

Aplicaciones satelitales multiespectrales: explicación de los realces RGB

Producido por The COMET[®] Program

- [Inicio](#)
- [Colaboradores](#)
- [Encuesta](#)
- [Prueba](#)
- [Notas técnicas](#)
- Versión para imprimir

Versión para imprimir

Índice

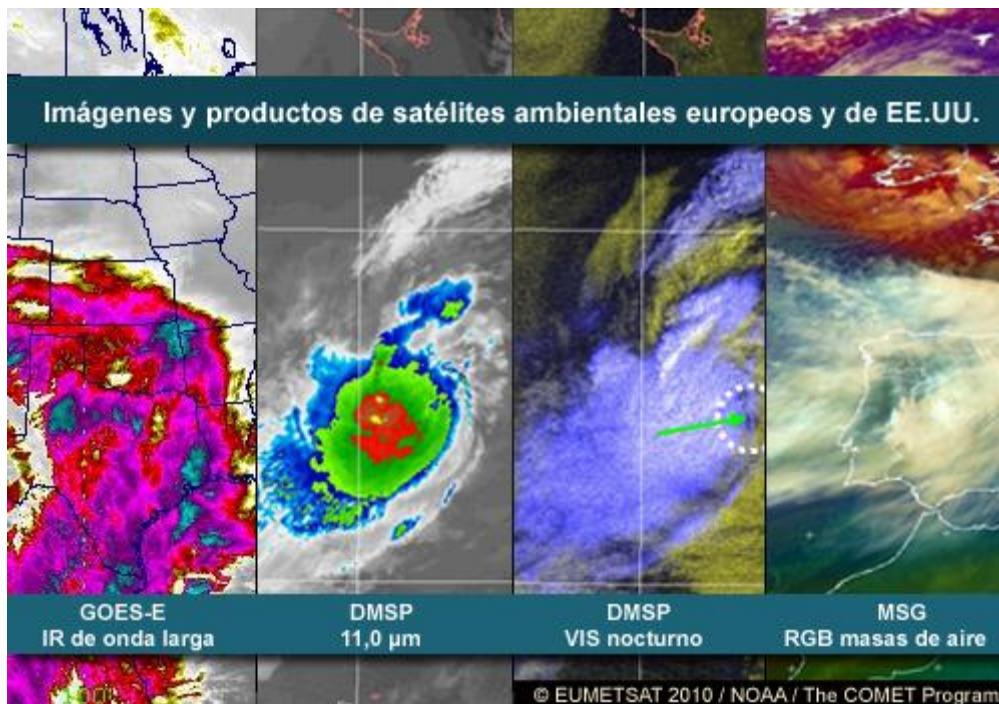
- [Introducción](#)
 - [Por qué necesitamos los realces RGB](#)
 - [Ejemplo de una imagen RGB](#)
 - [Animaciones RGB](#)
 - [Productos RGB](#)
 - [Aplicaciones de los realces RGB](#)
 - [Uso operativo de los realces RGB](#)
 - [Acerca de este módulo](#)
- [Colores y realces RGB](#)
 - [Modelo de colores RGB](#)
 - [Modelo de colores RGB, pregunta](#)
 - [Un ejemplo sencillo](#)
- [Creación de realces RGB: profundicemos](#)
 - [RGB en color natural](#)
 - [Proceso de creación de realces RGB](#)
 - [Paso 1: Determinar el propósito del realce](#)
 - [Paso 2: Seleccionar los mejores canales o canales derivados](#)
 - [Selección de los canales](#)
 - [Paso 3: Preprocesar las imágenes según sea necesario](#)
 - [Paso 4: Asignar los colores](#)
 - [Selección de la mejor combinación de colores RGB](#)
 - [Información adicional](#)
 - [Qué hacer en caso de ambigüedades](#)
 - [Imágenes RGB para polvo y arena](#)
 - [Paso 1: Determinar el propósito del realce](#)
 - [Paso 2: Seleccionar los mejores canales o canales derivados](#)
 - [Paso 3: Preprocesar las imágenes según sea necesario](#)
 - [Segunda entrada: una imagen de diferencia](#)
 - [Tercera entrada: otra imagen de diferencia](#)
 - [Paso 4: Asignar los colores](#)
 - [Paso 5: Revisar el producto final](#)

- [Uso de imágenes RGB en distintas situaciones](#)
- [Ventajas y limitaciones de los realces RGB](#)
 - [Ventajas](#)
 - [Limitaciones](#)
- [En espera de los satélites de próxima generación](#)
 - [Bandas espectrales](#)
 - [Prestaciones de VIIRS](#)
 - [Banda diurna/nocturna de VIIRS](#)
- [Aplicaciones de los realces RGB](#)
 - [Introducción](#)
 - [Color real](#)
 - [Color natural](#)
 - [Color falso](#)
 - [Visible/Infrarrojo](#)
 - [Visible nocturno](#)
 - [Masas de aire](#)
 - [Nubes sobre nieve](#)
 - [Convección](#)
 - [Polvo y arena](#)
 - [Ceniza volcánica](#)
 - [Microfísica diurna](#)
 - [Niebla y estratos, MSG](#)
 - [Niebla y estratos, NexSat](#)
 - [Niebla y estratos, GeoColor](#)
- [Resumen](#)

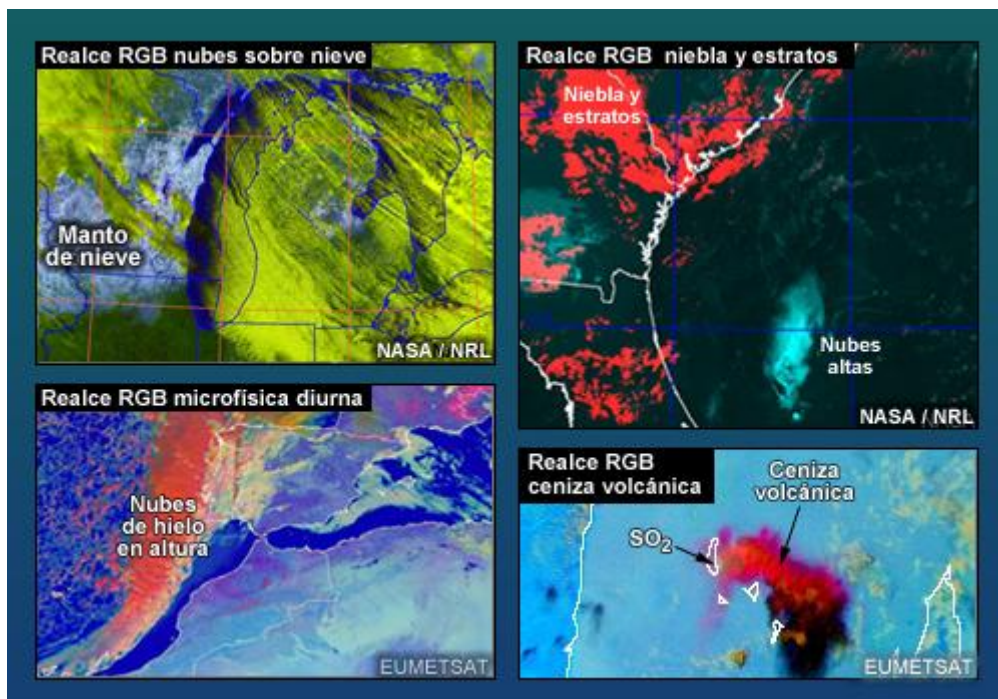
Introducción

Por qué necesitamos los realces RGB

Los instrumentos de generación de imágenes de todos los satélites meteorológicos del mundo producen una cantidad impresionante de datos y esta capacidad de producción aumentará a un ritmo vertiginoso una vez que los nuevos satélites geoestacionarios y polares entren en funcionamiento. Esta abundancia, empero, implica un reto considerable: cómo extraer, destilar y preparar los datos para crear imágenes que se puedan interpretar y utilizar fácilmente.



La técnica de procesamiento de imágenes RGB (sigla que corresponde a las iniciales en inglés de los nombres de los colores *Red*, *Green* y *Blue*, es decir, *rojo*, *verde* y *azul*) brinda una solución simple y de enorme eficacia que permite consolidar los datos de distintos canales espectrales en imágenes realizadas capaces de comunicar más información que cualquier imagen individual.



Hace ya mucho tiempo que utilizamos los realces RGB para trabajo de investigación, en educación y en campos aplicados, como la gestión del suelo. Por ejemplo, desde comienzos de la década de 1970, Landsat, un satélite de estudio de los recursos

terrestres, observa la cubierta del suelo, la vegetación y los recursos hídricos con el fin de ayudar en la planificación y el desarrollo municipal.



A medida que aumenta la disponibilidad de realces RGB diseñados para gran variedad de aplicaciones ambientales, incluido el análisis meteorológico, necesitamos información sobre lo que dichos productos ofrecen y cómo podemos integrarlos en nuestras operaciones.

