

Comunicación B-11

CLASIFICACIÓN NUBOSA (AVHRR) DE NOCHE

M^r del Milagro García-Pertierra Marín

Servicio de Teledetección (INM)

RESUMEN

Aprovechando los distintos canales del «Advanced Very High Resolution Ratio» (AVHRR) colocado a bordo de los satélites NOAA, se ha obtenido una clasificación multiespectral, mediante la determinación de unos umbrales, dentro de los cuales se pueden encontrar diferentes modalidades de nubes. Por el momento, la clasificación incluye 8 tipos, aunque algunas de ellas no están separadas sino que se presentan como interacciones de unas con otras de características parecidas. Para realizar la clasificación de noche se han utilizado los canales 3, 4 y 5 y diferentes combinaciones entre ellos. Esto permite diferenciar algunas nubes de otras con características muy parecidas.

1. Introducción

El diagnóstico de la nubosidad de imágenes de satélite se realiza, generalmente, mediante una interpretación subjetiva basada en la experiencia y en los conocimientos teóricos de como radian los diferentes tipos de nubes, las características de éstas y su significado en la dinámica atmosférica previamente analizada, sin embargo es más riguroso conseguir una clasificación de nubes que esté basada en el aprovechamiento de los distintos canales AVHRR de los satélites TIROS-NOAA, es decir, una clasificación multiespectral en la que los criterios de discriminación entre unas y otras masas nubosas se basan en la información cuantitativa que proporcionan los cinco canales y en una serie de algoritmos definidos mediante una muestra completa de casos. Con este procedimiento se amplía y mejora la información procedente de los 5 canales AVHRR, generalmente infrautilizados, cuando sólo se analizan por procedimientos subjetivos. En el caso que nos ocupa, de obtener una clasificación de noche, tan sólo se pueden utilizar los canales 3, 4 y 5.

2. Procesamiento previo de la imagen

Antes de realizar una clasificación nubosa es conveniente identificar de forma generalizada las zonas que en la imagen se consideran nubosas, es decir, el construir una máscara nubosa cuya utilidad es básica para otro tipo de aplicaciones como temperaturas del agua del mar, temperaturas de la superficie del suelo, índices de vegetación...

Para su construcción se hace un procesamiento de la imagen que consiste en aplicar a cada *pixel* un conjunto de tests independientes, considerándose despejado en los casos de que todos sean negativos. Los tests varían dependiendo de que se trate de noche o de día, de mar, tierra o costa.

3. Bases de la clasificación nubosa

La radiación que recibe el satélite por unidad de ángulo sólido se compone tanto de la emitida por la nube que se encuentra a una determinada temperatura, como de la emitida por la tierra debajo de la nube que se encuentra a otra temperatura distinta. En otras palabras, depende de la temperatura de radiación de la superficie terrestre, de la cobertura nubosa dentro del campo de visión y de las propiedades ópticas de la nube. Sin embargo, nosotros consideramos un modelo ideal en el que se supone que la nube es isoterma, que no dispersa radiación y que forma una capa simple sobre una superficie de temperatura uniforme, lo que se llama equilibrio termodinámico local (E.T.L.).

En estas condiciones vamos a tener en cuenta las diferencias de temperaturas de brillo de los distintos canales para cada tipo de nube, lo que permitirá establecer los algoritmos de clasificación nubosa.

En primer lugar vamos a considerar las diferencias entre canales que cabe esperar en condiciones de *pixeles* despejados. En general, para l.d.o. infrarrojas la radiación en el tope de la atmósfera por la noche, despreciando cualquier dispersión viene medida por

$$R = R_s + R_a + R_r \quad \text{siendo}$$

R_s = radiación emitida por la superficie

R_a = radiación emitida por la parte superior de la atmósfera

R_r = radiación reflejada por la superficie (despreciable en el infrarrojo)

Considerando por tanto los 2 términos primeros para los canales 3, 4 y 5 que son los que se utilizan de noche, varían la emisividad ξ y también la transmitancia τ .

En el caso de cielos despejados las diferencias entre canales no superan la unidad y en el caso de aparecer nubes va variando ese valor, lo que va a permitir su identificación. Esto es debido a la influencia que tiene la función de Planck en los términos R_s y R_a , lo que incrementa la diferencia entre canales y también a las diferentes propiedades ópticas de las nubes para las distintas l.d.o.

