


No. 93

INFORME DE ESTUDIO DEL

PROYECTO DE AUMENTO DE LA PRODUCCION DE
GRANOS PRINCIPALES EN EL AREA CENTRAL
DEL DEPARTAMENTO DE ITAPUA
(CONFECCION DE PLANOS
DE CONJETURAS PRELIMINARES)

OCTOBRE DE 1985

AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON

| |
|---|
| AFT |
|  |
| 85-50 |

INFORME DE ESTUDIO DEL

**PROYECTO DE AUMENTO DE LA PRODUCCION DE
GRANOS PRINCIPALES EN EL AREA CENTRAL
DEL DEPARTAMENTO DE ITAPUA
(CONFECCION DE PLANOS
DE CONJETURAS RRELIMINARES)**

OCTOBRE DE 1985

**AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON**

| | |
|---------------------|------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '86. 5. 15 | 708 |
| | 84.1 |
| 登録No. 12663 | AET |

C O N T E N I D O

Capítulo 1 Resumen del estudio

| | | |
|-----|-----------------------------|---|
| 1-1 | Objetivos del estudio | 1 |
| 1-2 | Resumen del área en estudio | 1 |
| 1-3 | Método del estudio | 2 |
| 1-4 | Materiales usados | 6 |

Capítulo 2 Contenido de confección de planos de conjeturas preliminares y los resultados

| | | |
|-----|--|----|
| 2-1 | Toma de fotografías aéreas y preparación de fotografías mosaicas simplificadas | 8 |
| 2-2 | Clasificación de usos de tierras a base del análisis de las imágenes digitales de los datos de LANDSAT | 9 |
| 2-3 | Clasificación de cotas | 16 |
| 2-4 | Clasificación de pendientes | 19 |
| 2-5 | Otros | 21 |

Capítulo 3 Resumen

Materiales del final de volumen

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Resumen de los datos de LANDSAT | 26 |
| 2. | Resumen del equipo de análisis de imágenes digitales | 30 |

Capítulo I Resumen del estudio

1-1 Objetivos del estudio

El presente estudio se ha efectuado con el objeto de realizar, para un área de casi 480 mil hectáreas situada en la parte central del Departamento de Itapúa, la toma de fotografías aéreas, preparación de fotografías mosaicas simplificadas y elaboración de los planos de estudio, como el plano de usos de tierras de escala 1/250.000, plano de clasificación de pendientes, plano de clasificación de cotas, etc. basados sobre el análisis de los datos de LANDSAT, que sirven como datos básicos para el establecimiento de un plan maestro que combinen sintéticamente varios planes para el aumento de producción de los cereales principales, como la soja, el trigo, el maíz, etc.

1-2 Resumen del área en estudio

El área en estudio es tal como se indica en la Foto-1.

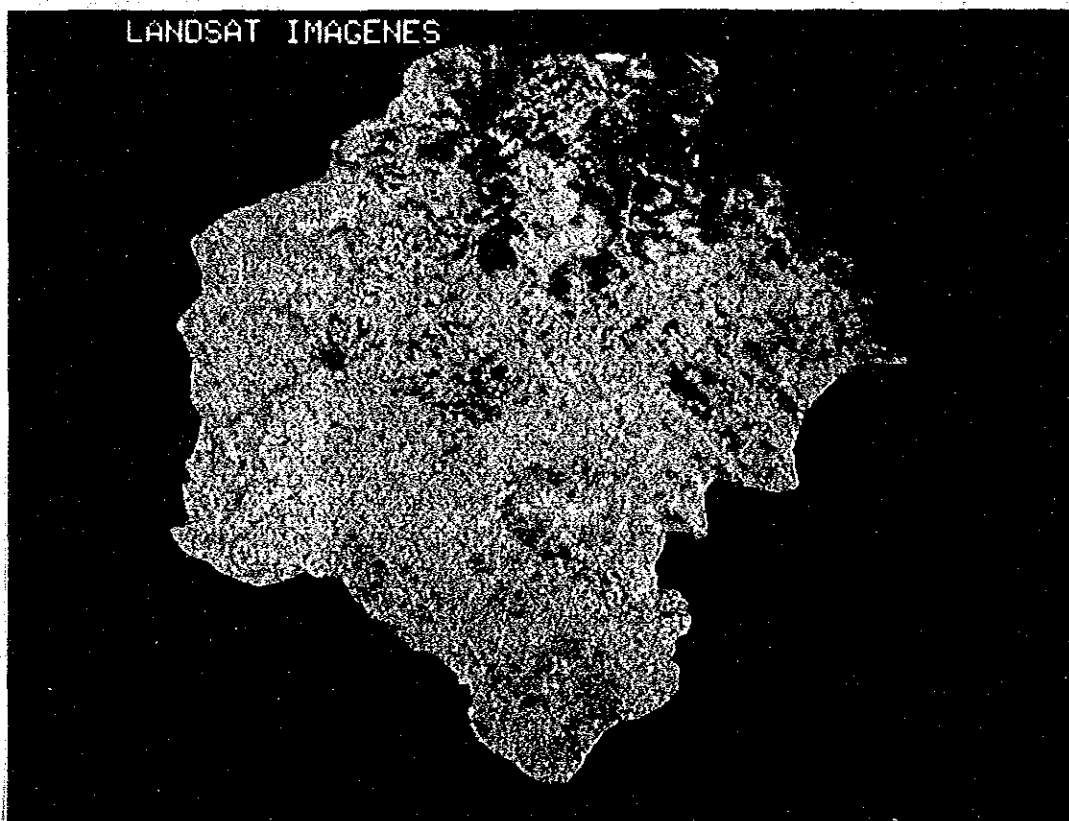


Foto-1 Resumen del área en estudio
(Imágenes de colores falsos de LANDSAT)

El área en estudio está situada en las tierras de lomadas - tierras montañosas que se extienden en el lado de margen derecho del Río Paraná en la parte sur del Paraguay, con una superficie de 480.000 hectáreas aproximadamente. El lado este del área está limitado por la línea que va en la dirección hacia el norte desde la boca del Río Manduvity en las cercanías de Puerto Pirapo hasta el Río Tebicuary. El lado oeste está limitado por el Río Aguapey en las cercanías de San Cosme. En el área en estudio, están situadas Encarnación (tercera ciudad más grande del Paraguay) y otras ciudades pequeñas como Gral Artigas. En lo que se refiere a las comunicaciones, el área tiene algunos caminos que parten de Encarnación, a saber, un camino que corre hacia el oeste (ruta que va hasta Bogado - Santa Rosa), un camino que corre hacia el norte por Bogado (ruta que va hasta Caazapa, Villarrica), un camino que corre hacia el este (ruta que va hasta Stroessner a lo largo del margen derecho del Río Paraná), etc. La topografía del área es principalmente de tierras de lomadas inclinadas suavemente, a excepción de la zona baja que se extiende a lo largo del Río Paraná en el extremo sur del área y la zona montañosa (tierra montañosa de San Rafael) que está situada en la parte central del área.

Actualmente, el área en estudio está constituida de tierras de cultivos y tierras no cultivadas. En las tierras de cultivos, se cultivan los cereales como la soja, y, como cultivos subsiguientes de ésta, el trigo, el arroz con riego, el maíz, etc.

1-3 Método del estudio

El método concreto de los trabajos de este estudio es tal como se indica en el flujograma de la figura-2. Estos trabajos consisten en los siguientes ítems, principalmente para preparar datos básicos para los estudios en el campo a realizarse por el equipo de establecimiento de plan maestro.

- (1) Toma de fotografías aéreas (escala de 1/50.000, monocromo)
- (2) Preparación de fotografías mosaicas simplificadas
- (3) Preparación del plano de usos de tierras de escala 1/250.000 basado en el análisis de los datos de LANDSAT.
- (4) Preparación del plano de clasificación de pendientes de escala 1/250.000 y el plano de clasificación de cotas de la misma escala.

1-3-1 Toma de fotografías aéreas

Para una superficie de casi 480.000 hectáreas del área en estudio, se han efectuado las tomas de fotografías aéreas de escala 1/45.000.

1-3-2 Preparación de fotografías mosaicas simplificadas

Basándose en las fotografías aéreas arriba mencionadas, se han preparado las fotografías mosaicas simplificadas de escala 1/50.000.

