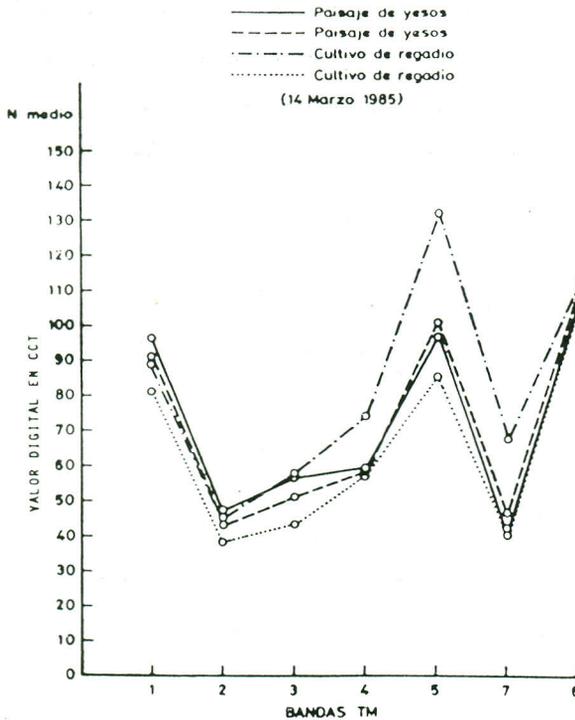


Fig. 4.- Zona piloto: Fuentidueña de Tajo

paisajes del terreno y las formas topográficas que en la imagen de junio. La combinación de bandas 7,5,4 realza más las áreas erosionadas de yesos y la red de carreteras. El color natural conseguido con las bandas 1,2,3 sirve para separar los suelos más profundos que se desarrollan sobre las terrazas y con las bandas 1,5,7 prácticamente se consigue el mismo resultado sin perder la detección de las vías de comunicación.

En las composiciones coloreadas de diferentes bandas, los suelos más profundos, fértiles y más intensamente cultivados pueden separarse con precisión de los suelos asociados que componen la unidad cartográfica de las terrazas del Tajo.

El análisis de la imagen de marzo de Chinchón en las siete bandas del sensor TM evidencia que las bandas 1,2 y 7 no tienen interés al no destacarse los elementos del terreno.

La banda 3 permite distinguir el límite de la superficie del páramo; la banda 4 realza el contorno de las parcelas; con la banda 5 se consigue la observación de carreteras y el contorno de los núcleos urbanos; la banda térmica marca las zonas bajas (coincidente con tonos oscuros) y las zonas altas (afectadas por tonalidades claras). Los valores del campo testigo definido en el escarpe son, asimismo, muy cercanos a los de los campos representativos de la superficie del páramo, y ello llevaría consecuentemente a una posible confusión, si utilizáramos solamente estos datos, en una clasificación digital.

Los dos núcleos urbanos superponen su curva (Fig. 5) y está muy independizada y distanciada de las correspondientes a otros campos testigos.

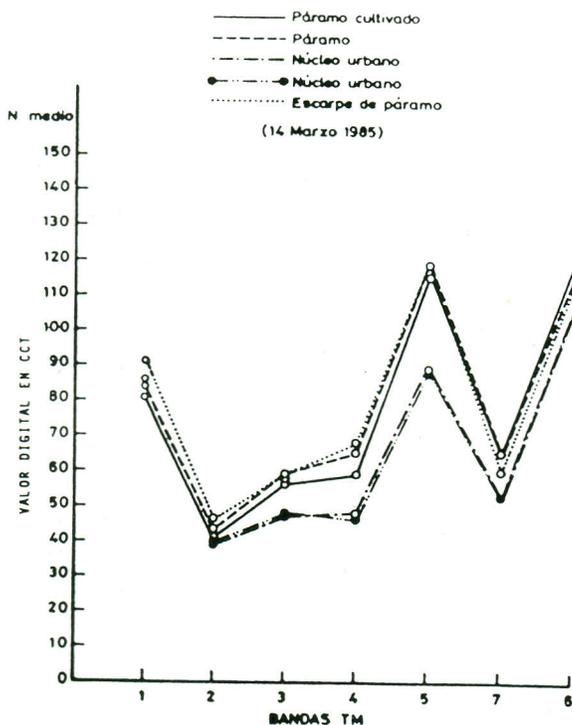


Fig. 5.- Zona piloto: Chinchón

La nota más característica e importante de esta imagen falso color 2,3,4 viene marcada por la buena delimitación de los suelos profundos y menos profundos dentro de la misma unidad de paisaje del páramo. Los suelos profundos, con mayor capacidad de retención de agua, son explotados más intensamente, desapareciendo el barbecho de la alternativa seguida por el agricultor; ésta es la razón de la presencia de tonos más rojizos. En el centro de la imagen pueden observarse los tonos más oscuros que se corresponden con suelos más profundos. Las rupturas del páramo, continuadas por sus escarpes, aparecen en colores negros.

