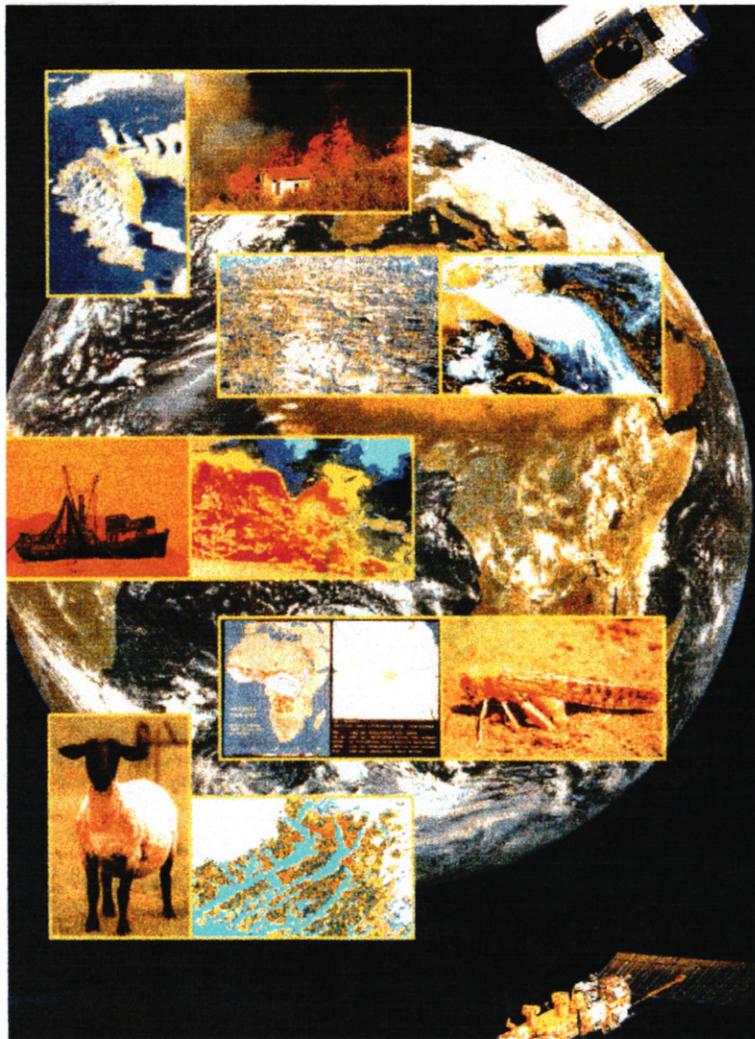


SNMH  
551.508.826



## TELEDETECCION DE LOS EVENTOS METEOROLOGICOS

### APLICACIONES DE LA INFORMACION A TRAVES DE LOS SATELITES

Preparado por: Amelia Díaz Pabló  
Felix Cubas Saucedo

SNMH  
551.508.826

+

DE METEOLOGIA SINOPTICA

## FOTOINTERPRETACION

Es el acto de examinar las imágenes fotográficas con el propósito de identificar objetos y estimar su significado sin físicamente tocarlos. El proceso, sin embargo no está restringido a realizar decisiones concernientes a objetos que aparecen en las fotografías, sino que incluye la determinación de sus relativas localizaciones y su extensión, lo cual requiere de la aplicación de algunas elementales medidas fotogramétricas y técnicas de mapeo.

La fotointerpretación ha sido aplicado satisfactoriamente en muchos campos incluyendo la agricultura, arqueología, ingeniería, ecología, forestal, geología, meteorología, inteligencia militar, oceanografía, planeamiento urbano, etc.

## SENSORAMIENTO REMOTO

El sensoramiento remoto definido ampliamente como una metodología empleada para estudiar las características de los objetos desde una distancia.

La fotointerpretación es considerado una forma de sensoramiento remoto, sin embargo está limitado al estudio de imágenes archivadas en emulsiones fotográficas. Aquellos materiales son sensibles sólo a la energía en o cerca de la porción visible del espectro electromagnético.

Muchos de los sensores guardan electrónicamente datos en la imágenes haciendo que aquellos datos puedan entrar sujetos a los procesos computarizados.

La habilidad de aquellos sistemas para "ver" o sentir la energía fuera de la porción visible del espectro y proporcionar datos en las imágenes en forma digital ha incrementado grandemente la información de la tierra proporcionado por el sensoramiento remoto.

## RADIACION ELECTROMAGNETICA

El sol y varias fuentes artificiales irradian energía electromagnética sobre un rango de longitud de ondas.

La luz es un particular tipo de radiación electromagnética que puede ser vista por el ojo humano. Toda la radiación electromagnética sea visible o invisible se propaga en forma de ondas sinusoidales viajando a la velocidad de la luz.

La energía electromagnética no interactúa consigo misma, sin embargo ésta puede ser percibida solamente a través de su interacción con la materia.

Ejemplo : Cuando uno ve los rayos de luz en un cuarto oscuro, el fenómeno percibido es una manifestación de la interacción de la luz con el polvo y otros tipos de materia en el aire.

Cuando la energía electromagnética choca con un objeto de la superficie de la tierra, éste puede interactuar de tres formas , dependiendo de la naturaleza física del objeto y éstas son reflejarse, transmitirse o absorberse, (la absorción es después remitida desde el objeto) la cual depende de la naturaleza física del objeto.

Con esto, las interacciones de diferentes energías son generalmente asociadas con diferentes tipos de objetos.

## EFFECTOS ATMOSFERICOS

Desde que la atmósfera contiene una variedad de partículas suspendidas, éstas ofrecen capacidad para interactuar con la energía. En la figura 1 se nota una baja porcentaje de transmisión en el rango de  $0.3 \mu\text{m}$  (ultravioleta) y corta. Esto muestra que la atmósfera bloquea el pasaje de esta energía de onda corta.

El efecto de bloqueo de la atmósfera es el resultado de muchas interacciones complejas. Aquellas interacciones consisten en la difusión y absorción de la energía electromagnética por partículas que (recorren) en tamaño y tipo de las moléculas de gas, aerosoles, vapor de agua hasta gotitas de agua.

El efecto de aquellas interacciones depende de la aplicación del tipo de sensor y de la cantidad de atmósfera a través de la cual pasa la energía.

## SENSORAMIENTO REMOTO DESDE EL ESPACIO

El uso de satélites como sensores ha hecho posible la adquisición de datos de alta resolución de la superficie de la tierra.

### 1.1 Satélites Meteorológicos

Hay dos clases de satélites :

#### A) Satélites Geoestacionarios :

Están sobre la línea ecuatorial con una velocidad a 36,000 km girando a velocidad constante por lo cual permanecen sobre el mismo punto de la superficie de la tierra.

