



Información de Base

coordinador: Luis Carreño Piera

La utilización de los Sensores Remotos para la planificación Urbana y la ordenación territorial (I)

1. Introducción

El desarrollo experimentado por los sensores remotos en las últimas décadas ha hecho posible su aplicación a nuevas áreas de investigación, aumentando sensiblemente su valor operacional para usos pacíficos. La información obtenida por la fotografía aérea convencional pancromática ha sido utilizada con relativa frecuencia por urbanistas, geólogos, edafólogos, etc., dentro de sus respectivas áreas de interés. No obstante, la utilización del infrarrojo color y de los sensores remotos activos, como los sistemas radar, han tenido hasta el presente en España aplicaciones muy limitadas. En lo que respecta al infrarrojo térmico, la experiencia —a mayor escala— realizada hasta el momento ha sido la investigación del potencial hidrogeológico de las Islas Canarias, efectuada en colaboración con la UNESCO. Las experiencias aisladas que se han llevado a cabo en los dos últimos años indican que nos encontramos en una etapa inicial en el aprovechamiento de estas nuevas técnicas instrumentales de registro de información sobre las características físicas del territorio y del medio ambiente. Parece oportuno dedicar una especial atención a este tema, aquí y ahora, ya que en el transcurso de esta década la aplicación extensiva de las técnicas de percepción remota contribuirá, sin duda, a proporcionar nuevas y valiosas fuentes de información a la planificación urbana y a la ordenación del territorio.

Dadas las realidades en presencia, una afirmación de esta naturaleza puede parecer, como mínimo, arriesgada. Sin embargo, la experiencia de numerosos países europeos, en los que la aplicación de las técnicas de percepción remota se incrementa de año en año, parece indicar que nos encontramos ante una tendencia irreversible, máxime si se tiene en cuenta que paralelamente a los progresos de la tecnología de los sensores remotos se registran innovaciones en el campo del tratamiento automatizado de las

imágenes obtenidas y en la utilización de nuevos vehículos de percepción a distancia, como pueden ser los globos estratosféricos y los satélites aeroespaciales.

Hoy por hoy, no se puede desconocer que nos encontramos todavía en una fase experimental, si nos situamos en la perspectiva de la percepción remota como instrumento para la obtención de información continua —con una periodicidad y recurrencia suficientes— para el seguimiento y control continuados de los sistemas ecológicos. Por el contrario, a escala mucho más modesta, la percepción remota —a través de las técnicas de fotointerpretación clásicas— aporta una información valiosa y sus aplicaciones actuales han sido validadas por multitud de experiencias. De ahí que el foco de interés de los artículos que siguen a continuación se haya centrado en las «técnicas controladas» y en sus aplicaciones, sin olvidar por ello de hacer referencia, en el último artículo que aparecerá en el próximo número, a las nuevas líneas de investigación experimentales.

La primera parte, con excepción de una breve nota informativa sobre el sistema de información LUNR del Estado de Nueva York, se dedica a ofrecer un estado de la cuestión sobre la percepción remota, tema que desarrolla en un documentado artículo Rodolfo Núñez de las Cuevas. En la segunda parte la atención se centra en las aplicaciones de la percepción remota para el análisis del sistema urbano y del uso del suelo, con un artículo final en el que José María Obiols expone los programas espaciales de detección remota, en sus líneas generales, haciendo una referencia sucinta a los grupos de investigación españoles que participan en estos proyectos.

Esperamos que la reflexión sobre estos temas contribuya a impulsar la utilización de estas nuevas técnicas en el planeamiento.

L. C.

2. Fotointerpretación y Sensores Remotos, instrumentos básicos de información para la planificación Urbana y el medio ambiente

Rodolfo Núñez de las Cuevas

Todos los países, sea cual sea el estado de su economía, deben realizar estudios de planificación y desarrollo. Planificar es programar lo que es posible a partir de un inventario de lo que existe, y el inventario de recursos naturales puede formarse recurriendo a la fotointerpretación. La naturaleza del suelo, la vegetación, la hidrografía, la influencia del clima, las comunicaciones, el «habitat» y la producción, pueden estudiarse rápidamente y con visión de conjunto para reducir las modificaciones adecuadas en el cuadro y economía general de la comarca o país, tales como ordenación, conservación del suelo, regadíos, urbanización, vegetación, etc.

Una de las ventajas de la fotografía aérea es que proporciona la visión de cada objeto en su medio natural o humano descubriendo las armonías necesarias con ese medio, dando al mismo tiempo testimonio del pasado y sugiriendo el porvenir.

La fotografía aérea para el fotointérprete deja de ser una simple imagen para convertirse en un registro de elementos cualitativos y de datos métricos. Este aspecto de la fotografía aérea no excluye la necesidad del mapa, insustituible por su estructura geométrica e información cuantitativa en todo trabajo de fotointerpretación. La fotografía es un elemento necesario para la formación del mapa, de lo que se responsabiliza la fotogrametría, y un complemento de la información geográfica que proporciona el mapa, ya que éste es una selección y generalización del infinito número de detalles que figuran en la fotografía aérea.

En la hora actual, el conocimiento detallado de nuestro territorio y

de los recursos que encierra se hace imprescindible y por ello es necesario interesar a técnicos y universitarios en el análisis e interpretación de la información que nos proporciona la fotografía aérea.

En estos últimos años la técnica y también la filosofía de los fotointérpretes ha evolucionado mucho. Los nuevos métodos puestos a punto, tanto en el registro de imágenes como en el de la interpretación, así como las experiencias de automatización, han hecho más ardua y mucho más técnica una disciplina que se consideró como empírica durante mucho tiempo. Simultáneamente los fotointérpretes han tratado de reunirse y comparar sus métodos con el fin de interpretar el paisaje de forma global y poder extraer información por sistemas válidos para todos, sea cual sea la especialidad.

En España se están realizando actualmente interesantes trabajos de fotointerpretación en las especialidades de hidrología, edafología, geología, aprovechamiento de suelos y estudios forestales; pero existen otras disciplinas, tales como urbanismo, tráfico, ordenación, arqueología, contaminación y geografía, donde son necesarios más fotointérpretes y es de esperar que esta falta pueda soslayarse en un futuro próximo.

Al urbanista, la fotografía aérea le proporciona una gran ayuda. En ella puede estudiar las relaciones de las zonas urbanas existentes o futuras con el medio natural, así como deducir la influencia de la morfología sobre las formas urbanas. Pero es posible también realizar en detalle un análisis funcional de la ciudad y sus barrios, en el aspecto económico y social, y a través de la fotografía aérea penetrar en las zonas habitadas y apreciar

un cierto nivel social y la psicología colectiva correspondiente. También puede deducir el fotointérprete urbanista si el «habitat» está en regresión, en equilibrio o en progresión, y gracias a la fotografía aérea podrá determinar las tendencias naturales de crecimiento de una ciudad y adaptar las nuevas construcciones al paisaje urbano existente y al medio natural.

Hasta ahora el fotointérprete estuvo limitado al espectro visible y cercano infrarrojo (emulsiones fotográficas, pancromáticas, infrarrojo blanco y negro, color, e infrarrojo color o falso color), sólo tenía a su alcance la fotografía aérea convencional. La nueva tecnología de la percepción a distancia le permite utilizar al máximo el espectro electromagnético gracias a sensores montados en satélites o aviones.

Dada la novedad de la técnica de los sensores remotos y sus grandes posibilidades potenciales en los estudios de recursos naturales, medio ambiente y contaminación, íntimamente relacionados con el planeamiento y ordenación urbanística, haremos un estudio de los principales tipos y sus aplicaciones.