La imagen de color natural resalta aún más, todas las características expuestas en líneas anteriores, especialmente desde el punto de vista edafológico se identifican mucho mejor las unidades cartográficas de suelos.

#### 4.2. INDICES DE VEGETACION

El índice de vegetación es una razón entre diferencia y suma de bandas con lo que se logra observar en la imagen una separación entre áreas con y sin vegetación verde.

Los colores rojos de la imagen identifican superficies cultivadas y su intensidad es función de su cantidad de biomasa. Los tonos verdes indican suelos desnudos; dependiendo su mayor o menor intensidad de verde si están labrados o con algo de matorral asociado a la pendiente del suelo.

La utilización de las bandas 4 y 3 parece más aconsejable que el uso de las bandas 4 y 2 para la obtención del índice de vegetación, pues los contornos rojos y verdes están diferenciados en la imagen de Fuentidueña de Tajo, pero la

imagen obtenida lleva implícito la pérdida de otro tipo de información que no sea vegetación.

Comparando los índices de vegetación 4,3 y 4,2 observamos la mejor diferenciación de superficies con y sin vegetación en la utilización del primer par de bandas de la imagen de Chinchón.

##### 5. RESULTADOS DEL ANALISIS

El análisis e interpretación de los valores digitales en CCT de estas dos zonas piloto de la Comunidad Autónoma de Madrid, ubicadas en la parte S y SE de su territorio han servido de punto de partida para establecer las características más notables de los elementos del terreno que tienen mayor influencia en la composición de los paisajes estudiados.

Si observamos el esquema de la figura 6, la distribución bidimensional utilizando las bandas 1 y 3, los elementos del terreno considerados testigos ocupan posiciones muy diferentes según su significado. Las clases de elementos del terreno con un componente vegetal verde, en esta fecha de junio, se distribuyen próximos a valores de 80 y 30 para las citadas bandas. Las clases de suelos desnudos con predominio de material yesífero ocupan posiciones próximas a 120 y 80. Entre estos extremos, el resto de las clases se agrupa y distribuye en función de sus propias características, percibiéndose algunos problemas de confusión. Los núcleos urbanos participan de características similares a algunas áreas de escarpes de páramos y estos escarpes cuando tienen predominio de material yesífero se aproximan hacia esta clase.

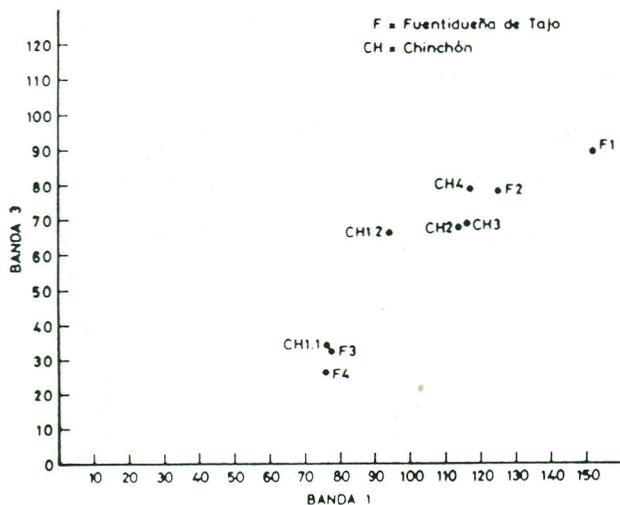


Fig. 6.- Distribución bidimensional (15 junio 1984)

El paisaje de yesos se define en la zona piloto de Fuentidueña integrando la información proporcionada por dos típicos campos testigos de yesos con unos "pattern" perfectamente diferenciables. Las curvas de estos campos apenas presentan desviaciones, pero estimamos como curva más probable la representada en la Fig. 7.

Un segundo elemento del terreno discernible es el denominado como páramo. Las rupturas de la superficie del páramo originadas por cursos fluviales de mayor o menor entidad, se convierten en escarpes de diferentes pendientes, posiciones topográficas y distinto soporte vegetal.

Las cubiertas vegetales presentan una típica curva que corta a las que carecen de masa vegetal verde (Fig. 7). Las relaciones entre los valores de las bandas 2,3,4 y 5, también sirven de índices de discriminación de gran valor.