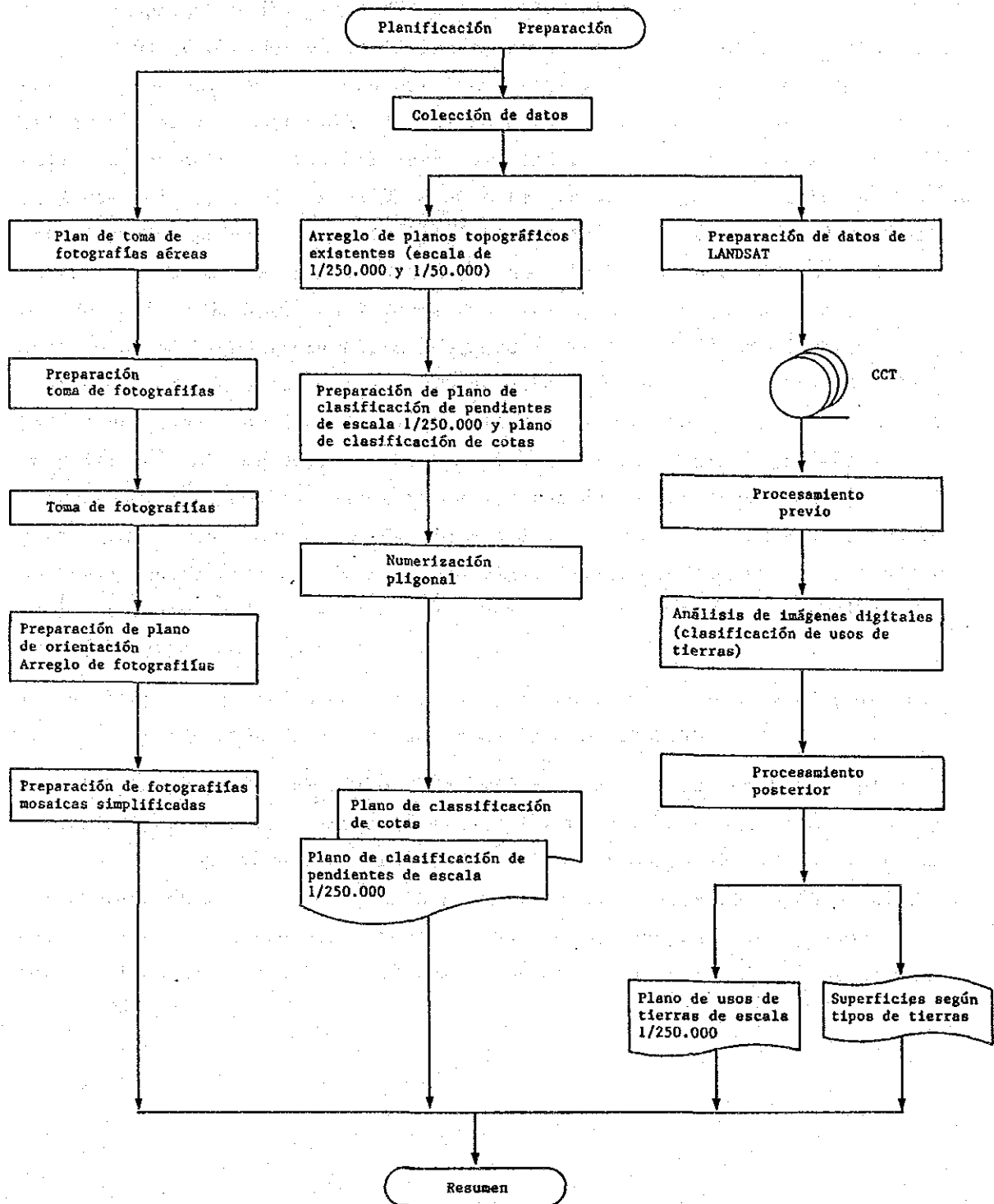


Figura-2 Método de estudio de los trabajos

1-3-3 Preparación del plano de usos de tierras de escala

1/250.000 a base del análisis de los datos de LANDSAT Tanto durante el curso del estudio en el campo como antes del estudio, como medio de informaciones en sustitución de las fotografías aéreas, está planeado a utilizar los datos de LANDSAT para comprender la situación actual del medio ambiente del área. EL LANDSAT es un satélite artificial de ciclo de 18 días (en el nuevo LANDSAT, ciclo de 16 días) con la órbita constante de altitud de unos 920 km sobre la tierra (en el nuevo LANDSAT, unos 700 km). El medidor emisor de barridas de espectros múltiples llamado MSS que está montado en el LANDSAT efectúa el registro de la superficie de la tierra dividiéndola con un marco que abarca una extensión de 185 km x 185 km. Este MSS es un sensor que detecta las longitudes de onda de 0,5 hasta 1,1 μ m (1 μ m = 1/1.000 mm), es decir, entre longitudes visibles hasta próximo al infrarrojo, dividiéndolas en cuatro bandas (banda de longitud de onda), y tiene generalmente una capacidad de análisis de 80 m. En este estudio, se ha realizado el análisis de imágenes digitales por CCT (cinta compatible con computadora) de entre los datos de LANDSAT MSS, para preparar el plano de usos de tierras de escala 1/250.000.

1-3-4 Preparación del plano de clasificación de pendientes y el plano de clasificación de cotas, ambos de escala 1/250.000

Se han preparado el plano de clasificación de pendientes y el plano de clasificación de cotas, ambos de escala 1/250.000, para seleccionar puntos de estudio de excavación de prueba de suelos y comprender la configuración topográfica de la totalidad del área en estudio, la tendencia de erosión de suelos, etc. Para preparar estos planos, se han adoptado los planos topográficos de escala 1/50.000 (ya existentes), para disminuirlos en una escala de 1/250.000.

1-4 Materiales usados

1-4-1 Datos de LANDSAT usados

En los materiales del final de volumen, se dan las explicaciones generales de los datos de LANDSAT MSS. La toma de LANDSAT (caso de LANDSAT 4 y 5) que cubre el área en estudio es tal como se indica en el mapa de cobertura de tomas de la Figura 3.

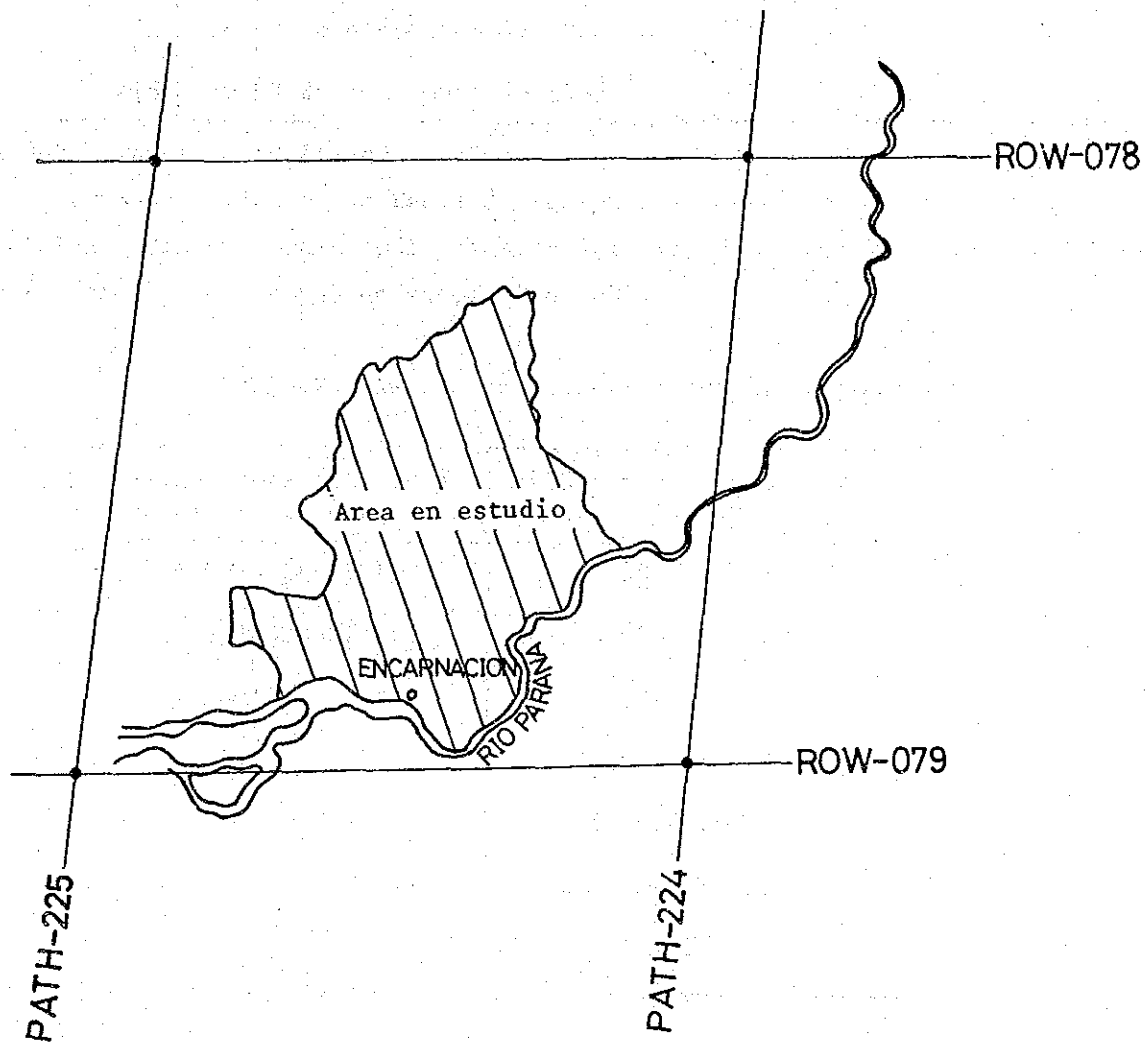


Figura 3 Mapa de cobertura de tomas de LANDSAT del área en estudio (en el caso de LANDSAT 4 y 5)
Área en estudio

Los datos de LANDSAT que se han usado en este estudio se indican en la Tabla-1.

| PATH | ROW | Fecha de observación | No. satélite | Formato de CCT |
|------|-----|-------------------------|--------------|----------------|
| 224 | 78 | 28 de diciembre de 1982 | 4 | BIL |
| 224 | 79 | 28 de diciembre de 1982 | 4 | BIL |
| 225 | 78 | 3 de diciembre de 1982 | 5 | BIL |
| 225 | 79 | 3 de diciembre de 1982 | 5 | BIL |

1-4-2 Planos topográficos

Como se indica en la Tabla-2, los planos topográficos que cubren la totalidad del área en estudio constan de: (1) dos hojas de escala 1/250.000 y (2) diez y seis hojas de escala 1/50.000.