Percepción remota. — Todo sistema de percepción remota está basado en la propiedad de que la materia a temperatura superior al cero absoluto radia energía electromagnética y se comporta como un emisor o es capaz de absorber, reflejar o transmitir la radiación emitida por otra fuente. Por lo tanto, de forma muy general, la **percepción remota** puede definirse como un método de exploración de las interacciones entre la energía electromagnética y la materia. **Sensores remotos** son los instrumentos que detectan las di-



ferentes radiaciones. La interpretación de la información registrada, correspondiente a varias bandas del espectro electromagnético, ha permitido dar una nueva orientación a ciertos sectores de la investigación, principalmente a los que se relacionan con la estructura de la superficie de la Tierra y las fuentes energéticas.

La propagación a través de la atmósfera de la energía emitida, reflejada o transmitida, varía según el tipo de radiación. En el espectro visible no existen las limitaciones que se presentan en el ultravioleta (UV) o en el infrarrojo (IR), como puede verse en la figura 1, donde reproducimos las características del espectro electromagnético que deben considerarse en la percepción remota, clasificadas así por R. N. Colwell (1963). En el gráfico

se indican, además de la transmisión atmosférica, las fuentes de radiación, el resultado de una radiación sobre la materia y los tipos de detectores.

Los principales sistemas de percepción remota son:

- La fotografía aérea normal y multispectral.
- La detección de radiaciones UV e IR.
- La emisión y detección de ondas radar.

Dentro de estos sistemas se han desarrollado numerosos tipos de sensores remotos que podemos clasificar en pasivos y activos.

Son pasivos: la fotografía aérea convencional, único sensor utilizado hasta ahora en fotointerpretación; la fotografía multispectral, los radiómetros y los espectrómetros.

Son activos: los sistemas radar, donde es necesario emitir una radiación que, después de reflejada o transmitida por el objeto o superficie de la tierra, se detecta y sus variaciones son consecuencia de las características del objeto en estudio.

No trataremos de la fotografía aérea convencional, cuya tecnología es suficientemente conocida, pero sí, aunque de forma muy somera, estudiaremos los otros tipos de sensores.

Fotografía aérea multispectral. Para obtenerla se pueden emplear los sistemas multicámara o multilente. Consiste el primero en varias cámaras montadas sobre un mismo soporte, utilizando simultáneamente diferentes películas con procesos independientes, y el segundo, más generalizado, está for-