Actualmente, alrededor del mundo operan 5 satélites, 2 administrados por USA, 1 por la Comunidad Económica Europea, 1 por la India y por el Japón.

El instrumento utilizado para la recepción de imágenes, es el GVAR el cual opera en las siguientes bandas del espectro electromagnético:

Canal 1 :	0.52 - 0.75 $\mu\text{m}$	1 km resolución
Canal 2 :	3.75 - 4.03 $\mu\text{m}$	4 km resolución
Canal 3 :	6.47 - 7.02 $\mu\text{m}$	8 km resolución
Canal 4 :	10.2 - 11.2 $\mu\text{m}$	4 km resolución
Canal 5 :	11.5 - 12.5 $\mu\text{m}$	4 km resolución

Se entiende por resolución espacial a la unidad más pequeña que el sensor puede distinguir, mientras la resolución espectral se refiere a las diversas bandas que el satélite opera.

#### B) Satélites Polares

Están ubicados a 850 km, sobre la superficie de la tierra, girando sobre los polos y observando el mismo lugar 2 veces en 24 horas.

La NOAA opera la mayor parte de los sistemas de observación que forma parte de la OMM.

Los satélites de órbita polar actualmente son llamados NOAA, los cuales llevan instrumentos para imágenes y sondeos.

Las bondades de estos satélites se manifiestan en:

- Imágenes: se observa en el patrón horizontal de la emisión de radiación recibida por el satélite desde la superficie terrestre y la nubosidad en seleccionadas longitudes de ondas para las cuales la atmósfera es transparente.

El instrumento utilizado para este propósito es el Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR).

- Sondajes: son medidas de la estructura vertical de la temperatura atmosférica y otras propiedades de localidades específicas del mundo. Aquellas son derivadas desde las emisiones de radiación en seleccionadas longitudes de onda en las cuales la atmósfera absorbe y emite, fuerte radiación. El instrumento es llamado TOVS (Tiros Operational Vertical Sounder).

El AVHRR del satélite tiene los siguientes canales :

- Canal 1 : 0.66  $\mu\text{m}$
- Canal 2 : 0.85  $\mu\text{m}$
- Canal 3 : 3.74  $\mu\text{m}$  (en la noche)
- Canal 3a : 1.68  $\mu\text{m}$  (en el día)
- Canal 4 : 10.8  $\mu\text{m}$
- Canal 5 : 12.0  $\mu\text{m}$

Los datos del AVHRR pueden ser adquiridos de las siguientes maneras :

- a) Por recepción directa con datos digitales de alta resolución en una estación de tierra, entonces se llama HRPT (High Resolution Picture Transmission), tal como lo tenemos.
- b) Por recepción directa de imágenes procesadas de los datos originales llamado entonces (datos análogos) con resolución de 4 km. Esta forma recibe el nombre "Automatic Picture Transmission" (APT), tal como lo tenemos.
- c) En una recepción en tiempo no real de los datos de corriente globales los cuales son emitidos de golpe por el satélite en cada órbita a dos centros de datos, una de Virginia y otra en Alaska.

En adelante mostraremos algunas principales aplicaciones que pueden ser inferidas del tratamiento de imágenes y que potencialmente se puede realizar en la Dirección :

#### 1. IDENTIFICACION DE NUBES PRODUCTORAS DE LLUVIA

Con esta técnica es posible mapear los lugares donde está precipitando y esta información es de utilidad práctica para el agrometeorólogo e hidrólogo.

La medición de lluvias a través de satélites usando imágenes es una forma indirecta de estimarla, ya que sólo se obtiene la radiación del tope de las nubes y esto es relacionado con la precipitación que ocurre. Ver ejemplo de la Fig. 2

#### 2. DETECCION DE AREAS DE PESCA USANDO TEMPERATURAS SUPERFICIALES DE AGUA DE MAR

Debido a que los diferentes tipos de peces tienen hábitats distintos, detectando las temperaturas superficiales de agua de mar y los afloramientos, se podría determinar zonas de pesca y de este modo nos permitiría hacer servicio a la pesca artesanal e industrial.

Habría que aclarar que esta técnica es posible solamente cuando el cielo está con escasa nubosidad.

### 3. ESTIMACION DE LA TEMPERATURA EN EL TOPE DE LAS NUBES

Las imágenes satelitales ofrece la posibilidad de obtener la temperatura de los topes de las nubes sobre grandes áreas con una relativa precisión y con esta información es posible clasificar o determinar de que tipo de nubes se trata.

Esta información es útil para el predictor como para el agrometeorólogo e hidrólogo, ya que le permite inferir en que localidad(es) está lloviendo.

Por medio de la radiación termal infrarroja emitida por las nubes, es posible obtener la temperatura del tope de las nubes. Las comparaciones de los resultados obtenidos por las imágenes y las obtenidas a través de radiosondas indican un alto grado de exactitud , de 1°C para nubes bajas y 3°C para nubes altas. Ver ejemplo en la Fig.3

### 4. VIENTOS DERIVADOS DEL MOVIMIENTO DE LAS NUBES

De imágenes sucesivas se puede inferir la dirección y velocidad del viento, las cuales pueden indicarle al predictor si está ocurriendo circulaciones atmosféricas de buen tiempo o de mal tiempo.

En una animación de imágenes, los vectores de viento asociados con nubosidad estacionaria cerca de las montañas deben ser dejadas de lado. Fig. 4

### 5. DETECCION DE NIEVE SOBRE TIERRA

La nieve son eventos meteorológicos que ocurren entre los meses de mayo a setiembre en las partes altas de los valles, las cuales causan muchas veces problemas al transporte terrestre en la sierra central y sur principalmente; cuando la ocurrencia de este meteoro es frecuente y en

cantidades significativas, contribuyen al mantenimiento o incremento de los caudales de los ríos en el período de estiaje.

Distinguir la nieve de la nubosidad es difícil, pero hay una banda espectral en donde la nieve y la nubosidad dan respuestas diferentes. Esta propiedad puede ser usada para detectar la nieve en las imágenes provenientes del AVHRR. El canal adecuado es el de 3,7  $\mu\text{m}$ , ya que la nieve no refleja el inicio del sol y la nubosidad sí lo hace. Ver Fig. 5

## 6. COBERTURA VEGETAL

La presencia de vegetación en diferentes estados de desarrollo puede ser detectado y de este modo se puede hacer estimados de producción ; por ahora estas técnicas es realizado en valles amplios y con topografía uniforme como los de la costa norte, valle del Mantaro y valles de la selva.