Tabla-2. Números de planos topográficos usados

| Planos topográficos de escala 1/250.000 | Planos topográficos de escala 1/50.000 |
|---|--|
| HOJA SG-21-15 | 5868- II |
| HOJA SG-21-11 | 5667- I ~ II |
| HOJA SG-21-12 | 5767- I ~ IV |
| | 5867-III ~ IV |
| | 5666- I ~ IV |
| | 5766- I ~ II |
| | 5888- IV |

Capítulo 2 Contenidos de la confección de planos de conjeturas preliminares y los resultados

2-1. Toma de fotografías aéreas y preparación de fotografías mosaicas simplificadas

La toma de fotografías aéreas se ha efectuado para una superficie de unas 480.000 hectáreas, con una escala de casi 1/45.000. Este trabajo fue consignado a la Terra Foto S.A., compañía brasileño de fotografía. Estas tomas de fotografías constan de trece cursos, siendo de 267 el número total de hojas de fotografías. A continuación, se indica el número de hojas de fotografías según el curso.

| No. de curso | No. de fotografía | Número de hojas de fotografías |
|--------------|-------------------|--------------------------------|
| C- 1 | 01 ~ 15 | 15 |
| C- 2 | 01 ~ 20 | 20 |
| C- 3 | 01 ~ 23 | 23 |
| C- 4 | 01 ~ 27 | 27 |
| C- 5 | 01 ~ 27 | 27 |
| C- 6 | 01 ~ 27 | 27 |
| C- 8 | 01 ~ 24 | 24 |
| C- 9 | 01 ~ 23 | 23 |
| C-10 | 01 ~ 22 | 22 |
| C-11 | 01 ~ 14 | 14 |
| C-12 | 01 ~ 12 | 12 |
| C-13 | 01 ~ 09 | 9 |
| | | <hr/> |
| | | 267 |
| | | hojas en total. |

Además, se han elaborado fotografías mosaicas simplificadas mediante la impresión de las fotografías aéreas tomadas (267 hojas) junto con los planos fundamentales del terreno del Paraguay (de escala 1/50.000). Se han elaborado, en total, diez y cuatro hojas de fotografías mosaicas simplificadas.

2-2 Clasificación de usos de tierras a base del análisis de las imágenes digitales de los datos de LANDSAT

Se indica en la Figura-4 el procedimiento de preparación del plano de usos de tierras de escala 1/250.000 a base del análisis de las imágenes digitales, por medio de las CCT de LANDSAT MSS.

2-2-1 Colocación de marcos en el área en estudio

El área en estudio está cubierta de cuatro tomas de LANDSAT. Una toma abarca una extensión de 185 km × 185 km. Por consiguiente, de entre las CCT de LANDSAT, se han tomado varios datos que cubren el área en estudio, para registrarlos en las cintas de trabajo.

2-2-2 Muestreo de GCP (punto de control de tierra)

Los datos de LANDSAT presentan una deformación de posición geográfica más grande que los planos topográficos. Se debe modificar esta deformación con el fin de hacer que los datos de LANDSAT sean adaptables a los planos topográficos. Por consiguiente, para corregir las relaciones de posición geográfica entre los datos de LANDSAT y los planos topográficos, se debe seleccionar algunos puntos en la tierra (por ejemplo, cruce de caminos, charca, etc.) por los que se puede identificar claramente la posición en ambos materiales y obtener sus valores de coordenadas. Estos puntos en la tierra se llaman GCP. En este estudio, se han obtenido más de diez GCP, para corregir suficientemente las posiciones geográficas.

2-2-3 Cambio de coordenadas

Los datos de LANDSAT constan de las coordenadas oblicuas cuya dirección de vuelo se llama LINE y cuya dirección que se cruza perpendicularmente con ésta se llama Pixel (o Column). Por otra parte, los planos topográficos constan de coordenadas de Mercator formadas de la latitud y la longitud. Para adaptar las dos coordenadas, se aplica el cambio Affin. Para esto, se usan los GCP mencionados en la cláusula 2-2-2.

2-2-4 Reordenación de datos

Generalmente, los datos de LANDSAT tienen una capacidad de análisis mínima de 80 m × 80 m y son difíciles de usar en comparación con las demás informaciones geográficas (es decir, éstas se tratan en una unidad de 50 m o 100 m). Por lo tanto, los datos de LANDSAT resultan muy cómodos si éstos se reordenan en una unidad de 50 m o 100 m (por ejemplo, se puede hacer el

recubrimiento de los datos de LANDSAT sobre el plano de clasificación de pendientes y el plano de clasificación de cotas.)

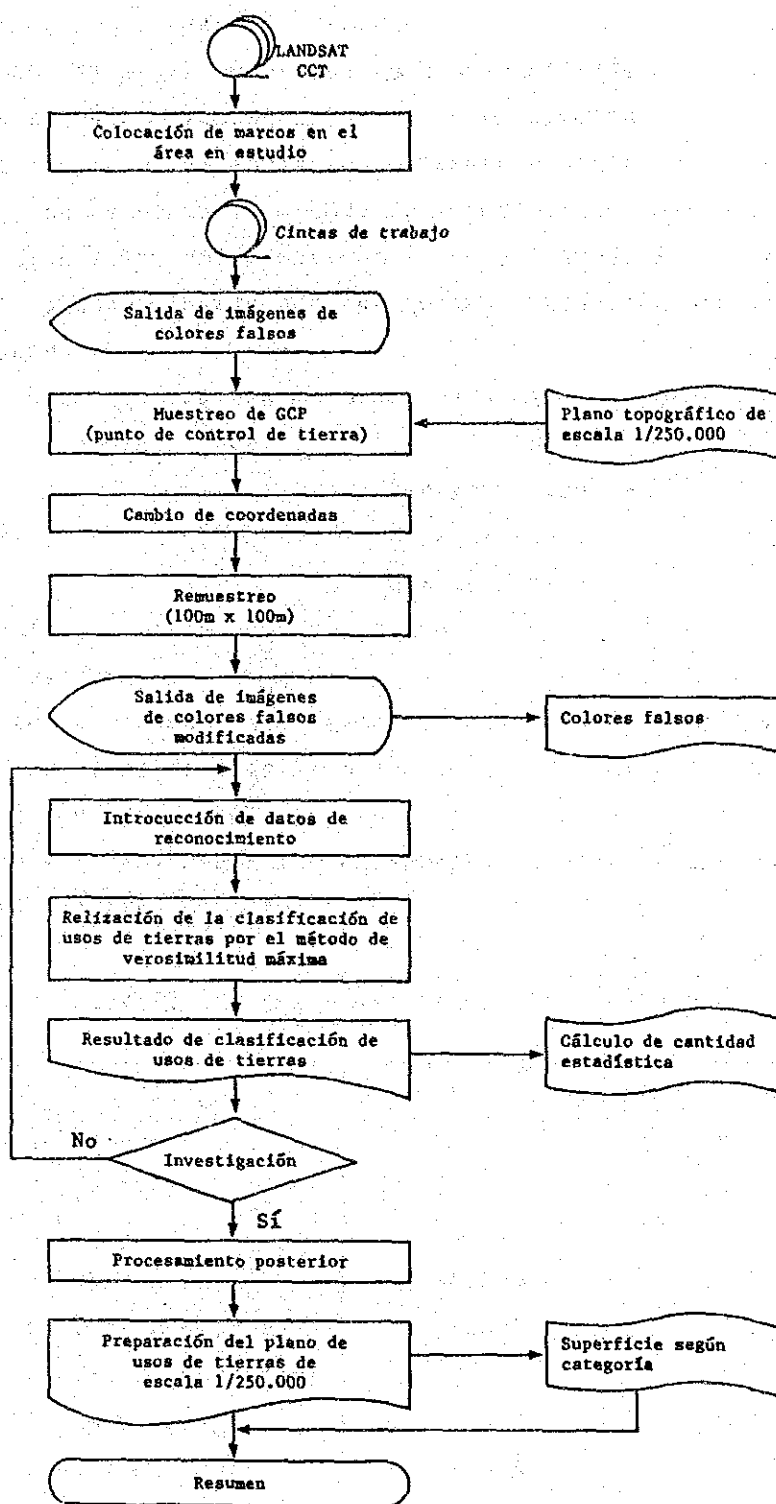


Figura-4 Flujograma de preparación del plano de usos de tierras de escala 1/250.000 a base del análisis de imágenes digitales

2-2-5 Clasificación de usos de tierras

Usando las CCT modificadas que se han mencionado anteriormente y los resultados de estudios existentes, etc. se ha efectuado la clasificación de usos de tierras a base del análisis de imágenes digitales. Como método de clasificación, se ha usado el método de verosimilitud máxima. Este método es un método de clasificación que consiste en introducir los datos de reconocimiento y determinar a qué categoría pertenecen estadísticamente los datos desconocidos.