[Volver al comienzo de la página](#)

Ejemplo de una imagen RGB

Aunque las imágenes en escala de grises siguen siendo útiles, en muchos casos no logran comunicar la información con la misma eficacia que un realce RGB y, de hecho, para muchas aplicaciones estos realces son más útiles que los productos generados con técnicas tradicionales de realce de canales individuales en color.

Consideremos a modo de ejemplo este realce RGB para incendios, centrado en una región del estado de Georgia (EE.UU.), que fue generado a partir de los datos del espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada MODIS (*MODerate resolution Imaging Spectroradiometer*) del EOS (*Earth Observing System*, es decir, Sistema de Observación de la Tierra).

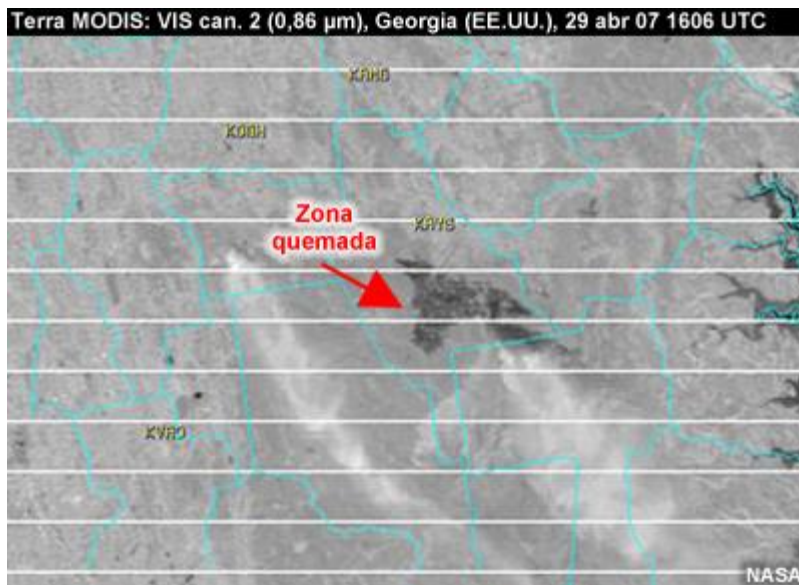


El color rosado de los incendios activos se distingue fácilmente del humo, de color azul. Las regiones recién quemadas tienen un color violeta oscuro y las áreas con vegetación son verdes. El producto se creó combinando tres canales que utilizan longitudes de onda distintas. Cada canal aporta algunos elementos de información importantes.

Al asignar a cada uno de los tres canales espectrales un color primario distinto y combinándolos todos en un único producto obtenemos mucha más información en comparación con una imagen de un solo canal.



La representación vívida del humo depende en gran medida de la imagen en el visible del canal 1 en 0,63 micrómetros (μm).



Las chamiceras negras o zonas recién quemadas provienen de la imagen en el visible del canal 2 en $0,86 \mu\text{m}$, de longitud de onda mayor.



La información sobre las zonas calientes de los incendios intensos proviene de la imagen en el infrarrojo próximo del canal 7 en $2,1 \mu\text{m}$.

Este tipo de realce RGB se utiliza mucho para observar el desarrollo de los incendios, pese a que originalmente no se suponía que el generador de imágenes MODIS fuera un instrumento operativo, ya que fue diseñado para fines de investigación. Cuando los satélites geoestacionarios y polares de próxima generación comiencen a generar datos, será normal utilizar los realces RGB para gran cantidad de aplicaciones, como la observación de incendios.

Observe que este producto MODIS se denomina RGB en falso color o pseudocolor (inglés: *false color*). EUMETSAT tiene un producto similar llamado "color natural" (inglés: *natural color*).

[Volver al comienzo de la página](#)

Animaciones RGB

Este realce RGB muestra huracán Katrina sobre Misisipi, poco después de tocar tierra. El realce, que fue generado con los canales VIS e IR del GOES, es sencillo, pero muy útil: el canal visible aporta el manto nuboso y el canal infrarrojo indica la altura de las nubes.



El color amarillo del canal visible muestra las estructuras donde no hay cirros superpuestos o, cuando los hay, donde son muy poco espesos. Por ejemplo, podemos ver las estructuras en niveles bajos, como la nubes en el interior de la pared del ojo de la tormenta. El color azul muestra los cirros en la periferia de la tormenta.

Fíjese ahora en esta secuencia de imágenes, que abarcan dos días de la vida del huracán. Aunque se ha empleado la misma fórmula RGB que vimos en el ejemplo anterior, para el período nocturno se ha utilizado el canal infrarrojo de onda corta en lugar del canal visible.

GOES: animación de imágenes RGB de huracán Katrina,
28 ago 2005, 1745 UTC, a 29 ago 2005, 0245 UTC



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Observe la cantidad de información que obtenemos acerca de las nubes en los niveles bajos durante el día, cuando el realce RGB está disponible, en comparación con las horas nocturnas, cuando sólo contamos con las imágenes de un canal.

Como el canal infrarrojo produce imágenes tanto de día como de noche, nunca perdemos de vista el desarrollo fundamental de la tormenta.

NESDIS distribuye este producto satelital tropical casi en tiempo real.

[Volver al comienzo de la página](#)

Productos RGB

Esta tabla presenta algunos de los productos RGB que se crean normalmente con los instrumentos generadores de imágenes SEVIRI a bordo del MSG (METEOSAT Segunda Generación) y MODIS de los satélites Terra y Aqua. Los satélites futuros nos permitirán obtener productos similares. Haga clic en cada renglón de la tabla para ver un ejemplo de cada producto.

Productos RGB de uso común		Satélites actuales
Color real (diurno)	Permite interpretar estructuras superficiales y atmosféricas, como zonas con vegetación, nubes, y océanos; combina los canales de tres longitudes de onda en el visible; muy fácil de interpretar.	MODIS
Color natural y color falso (diurno)	Similar al realce en color real para satélites que no tienen los 3 canales solares necesarios: se usa para interpretar estructuras superficiales y atmosféricas, como zonas con vegetación, nubes y océanos; algunos colores son intuitivos (vegetación verde), otros no (nieve y nubes de hielo cian).	MODIS, MSG
VIS / IR (diurno)	Ayuda a distinguir entre las nubes bajas y altas; puede revelar la cizalladura del viento.	GOES, MSG
VIS nocturno (nocturno)	A diferencia de las imágenes IR nocturnas, permite ver nubes bajas y manto de nieve de noche, si hay suficiente luz lunar; también muestra luz urbana e incendios (mejor con menos de media luna).	DMSP
Masas de aire (diurno)	Permite seguir la evolución de los ciclones, especialmente la ciclogénesis rápida, los máximos de velocidad de corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial; brinda principalmente información sobre los niveles altos y medios de la troposfera.	MSG
Nubes sobre nieve (diurno)	Permite distinguir entre las nubes y el manto de nieve durante el día (algo que suele ser difícil en la mayoría de las imágenes en el visible); es particularmente eficaz en invierno y sobre cordilleras.	MODIS, MSG
Convección (diurno)	Se usa para identificar tendencias microfísicas importantes en la convección, como las pequeñas partículas de hielo que marcan la posición de intensas corrientes ascendentes y son potenciales indicadores de condiciones de tiempo severo inminente.	MSG
Polvo / arena (diurno/nocturno)	Se utiliza para seguir la evolución de las nubes de polvo y arena tanto de día como de noche.	MSG
Ceniza volcánica (diurno/nocturno)	Detecta ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo de las erupciones volcánicas; permite seguir columnas de ceniza a grandes distancias corriente abajo de las erupciones; se usa para alertar a autoridades aeronáuticas, administradores de emergencias y comunidades locales.	MSG
Microfísica diurna (diurno)	Útil en el análisis de nubes, niebla de convección, nieve e incendios.	MSG
Niebla y estratos (nocturno)	Permite detectar niebla y nubes bajas por la noche, cuando no hay imágenes en el visible disponibles; puede ayudar a clasificar las nubes.	MODIS, MSG, GOES

A partir de ahora, nos referiremos a los productos RGB simplemente como realces RGB.

[Volver al comienzo de la página](#)

Aplicaciones de los realces RGB

Esta tabla presenta la misma información desde otra perspectiva, es decir, las aplicaciones que pueden beneficiarse de determinados productos. Esto permite apreciar los usos a los que se destinan los realces RGB.