Figura 1

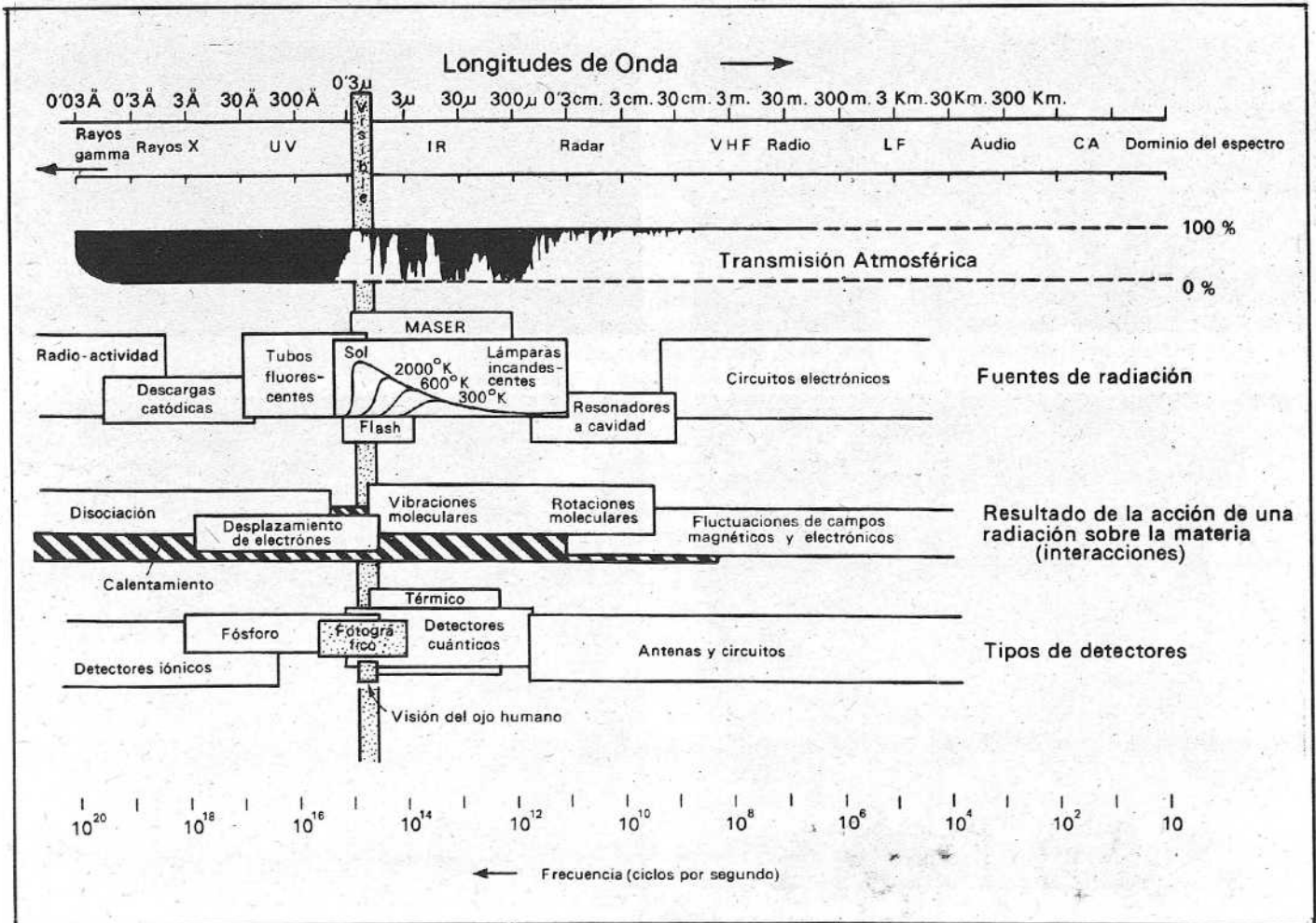


Figura 2

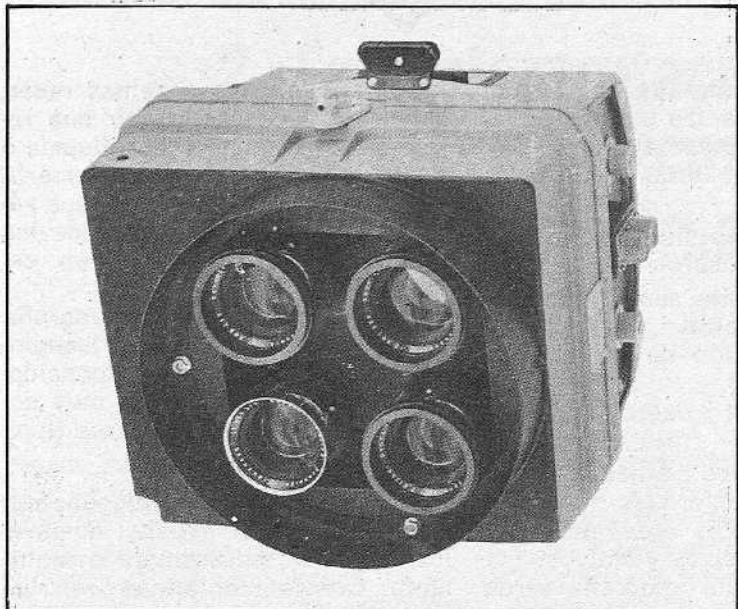


Figura 4

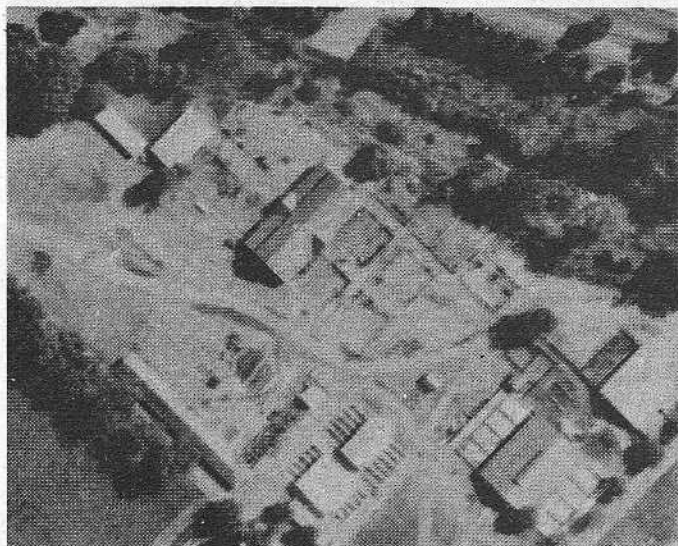
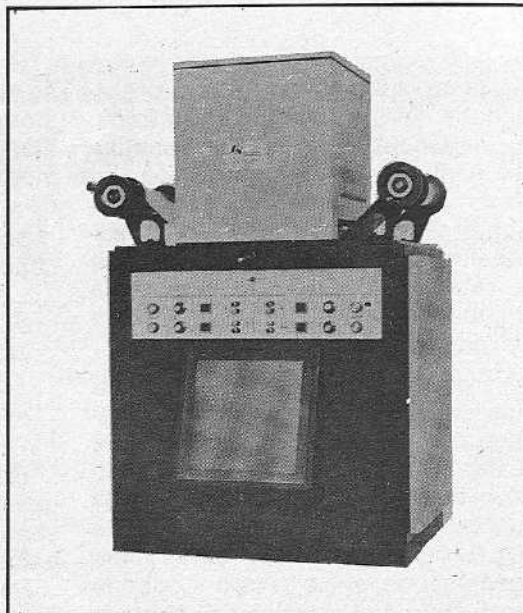


Figura 3



mado por una sola cámara dotada de cuatro, seis o nueve objetivos que a través de filtros diferentes recogen sobre una misma emulsión diversas fotografías de una zona en bandas distintas del espectro visible y cercano IR.

En la figura 2 puede verse la cámara multispectral MARK I, que realiza cuatro tomas en distintas partes del espectro. Las cuatro fotografías se sitúan en una película aérea de formato normal 23 por 23. En la configuración «standard», las imágenes correspondientes al azul, verde, rojo e infrarrojo pueden obtenerse sobre emulsión IR blanco y negro a través de filtros «wratten» en conjunción con filtros IR.

Para analizar y evaluar las fotografías multispectrales se construyen equipos especiales de proyección como el Mini-Addcol modelo 6.000 (fig. 3), capaz de aceptar las diapositivas de contacto hechas a partir de la película negativa tomada con la cámara MARK I. En los analizadores se puede superponer, por proyección, las imágenes espectrales que se desee, en correcto registro, y a través de la selección de filtros correspondientes a cada canal de proyección.

Observando cada imagen en blanco y negro a través de filtros azul, verde o rojo, y modificando la combinación de filtros o las intensidades de iluminación, se obtiene gran variedad de efectos en color natural o falso color (se llama así al IR color), lo que permite destacar o estudiar detalles difíciles de distinguir en las imágenes en blanco y negro.

Cuando las imágenes en blanco y negro se logran a través de filtros espectrales azul, verde y rojo y se proyectan en registro a través de filtros del mismo color, la imagen compuesta se forma en color natural, y si las imágenes verde, roja e infrarroja se proyectan a través de filtros azul, verde y rojo, se obtiene una imagen en falso color comparable a cualquier imagen obtenida directamente sobre película color IR.

Con la fotografía multispectral podemos registrar el espectro entre 0,4 y 0,9 μ . Esta banda es muy apta para evaluación de recursos naturales, lucha contra plagas y en-

fermedades en agricultura y silvicultura, oceanografía y urbanismo.

En urbanismo, la posibilidad de obtener imágenes en IR color nos permite estudiar con facilidad la utilización de zonas urbanas abiertas, tales como parques, jardines, campos de deportes, así como la naturaleza de los suelos y estado de la vegetación. Los objetos con reflectancia en la región entre 0,7 y 0,9 μ aparecen en rojo en la imagen, y debido a que la clorofila es uno de los mejores agentes reflectores en esta banda, pueden detectarse muchos contrastes en los valores tonales a causa de variaciones en los tejidos del mesófilo de la vegetación.

En el aspecto agrícola, el IR color proporciona una valiosa y detallada información sobre la utilización del suelo, así como indicaciones precisas sobre su grado de humedad.

«Scanners» de infrarrojo térmico.—Estos sensores trabajan en la región del infrarrojo térmico entre 3 μ y 14 μ , recibiendo la radiación IR reflejada o emitida por la superficie de la tierra u objetos situados sobre ella. La radiación recibida la transforman, una vez detectada, en una imagen, a la que denominaremos termograma y que a primera vista parece una fotografía aérea convencional.

En la figura 5 puede estudiarse el esquema de un detector de radiación IR. Las radiaciones que provienen de la superficie de la Tierra son recibidas por un espejo pulido giratorio, con dos caras en ángulo, y enviadas a otro espejo parabólico que concentra el haz en el detector, donde se generan señales de video que una vez amplificadas pueden almacenarse en banda magnética o actuar como fuente de modulación en intensidad de la señal luminosa producida por una lámpara. La señal luminosa al proyectarse sobre una emulsión fotográfica produce el termograma. En el equipo van montados los circuitos asociados con el generador de impulsos, sincronizados con las señales de video generadas por el detector.

Aunque estos «scanners» de IR suelen trabajar en las bandas entre 3 y 5 μ y 8 y 14 μ , que corresponden a las «ventanas» del infrarrojo

en la atmósfera, donde es mínima la absorción y dispersión de estas radiaciones, también se construyen equipos multispectrales, como el RS-310 de Texas Instruments (figura 6), que pueden trabajar en diferentes bandas entre 0,3 μ y 14 μ , y que comprenden desde el UV al IR térmico cercano, pasando por el espectro visible.

Los detectores utilizados en los «scanners» de IR están formados a base de InSb para la banda de 3-5 μ , necesitando una refrigeración con nitrógeno líquido a 77° K, o a base de HgCdTe para la banda 8-14 μ y la misma refrigeración.

Cuando se trabaja con los «scanners», ya sea en el UV, en el visible o en el IR, la imagen fotográfica o el registro magnético se hace de forma independiente para cada banda.

Si detectamos radiación IR, las variaciones de densidad en los termogramas son proporcionales a la radiación recibida en el detector y nos da el grado de temperatura superficial aparente.