Las categorías que se han adoptado para hacer la clasificación de usos de tierras son las siguientes.

- | | |
|--------------------|----------------------|
| (1) Bosque | (6) Tierra pantanosa |
| (2) Pradera | (7) Zona de aguas |
| (3) Chacra I | (8) Calles otros |
| (4) Chacra II | (9) Nube |
| (5) Tierra desnuda | |

En la Foto-2, se dan las imágenes de colores de clasificación de usos de tierras. (El plano de clasificación de usos de tierras de escala 1/250.000 se da en los materiales separados.) Además, en la Tabla-3, se indican las superficies según las categorías de usos de tierras con respecto a la totalidad del área en estudio.

Tabla-3 Superficies según las categorías de usos de tierras

| No. | Categoría | Superficie (ha) | Proporción (%) |
|-------|------------------|-----------------|----------------|
| 1 | Bosque | 195.314 | 39,07 |
| 2 | Pradera | 198.987 | 39,80 |
| 3 | Chacra I | 9.208 | 1,84 |
| 4 | Chacra II | 74.639 | 14,93 |
| 5 | Tierra desnuda | 3.411 | 0,68 |
| 6 | Tierra pantanosa | 7.819 | 1,56 |
| 7 | Zona de aguas | 650 | 0,13 |
| 8 | Calles otros | 9.815 | 1,96 |
| 9 | Nube | 129 | 0,03 |
| 10 | Inclasificable | 7 | 0,00 |
| Total | | (ha) 499.979 | (%) 100,00 |

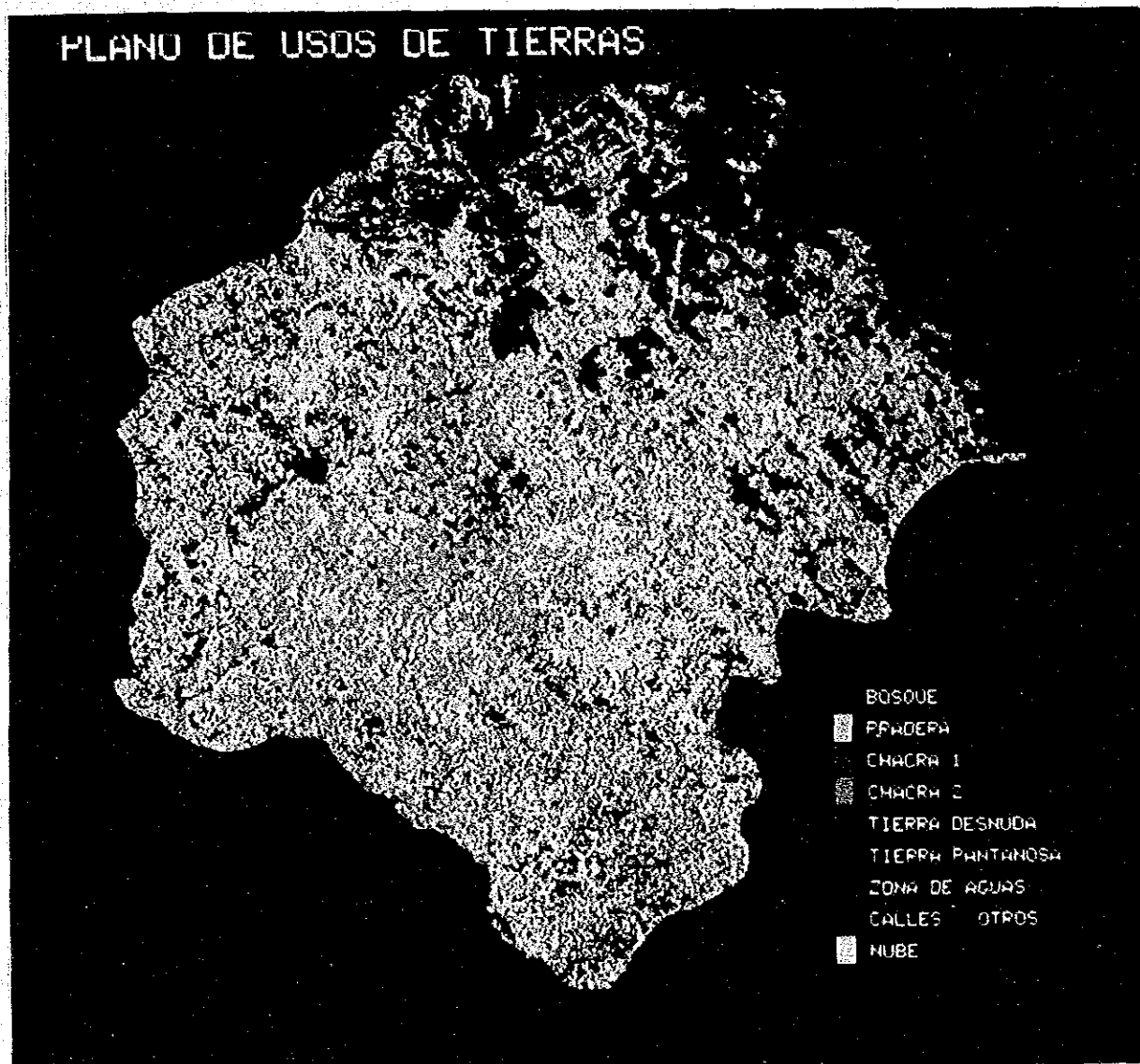


Foto-2 Imágenes de colores de clasificación de usos de tierras

(1) Bosques

En las imágenes de colores falsos de LANDSAT, los bosques emiten coloración roja nítida y, en el análisis de imágenes digitales más detalladas, su distribución se hace más distinguida. Los bosques pueden dividirse en los siguientes.

- ① Los que se extienden reunidos en la tierra montañosa de poca ondulación que está situada en la parte norte del área en estudio.
- ② Los que se extienden a lo largo del Río Manduviyu en la parte nordeste del área en estudio.
- ③ Los que se extienden en la tierra pantanosa baja en la parte oeste del área en estudio.
- ④ Los que se extienden esparcidos en la totalidad de las lomadas del área en estudio.

Los bosques ① tienen un grado de mantenimiento bastante alto (Bosques en que hay poco rastro de la intervención del hombre). Los bosques ② son grupos de bosques que están situados en las elevaciones leves a lo largo de ríos. Los bosques ③ son de carácter de tierra pantanosa baja.

Estos bosques ocupan un casi 40% de la superficie total del área en estudio.

(2) Praderas

Las praderas naturales se tratan de aquéllas que se extienden en las lomadas y que son un poco secas y las que se extienden en las tierra bajas y son húmedas. Como tendencia general, apenas se puede distinguir claramente estas praderas, de los rastros de cosecha de tierras de cultivos ni de las tierras abandonadas.

Al igual que los bosques, las praderas ocupan un casi 40% de la superficie total del área en estudio.

(3) Chacras I y chacras II

En las imágenes de colores falsos de LANDSAT, las chacras I emiten coloración amarilla clara, y aquí se observan claramente rastros de la intervención del hombre. Por otra parte, las chacras II son del mismo carácter que la I, pero emiten coloración amarilla densa. Esta clasificación no se pudo aclarar bien en el momento del estudio en el campo.

(4) Tierras desnudas

En las imágenes de colores falsos de LANDSAT, las tierras desnudas se proyectan en color blanco más denso que las praderas y las chacras, y pueden considerarse que están en el estado de sin vegetación. Estas tierras ocupan una superficie de menos de 1% del total del área en estudio.

(5) Tierra pantanosa

En noviembre de 1982, la zona que se extiende a lo largo del Río Paraná fue atacada por un diluvio nunca visto hasta entonces, y la zona baja que se extiende a lo largo de este río quedó cubierto por el agua debida a esta inundación. Las CCT usadas para el análisis de imágenes digitales en este estudio, son las de diciembre de 1982, es decir, las que se observaron inmediatamente después de esta inundación. Por esta razón, en algunas partes pueden reconocerse zonas anegadas debidas a esta inundación, las que están clasificadas como tierra pantanosa.

En las imágenes de colores falsos de LANDSAT, las tierras pantanosas emiten coloración negra.

(6) Zonas de aguas, calles otros, nubes

Además de las categorías (1) - (5) arriba mencionadas, están establecidas otras, a saber, zona de aguas, calles otros y nube.

2-3 Clasificación de cotas

El plano de clasificación de cotas se ha efectuado con el fin de comprender la situación actual de la topografía del área en estudio y seleccionar puntos de investigación de suelos. El procedimiento de preparación es tal como se indica en el flujograma de la figura-5.

- (1) La clasificación de cotas se ha realizado a intervalo de 20 m por medio de los planos topográficos de escala 1/50.000 existentes (16 hojas para cubrir la totalidad del área en estudio).
- (2) Esta clasificación se ha hecho sobre los planos topográficos de escala 1/50.000, para posteriormente reducirlos al de escala 1/25.000.
- (3) El plano de clasificación de cotas de escala 1/25.000 recopilado de esta manera se ha incluido en el sistema de análisis de imágenes digitales como datos de polígono, por medio del numerizador de polígono de este sistema (se describirá posteriormente).
- (4) Se indica el plano de clasificación de cotas de escala 1/250.000 (material separado) por medio de la presentación visual de colores del sistema de análisis de imágenes digitales. Además, en la Foto-3, se indican las imágenes de colores de clasificación de cotas.