4. Consideraciones sobre los tipos de nubes

Una simple visualización de las nubes más corrientes permite establecer algunas características comunes en los distintos canales que se enumeran a continuación:

Sc y St — Este tipo de nubes están constituidas exclusivamente por gotas de agua cuyo tamaño casi coincide con la l.d.o. canal 3, lo que origina en este canal una reflectancia relativamente alta. En cambio en el 4 existen muy pocas variaciones de temperatura en el tope de las nubes y casi no hay contraste con los valores del suelo por lo que son difíciles de diferenciar de éste.

Cu — Este tipo de nube es muy difícil de noche diferenciarlo de los Sc y Ac ya que goza de características comunes de ambos. Si acaso, presta una mayor reflectancia que las Sc en el canal 4. En cambio, de día los canales visibles pueden ayudar a su identificación.

Ac y As — Este tipo de nube se identifica mejor con la ayuda del canal 4 donde presenta una mayor reflectancia que los Sc, Cu ya que su tope de nubes puede estar entre -5 y -15° . En el canal 3 presentan también alta reflectancia al estar formados por gotitas de agua pero no presenta grandes diferencias con Sc y Cu.

Cb — Cuando se cuenta con la ayuda de los canales visibles se puede observar un albedo del orden del 75% pero de noche es de destacar la alta reflectividad en el canal 4, que es mayor en las que se están deshaciendo que en las que están en desarrollo. Con el canal 3 se obtiene información de noclie que es muy útil para diferenciarlas, especialmente, si están embebidas en otras nubes.

Nb — De día se pueden diferenciar de las Cb por tener un albedo inferior a ellos, pero de noche es muy difícil ya que en el canal 3 apenas existen diferencias aunque en el canal 4 al ser su tope de nubes de partículas de hielo presenta una reflectividad muy alta.

Ci-Cs — Presenta una alta reflectancia en el canal 4 y tiene apariencia cálida en el canal 3, debido a que tienen mayor transmisividad que en 4. Ésta va a ser una de las propiedades que se utilicen de noclie.

5. Algoritmos de clasificación

Aprovechando las diferencias entre los distintos canales se han establecido unos umbrales que permiten la clasificación de nubes dentro de 4 categorías generales. Bajas, medias, altas y de desarrollo.

Para la determinación de las nieblas y nubes bajas se utilizan las diferencias de los canales $T_4 - T_3$. Esta diferencia se la establecido que debe ser distinta según se trate de nieblas y estratos, Sc o Sc inezclados con cúmulos. Los algoritmos que definen cada tipo de nube aparecen en la Fig. 1.

La base teórica radica en que este tipo de nubes está constituido por partículas acuosas cuya l.d.o. coincide con la del canal 3 por lo que en dicho canal tienen inucha radiación reflejada, y menos emisividad y transmisividad que en el canal 4.

Para la detección de nubes tipo Ci se utilizan las diferencias $T_3 - T_5$ que ha permitido diferenciar Ci y Cs. La base está en el proceso contrario de la detección de nubes bajas ya que aquí son las partículas acuosas que las constituyen las que tienen una l.d.o parecida a la del canal 5 lo que hace que presenten menos emisividad que en el 3 y mayor radiación reflejada. De la Fig. 2 se deducen los algoritmos de clasificación.

En cuanto a la determinación de las nubes medias y de desarrollo se utilizan las diferencias $T_4 - T_5$ ya que al ser la l.d.o. de 12 μm (canal 5) más absorbida por el vapor de agua atmosférico que la de 11 μm (canal 4) se experimentarán mayores diferencias cuanto más grande sea el espesor de la nube, por lo que los umbrales que se obtienen también sirven para determinación de nubes espesas de tipo alto.

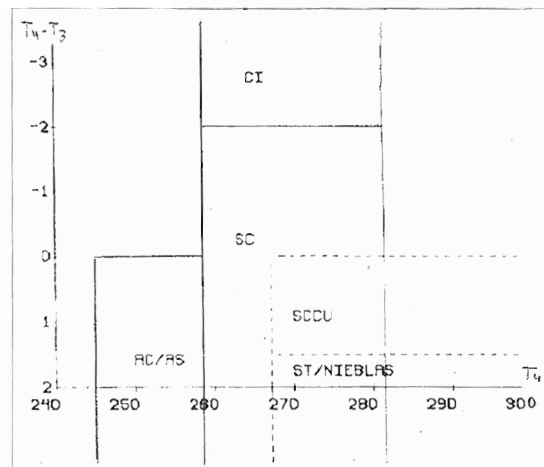


Fig. 1. Algoritmo de clasificación nubosa utilizando T_4 y las diferencias $T_4 - T_3$