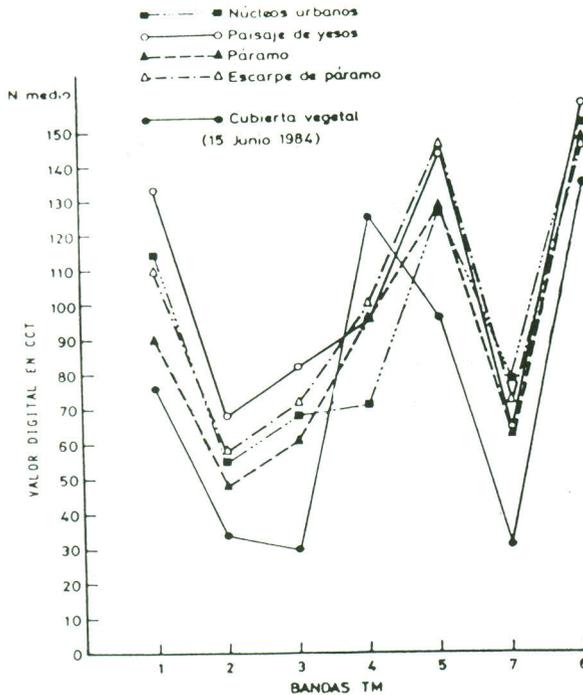


Fig. 7.- Curvas medias de los elementos del terreno

Los núcleos urbanos rurales cuyos valores pertenecen a los pueblos de Chinchón y Colmenar de Oreja están perfectamente caracterizados. Los escarpes del páramo podrían ser clasificados como si se tratase de este elemento del terreno de naturaleza urbana por tener valores muy próximos en algunas bandas.

Teniendo presente los datos aportados por el sensor TM en la fecha de marzo y la distribución de los elementos del terreno (Fig. 8) podría pensarse en una más difícil detección de estos elementos y la realidad es que, desde el punto de vista geológico y edafológico, las imágenes de esta fecha aportan mucha más información.

Las curvas espectrales medias de los cinco elementos del terreno (Fig. 9) están más apretadas y representan los mismos testigos de la fecha de junio. El componente vegetal

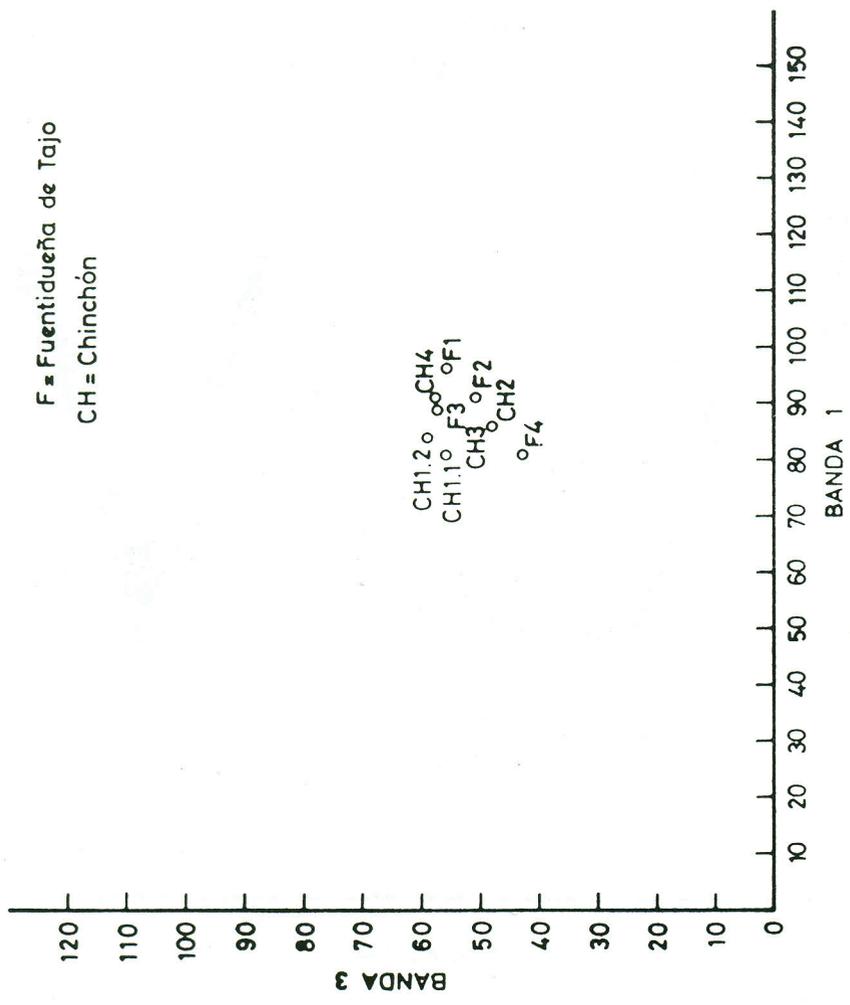


Fig. 8.- Distribución bidimensional. (14 Marzo 1985)