La Tabla-4 indica las superficies según las cotas.

Tabla-4 Superficies según las cotas

| No. | Categoría (m) | Superficie (ha) | Proporción (%) |
|-------|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 60 ~ 80 | 5.410 | 1,08 |
| 2 | 80 ~ 100 | 26.268 | 5,25 |
| 3 | 100 ~ 120 | 41.880 | 8,38 |
| 4 | 120 ~ 140 | 61.356 | 12,27 |
| 5 | 140 ~ 160 | 73.710 | 14,74 |
| 6 | 160 ~ 180 | 71.924 | 14,39 |
| 7 | 180 ~ 200 | 57.848 | 11,57 |
| 8 | 200 ~ 220 | 45.063 | 9,01 |
| 9 | 220 ~ 240 | 39.708 | 7,94 |
| 10 | 240 ~ 260 | 29.620 | 5,92 |
| 11 | 260 ~ 280 | 19.729 | 3,95 |
| 12 | 280 ~ 300 | 9.761 | 1,95 |
| 13 | 300 ~ 320 | 7.324 | 1,46 |
| 14 | 320 ~ 340 | 5.644 | 1,13 |
| 15 | 340 ~ 360 | 3.309 | 0,66 |
| 16 | 360 ~ 380 | 1.293 | 0,26 |
| 17 | 380 ~ 400 | 132 | 0,04 |
| Total | | 499.979 (ha) | 100,00 (%) |

- (1) La mayor parte del área en estudio está compuesta de las tierras de lomadas de cotas comprendidas entre 120 m y 200 m.
- (2) En el lado norte del área en estudio, se extienden las tierras montañosas un poco onduladas de cotas superiores a 300 m. En la parte central y al lado este del área, se extienden tierras de lomadas. En el lado oeste y al lado sur, se difunden las zonas de cotas comprendidas entre 60 m y 160 m.

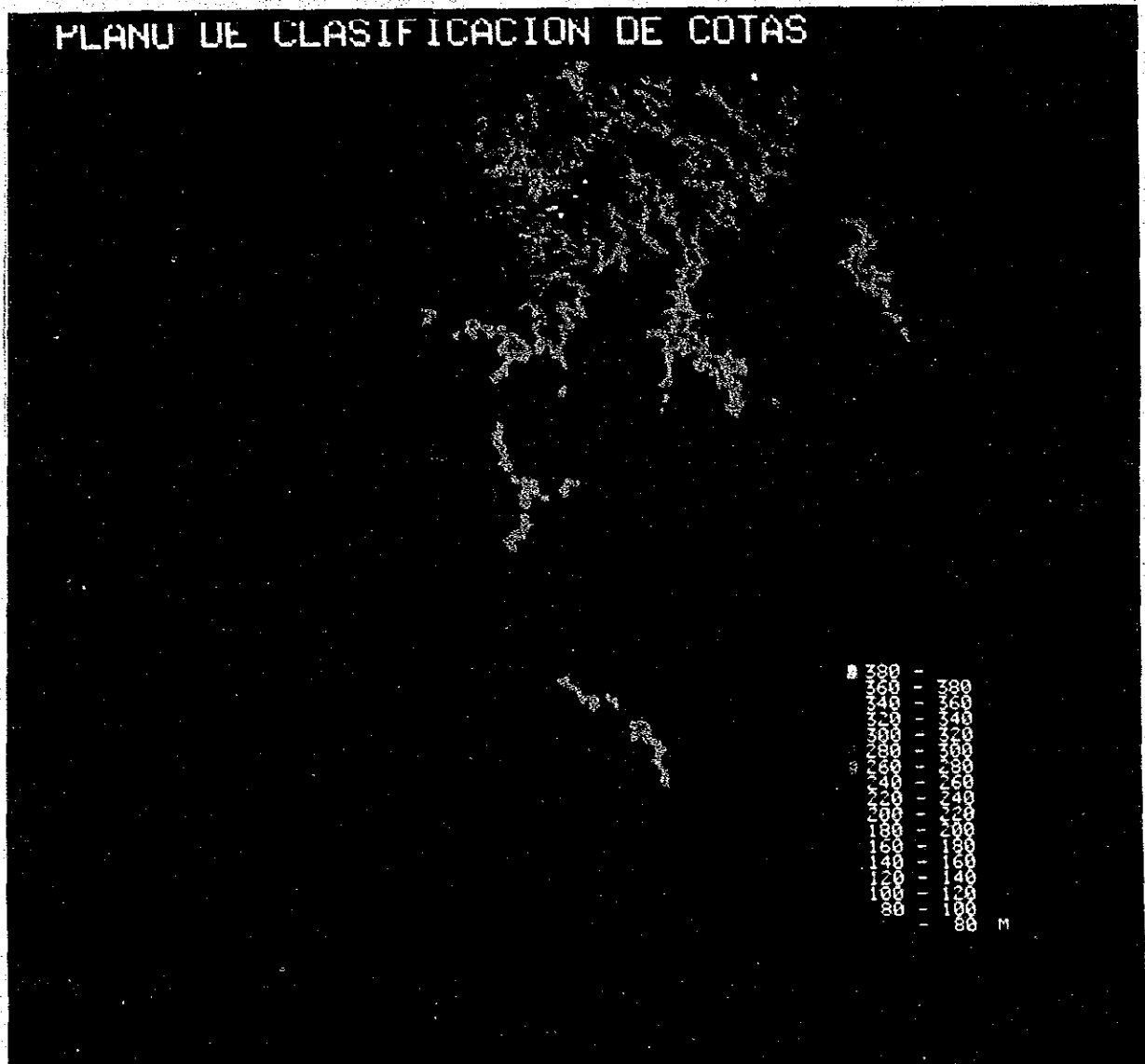


Foto-3 Imágenes de colores de clasificación de cotas

2-4 Clasificación de pendientes

El plano de clasificación de pendientes es no sólo un factor que indica las características topográficas sino también un material básico para la evaluación de la productividad de la tierra, como el grado de dificultad de laboreo como tierra cultivable. El procedimiento de este trabajo es tal como se indica en el flujograma de la Figura-5.

- (1) La clasificación de pendientes se ha efectuado por medio de los planos topográficos de escala 1/50.000 existentes (16 hojas para cubrir la totalidad del área en estudio).
- (2) Esta clasificación se ha hecho sobre los planos topográficos de escala 1/50.000, para posteriormente deducirlos al de escala 1/250.000.
- (3) El plano de clasificación de pendientes de escala 1/250.000 recopilado de esta manera se ha incluido en el sistema de análisis de imágenes digitales como datos de polígono por medio del numerizador de polígono de este sistema (se describirá posteriormente).
- (4) Se indica el plano de clasificación de pendientes de escala 1/250.000 (material separado) por medio de la presentación visual de colores del sistema de análisis de imágenes digitales. Además, en la Foto-4, se indican las imágenes de colores de clasificación de pendientes.

La Tabla-5 indica las superficies según las pendientes.

Tabla-5 Superficies según las pendientes

| No. | Categoría (%) | Superficie (ha) | Proporción (%) |
|-------|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0 ~ 5 | 233.904 | 46,78 |
| 2 | 5 ~ 15 | 189.602 | 37,92 |
| 3 | 15 ~ 27 | 65.378 | 13,08 |
| 4 | 27 ~ 58 | 9.663 | 1,93 |
| 5 | 58 ~ | 1.432 | 0,29 |
| Total | | 499.979 (ha) | 100,00 (%) |

- (1) Las zonas con pendientes inferiores a 27% ocupan un casi 98% del área total en estudio, lo que indica que el área está constituida por tierras muy planas.
- (2) Las zonas con pendientes superiores a 58% se dispersan solamente en las tierras montañosas un poco onduladas en la parte norte del área.