En los levantamientos aéreos en IR térmico es aconsejable realizar vuelos varias veces al día y a distintas horas con el fin de obtener la máxima información posible, ya que la radiación detectada por el sensor depende de muchos factores, tales como: emisión y reflectancia del infrarrojo; forma; superficie y temperatura del objeto y del sol; posición del objeto en el campo de acción del sensor, etc. Los cambios de temperatura de hora en hora y de un día a otro, unidos a las dificultades de repetir exactamente la relación geométrica entre el sol, objeto y sensor, dan lugar a una gran variedad de la información proporcionada por los registros. Durante el día, los ríos pueden aparecer más fríos que la tierra, pero durante la noche pueden aparecer a mayor temperatura, y a veces tendrán la misma temperatura el río y la tierra. Los factores más importantes que afectan a las características térmicas de los suelos son su composición y la humedad, ya que las oscilaciones de temperatura son menores en suelos húmedos. Estas son algunas de las razones por las que la interpretación correcta de termogramas ofre-

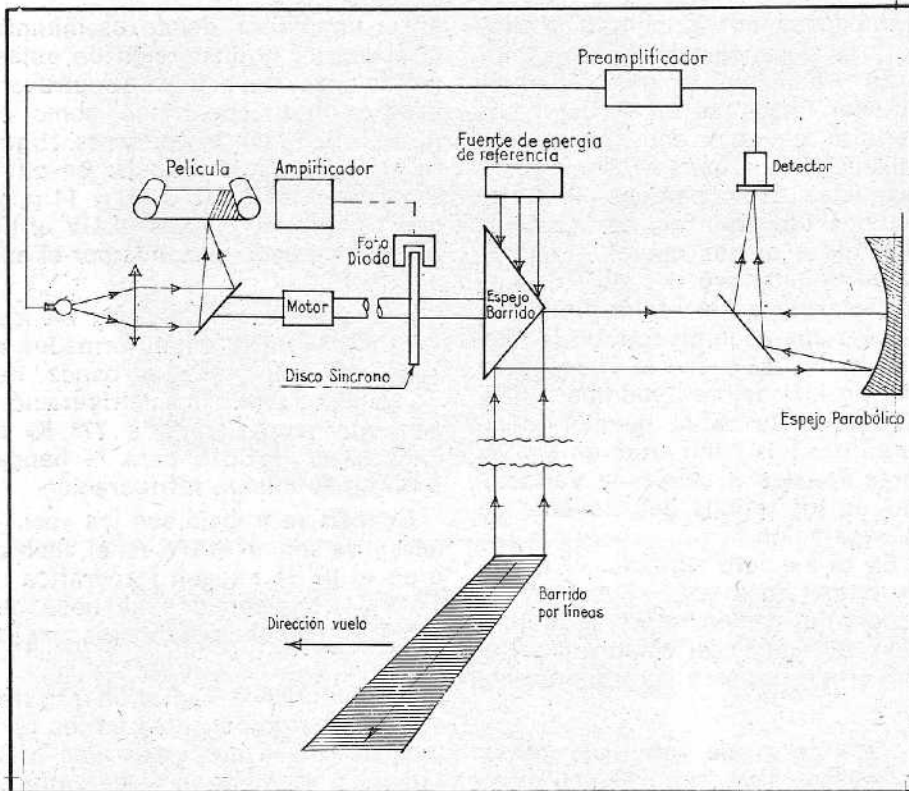


Figura 5

ce dificultades y hay que tenerlas en cuenta a la hora de valoración del método. No obstante, si se realiza simultáneamente un adecuado apoyo en el campo, utilizando radiómetros y espectómetros, puede llegarse a resultados de gran valor en estudios de medio ambiente y contaminación, tales como:

- Determinación de descargas y movimientos de agua en ríos, estuarios y puertos cerca de fuentes de contaminación.
- Localización de descargas de agua dulce en el mar.
- Drenaje y fondo de efectividad del mismo.
- Estudio de rocas sedimentarias con bajo contraste visual.
- Localización de anomalías térmicas asociadas con mineralización o fallas.
- Mapas geotérmicos.
- Mapas de distribución de humedad.
- Mapas de puntos calientes (centros de fuegos forestales).
- Zonas de pérdida de calor en factorías.
- Inventario de recursos ganaderos.
- Urbanismo, Tráfico y Arqueología.

En la figura 7 se reproduce un termograma realizado el 26 de junio de 1970, a las 10 de la mañana, sobre una zona situada cerca de Dallas (EE.UU.). En el punto B puede observarse una central eléctrica que toma agua del lago en A, con el fin de refrigerar los generadores, y la descarga en el punto C a 36° centígrados.

La figura 8 corresponde a otro termograma de una zona urbana realizado el 2 de mayo de 1970, a las 7 de la tarde. Las partes más claras corresponden a mayor temperatura, siendo fácil estudiar la distribución de los puntos calientes en la ciudad. Los termogramas de zonas urbanas son muy útiles para control de tráfico en las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde, ya que a esas horas no es posible obtener fotografía aérea convencional.

En la figura 9 se representa la correlación radiométrica en un termograma. En la parte superior figura el registro de los datos radiométricos con referencia calibrada,