La presencia de vegetación en los diferentes estados de desarrollo pueden influenciar en el balance de la energía y el agua sobre superficies continentales, por lo que se necesita una mejor descripción de la cobertura vegetal para adecuar más exactamente la parametrización de los modelos numéricos. Ver Fig. 6

## 7. OBSERVACION DE NIEBLAS

Las nieblas causan problemas en todas las formas de transporte terrestre, aéreo, marino, así como a la agricultura. En nuestro territorio, la niebla, generalmente ocurre entre los meses de junio a setiembre a lo largo de toda nuestra costa y océano adyacente ; en los meses de verano en la sierra y selva.

Con esta tecnología se monitorearía e identificaría áreas con buen potencial de explotación de este recurso hídrico.

Técnicas automáticas y confiables para diferenciarlos de las nubes ya hay en el mundo.

También es posible determinar el espesor óptico de la niebla la cual está estrechamente ligada al contenido de agua de la niebla.

## 8. ESTIMACION DE OCURRENCIA DE PRECIPITACIONES

En la sierra y selva de nuestro territorio existen amplias áreas en las cuales no se tiene información meteorológica, aplicando la tecnología y el conocimiento que existe hoy, es posible hacer pronósticos de lluvias con una alta probabilidad en localidades específicas y a muy corto plazo.

Los satélites miden la radiación solar reflejada y la radiación emitida por las nubes. Los diferentes tipos de nubosidad reflejan y emiten también en forma variada, dependiendo del contenido de hielo/agua y de su altura. Ver Fig. 7

## 9. MONITOREO DE INCENDIOS FORESTALES

Cuando se tiene cielo despejado es posible monitorear los incendios forestales, asimismo es posible estimar las áreas incendiadas. Esta aplicación es posible llevarla a cabo en la región de la selva en los meses de invierno cuando los bosques son talados luego quemados con fines agrícolas; de este modo podría también monitorearse las áreas deforestadas. Ver Fig. 8

El canal 3 que corresponde a 3,7  $\mu\text{m}$  es particularmente sensible a identificar altas temperaturas y puede detectar zonas de incendio, el canal 4 de 11  $\mu\text{m}$  confirma la información del Canal 3 e identifica varios niveles de nubosidad.

## 10. INUNDACIONES

En los meses de lluvias (diciembre a marzo) y en los años Niños podría evaluarse la extensión del desastre con la técnica de la percepción remota.

## 11. RADIACION SOLAR EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

La radiación solar que alcanza a la superficie de la tierra puede ser determinado por los sensores que poseen los satélites artificiales.

Actualmente los satélites pueden proveer datos de un área en conjunto y muestra las diferencias horizontales que ocurren sobre pequeñas distancias. Ver Fig. 9

Datos detallados sobre la variación horizontal y temporal de la radiación global son necesitados para las aplicaciones en energía solar, agricultura, hidrología, climatología y pronóstico numérico del tiempo.

### EQUIPAMIENTO ACTUAL DE LA DGM

La Dirección cuenta con dos equipos de alta resolución, un HRPT (NOAA) y un GVAR (Goes)

HRPT : El equipo adquirido desde que fue instalado en marzo 1997 sólo se puede visualizar las imágenes del momento, debido a la carencia de un hardware y software apropiados.

Para su explotación máxima se recomienda:

a) Adquirir los componentes :

- 1 PC Pentium de 2Gbytes de disco duro para trabajar en red.
- Adquirir un software de conversión de datos del formato de máquina a uno standar de reconocimiento de cualquier software de mercado.
- Adquirir un software de procesamiento de imágenes NOAA.

b) Contar con un ingeniero electrónico, para administrar y mantener los equipos receptores de imágenes de satélite.

GVAR : este equipo fue instalado en enero de 1998 y tampoco cuenta con un software de procesamiento de imágenes.



Se recomienda para la grabación y almacenaje de las imágenes la compra de:

- a) Un periférico CD-ROM de entrada/salida de datos.
- b) Compra mensual 60 CDs (discos compactos grabables).

#### BIBLIOGRAFIA

1. WOLF R. Paul "Elements of Photogrammetry" pags. 531 - 557 Second Edition, 1986.
2. AGENCIA ESPACIAL EUROPEA " Directory of Meteorological Satellite Applications" EUMETSAT, Marzo 1994.
3. Revista del Servicio Meteorológico Argentino " Satélites Meteorológicos".