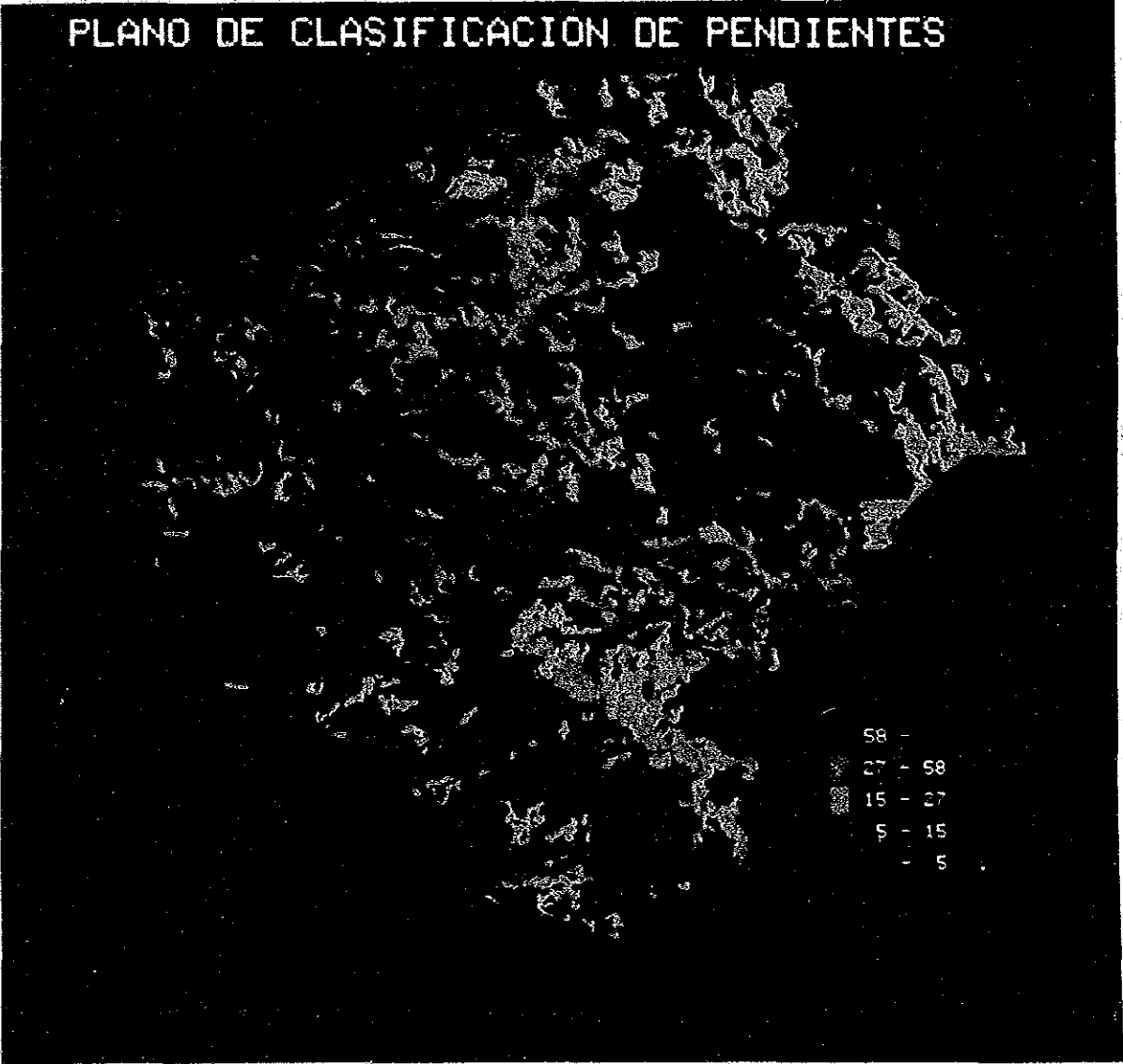


Foto-4 Imágenes de colores de clasificación de pendientes

2-5 Otros (Resultado del análisis de la zona Tembey)

Para la zona Tembey que está situada en la parte nordeste del área en estudio, se han hecho clasificaciones de usos de tierras, cotas y pendientes. A continuación, se dan las superficies y las proporciones según las categorías del estudio (Tabla-6). Además, en las fotos de 5 a 7, se indican los resultados de análisis.

Tabla-6

| Uso de tierras | | | |
|----------------|------------------|-----------------|----------------|
| No. | Categoría | Superficie (ha) | Proporción (%) |
| 1 | Bosque | 6.683 | 46,64 |
| 2 | Pradera | 2.392 | 16,69 |
| 3 | Chacra I | 811 | 5,66 |
| 4 | Chacra II | 260 | 1,82 |
| 5 | Tierra desnuda | 29 | 0,20 |
| 6 | Tierra pantanosa | 502 | 3,50 |
| 7 | Zona de aguas | 0 | 0,00 |
| 8 | Calles otros | 991 | 6,92 |
| 9 | Nube | 1.231 | 8,59 |
| 10 | Inclasificable | 1.429 | 9,96 |
| Total | | 14.328 (ha) | 100,00 (%) |

Cota

| No. | Categoría (m) | Superficie (ha) | Proporción (%) |
|-------|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 60 ~ 80 | 0 | 0,00 |
| 2 | 80 ~ 100 | 0 | 0,00 |
| 3 | 100 ~ 120 | 1 | 0,01 |
| 4 | 120 ~ 140 | 16 | 0,11 |
| 5 | 140 ~ 160 | 36 | 0,25 |
| 6 | 160 ~ 180 | 226 | 1,58 |
| 7 | 180 ~ 200 | 665 | 4,64 |
| 8 | 200 ~ 220 | 970 | 6,77 |
| 9 | 220 ~ 240 | 1.272 | 8,88 |
| 10 | 240 ~ 260 | 1.451 | 10,13 |
| 11 | 260 ~ 280 | 1.784 | 12,45 |
| 12 | 280 ~ 300 | 1.974 | 13,78 |
| 13 | 300 ~ 320 | 2.070 | 14,45 |
| 14 | 320 ~ 340 | 1.926 | 13,44 |
| 15 | 340 ~ 360 | 1.504 | 10,50 |
| 16 | 360 ~ 380 | 433 | 3,01 |
| 17 | 380 ~ 400 | 0 | 0,00 |
| Total | | 14.328 (ha) | 100,00 (%) |

Pendiente

| No. | Categoría (%) | Superficie (ha) | Proporción (%) |
|-------|---------------|-----------------|----------------|
| 1 | 0 ~ 5 | 5.911 | 41,26 |
| 2 | 5 ~ 15 | 5.706 | 39,82 |
| 3 | 15 ~ 27 | 2.711 | 18,92 |
| 4 | 27 ~ 58 | 0 | 0,00 |
| 5 | 58 ~ | 0 | 0,00 |
| Total | | 14.328 (ha) | 100,00 (%) |

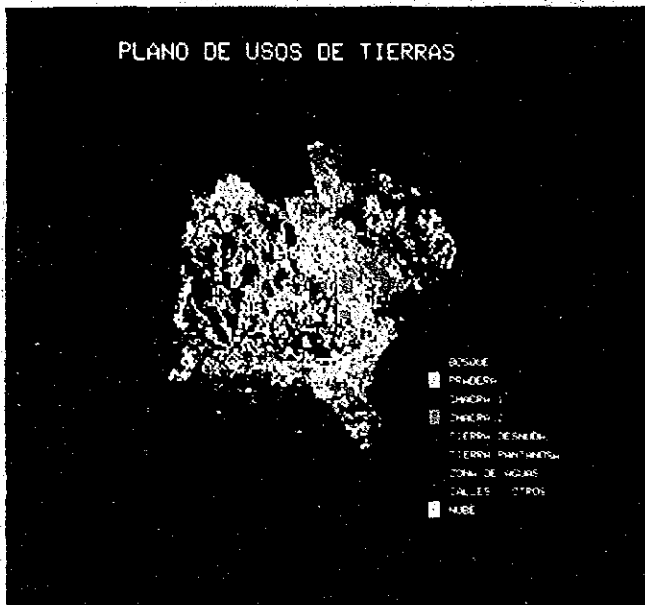


Foto-5 Imágenes de colores de clasificación de usos de tierras

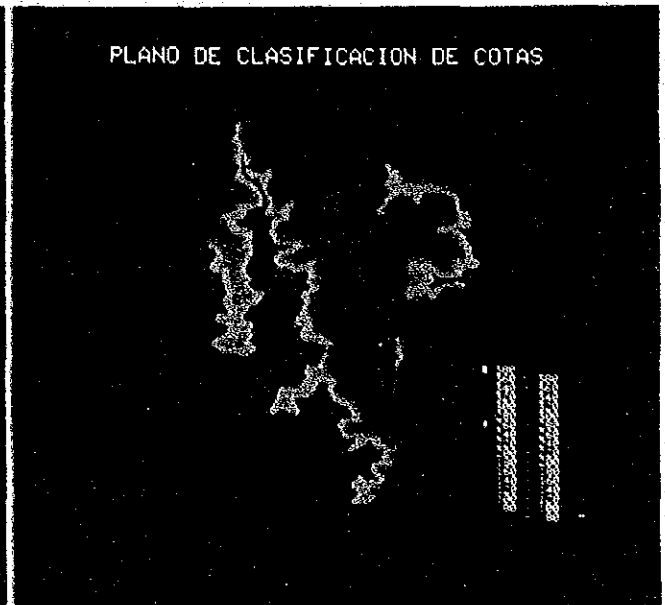


Foto-6 Imágenes de colores de clasificación de cotas



Foto-7 Imágenes de colores de clasificación de pendientes

Capítulo 3 Resumen

Por la realización de este estudio, se han obtenido las siguientes observaciones.

(1) Utilizando las CCT de LANDSAT, se ha preparado el plano de clasificación de usos de tierras de escala 1/250.000 a base del análisis de imágenes digitales, que indica que el área en estudio está compuesta de un casi 39% de bosques, un casi 40% de praderas y un casi 16% de tierras agrícolas. Se considera que, por corresponder los datos de LANDSAT a un solo período, hay un poco de error de distinción entre las praderas y las tierras agrícolas.

(2) Para preparar el plano de clasificación de cotas de escala 1/250.000, se ha hecho clasificación de cotas sobre los planos topográficos de escala 1/50.000, los que se han reducido y recopilado en un plano de escala 1/250.000. Después, este plano se ha procesado por el numerizador de polígono del sistema de análisis de imágenes digitales, para obtener las imágenes de colores.