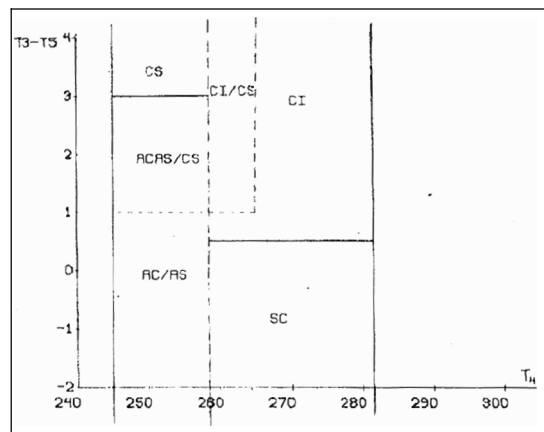


Fig. 2. Algoritmo de clasificación nubosa utilizando T_4 y las diferencias $T_3 - T_5$

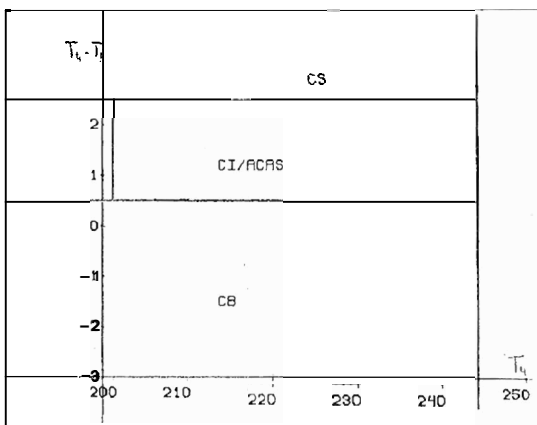


Fig. 3. Algoritmo de clasificación nubosa utilizando T_4 y las diferencias $T_4 - T_5$

En la Fig. 3 se observan los umbrales para cada tipo de nubes.

A pesar de las consideraciones anteriores conviene recordar que el caso ideal de una clasificación nubosa que estuviera formada por diferentes compartimientos o cajas distribuidas en el espacio no existe, lo que quiere decir que no se dispone de una clasificación de nubes con diferentes umbrales que se excluyan unos a otros. Lo normal es que las nubes se superpongan con lo que hay que hacer una clasificación basada en las consideraciones teóricas expuestas y en los valores deducidos de la experiencia obtenida con los casos observados en la muestra que ha servicio de estudio.

Con todas las consideraciones anteriores la clasificación obtenida abarca los siguientes grupos:

Sc, ScCu, St, AcAs, Cs, Ci, Ci/AcAs, Cb.

En la Fig. 4 se observa una clasificación nubosa en la que se ha procurado representar los 8 tipos de nubes que se han definido.

En la Fig. 5 se representan, principalmente, nubes bajas y en ella se puede apreciar, por la zona cantábrica, entre nieblas y Sc.

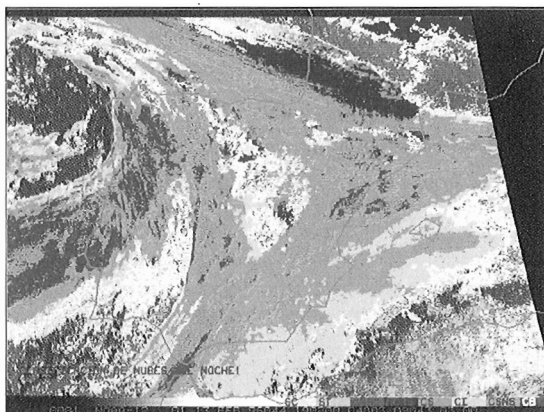


Fig. 4. Clasificación de nubes en la que aparecen casi todos los tipos que se han obtenido