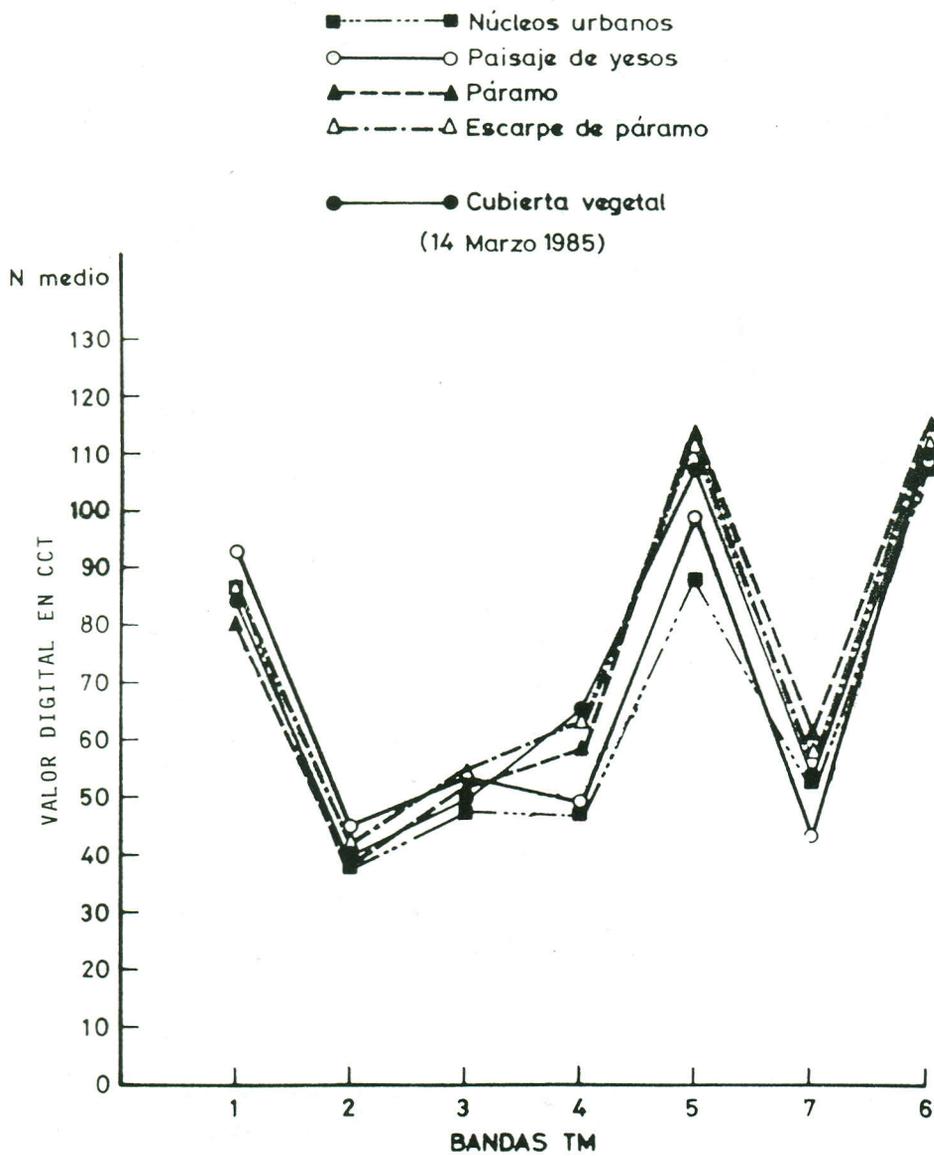


Fig. 9.- Curvas medias de los elementos del terreno

afecta menos a la escena Landsat TM y el resultado es que se identifican mucho mejor los elementos del terreno al estar el suelo sin ocupación.