Aplicaciones	Realces RGB
Elementos atmosféricos y terrestres en general Interpretación de estructuras atmosféricas y superficiales, como zonas con vegetación, desiertos, nubes, nieves, océanos	Color real, color natural, color falso
Nubes y nieblas Análisis de nubes Distinguir entre las nubes y el manto de nieve durante el día Ver nubes bajas por la noche (si hay suficiente luz lunar) Ayuda a clasificar nubes y a detectar niebla y nubes bajas de día y de noche Distinguir entre nubes altas y bajas	Microfísica diurna Nubes sobre nieve Nocturno en el visible Niebla y estratos Visible/Infrarrojo
Ceniza volcánica: Detectar ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo de las erupciones volcánicas y seguir las columnas de ceniza a grandes distancias corriente abajo de la zona de erupción.	Ceniza volcánica Polvo y arena
Polvo y arena: Observar la evolución de nubes de polvo de día y de noche	Polvo y arena
Incendios Observar incendios Detectar incendios	Nocturno en el visible Niebla y estratos Microfísica diurna
Nieve Ver nubes bajas y manto de nieve por la noche cuando hay luz lunar Distinguir las nubes del manto de nieve durante el día	Nocturno en el visible Nubes sobre nieve Microfísica diurna
Ciclones y masas de aire Seguir la evolución de ciclones, tanto de día como de noche (especialmente la ciclogénesis rápida, las máximas de corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial) y obtener información sobre la troposfera media y alta.	Masas de aire
Convección: Identificar tendencias microfísicas en la convección de día y obtener información sobre la troposfera media y alta.	Microfísica diurna Convección

© The COMET Program

[Volver al comienzo de la página](#)

Uso operativo de los realces RGB

Éstas son algunas de las preguntas más frecuentes que surgen en relación con el uso de los realces RGB en el trabajo de pronóstico. En muchos casos, las respuestas se ampliarán en diversas partes del módulo.

Haga clic en cada pregunta para leer una breve respuesta.

[\[Expandir todo\]](#)

[¿Es fácil interpretar los realces RGB?](#)

[¿Hay imágenes RGB disponibles en tiempo real?](#)

[¿Cómo se accede a ellas?](#)

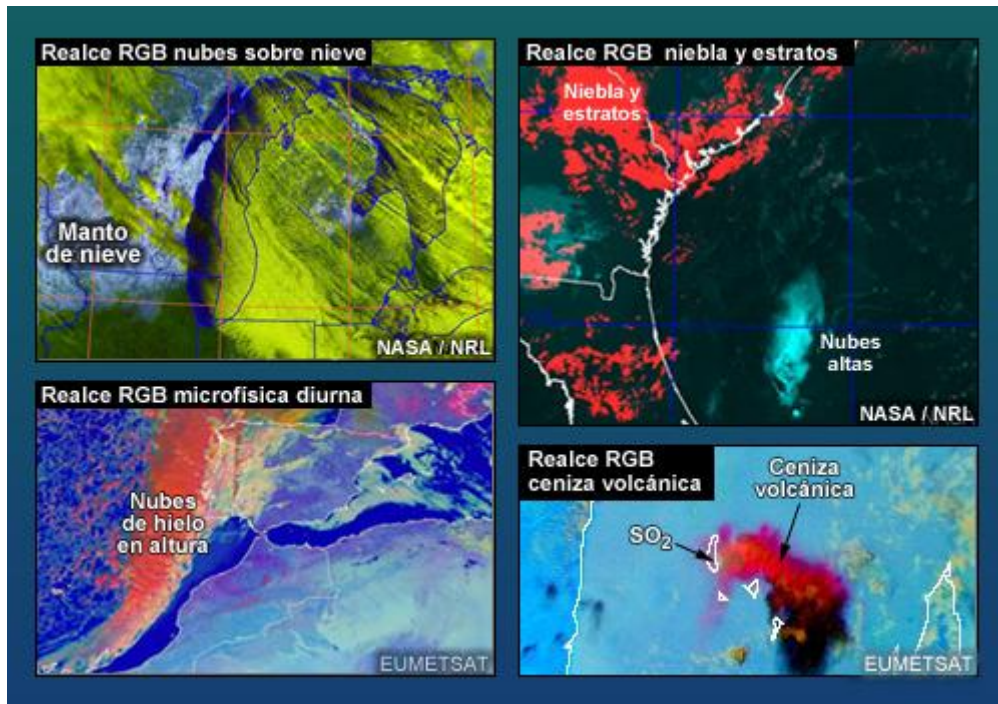
[¿Quién crea los realces RGB para operaciones?](#)

[¿Qué beneficios puede traer la creación de sus propias imágenes RGB?](#)

¿En qué difieren los realces RGB de los productos de un solo canal con realce en color y los productos cuantitativos?

[Volver al comienzo de la página](#)

Acerca de este módulo



Este módulo presenta un panorama general de los realces RGB meteorológicos y ambientales, con énfasis en su elaboración y uso.

El proceso de desarrollo de los realces RGB se presenta en el contexto de dos tipos de productos: las imágenes en color natural y el realce polvo/arena. A esto sigue una descripción de los realces RGB que veremos en el futuro, cuando la mayoría de los satélites geoestacionarios y polares cuenten con muchos más canales de lo que es el caso en la actualidad.

La sección "Aplicaciones de los realces RGB", que constituye la segunda parte del módulo, se centra en el uso de las imágenes RGB y brinda ejemplos, ejercicios de interpretación e información de fondo para muchos productos de uso común.

El módulo está pensado para los pronosticadores en entornos operativos, estudiantes universitarios de meteorología y teledetección, científicos y cualquier otra persona que dependa del uso de los productos satelitales para obtener información sobre el medio ambiente.

[Volver al comienzo de la página](#)

Colores y realces RGB

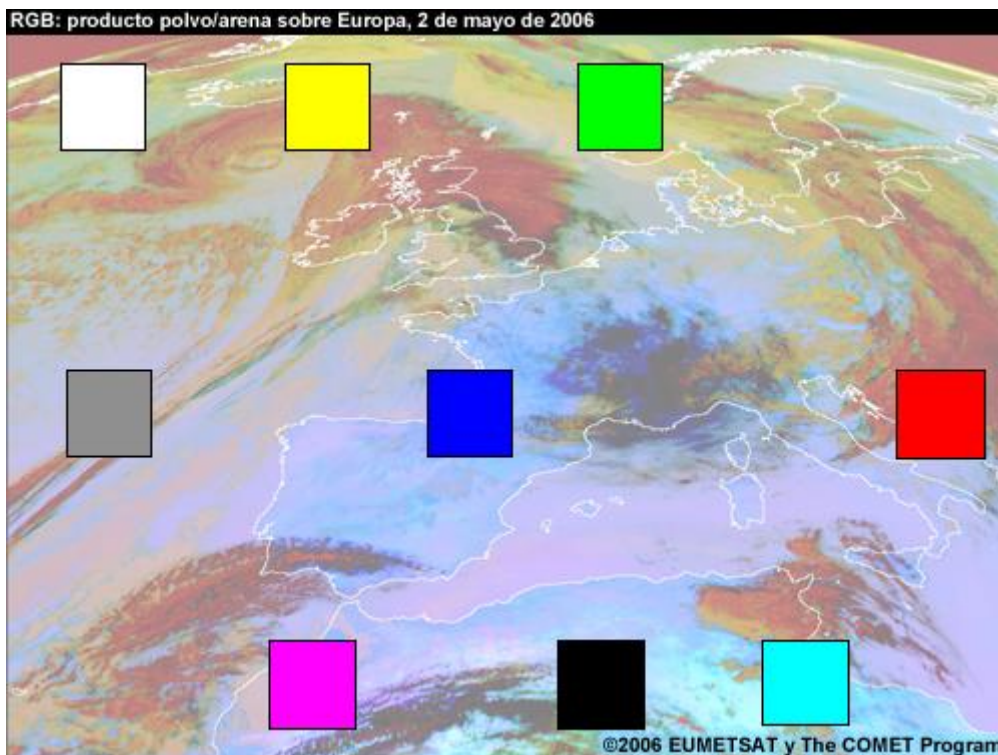
Modelo de colores RGB

Antes de comenzar a estudiar el proceso de elaboración de los realces RGB, conviene saber un poco acerca del modelo de colores RGB.

Aunque existen varios modelos que permiten describir los colores, el modelo aditivo RGB es el que se emplea para generar los colores en los aparatos electrónicos, como los televisores y los monitores informáticos.