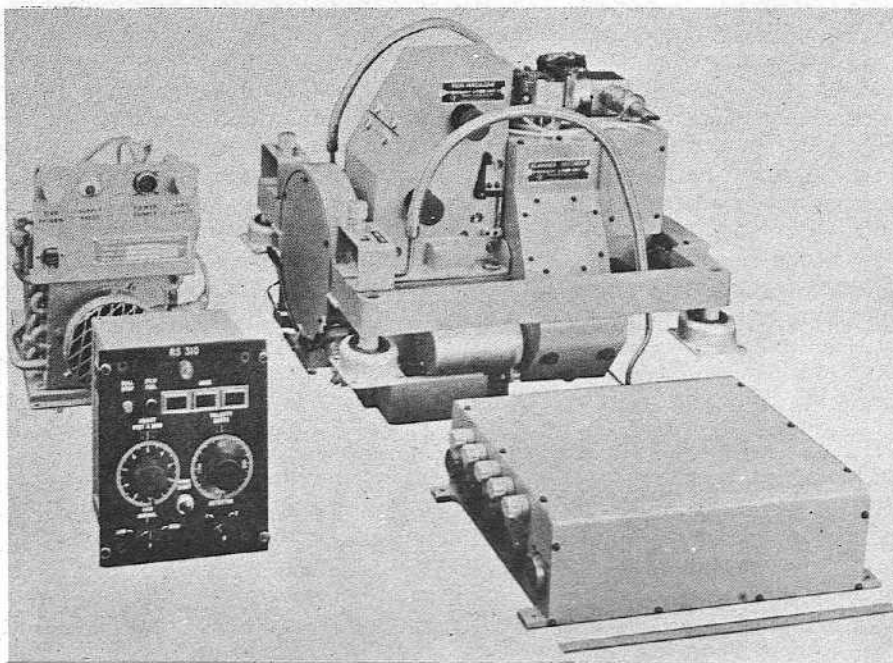


Figura 6

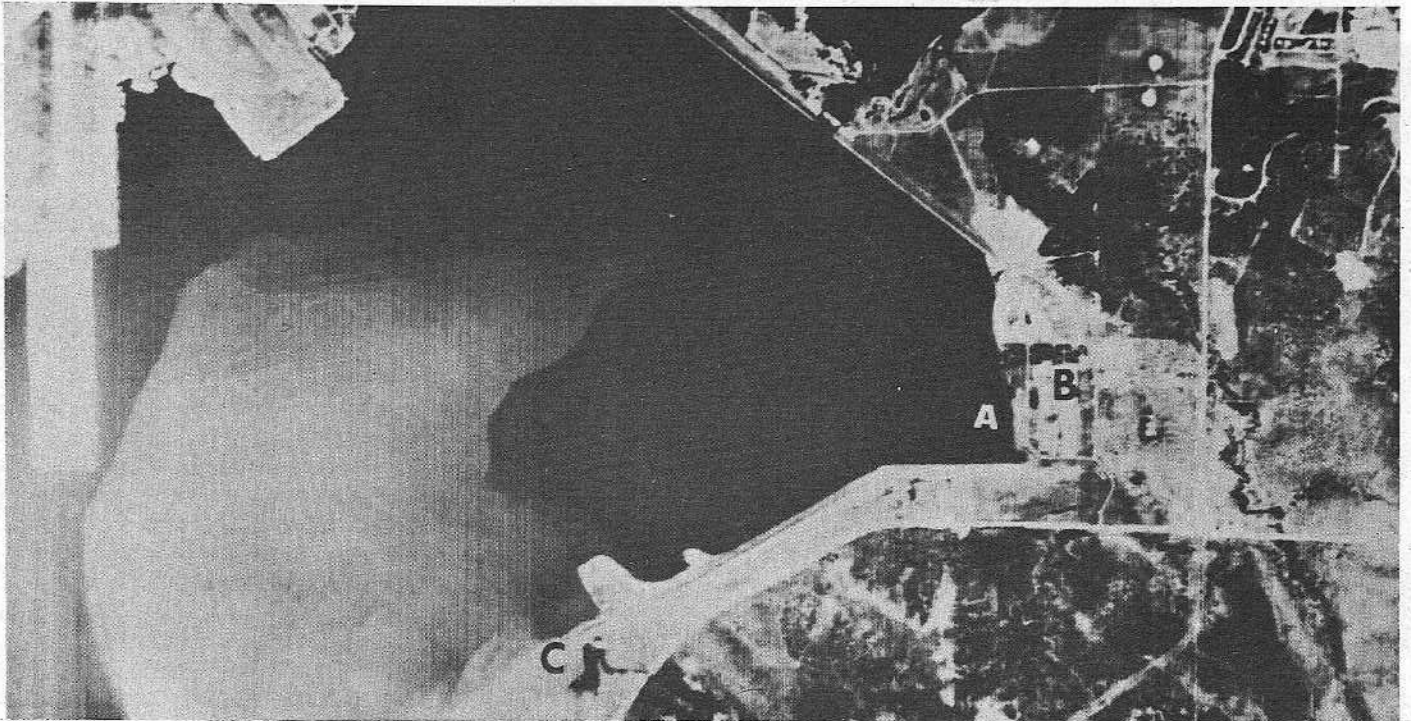
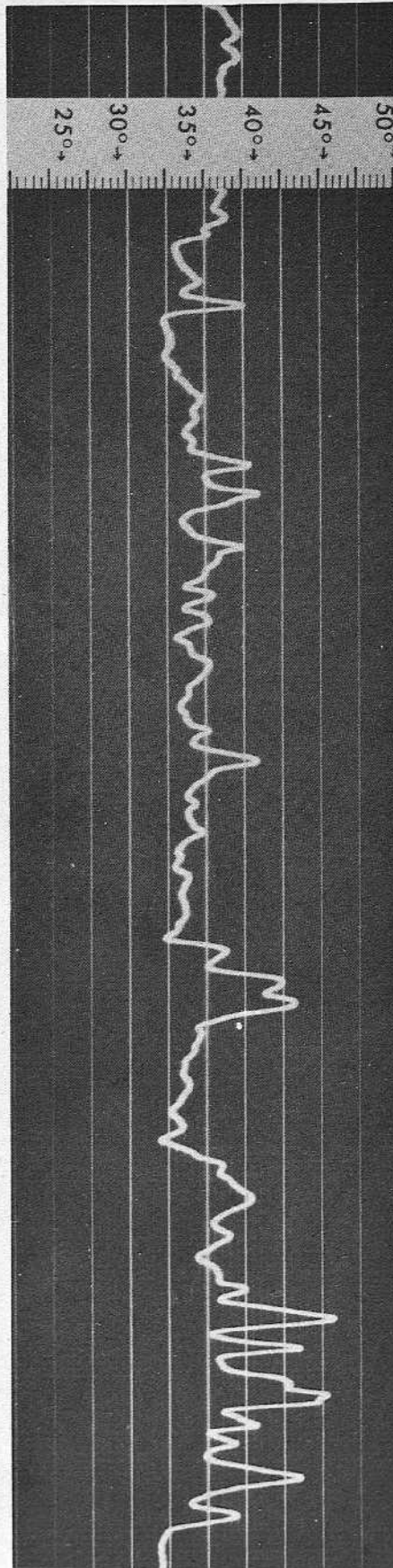
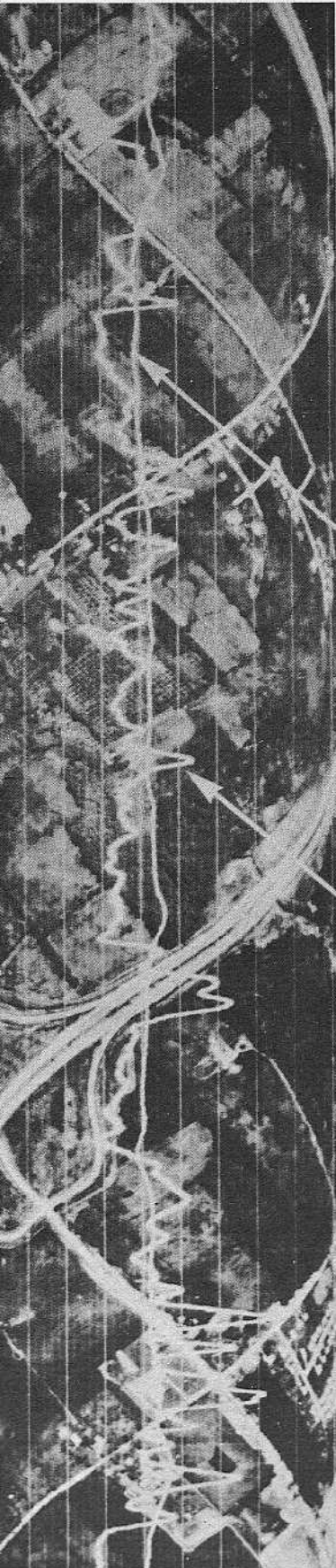


Figura 7



Figura 8

Figura 9



y en la parte inferior se han superpuesto los datos radiométricos calibrados a la línea de puntos nadi- rales con el fin de facilitar la co- rrelación.

Radar sistema SLAR (Side Look Airborne Radar).—SLAR ha sido desarrollado con el fin de disponer de un sistema capaz de obtener imágenes de noche sin iluminación natural o en cualquier condición meteorológica.

Las imágenes radáricas no tienen tan buena resolución como la fotografía aérea, pero su calidad es suficiente para cartografía y de gran utilidad en estudios sobre geología, rocas, recursos hidrológicos y manto vegetal.

El sistema SLAR trabaja en una frecuencia entre 8 y 9 mm.; la antena, de 5 metros, está situada en la dirección de vuelo y la señal radar se transmite normal a esta dirección, en ángulos comprendidos entre los 20° y 80° respecto a la vertical (figura 10). La señal recibida en la antena, una vez transformada en señal de video, función de la energía reflejada por la superficie de la Tierra, se utiliza para modular en intensidad el haz de un tubo de rayos catódicos (TRC). El resultado final es una imagen de la superficie de la Tierra sobre la pantalla del TRC, similar a la obtenida en un receptor de TV, que se proyecta a través de un sistema óptico sobre película continua, de 23 centímetros de ancho, con movimiento sincronizado a la velocidad del avión. Toda la operación del sistema se realiza en vuelo (figura 11), ya que en el avión se dispone de los equipos necesarios para el tratamiento de la información.

Para facilitar la interpretación, el sistema SLAR está dotado de dos antenas, una para transmitir y recibir señales con la misma polarización y la otra para recepción de señales con polarización cruzada (figura 12).