La mayor parte del área en estudio está constituida por las lomadas de cotas comprendidas entre 100 m y 200 m. En la parte norte del área, se extienden tierras montañosas un poco onduladas de cotas superiores a 300 m. En las partes central y este se extienden lomadas, y en las partes oeste y sur, zonas de cotas comprendidas entre 60 m y 160 m.

(3) Para preparar el plano de clasificación de pendientes de escala 1/250.000, se ha usado el mismo método que para el plano de clasificación de pendientes, con el fin de obtener las imágenes de colores.

Las zonas con las pendientes inferiores a 27% ocupan un casi 98% del área en estudio, lo que indica que el área está constituida por las tierras muy planas, y solamente en la parte norte se dispersan tierras montañosas un poco onduladas.

(4) Además, para la zona Tembey (unas 14.000 hectáreas) que está situada en la parte nordeste del área en estudio, se han efectuado las clasificaciones de usos de tierras, cotas y pendientes.

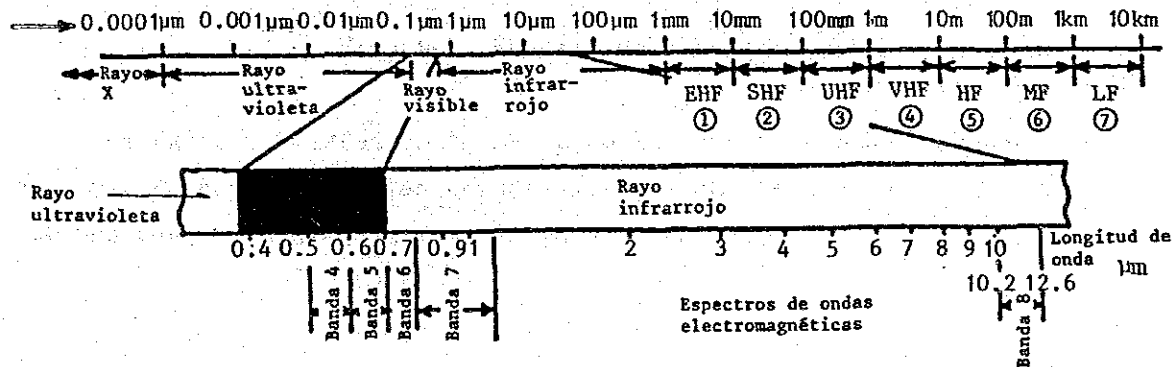
Materiales del final de volumen

1. Resumen de los datos de LANDSAT
2. Resumen del equipo de análisis de imágenes digitales

1. Resumen de los datos de LANDSAT

El primer satélite LANDSAT fue lanzado en el mes de julio de 1972 y, desde entonces, se han lanzado los satélites de hasta No. 5. Una toma de imagen del satélite LANDSAT corresponde a 185 km x 185 km, aproximadamente. Los satélites de No. 1 a No. 3 realizan las observaciones con un ciclo de 18 días, y los de No. 4 y No. 5 lo hacen con un ciclo de 16 días. El sensor común para estos satélites de No. 1 a No. 5 es un medidor emisor de barridas de espectros múltiples llamado MSS, y los datos de LANDSAT se refieren a este MSS. Actualmente, se usa también un sistema llamado TM (Thematic Mapper = Aparato trazador temático) para nuevos datos de alta capacidad de análisis.

El MSS realiza los registros dividiendo en 4 bandas los límites de rayos visibles hasta cerca del infrarrojo (Figura-A). El lente de barrida realiza las barridas perpendicularmente con la dirección de avance del satélite, como se indica en la Figura-B, y registra las energías de reflexión y emisión procedentes de la superficie de la tierra.



- | | |
|---------------------|--------------|
| ① Onda milimétrica | ⑤ Onda corta |
| ② Onda centimétrica | ⑥ Onda media |
| ③ Onda decimétrica | ⑦ Onda larga |
| ④ Onda ultracorta | |

Figura-A Denominación de ondas electromagnéticas y las bandas de LANDSAT MSS

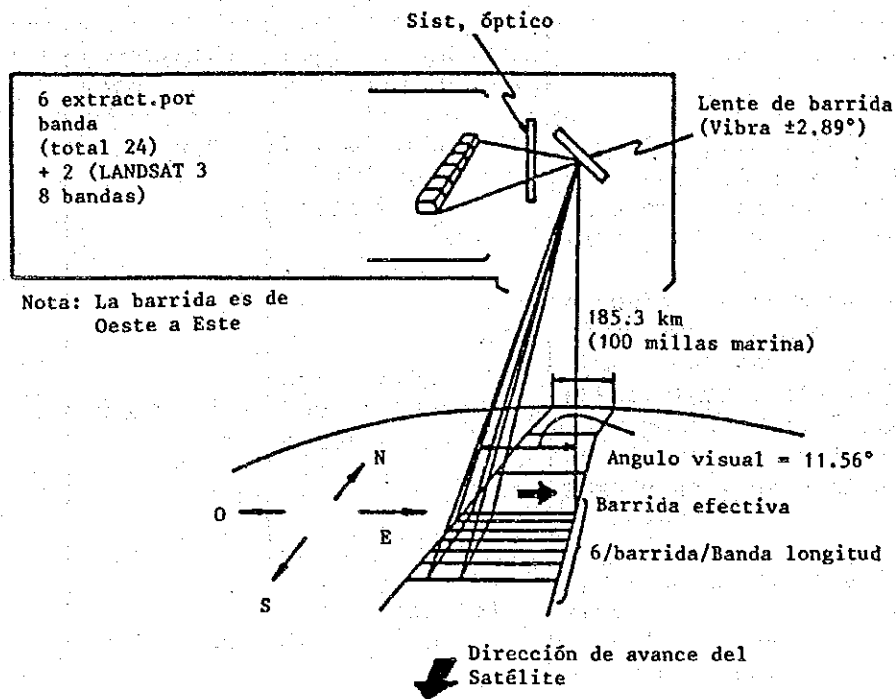


Figura-B Esquema de recepción MSS

Los datos MSS están conformados de las cuatro bandas que son la 4, 5, 6 y 7, y cada banda tiene las características que se indican en la Tabla-A, con una capacidad de análisis máxima de $80 \text{ m} \times 80 \text{ m}$.

Tabla-A Características de cada banda

| No. de banda | Longitud de onda (m) | Amplitud de onda electromagnética | Esfera de usos |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------|--|
| Banda 4 | 0,5 ~ 0,6 | Luz visible (amplitud de color verde) | Efectiva para estudios de características de calidad de agua como contaminación de ríos y de zonas de aguas, etc. |
| Banda 5 | 0,6 ~ 0,7 | Luz visible (amplitud de color rojo) | Apropiada para estudios de características de calidad de agua, distinción de objetos artificiales, ciudades, medios de comunicación, formas de usos de tierras, distribución de vegetales y determinación de especies. |
| Banda 6 | 0,7 ~ 0,8 | Luz cercana al infrarrojo | Apropiada para estudios de grados de actividad de vegetales y de formas de corrientes de agua de riego. |
| Banda 7 | 0,8 ~ 1,1 | " | Buena para la distinción entre la tierra y el agua, pudiendo aclarar los lagos, pantanos, cauces con las costas. |

Los datos MSS se suministran a los usuarios en las siguientes formas.

(1) Fotografías en blanco y negro

- ① Películas 70 mm negativos y positivos (1:3.369.000) de bandas 4, 5, 6 y 7
- 240 mm negativos y positivos (1:1.000.000) de bandas 4, 5, 6 y 7
- ② Copiados 240 mm positivos (1:1.000.000)

(2) Fotografías en colores (solamente positivos)

- ① Sintetizados en falsos colores
- 240 mm placas (1:1.000.000) banda 4, 5, 6 o 7
- 240 mm copiados (1:1.000.000) banda 4, 5, 6 o 7
- ② Sintetizados en colores naturales
- 240 mm placas (1:1.000.000) banda 4, 5, 6 o 7

(3) CCT (cintas compatibles con computadoras)

Normas: 0,5 pulgada de ancho, 9 pistas, 1600 BPI (2 rollos por tomar)