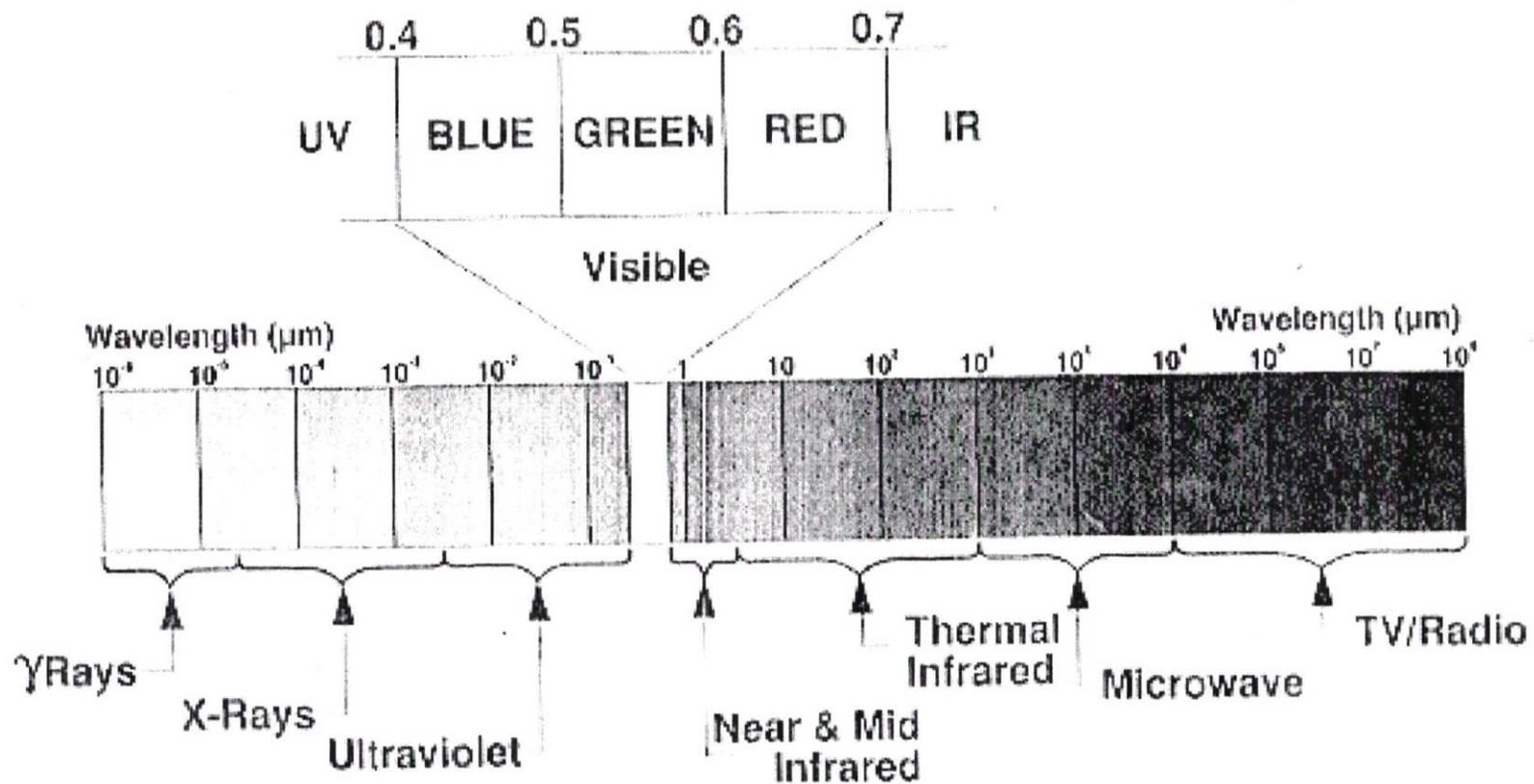


FIG. 1: EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

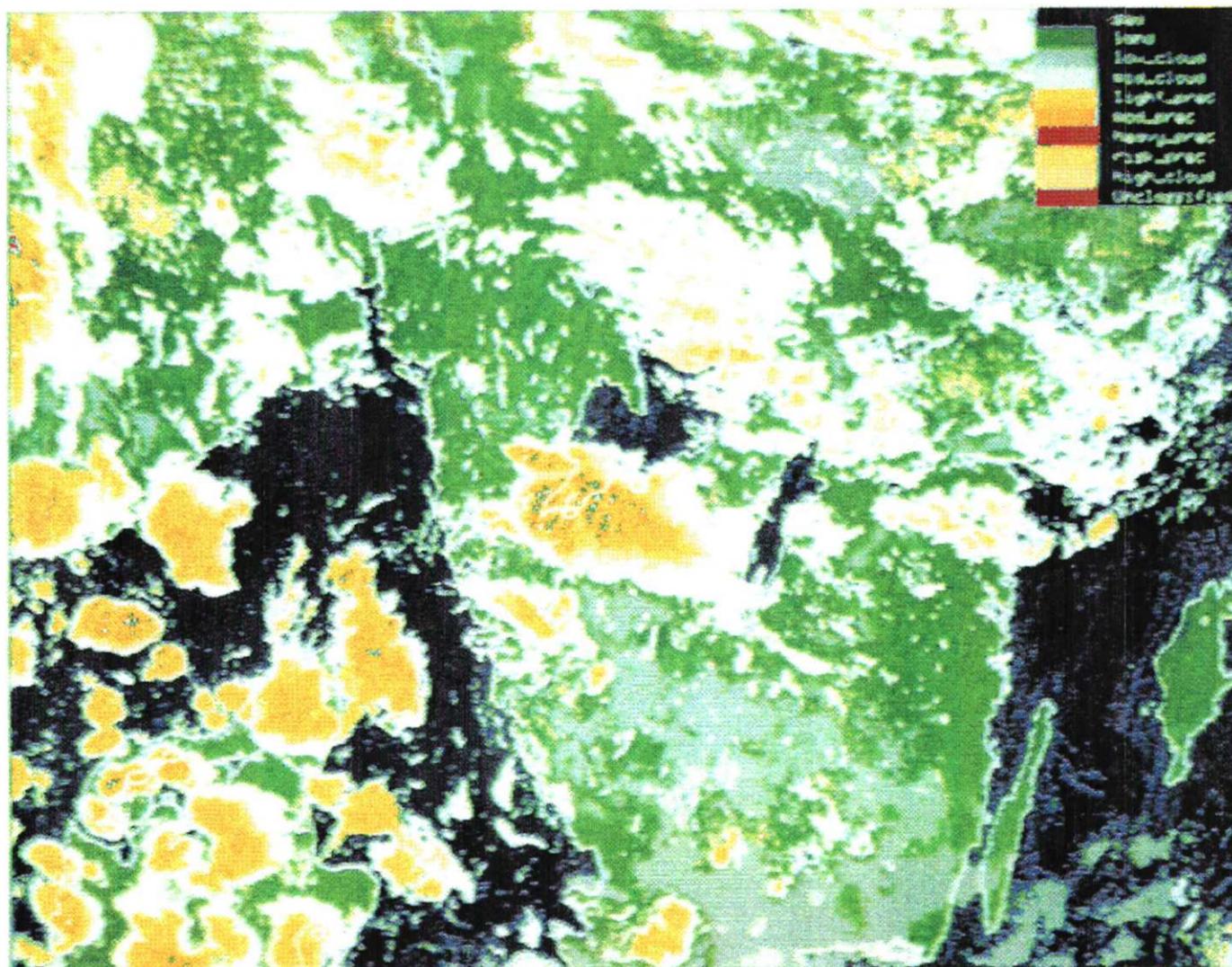


FIG. 2 : IDENTIFICACION DE NUBES LLUVIOSAS