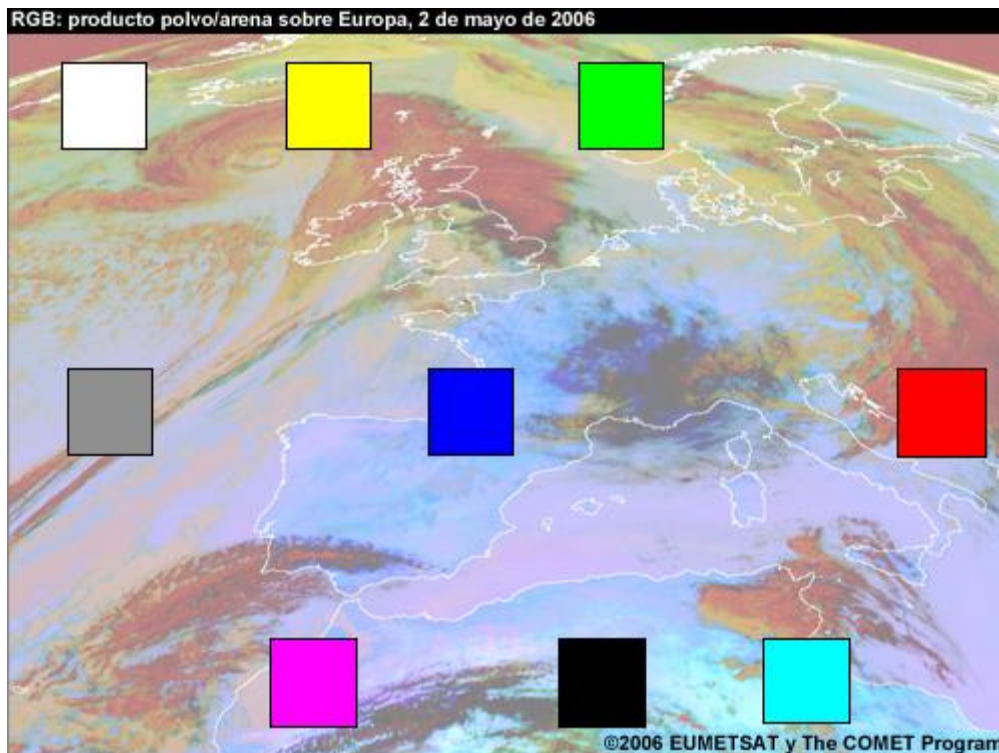
El modelo RGB utiliza tres colores primarios, el rojo, el verde y el azul (de ahí la sigla RGB, que corresponde a los nombres de dichos colores en inglés: *Red*, *Green* y *Blue*), que se pueden combinar de distintas maneras para generar una amplia gama de colores, desde los colores secundarios (amarillo, magenta, cian), hasta los grises, el negro y el blanco. Vamos a dedicar un momento a estudiar el funcionamiento de este modelo, porque es fundamental entender cómo se generan estos colores para crear los realces RGB e interpretarlos.

Haga clic en cada muestra de color en la imagen. Se abrirá una pequeña ventana con una indicación de los números que representan la contribución del rojo, verde y azul a ese color. Los números van de 0 a 255 y reflejan la intensidad del color.



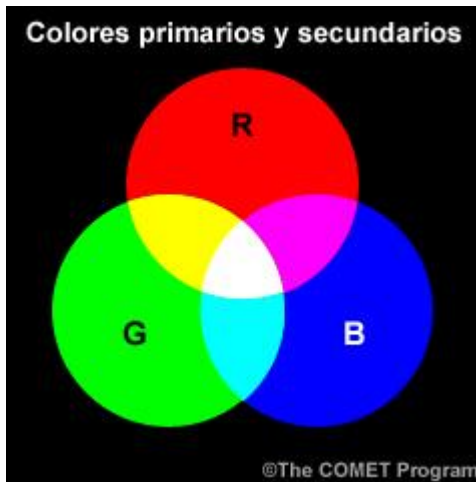
[Volver al comienzo de la página](#)

Modelo de colores RGB, pregunta



Complete estos enunciados sobre cómo se componen los colores. (Use los cuadros de selección para elegir las mejores respuestas para el enunciado.)

- a) El amarillo se obtiene mezclando .
La respuesta correcta es *rojo y verde*.
- b) El cian se obtiene mezclando .
La respuesta correcta es *verde y azul*.
- c) El magenta se obtiene mezclando .
La respuesta correcta es *rojo y azul*.
- d) El gris se obtiene mezclando en proporciones iguales.
La respuesta correcta es *tres colores cualquiera*.
- e) El negro es resultado de la de los tres colores primarios.
La respuesta correcta es *ausencia*.
- f) El blanco se obtiene mezclando en proporciones iguales.
La respuesta correcta es *los tres colores primarios*.



Este diagrama muestra cómo la combinación de los colores primarios produce los colores secundarios, con el blanco en el centro. En términos resumidos:

- Los colores primarios son el rojo, el verde y el azul.
- Los colores secundarios son:
 - el amarillo (incluidos los tonos amarillos, anaranjados y pardos o marrones), que se obtiene mezclando el rojo y el verde;
 - el cian, que se obtiene mezclando el verde y el azul;
 - el magenta, que se obtiene mezclando el rojo y el azul.
- El gris se obtiene mezclando tres colores (que no sean los colores primarios) en cantidades iguales.
- El blanco se obtiene mezclando los tres colores primarios en sus cantidades máximas.
- El negro es la ausencia de colores primarios.

[Volver al comienzo de la página](#)

Un ejemplo sencillo

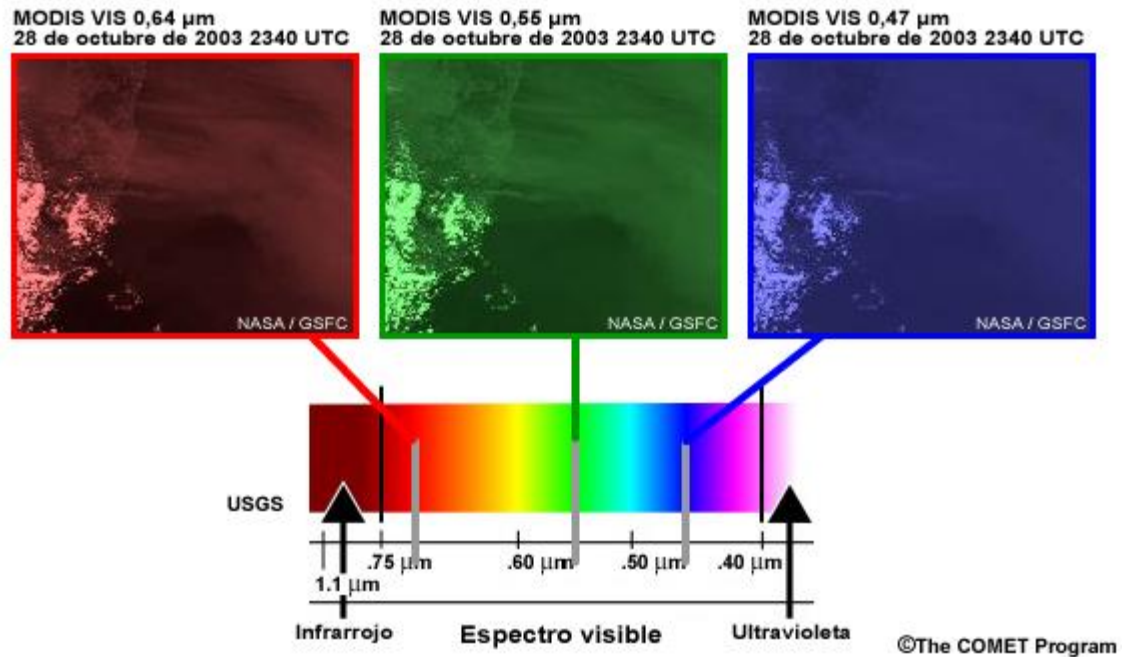
Quizás la combinación RGB más conocida sea el producto en color real (o color verdadero), como éste, que realza ciertas estructuras atmosféricas y de superficie que son difíciles de distinguir en las imágenes de un solo canal e imita la percepción natural de la escena por el ojo humano.



Entre los satélites meteorológicos actuales, sólo el instrumento generador de imágenes MODIS de los satélites Terra y Aqua cuenta con los canales visibles necesarios para crear productos en color real. Esta situación cambiará cuando entren en funcionamiento estos instrumentos:

- la suite de radiómetro generador de imágenes visibles e infrarrojas (*Visible and Infrared Imager Radiometer Suite*, VIIRS) en los satélites estadounidenses en órbita polar; y
- el generador de imágenes flexible combinado (*Flexible Combined Imager*, FCI) de los satélites Meteosat Tercera Generación.

Los realces RGB en color real se componen a partir de las tres longitudes de onda visibles que corresponden a los componentes rojo, verde y azul del espectro de luz visible. El primer canal espectral se asigna al rojo, el segundo al verde y el tercero al azul.



En la imagen RGB resultante, como el ejemplo que se muestra a continuación de la costa australiana, es fácil distinguir visualmente entre la delgada columna de humo y la enorme nube de polvo y arena. Las partículas de polvo suspendidas son de color pardo claro, porque reflejan más luz en las longitudes de onda visibles que corresponden al rojo y al verde. Por otra parte, el humo del incendio forestal se ve gris porque refleja los componentes rojo, verde y azul de la luz visible en proporciones relativamente iguales. En términos generales, las imágenes en color real permiten identificar fácilmente las nubes y el polvo suspendido.