Los valores digitales en CCT de las siete bandas, la configuración de la curva y la composición de bandas son informaciones aportadas por las imágenes Landsat TM que al analizarlas complementan el conocimiento de los paisajes del terreno, incrementando a las fuentes clásicas de información datos valiosos para que estos paisajes singulares sean mejor conocidos. Los datos multiespectrales se pueden utilizar para controlar la degradación de estas áreas singulares que tenemos el deber de conservar.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis de las imágenes Landsat TM con el fin de conocer, desde otra perspectiva, los elementos del terreno complementa la información aportada por otras fuentes y nos pueden servir de ayuda en los siguientes aspectos:

1. La combinación de bandas 2,3,4 es la más adecuada para el estudio de cubiertas del suelo. El color rojo indica la vegetación verde y está relacionado con una mayor profundidad y desarrollo del perfil del suelo.

2. En la composición coloreada de bandas 1,2,3 están mucho más realzados los paisajes del suelo, las formas topográficas, las áreas erosionadas, los suelos más desarrollados de terrazas del río Tajo (Haploxeralfs) y las unidades cartográficas de suelos.

3. La caracterización de un paisaje de yesos, en el que se desarrollan suelos poco evolucionados (Xerorthents) puede hacerse a través de los datos Landsat TM. Los patrones característicos del material yesífero se observan con gran nitidez en la banda 4.

4. Los suelos aluviales y de terraza pueden diferenciarse al estar ocupados por un cultivo. No es posible diferenciar los niveles de terrazas excepto en puntos muy concretos, al cambiar el tipo de parcelación y uso del suelo.

5. En una imagen de verano, las mejores bandas para discriminar los tipos de paisajes son la 2,3 y 5 del Thematic Mapper.

6. Las bandas 4 y 5 permiten una clara separabilidad de la clase "núcleos urbanos".

7. La clase "escarpes" del páramo, afectada por fuertes procesos de erosión, presenta características de clase mixta y dificultades de discriminación.

8. Las mejores bandas para obtener el índice de vegetación son la 4 y 3.

9. La mejor banda para diferenciar los elementos del terreno es la 5(1,55-1,75 micras).

10. Los suelos se detectan mejor en la imagen de marzo y el color natural 1,2,3 realza la presencia y localización de suelos profundos (Haploxerales y Palexerales) desarrollados sobre la superficie del páramo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración del NPOC español dentro del programa "Proyectos Piloto 1984" auspiciado por la Oficina del Programa Earthnet de la Agencia Espacial Europea.

Debemos expresar nuestro agradecimiento al NPOC español por la utilización del equipo de tratamiento digital y el constante apoyo de toda la organización, especialmente a D. José Maria de la Cruz Lacaci.

## RESUMEN

En la Comunidad Autónoma de Madrid han sido estudiados y analizados dos paisajes con el objeto de caracterizarlos y definirlos mediante el uso de datos Landsat TM.

La caracterización y definición de los elementos del terreno que tipifican los paisajes se ha realizado con la información aportada por los sensores Thematic Mapper del satélite Landsat 5 en los meses de Junio y Marzo.

Se analizaron dos zonas piloto de 256 x 256 pixels, en cada una de las fechas, con la ayuda del sistema Pericolor 1000 del NPOC español, para interpretar la información del sensor TM y comprobar su utilidad en el estudio de diferentes elementos del terreno que definen los paisajes.

Los elementos del terreno se pueden caracterizar por sus curvas obtenidas con los valores digitales en CCT de las siete bandas del TM y su forma o configuración permite la discriminación de estos elementos.

La información Landsat TM complementa la de otras fuentes en el estudio de la naturaleza. La combinación de bandas 1,2,3 realza las unidades cartográficas de suelos y sirve de gran ayuda para el control de la degradación del suelo.

#### BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (1983). "Manual of Remote Sensing". Volume I and II. Falls Church Virginia. Second Edition.

CENTRO DE INVESTIGACION UAM-IBM (1981). "Tratamiento Digital de Imágenes y sus Aplicaciones". Madrid, 352 pp.

LABRANDERO, J.L. (1982). "Relaciones Físico-Químicas y Espectrales del Suelo". Anales de Edafología y Agrobiología. Tomo XLI, Núms. 7-8. Madrid. pp. 1213-1220.

LABRANDERO, J.L. (1984). "Teledetección del Paisaje del Suelo". I Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Madrid. Tomo II. pp. 933-944.

SCANVIC, J-E (1983). "Utilisation de la Teledetection dans les Sciences de la Terre". Bureau de Recherches Geologiques et Minieres. Manuels & Methodes, 7, 159 pp.

SOIL CONSERVATION SOCIETY OF AMERICA (1982). "Remote Sensing for Resource Management". 655 pp.