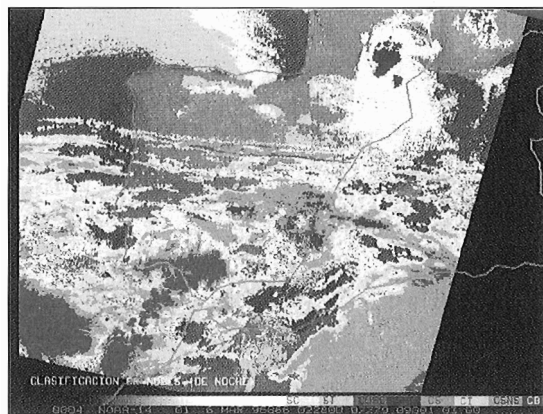


Fig. 5. Clasificación de nubes con especial referencia a diferenciación de nubes bajas entre Sc y St

6. Validación de resultados

Para coinprobación de resultados se han seguido dos procedimientos. Por un lado, para nubes de desarrollo tipo Cb se han utilizado los datos de la red de descargas eléctricas. Se realizó una lectura de los rayos caídos en una zona de estudio y se ha identificado con las zonas de supuesto desarrollo de Cb dentro de la imagen. Esto ha permitido no sólo separar las zonas de tormenta, sino mejorar el umbral para los Cb mediante lectura de los valores de los canales TIROS-NOAA en aquellos puntos de actividad tormentosa.

El otro procedimiento de validación ha consistido en la creación de una base de datos con la lectura de los ficheros SYNOP que contienen información sobre la clase de nubes y su comparación (en zonas seleccionadas) con la clase determinada en la clasificación nubosa. Esto, sin embargo, no siempre permite decidir sobre la bondad o no de una clase ya que los puntos de vista del satélite y desde el suelo son diferentes y en uno y otro caso pueden quedar ocultos algunos tipos de nubes.

Por el momento se han obtenido como problemas más detectables los siguientes:

- La detección de Ci muy finos, ya que entonces la temperatura de brillo del canal 4 es inuy próxima a la superficie de la tierra o el inar; en algunos casos puede servir de ayuda las diferencias entre los canales 3 y 5, pero no siempre.
- Otro problema es la determinación de Sc en zonas marítimas del Atlántico que, a veces, son identificadas con nieblas. En general, la separación de nubes bajas presenta dificultades de identificación al coincidir sus umbrales en los diferentes canales.
- Los *pixeles* que están inuy desplazados de la traza central del satélite aparecen inuy distorsionados por lo que se descarta ya que la clasificación presenta alteraciones.
- También hay que eliminar aquellos *pixeles* en que el ángulo zenital del satélite es inuy grande, puesto que se ha observado que en ellos las áreas sin nubes aparecen sistemáticamente nubosas.

7. Conclusiones

Con el uso de los algoritmos que combinan los diferentes canales AVHRR se consigue una clasificación más objetiva de los tipos de nubes a pesar de las dificultades que se generan con los cirros delgados, las Sc en zonas marítimas y las limitaciones ya expuestas para valores elevados del ángulo zenital o desviaciones muy laterales de la traza central. No obstante, la calidad del producto depende, fundamentalmente, de una buena detección previa de los *pixeles* nubosos al realizar el preprocesamiento de la imagen, ya que su posterior clasificación en la mayoría de los casos está dentro de unos márgenes de gran fiabilidad.

Este método multiespectral será de gran utilidad en la Segunda Generación de Meteosat, al ir equipado con un instrumento similar a AVHRR que permitirá tener productos de clasificación nubosa muy útiles para los centros de operaciones.

Referencias

- Saunders, R. W. and K. T. Kriebel, 1988: *An improved method for detecting clear sky and cloudy radiances from AVHRR data. Int. J. Rem. Sensing, vol. 9, 1, pp. 123-150.*
- Liljas, E., 1986: *Use of the AVHRR 3.7 Micrometer Channel in Multispectral Cloud Classification. SMHI Promis-Rapporter. 101. 2. January 1986.*
- Liljas, E., 1984: *Processed Satellite Imageries for Operational Forecasting. SMHI Promis-Rapporter - December, 1984.*
- Derrien, M.; H. Le Gleau; L. Harang; A. Noyalet and J. L. Pirou, 1989: *An Automatic Cloud Classification using AVHRR at night. Proceedings of 4th AVHRR Data Users' Meeting, Rothenburg, F. R. Germany. EUMETSAT*
- Karlsson, K. G. and E. Liljas, 1990: *The SMHI model for cloud and precipitation analysis from multispectral AVHRR data, PROMIS - Rapporter 10*