El pequeño grupo de píxeles rojos en el extremo occidental de la columna de humo indica puntos calientes, es decir, focos de incendios. Estos se insertaron después de haber generado la imagen compuesta usando la información obtenida con los canales infrarrojos de onda corta de MODIS, que son sensibles al calor. Más adelante veremos

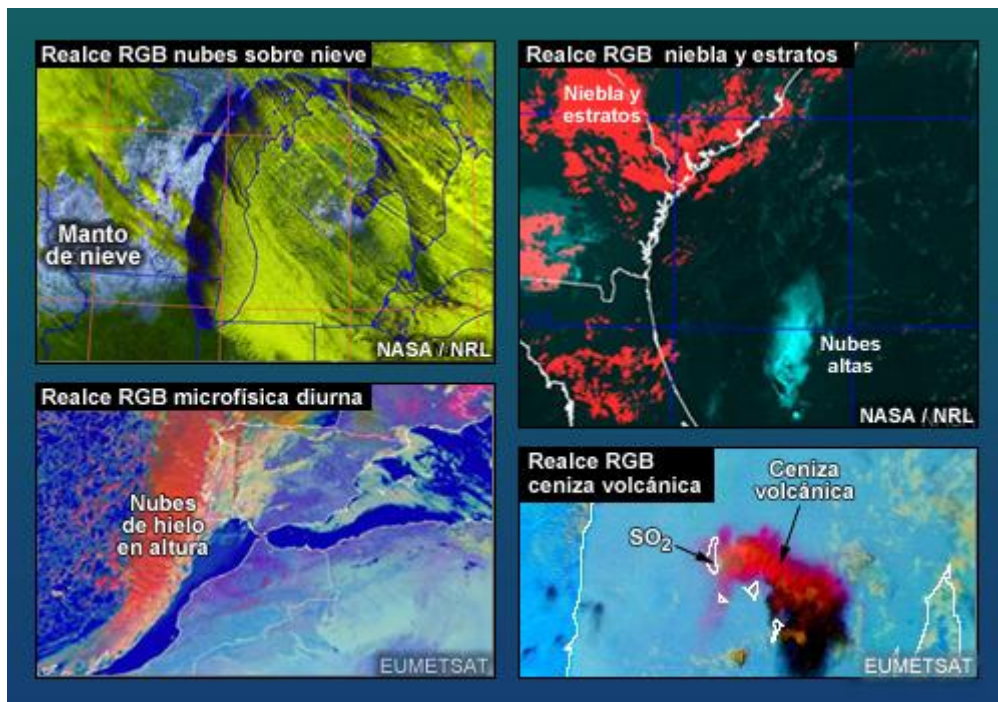
el producto "en color natural", que guarda cierto parecido con el producto en color real, aunque también difiere de maneras importantes.

[Volver al comienzo de la página](#)

Creación de imágenes RGB: profundicemos

RGB en color natural

Proceso de creación de realces RGB



El proceso de creación de realces RGB es una combinación de arte y ciencia que puede beneficiarse tanto de la experimentación metódica como de la exploración al azar de las posibilidades que ofrece esta técnica. Con el tiempo, se ha definido un conjunto de mejores prácticas para guiar el proceso de desarrollo de las imágenes, y aunque es cierto que con un poco de experimentación se pueden producir imágenes RGB interesantes, es mucho más probable obtener un producto útil si se sigue un proceso ya establecido y estructurado. Pero incluso si nunca en su vida llega a componer un realce RGB, el mero hecho de entender el proceso involucrado en su creación le ayudará a comprender e interpretar mejor las imágenes que se le presenten.

El proceso de creación de un realce RGB implica cinco pasos.

- Paso 1: Determinar el propósito del realce.
- Paso 2: Con base en la experiencia o la información científica, seleccionar tres canales o derivados de canales (como la diferencia entre dos canales) apropiados para incorporar información útil en el realce.
- Paso 3: Preprocesar las imágenes según resulte necesario para asegurar que brinden o resalten la información más útil.

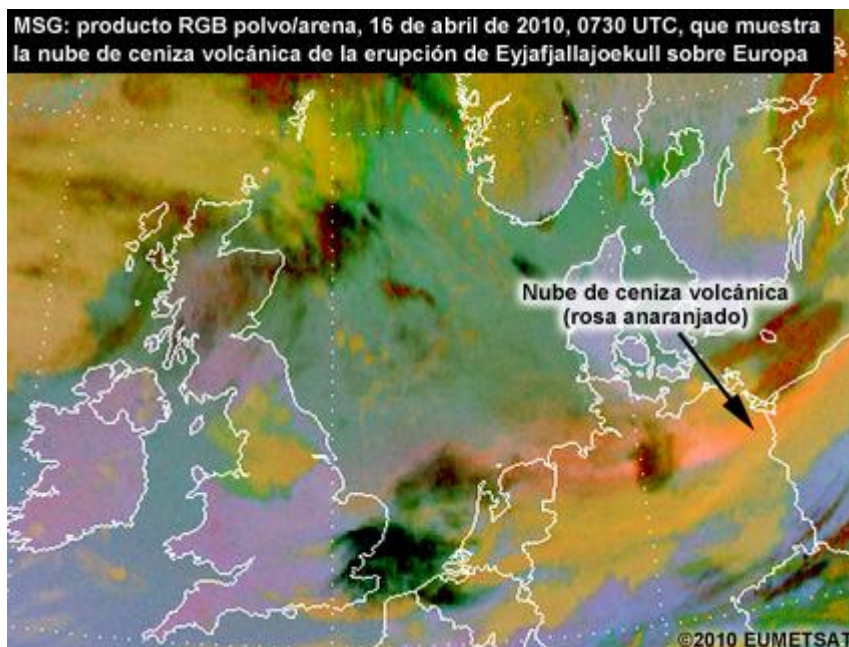
- Paso 4: Asignar los tres canales espectrales o derivados de canales a los tres componentes de color RGB.
- Paso 5: Evaluar el aspecto y la eficacia del realce final.

Estudiaremos estos pasos en las páginas que siguen y los aplicaremos para crear dos productos: una imagen RGB en color natural y una imagen RGB para polvo/arena.

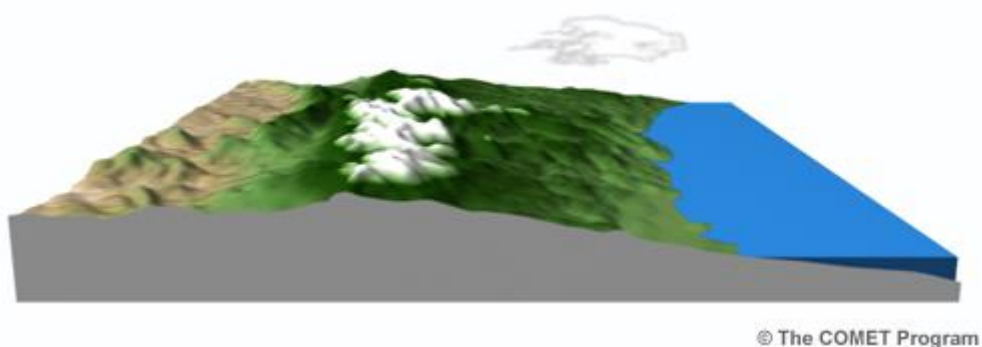
[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 1: Determinar el propósito del realce

Un buen realce RGB debe transmitir información que sería difícil de interpretar o que no se podría obtener a partir de una o más imágenes satelitales convencionales sin una inversión considerable de tiempo. En la medida de lo posible, el realce no debe presentar ambigüedades y debe emplear colores que se puedan interpretar con facilidad para poner de relieve importantes estructuras meteorológicas y superficiales.



Supongamos, por ejemplo, que necesitamos crear un producto que resalte estructuras tales como topografía, vegetación, nubes bajas y manto de nieve.



El producto debe cubrir Europa con imágenes de satélites geoestacionarios y debe poderse animar. Esto significa que utilizaremos imágenes obtenidas con el instrumento del satélite Meteosat Segunda Generación (MSG) de EUMETSAT. Aunque este sensor no permite generar imágenes en color real, porque no incluye los canales verde y azul en el visible, crearemos un producto que en EUMETSAT se denomina *en color natural* (inglés: *natural color*)

[Volver al comienzo de la página](#)

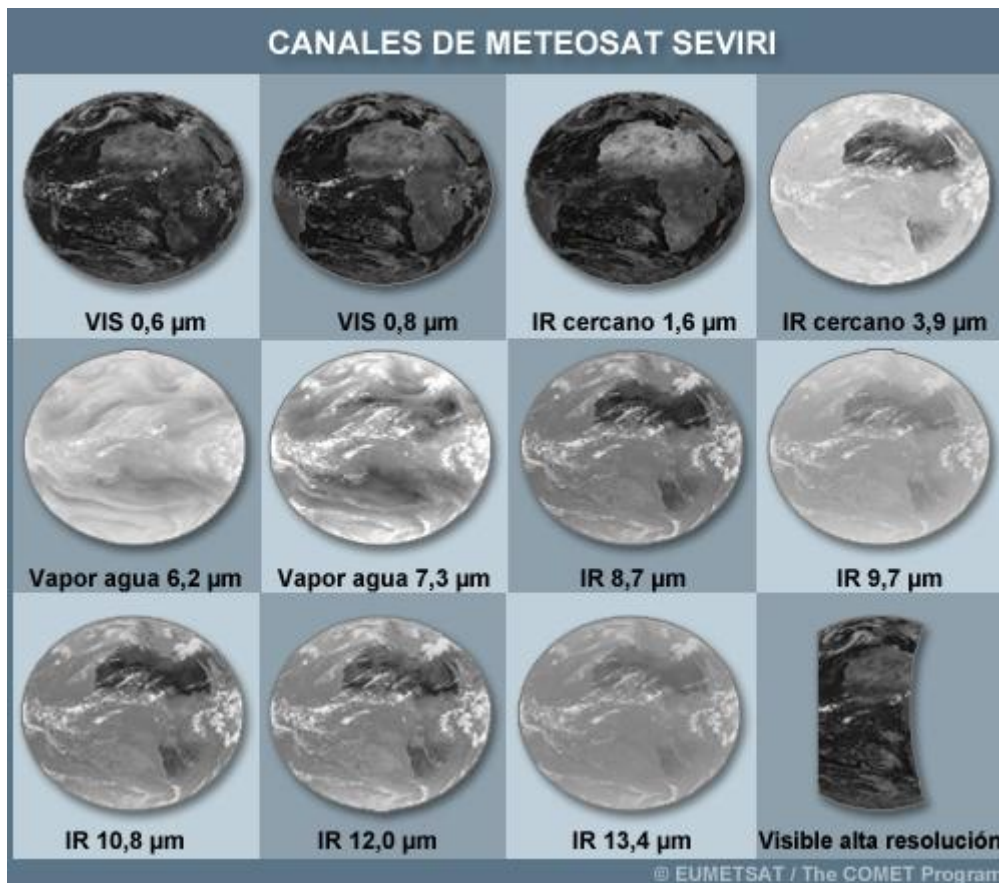
Paso 2: Seleccionar los mejores canales o canales derivados

Pase el cursor sobre cada canal para leer una descripción del mismo.