Las imágenes radáricas con polarización múltiple proporcionan al científico información relacionada con las propiedades físicas de la zona en estudio, que no puede loción simple. Estas imágenes son grarse con un sistema de polariza-

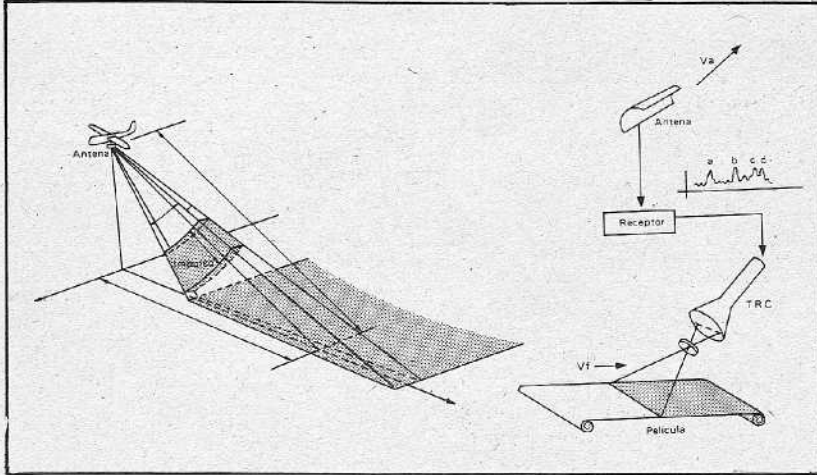


Figura 10

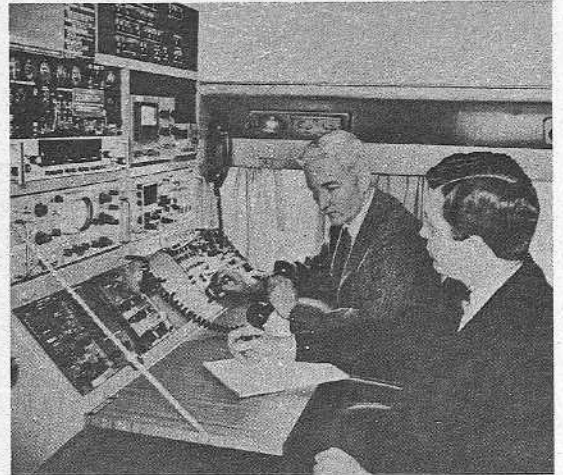


Figura 11

una ayuda en la discriminación entre distritos residenciales, comerciales o industriales; facilitan la determinación detallada de nudos de transporte y comunicaciones y dan al observador información adi-

cional referente a la población rural y a la vegetación entre zonas de diferentes cultivos y estado de los mismos¹.

El radar (SLAR), como sensor remoto, se ha utilizado satisfactoria-

mente en estudios sobre recursos naturales y medio ambiente en países del cinturón ecuatorial y en zonas donde las condiciones meteorológicas no son aptas para el empleo de otros sensores.