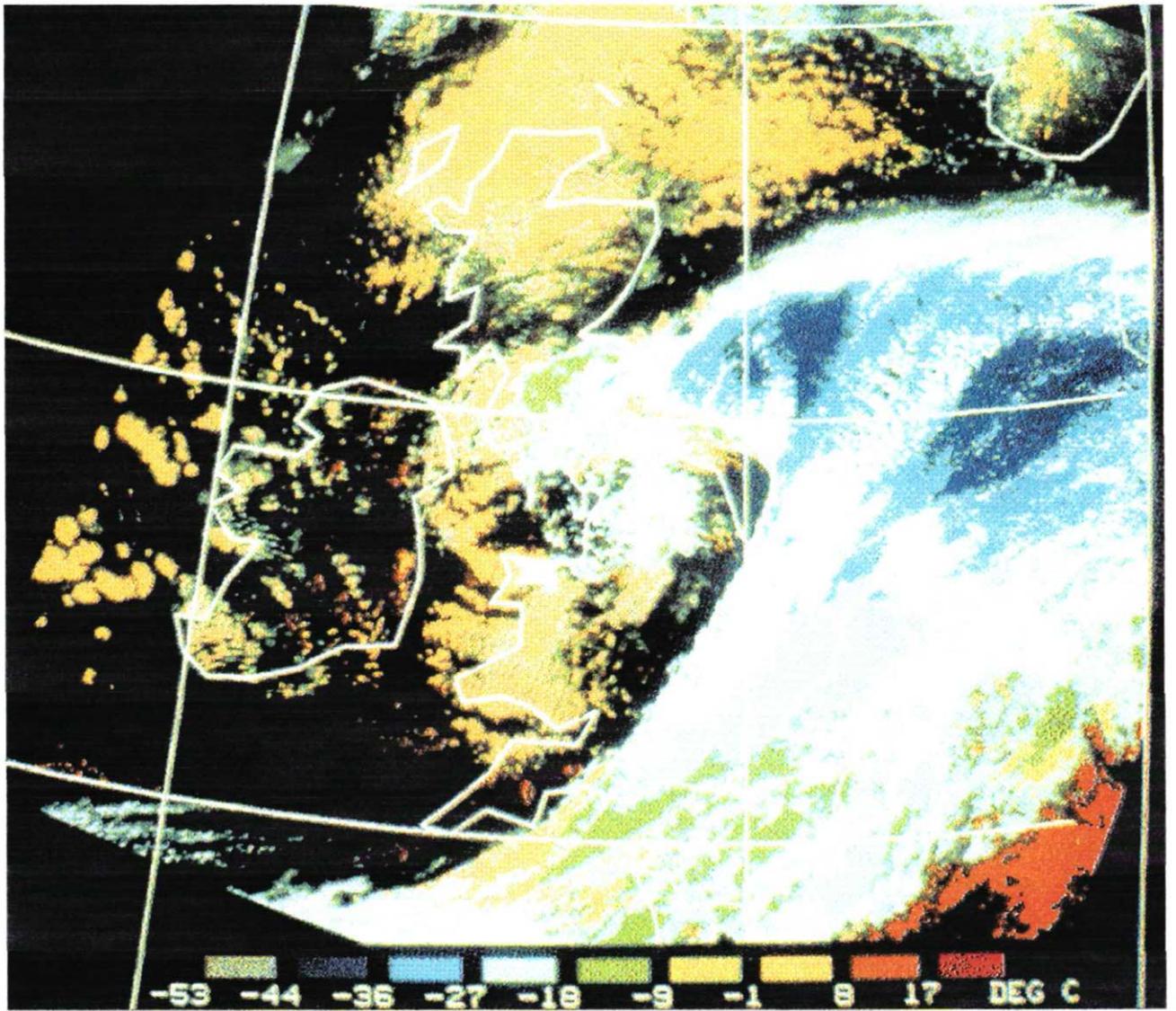


FIG. 3 : ESTIMACION DE TEMPERATURAS

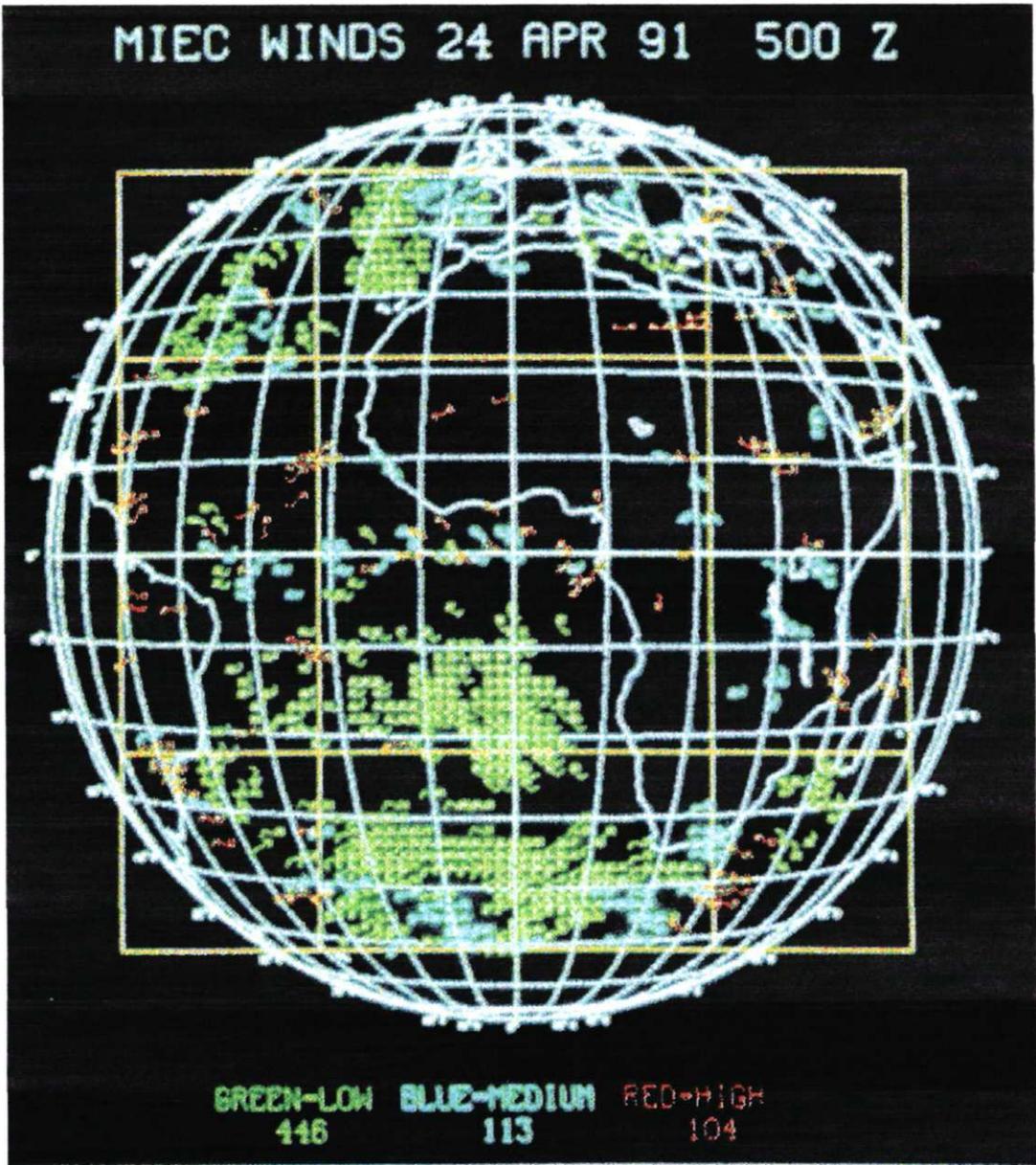


FIG. 4: DETECCION DE VIENTOS



Snow cover in Norway  
© 1997, G. S. S. S.