Una vez identificado el uso que se hará del producto, podemos proceder a seleccionar los canales espectrales sensibles a las estructuras que deseamos resaltar.

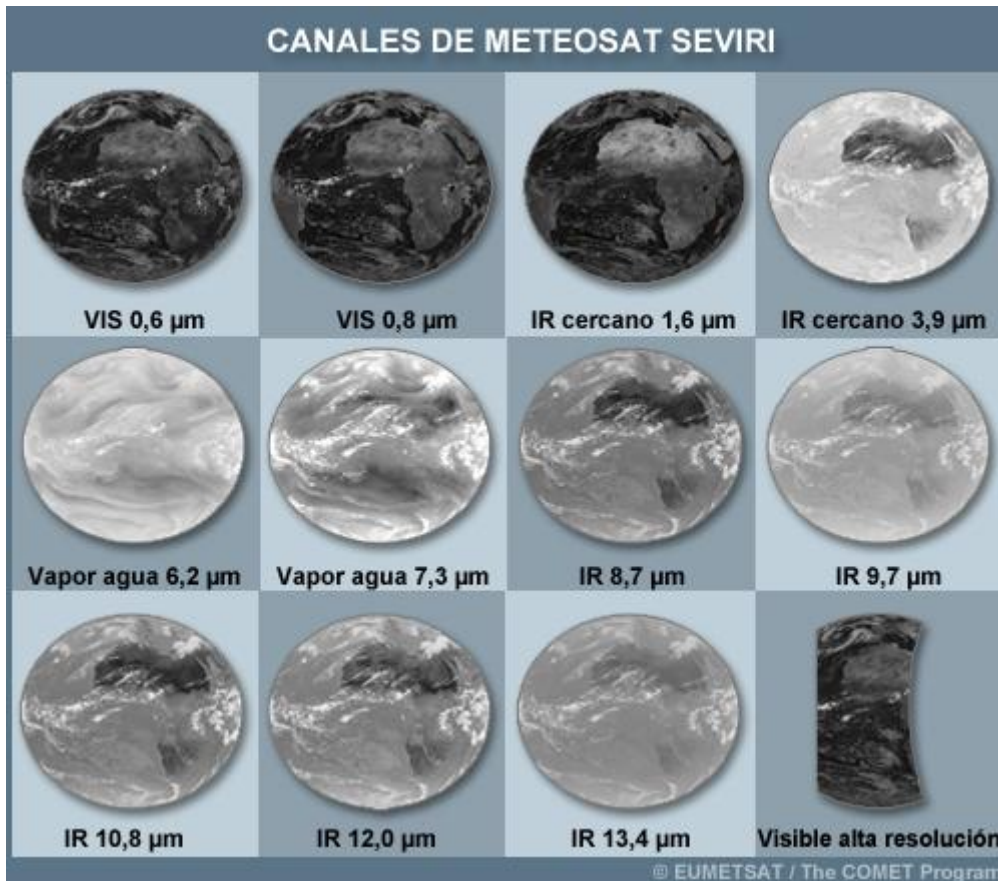
El instrumento generador de imágenes SEVIRI de MSG cuenta con doce canales, una cantidad superior a la que ofrecen los demás satélites geoestacionarios operativos actuales. MSG también constituye la mejor forma de ver ahora las prestaciones del futuro satélite GOES-R.

Comenzaremos con un rápido panorama de la "caja de herramientas" de MSG, para ver qué canales podemos combinar para crear los productos RGB. **Pase el cursor sobre cada canal para leer una descripción del mismo.**



[Volver al comienzo de la página](#)

Selección de los canales



Ahora podemos elegir los canales que vamos a usar en nuestro realce. De las combinaciones siguientes, ¿cuáles producirán el mejor producto en color natural, es decir, uno que destaque estructuras tales como la topografía, vegetación y manto de nieve? (Escoja la mejor respuesta.) Una observación: para facilitar la lectura hemos eliminado el símbolo de micrómetro de la indicación de los canales.

- ☐ a) IR en 10,8 + IR en 12,0 + IR en 13,4
- ☐ b) Vapor de agua en 7,3 + vapor de agua en 8,7 + IR en 9,7
- ☐ c) IR cercano en 1,6 + IR en 3,9 + vapor de agua en 6,2
- ☐ d) VIS en 0,6 + VIS en 0,8 + IR cercano en 1,6
- ☐ e) Vapor de agua en 6,2 + IR en 9,7 + IR en 13,4

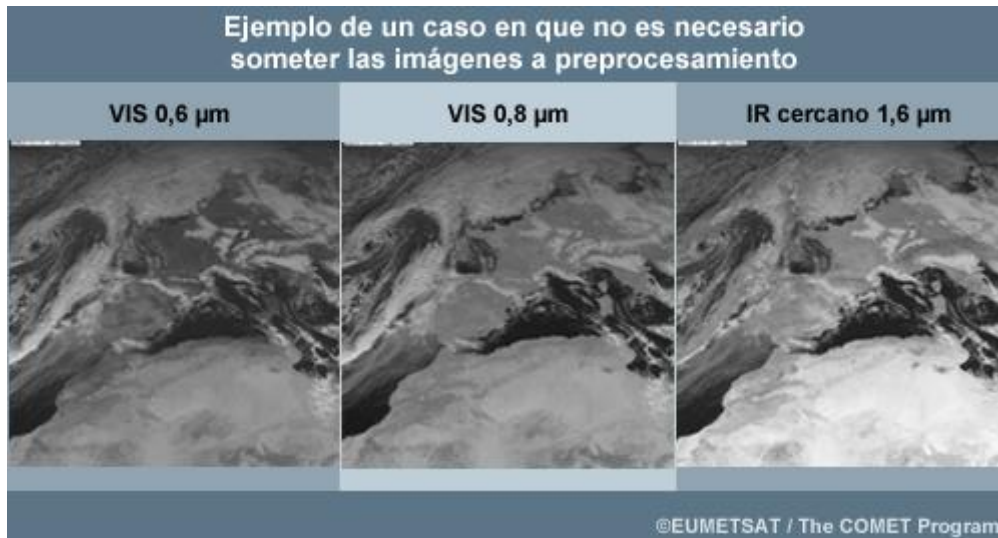
La respuesta correcta es D.

Los canales VIS en 0,6 μm, VIS en 0,8 μm e IR cercano en y 1,6 μm constituyen las longitudes de onda solares que permiten crear imágenes de las estructuras topográficas. La mayoría de los demás canales detectan las estructuras en longitudes de onda IR, sólo algunas de las cuales son capaces de detectar estructuras en la superficie.

[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 3: Preprocesar las imágenes según sea necesario

Antes de combinar las imágenes, a veces es necesario preprocesarlas para asegurar la nitidez visual o resaltar un poco más cierta información importante. Por ejemplo, el preprocesamiento puede transformar una imagen de aspecto "desvaído" para aumentar considerablemente el contraste de los datos de entrada.