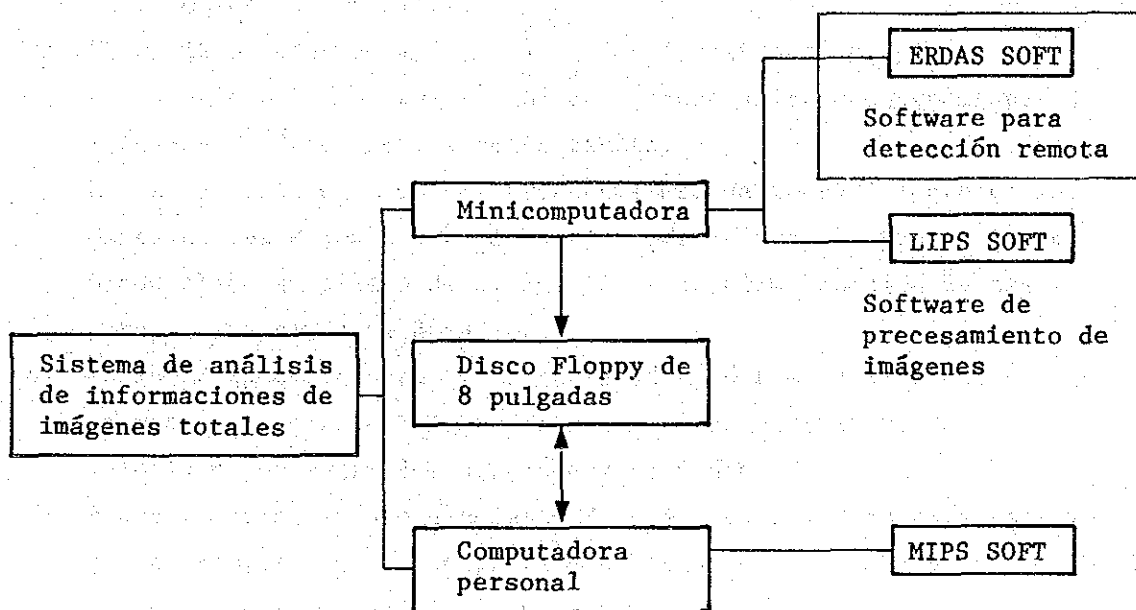
Formato: BSQ (Band Sequential)

BIL (Band Interlieved by line)

En este estudio, obtuvimos los datos MSS de EROS DATA CENTER de los Estados Unidos, y confeccionamos las imágenes de clasificación de usos de tierras de escala 1/250.000, usando el equipo de análisis de imágenes digitales.

2. Resumen del equipo de análisis de imágenes digitales

El equipo de análisis de imágenes digitales usado en este estudio se llama ERDAS (Earth Resources Data Analysis System = Sistema de análisis de datos de recursos de la tierra) y está constituido de la siguiente manera.



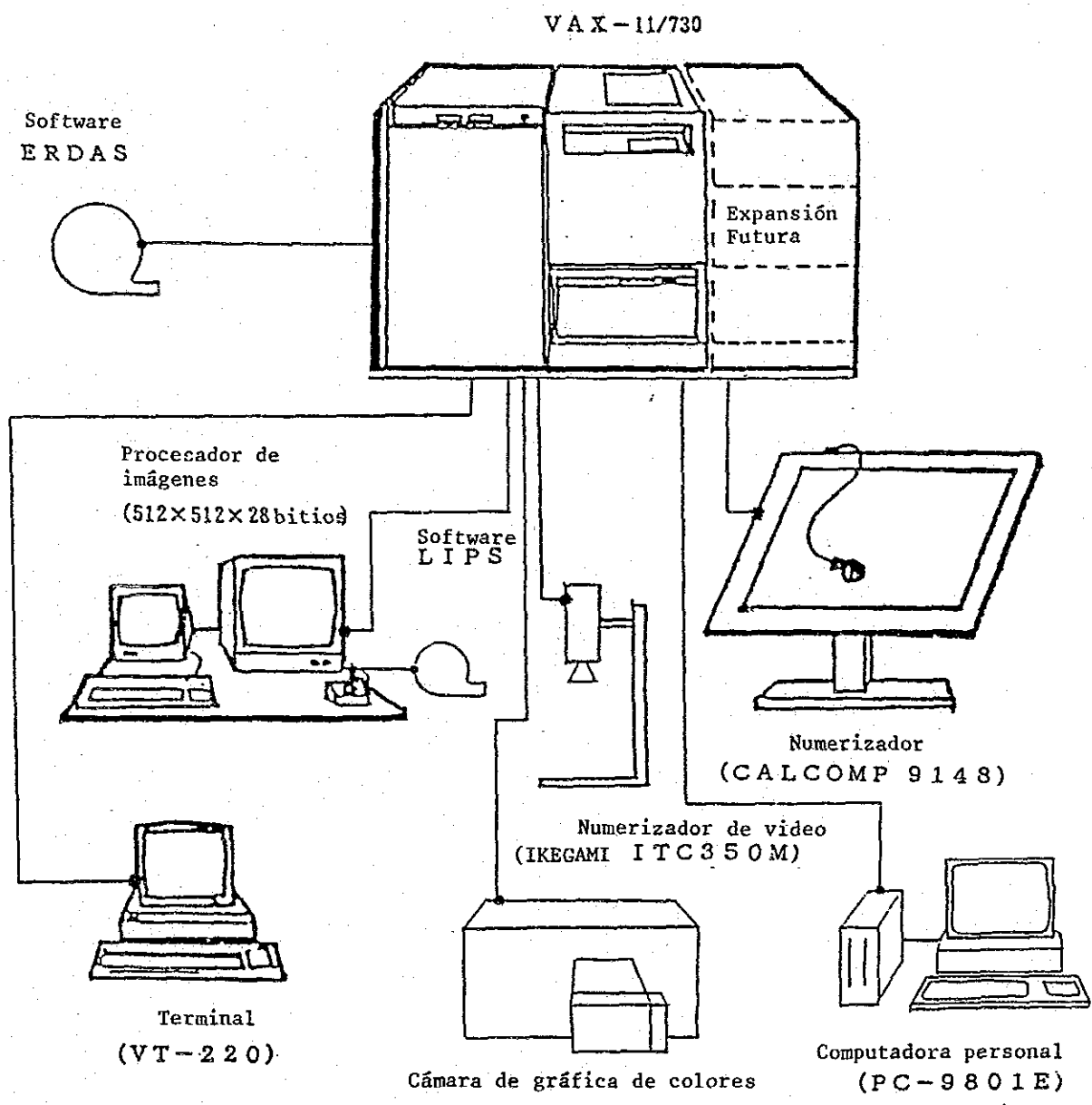
- (1) Sistema real de análisis de imágenes que consiste principalmente en la minicomputadora
Procesamiento de imágenes de alta velocidad por medio del procesador de imágenes
Entrada de informaciones geográficas (cambio de polígono - cuadrícula)
Entrada de informaciones fotográficas (numerizador de video)
Procesamiento de recubrimiento de informaciones geográficas (salida de plano de evaluación)
- (2) Sistema de análisis de imágenes de bajo costo por medio de la computadora personal
Procesamiento de varios tipos de informaciones de imágenes (LANDSAT, NOAA, MSS de aviones, fotografías)

Las características principales del sistema de procesamiento de imágenes ERDAS son las siguientes.

- (1) EL ERDAS es un sistema de procesamiento de imágenes de tipo recíproco y, por lo tanto, permite realizar diversos procesamientos y análisis, confirmando las imágenes.
- (2) EL ERDAS es un sistema que tiene las facultades apropiadas para estudios prácticos, además del mero procesamiento convencional de imágenes de datos de detección remota.
- (3) EL ERDAS puede efectuar el procesamiento de recubrimiento de los datos de detección remota sobre los geográficos y, por lo tanto, puede elaborar planos de evaluación y de clasificación necesarios para varios tipos de estudios.
- (4) EL ERDAS puede procesar gran cantidad de datos de imágenes en poco tiempos. En particular, puede hacer un procesamiento de alta velocidad por medio del procesador de imágenes.
- (5) Puede realizar un procesamiento de bajo costo mediante la conexión con el sistema de detección remota basado en la computadora personal a través de la unidad de disco Floppy.
- (6) Puede introducir las fotografías aéreas de colores y de colores infrarrojos, y hacer su procesamiento de imágenes por medio del numerizador de video.
- (7) Tiene montado el procesador de imágenes de propósitos múltiples y, por lo tanto, está dotado de la facultad de gráfica de la tercera dimensión, además del análisis de detección remota.

La constitución básica del sistema de procesamiento de imágenes ERDAS es tal como se indica en la siguiente figura.

- (1) Computadora maestro
 - 1) Unidad de procesamiento central ... VAX-11/730 4MB
 - 2) Unidad impulsora de cintas 9 pistas 1, 600 BPI
 - 3) Unidad impulsora de discos 456MB
 - 4) Terminal
- (2) Procesador de imágenes (tiene las facultades de procesamiento y salida de imágenes)
 - 1) GOULD IP-8500 (procesador de ordenación de imágenes de ultraalta velocidad)
 - 2) Monitor de colores RGB de alta resolución
 - 3) Palanca de mando de tipo recíproco
 - 4) LISP (Biblioteca de software de procesamiento de imágenes)
(Usando este LISP en el IP-8500, se puede realizar varios tipos de procesamientos de imágenes.)
- (3) Numerizador de video (tiene la función de meter fotografías de colores y de colores infrarrojos en el monitor de colores.)
IKEGAMI ITC-350M (Cámara de colores de alta calidad de imágenes de tipo de tres tubos)
- (4) Numerizador de polígono (equipo de lectura de coordenadas para introducir informaciones geográficas, etc.)
CALCOMP Modelo 9148 (tamaño A0 121,9 cm x 91,4 cm)
- (5) Cámara de gráfica de colores (tiene la función de meter los resultados de procesamiento de imágenes sobre el monitor de colores, etc., en los films.)
 - 1) NISSHO MODEL 3000
 - 2) Polaroid SX-70 Unit
 - 3) 8" x 10" Unit
- (6) Unidad de disco Floppy
- (7) Software ERDAS
 - 1) Software de aplicación
 - 2) Numerización de polígono
 - 3) Numerización de video



Constitución básica del sistema de procesamiento de imágenes ERDAS

JICA