**FIG. 5 : DETECCION DE NIEVE**

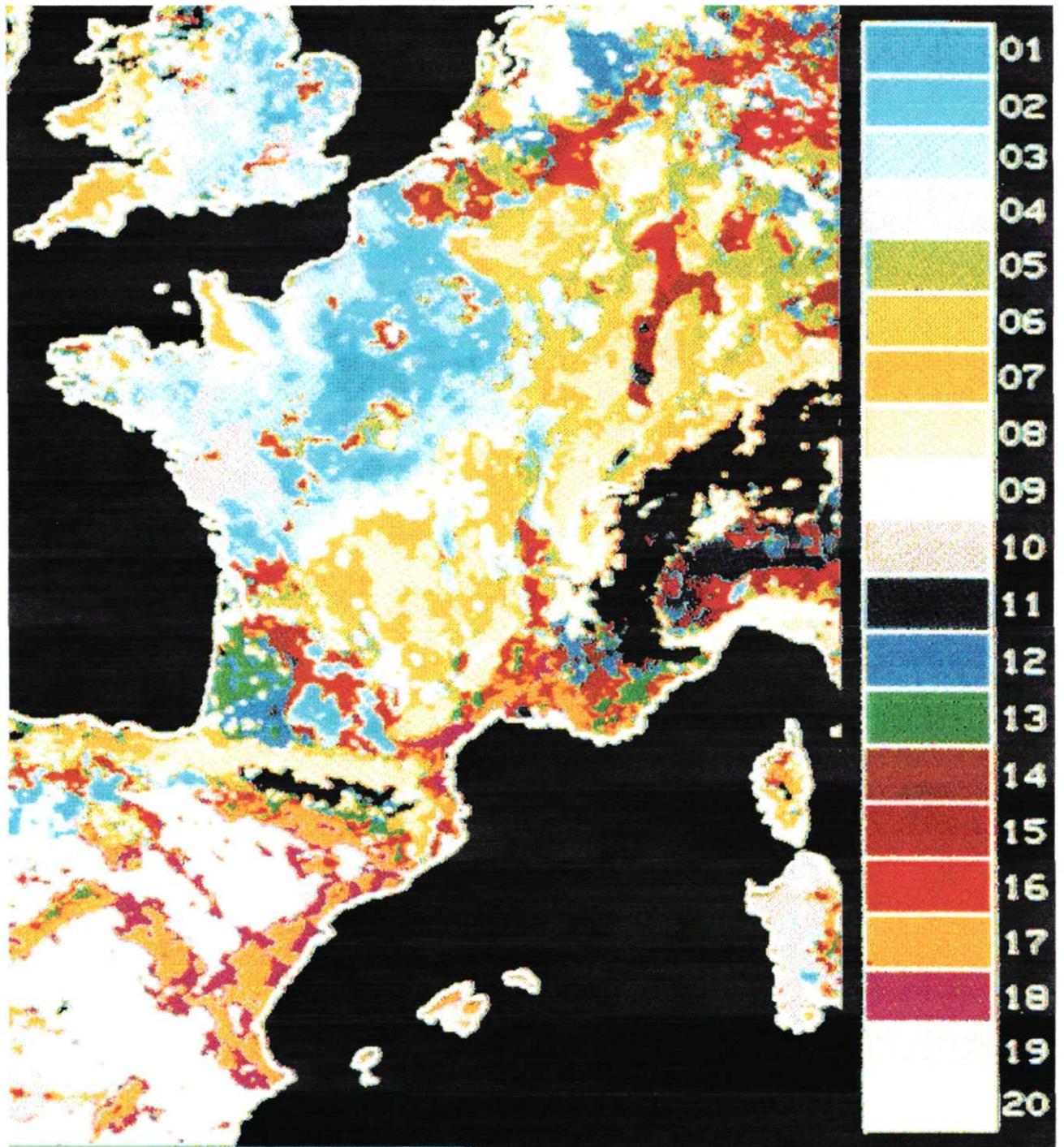


FIG. 6 : MAPEO DE COBERTURA VEGETAL