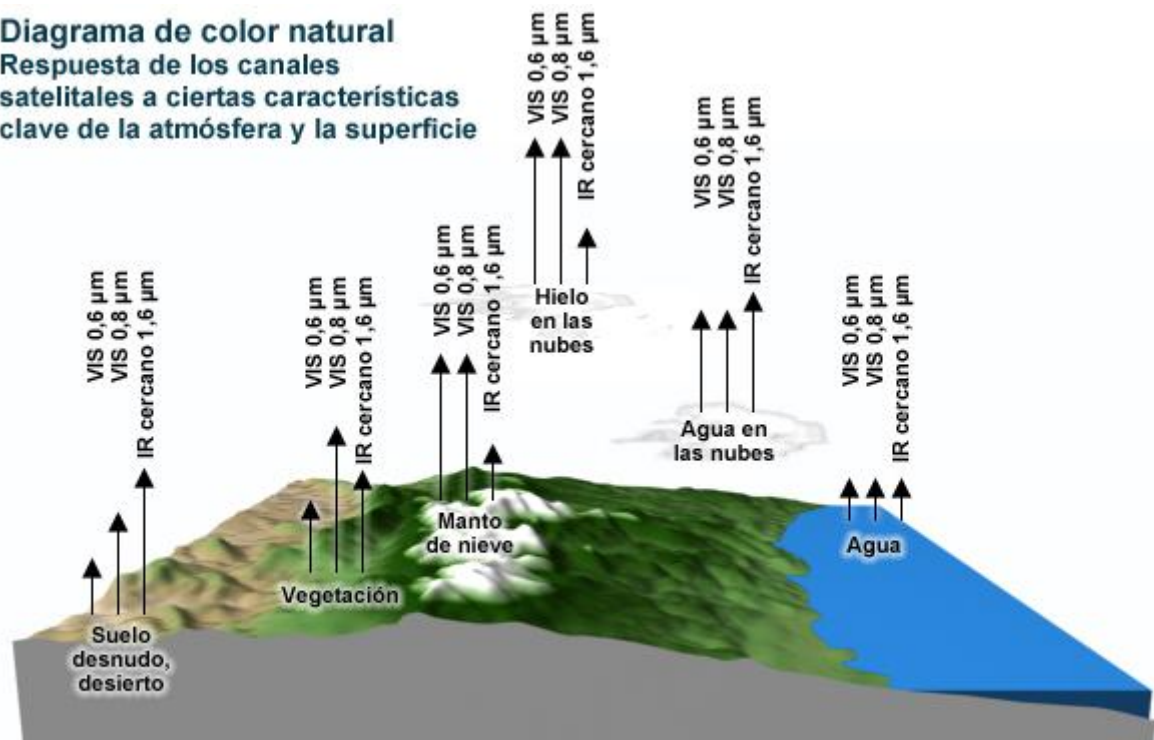
En el caso de nuestro ejemplo, no necesitamos realizar ningún tipo de preprocesamiento, porque las imágenes ya presentan un buen nivel de contraste. Sin embargo, cuando creamos el realce RGB de polvo/arena, más adelante en este módulo, verá que este paso puede ser más complejo.

[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 4: Asignar los colores

Para asignar los canales espectrales a los colores primarios correctos es preciso saber cómo cada canal responde a las estructuras atmosféricas y de superficie.

Diagrama de color natural Respuesta de los canales satelitales a ciertas características clave de la atmósfera y la superficie



© The COMET Program

Esta representación conceptual permite apreciar que la cantidad relativa de radiación reflejada en los tres canales solares varía según las estructuras observadas. El grado relativo de reflectividad es aproximadamente igual para ciertas estructuras, como los océanos, pero en otros casos, como sucede con las nubes de hielo, las diferencias son considerables. Aprovechamos estas diferencias al asignar un canal a uno de los tres colores RGB.

Este diagrama presenta un resumen de la reflectividad relativa en el entorno hipotético de la ilustración anterior.

Reflectividad relativa	VIS 0,6 µm	VIS 0,8 µm	IR cercano 1,6 µm
Suelo desnudo	Alta	Alta	Alta
Vegetación	Baja	Alta	Alta
Manto de nieve	Alta	Alta	Baja
Nubes fase líquida	Alta	Alta	Alta
Nubes fase sólida	Alta	Alta	Baja
Océano	Baja	Baja	Baja

© The COMET Program

- El **suelo desnudo** es muy reflectante en el canal de infrarrojo cercano de 1,6 µm.

- Las **superficies con vegetación** son muy reflectantes en el canal visible de 0,8 μm .
- Las **nubes en fase de agua líquida** exhiben aproximadamente la misma reflectividad en los tres canales.
- Para las **nubes en fase de agua congelada** y el **manto de nieve**, la reflectividad relativa es fuerte en los canales VIS en 0,6 μm y VIS en 0,8 μm , pero débil en el canal infrarrojo cercano en 1,6 μm , porque los cristales de hielo reflejan poco en esa longitud de onda.
- El **agua oceánica** es muy poco reflectante en los tres canales.

[Volver al comienzo de la página](#)

Selección de la mejor combinación de colores RGB

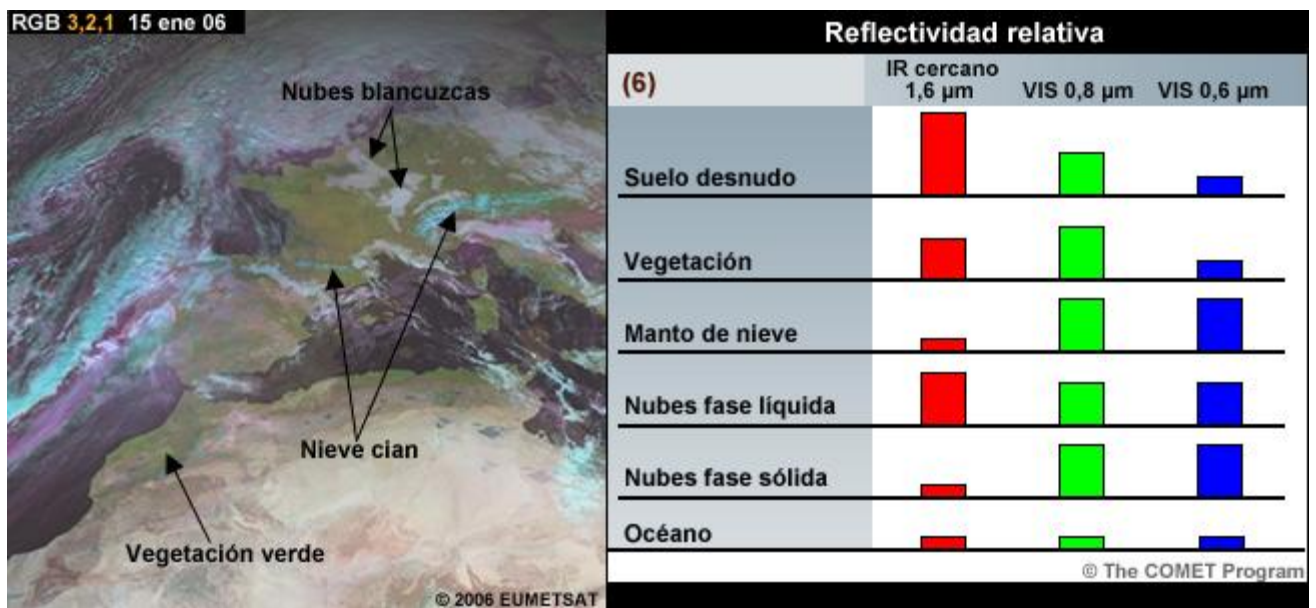
A ver si podemos usar esta información para preparar el producto RGB en color natural. Como cada uno de los tres canales de entrada se puede asignar a cualquiera de los tres colores, hay seis combinaciones posibles para generar una imagen RGB en color natural. Como todas las combinaciones se basan en los mismos tres canales de entrada, contienen todas la misma información. Sin embargo, existen enormes diferencias en las combinaciones de colores que producen.

¿Cuál de estas combinaciones produce el producto de aspecto ‘más natural’, en el cual la vegetación es verde, los desiertos son pardos y las nubes bajas son blancas? Para ver los productos, haga clic en los enlaces "Ver producto RGB". Seleccione el botón de radio del **producto cuyo aspecto le parece más natural** y haga clic en **Ver respuesta**.

[Repaso de la teoría de colores RGB.](#)

- ☐ a) [Ver producto RGB 1](#)
- ☐ b) [Ver producto RGB 2](#)
- ☐ c) [Ver producto RGB 3](#)
- ☐ d) [Ver producto RGB 4](#)
- ☐ e) [Ver producto RGB 5](#)
- ☐ f) [Ver producto RGB 6](#)