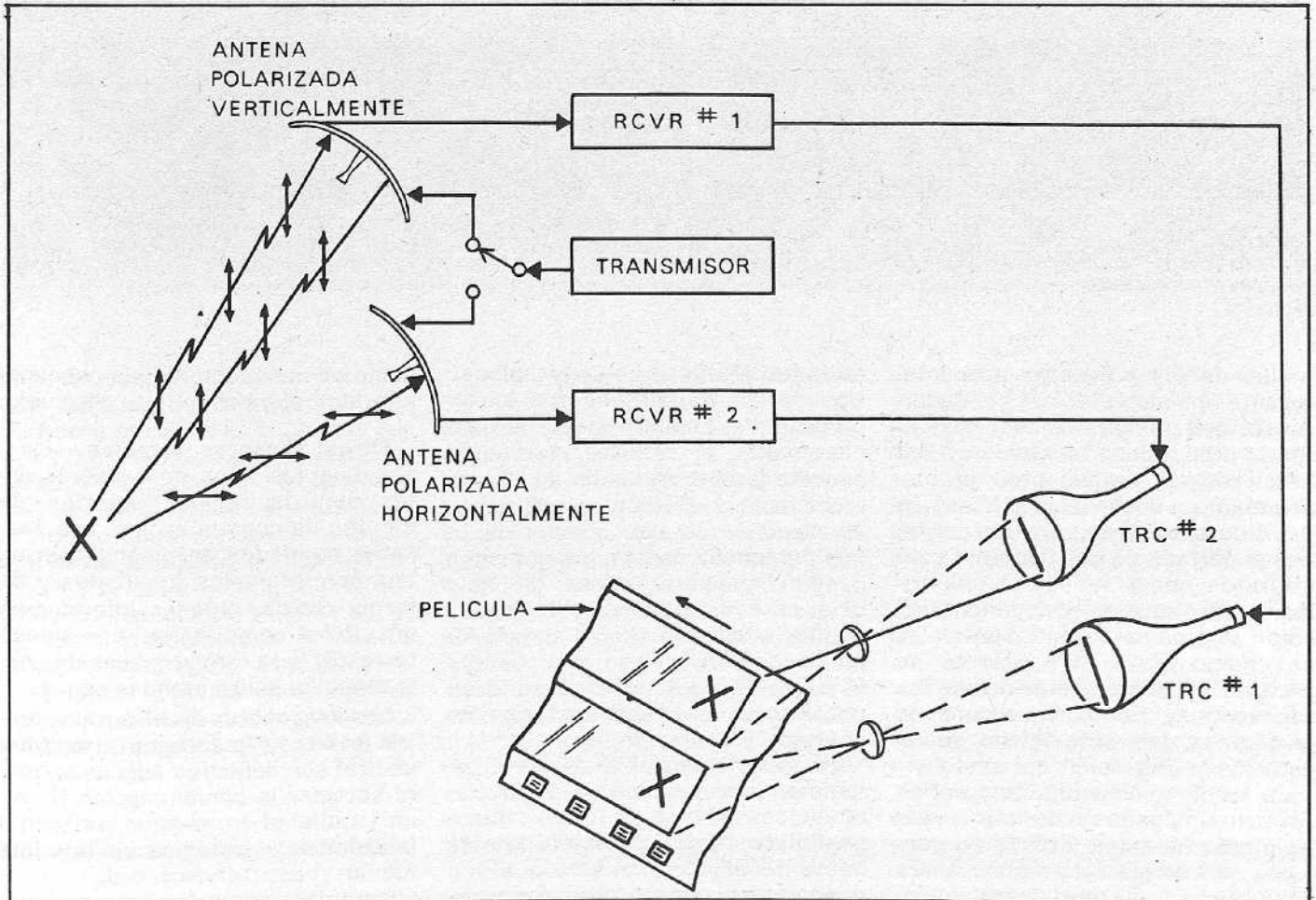


Figura 12

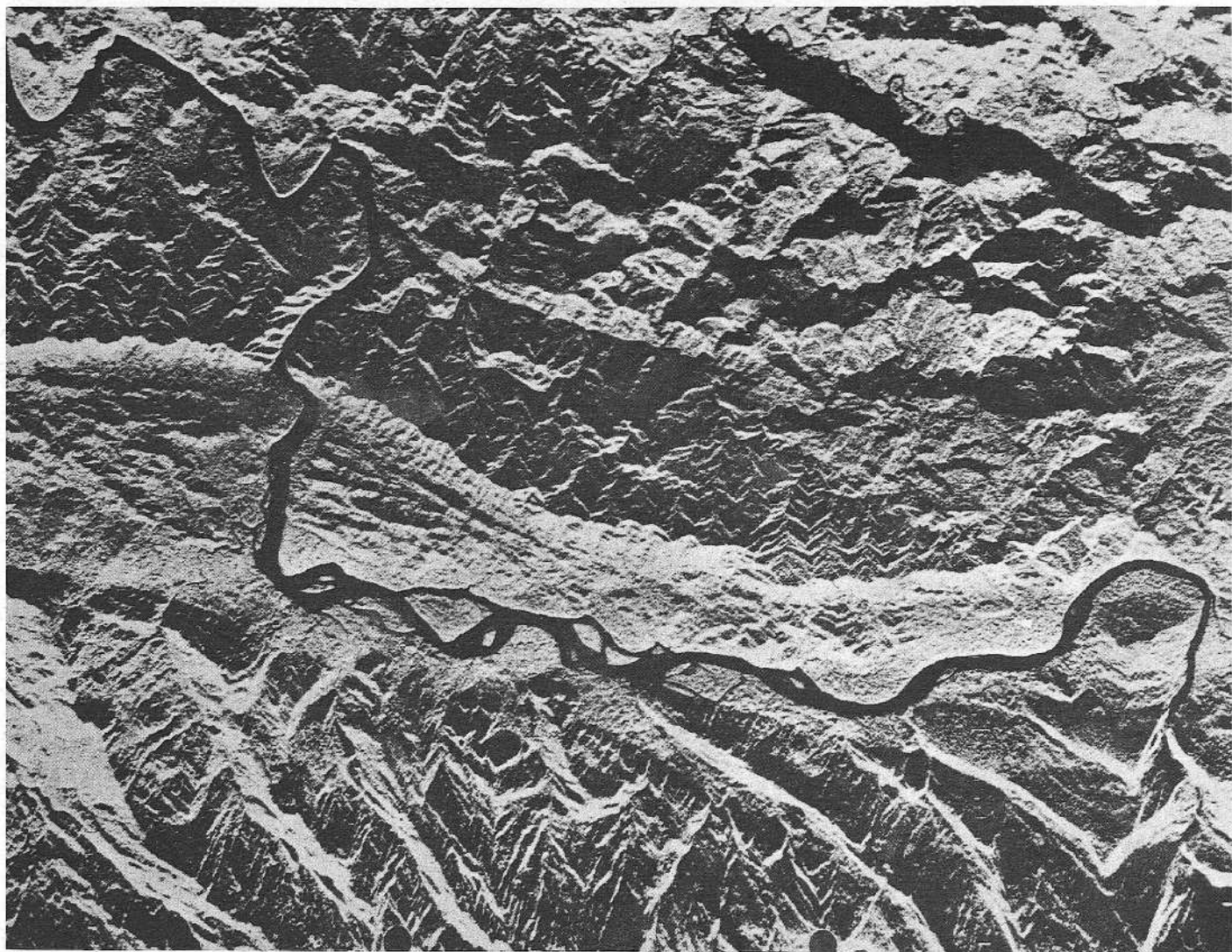


Figura 13

Uno de los proyectos más interesantes ha sido el RADAM (Radar-Amazonas), llevado a cabo con el fin de proporcionar al Gobierno del Brasil datos básicos para el planeamiento y desarrollo de la región del Amazonas. Este proyecto cubrió una superficie de 500.000 Km.² y se utilizaron como sensores: una cámara gran angular con película IR color, una cámara multispectral y un equipo SLAR. Actualmente se procede a la interpretación de los resultados y formación de mapas geológicos, geomorfológicos, de vegetación y utilización del suelo.

La comparación de fotografías aéreas e imágenes radáricas revela el interés de estas últimas en geología, hidrología y prospecciones petrolíferas, ya que detectan información imposible de conseguir

en la fotografía aérea convencional. Una de las ventajas es que la iluminación y sombra radar definen claramente el relieve, resultando sencilla la interpretación de la geomorfología y estructura geológica. Al disponer de una imagen continua a pequeña escala, los geólogos pueden comparar zonas de muy diversa constitución geológica, y debido a la sensibilidad del SLAR puede detectarse con gran detalle la rugosidad del terreno, como se observa en la imagen radárica de la figura 13.

La tecnología del SLAR está actualmente en «estado de desarrollo dinámico» (2), y el futuro ofrece posibilidades de aplicación de esta nueva técnica en campos que van desde el urbanismo hasta las prospecciones petrolíferas, al margen,

como hemos dicho, de las condiciones atmosféricas y hora de vuelo.

Otros sensores remotos.—Existen diversos tipos de sensores aptos para la rápida detección de fuentes de contaminación. Los sensores montados en aviones permiten, con intervalos frecuentes y de forma rápida, obtener información que debe completarse con apoyo terrestre para formar mapas de contaminación sobre grandes zonas.

Los «scanners» de IR térmico, entre 8-14 μ , y la fotografía multispectral son sensores adecuados para detectar la contaminación térmica y química en el agua, así como la química y biológica en la vegetación y agricultura.

Para determinar la contaminación atmosférica se están utilizando una

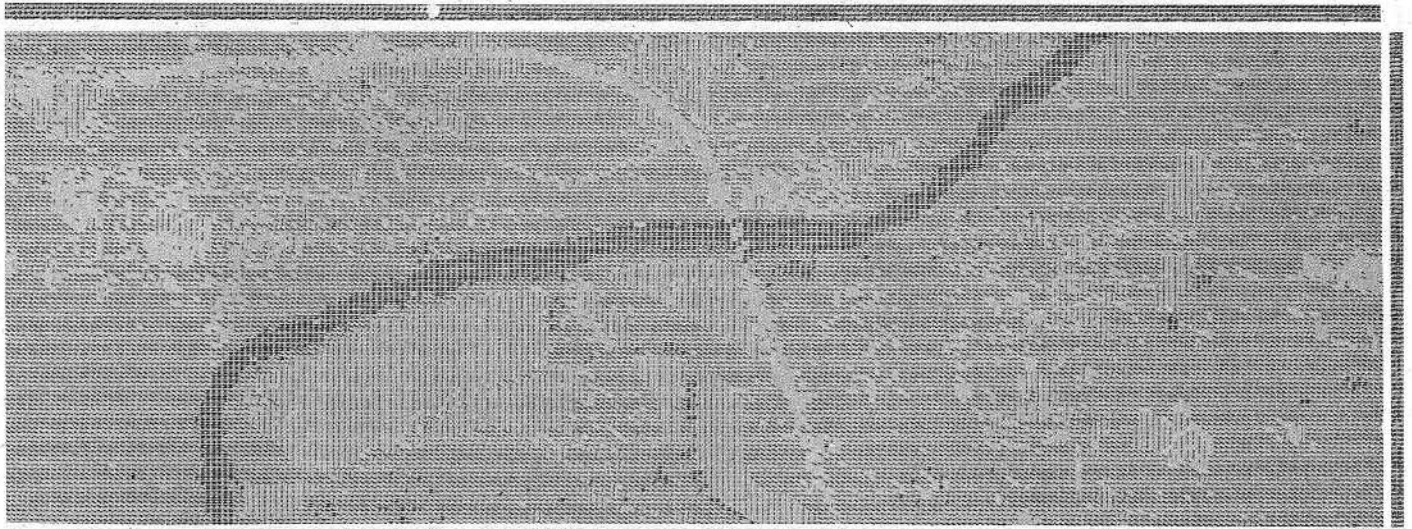
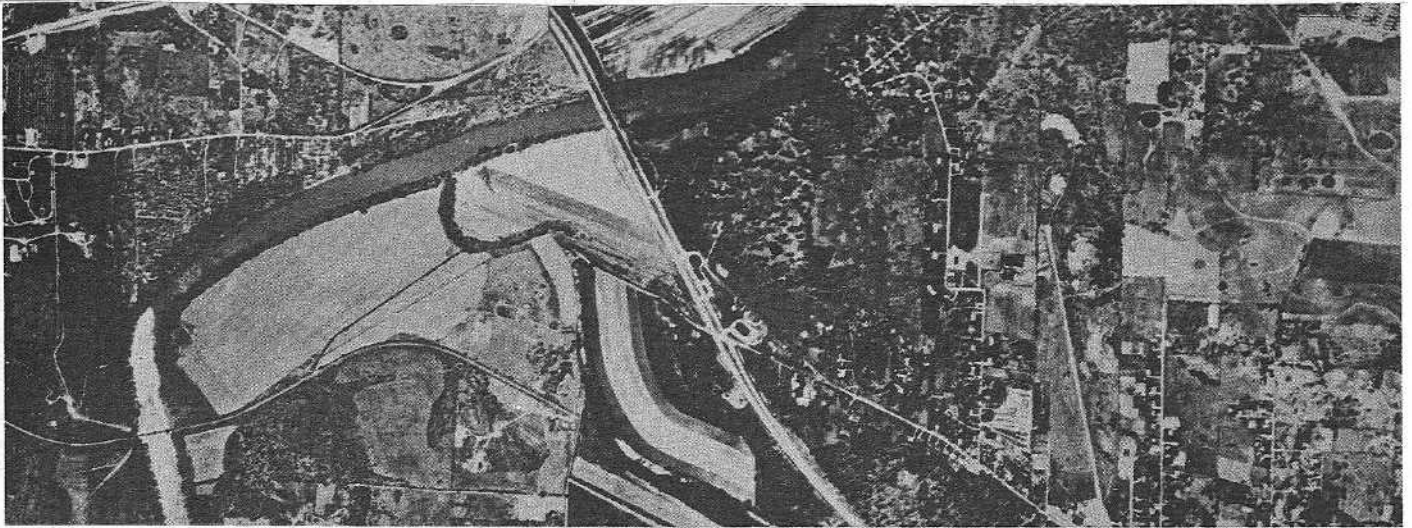