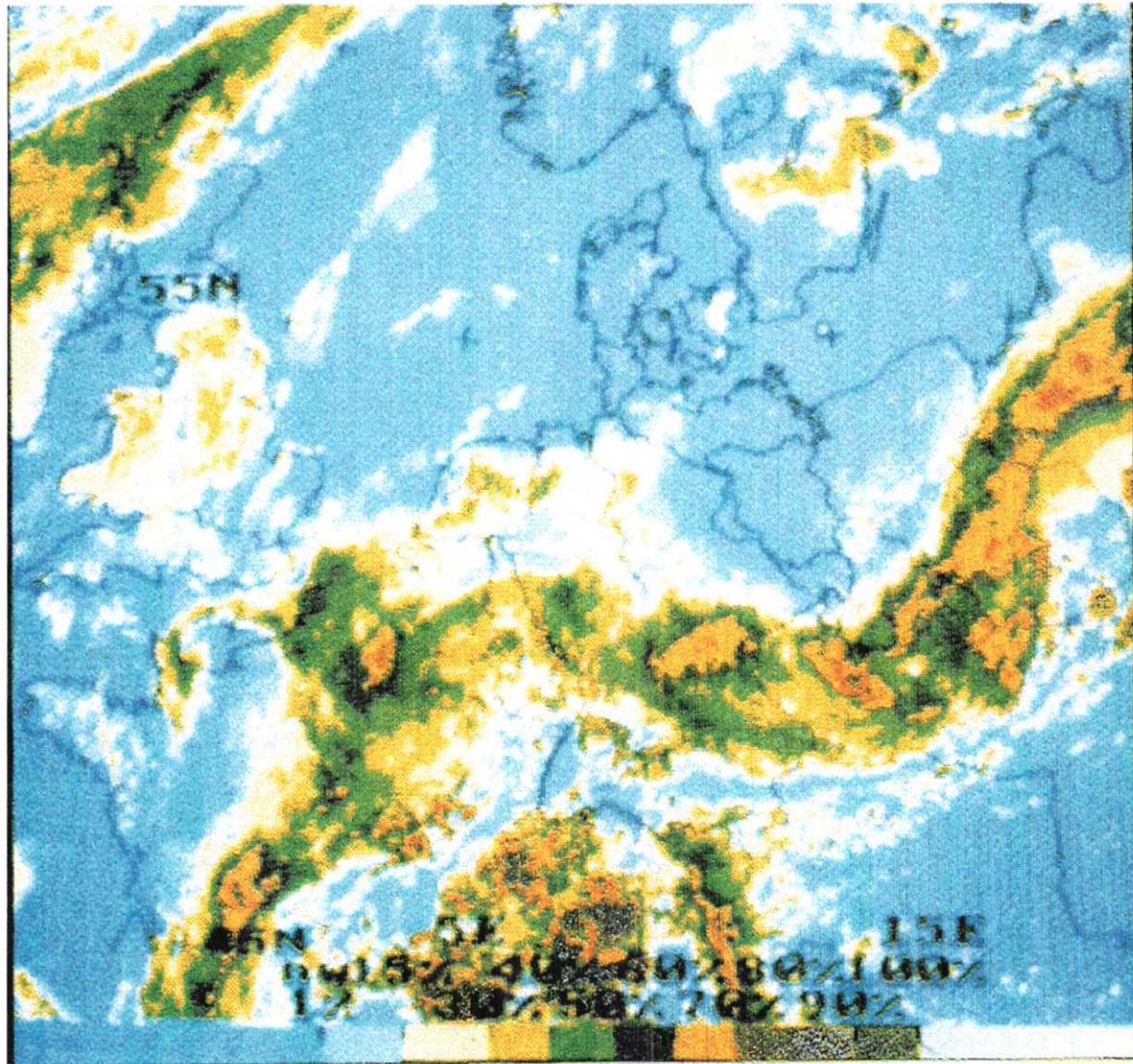
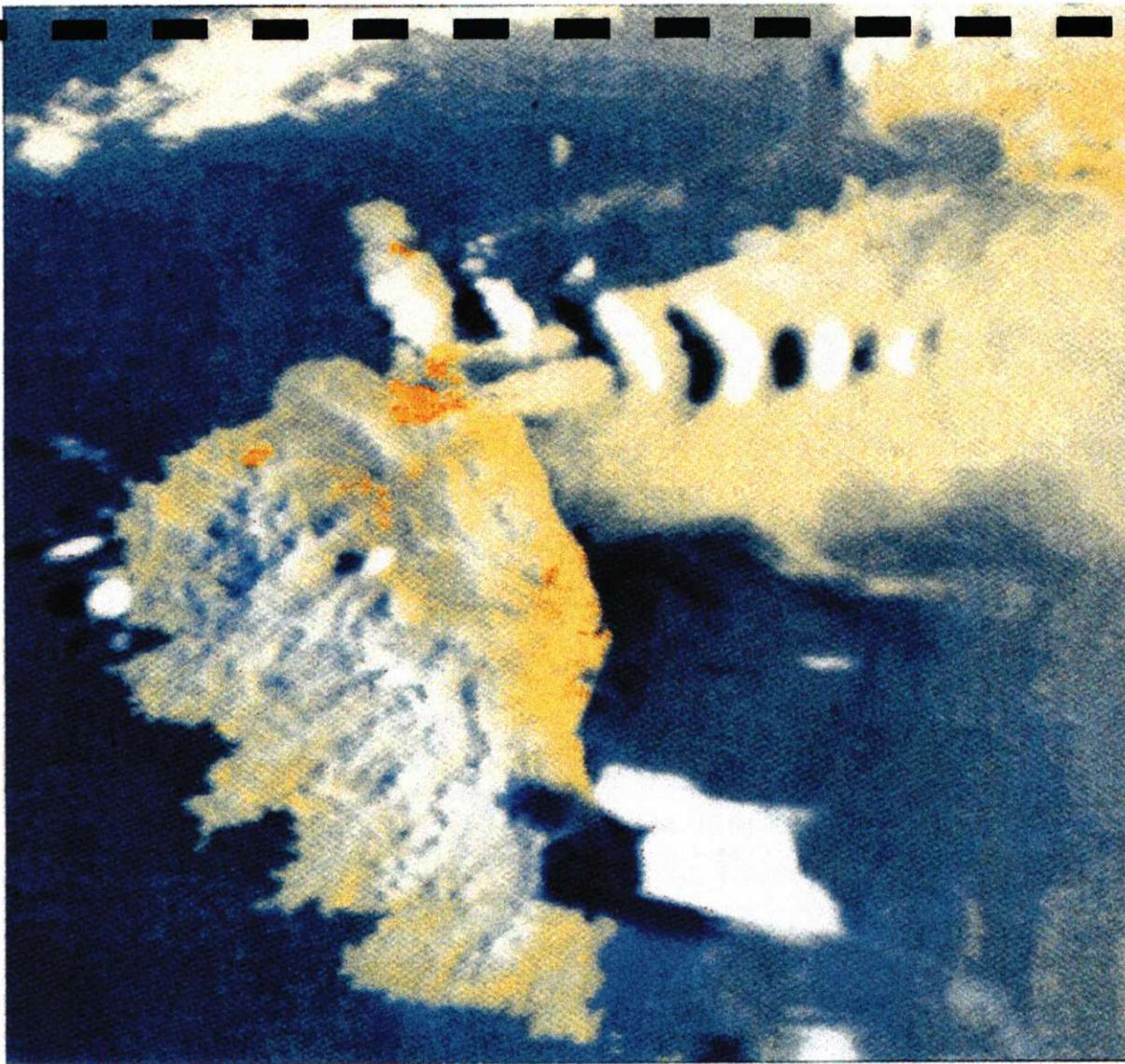