Figura 14

gran variedad de sensores remotos: radiómetros, espectrómetros, interferómetros, instrumentos basados en métodos de correlación óptica y radiómetros de microondas. La región espectral considerada se extiende desde el ultravioleta hasta la región de las microondas, y la detección se realiza observando los cambios en el nivel de radiación debido a la presencia de contaminantes del aire. Los contaminadores considerados son: el monóxido de carbono, el anhídrido sulfuroso, amoníaco, peróxido de nitrógeno, etc.

Análisis de datos.—Toda la información de que dispone el fotointérprete, sobre todo si se trata de grandes proyectos, es imposible analizarla adecuadamente por los

métodos tradicionales. El analista deberá conocer la respuesta espectral del objeto que desea estudiar, a través de trabajos de campo realizados en una zona piloto. Las posibilidades potenciales que ofrecen los diversos sensores remotos son enormes, pero al aumentar el número de bandas del espectro que pueden ser analizadas y las respuestas particulares de cada objeto, aumenta de forma considerable la información, que sólo podrá ser tratada por métodos electrónicos.

La información, ya sea fotográfica o registrada en cinta magnética, deberá ser barrida con microdensitómetro, en el primer caso, o filtrada electrónicamente, en el segundo, con el fin de transformar la información en señales, que podrán ser convertidas en caracteres alfa-

numéricos en la impresora de un ordenador. En la figura 14 puede verse la clasificación de cultivos y su identificación realizada directamente en ordenador a partir de una fotografía aérea, en la que previamente han sido analizados sus valores tonales por procedimientos fotoeléctricos. La figura 15 representa otro detalle de clasificación de cultivos.

Conclusión.—Las aplicaciones de los diversos sensores las hemos indicado brevemente al tratarlas por separado, y de ellas podemos deducir las posibilidades que esta técnica ofrece en planificación y urbanismo, así como en el estudio y conservación de los recursos naturales.

La fotografía aérea convencional

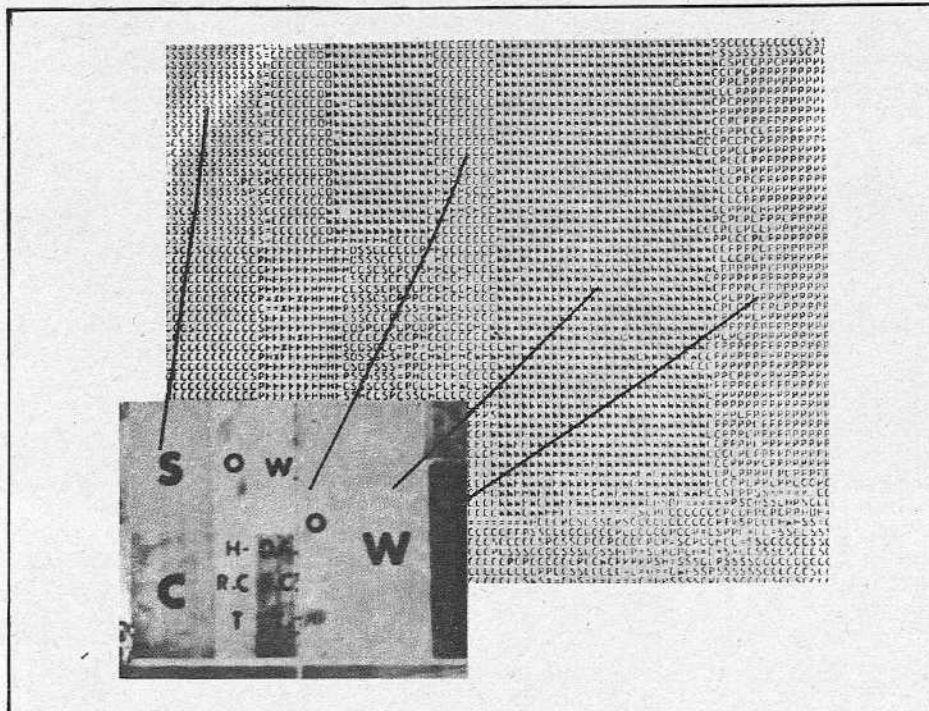


Figura 15

3. Un sistema de información geográfica operacional el LUNR INVENTORY del estado de Nueva York

El programa LUNR (**Land Use and Natural Resources Inventory**) constituye uno de los primeros intentos de constitución de un sistema operacional de información geográfica. Desarrollado a partir de 1968, a iniciativa del **Office of Planning Coordination** del Estado de Nueva York, el programa está destinado a la elaboración de un registro automatizado de datos relativos a la utilización del suelo rural y urbano y a los recursos naturales del Estado. Tal registro se concibe como un auxiliar de la planificación regional y como una fuente suministradora de información geográfica y ecológica para usuarios diversos.

La información clasificada y registrada procede de tres tipos de fuentes: la cartografía temática preexistente, el trabajo de campo y, sobre todo, la explotación sistemática de unas 15.000 fotografías aéreas en film pancromático y a escala 1:24.000, que cubren toda la superficie del Estado. Después de

la evaluación de distintas técnicas de foto-interpretación automática, la explotación de estas fotografías se verificó finalmente por medio de métodos de foto-interpretación manual estereoscópica. El sistema de clasificación adoptado se basó inicialmente en 129 ítems —50 referidos a categorías de utilización del suelo y 79 a la tipificación de elementos puntuales—, pero puede irse ampliando hasta varios miles. La información fue trasladada en primer lugar a mapas 1:24.000, a los que se superpuso una malla UTM, de forma que pudieran reunirse los datos por cuadrado de malla (cuadrados de 1 Km. de lado). Los datos registrados (comprendiendo medidas de área o longitud, recuentos de tipos de utilización del suelo, etc.) fueron codificados manualmente y transcritos a fichas perforadas de 80 columnas. La información se almacenó posteriormente en discos (IBM 2316) de modo que es posible el acceso directo a cada

seguirá teniendo un gran valor potencial como fuente de información y los diferentes sensores remotos, cada día más sensibles y de mayor alcance dentro del espectro, complementan la fotografía aérea y constituyen un medio eficaz de investigación, cuyo resultado será sin duda la mejora de los alimentos, aire y agua y la conservación de los recursos para poder seguir viviendo sobre nuestro planeta, a pesar de la amenaza de una sociedad superindustrializada que «ha llegado a rebasar la capacidad asimiladora y regeneradora de la naturaleza» (3).

- (1) Evaluation of multiple polarized radar imagery for the detection of selected cultural features. October 1968. U.S. Geological Survey. NASA.
- (2) Side-looking radar: state of the art. World Cartography. Volume XI. 1971.
- (3) III Plan de Desarrollo Económico y Social 1972-1975. «El medio ambiente».