FIG. 7: ESTIMACION DE LLUVIAS



**FIG. 8 : MONITOREO DE INCENDIOS FORESTALES**

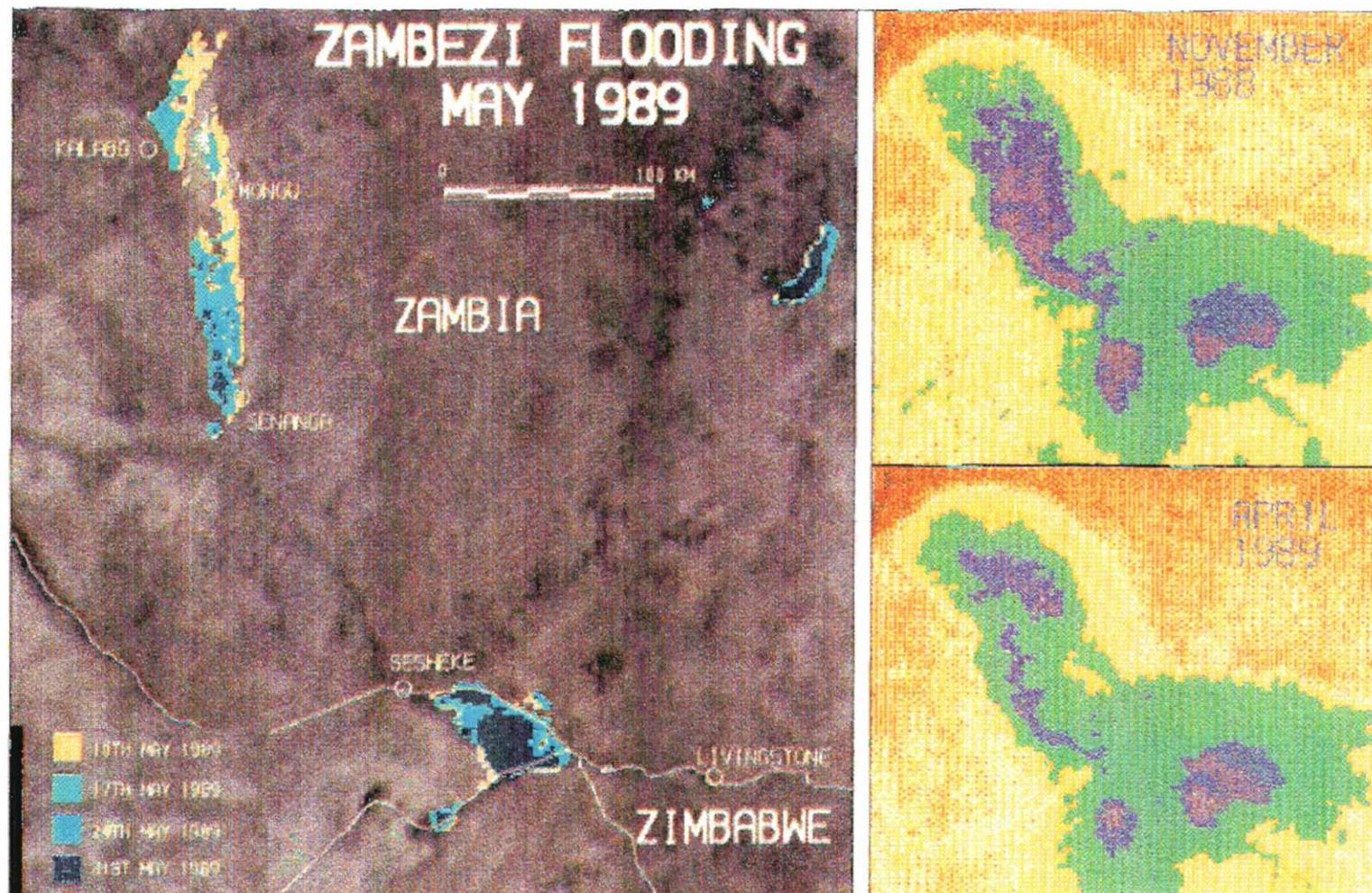


FIG. 8 b : INUNDACIONES

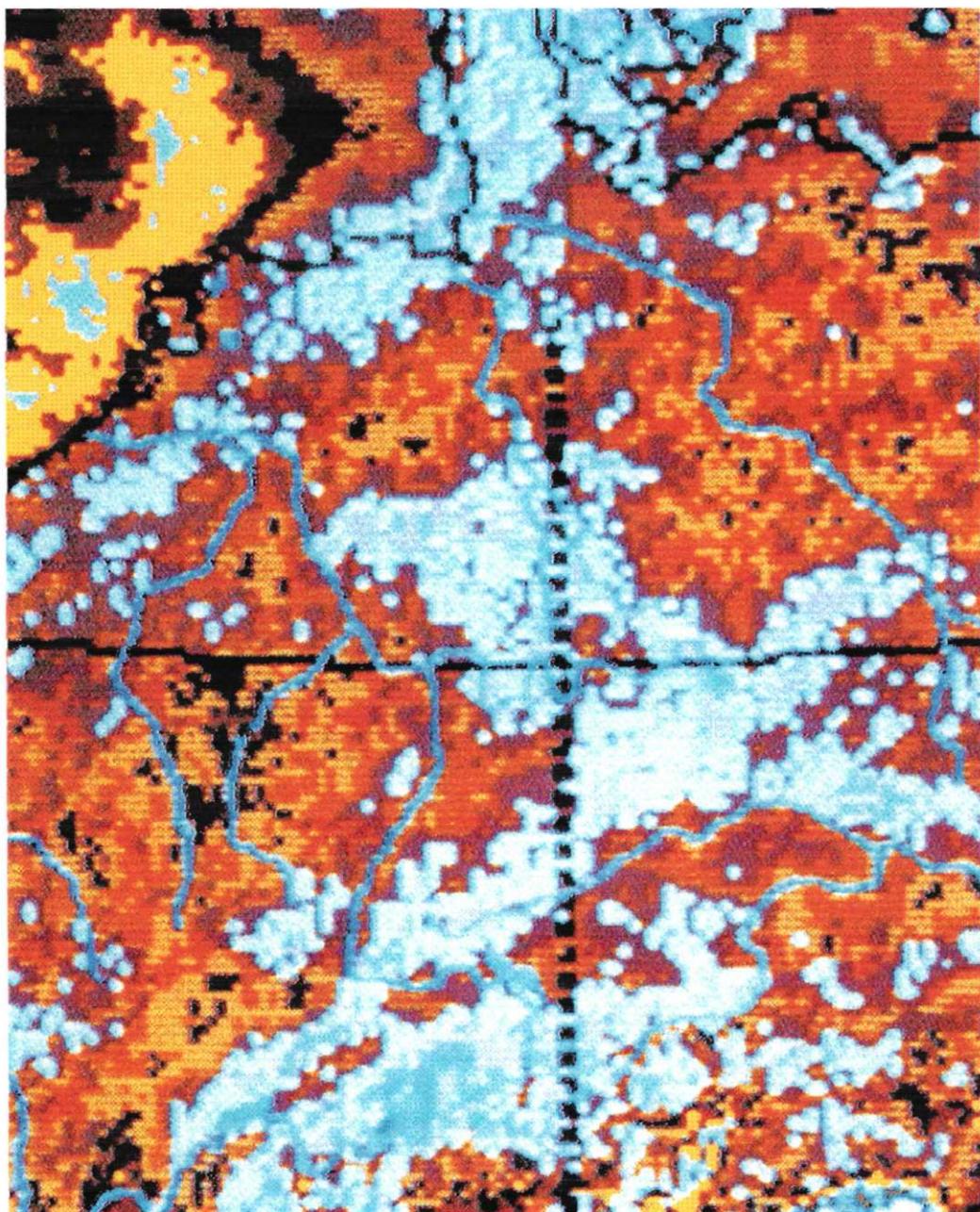


FIG. 9 : ESTIMACION DE RADIACION