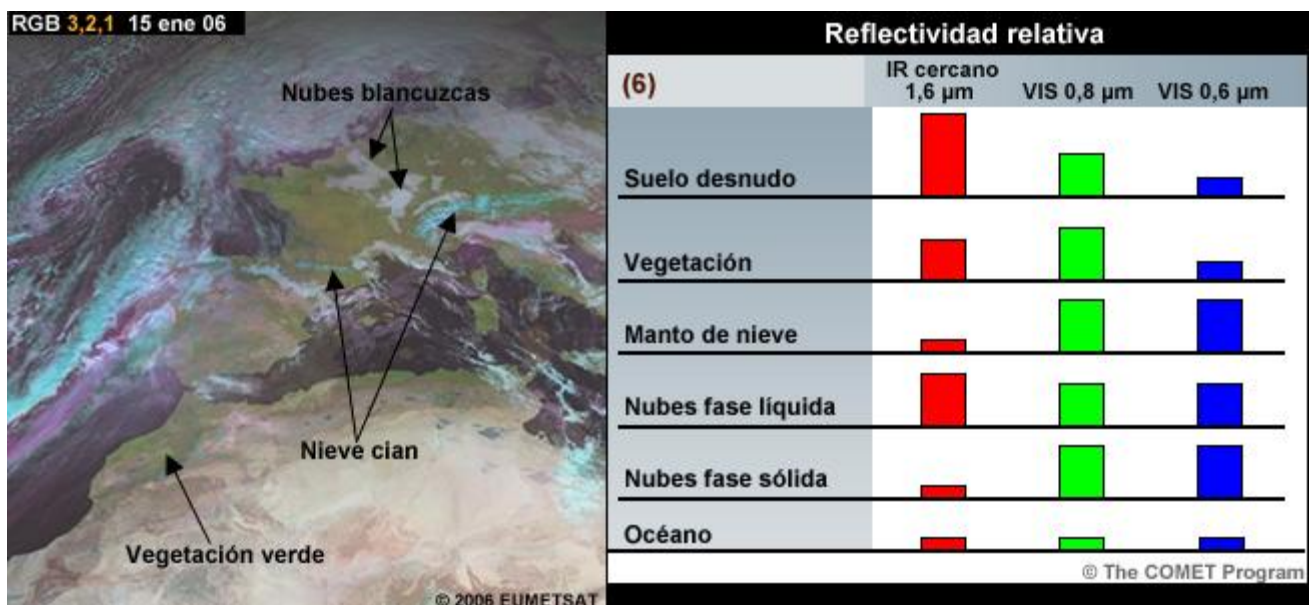
La respuesta correcta es F.



La combinación número 6 tiene el aspecto más natural, ya que presenta las nubes en color blanco, el desierto de color pardo y la vegetación en verde. Comentaremos esta imagen RGB más en la próxima página.

[Volver al comienzo de la página](#)

Información adicional



Aquí tiene un poco de información adicional sobre la imagen RGB en color natural.

El **suelo desnudo** (que incluye el desierto) es pardo rojizo, resultado de la muy fuerte contribución del canal infrarrojo cercano en 1,6 μm en el rojo y de la menor contribución del canal visible en 0,8 μm en el verde. El canal visible en 0,6 μm en el azul aporta muy poco a estas estructuras.

La **vegetación**, que cubre buena parte del suelo de Europa, es muy reflectante en el canal visible en $0,8\ \mu\text{m}$, el cual produce el tono verde en la imagen.

Las **nubes en fase de agua líquida** son muy reflectantes en los tres canales y su combinación imparte el color blanco a las nubes en fase líquida.

Ya habrá observado el color cian del **manto de nieve**. Esto se debe a que la nieve es muy reflectante en los canales visibles en $0,8\ \mu\text{m}$ y $0,6\ \mu\text{m}$. La asignación de estos canales al verde y al azul produce el cian. Aunque este color no es natural, hay que recordar que es común ver colores cuyo significado no es obvio en los reales RGB, pero son fáciles de interpretar si se sabe qué combinación de colores los genera.

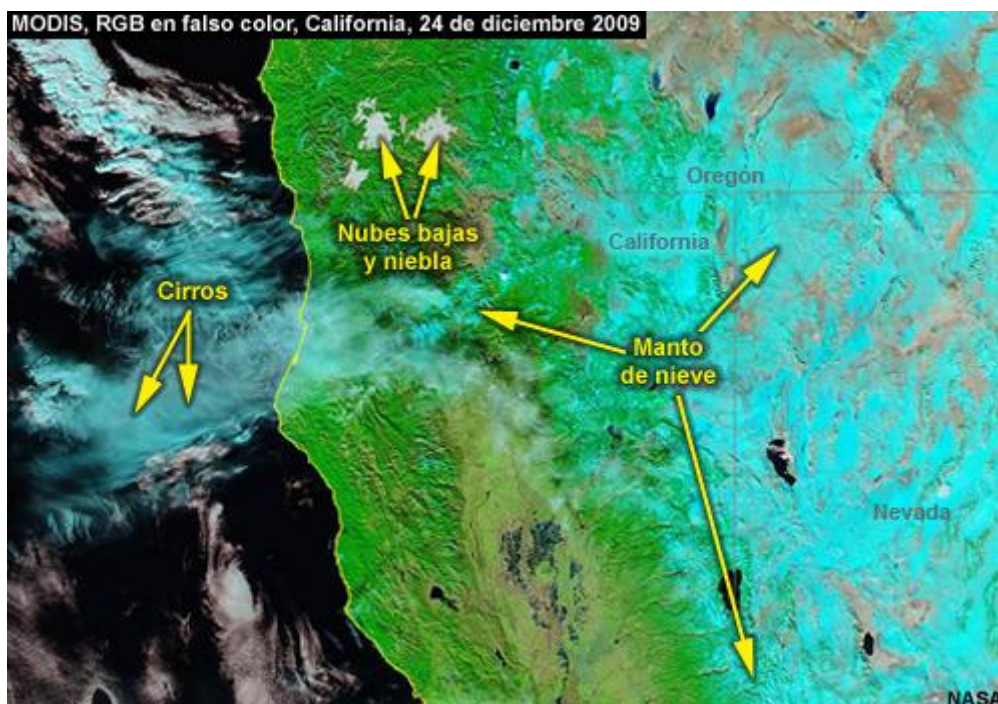
Las **nubes de hielo** también son cian.

Finalmente, el **agua** es oscura, porque la contribución de todos los canales es mínima.

[Volver al comienzo de la página](#)

Qué hacer en caso de ambigüedades

Los datos de MODIS permiten obtener una imagen RGB casi idéntica. Aunque su aspecto es similar al producto RGB en color natural de EUMETSAT, se genera con el canal infrarrojo cercano en $2,2\ \mu\text{m}$, en lugar del de $1,6\ \mu\text{m}$. El producto MODIS en falso color emplea el mismo esquema de interpretación de colores y se usa para identificar las mismas estructuras, pero se destaca en la detección de incendios. El producto MODIS en falso color está disponible casi en tiempo real.



En este ejemplo invernal centrado en el norte de California podemos identificar los cirros cerca de la costa (cian) y algunos bancos de nubes de agua líquida (blancos) atrapados en los valles del sur de Oregón. Sin embargo, es difícil distinguir entre los

cirros y el manto de nieve sobre las montañas exclusivamente con base en el color. Ambas estructuras son de color cian, porque los cristales de hielo reflejan fuertemente en los canales visibles (asignados al verde y azul) y poco en el canal infrarrojo cercano (asignado al rojo).

Existen varias formas de solucionar este tipo de situación ambigua, por ejemplo:

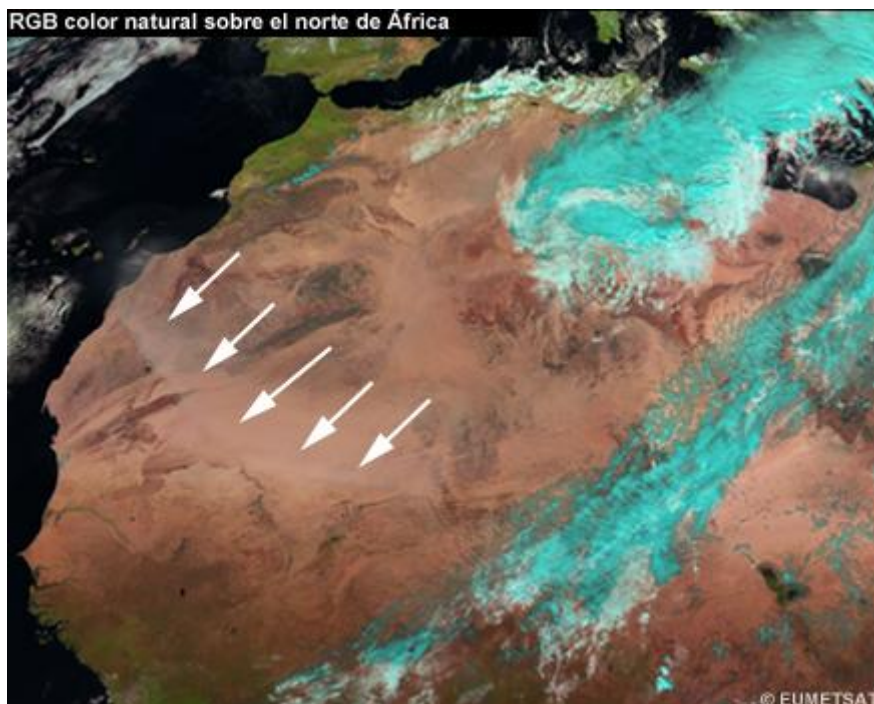
- Ver si existe otro tipo de realce RGB diseñado para la situación a mano; para nuestro caso concreto, sería útil fijarse en el realce RGB nubes sobre nieve, que se describe en la sección sobre aplicaciones.
- Crear una secuencia animada de imágenes para distinguir entre las estructuras de superficie y las atmosféricas por su movimiento.
- Observar que a menudo las estructuras de superficie, tales como una cubierta de nieve, están ligadas a estructuras topográficas familiares, como una cordillera, mientras las estructuras atmosféricas, como las nubes de hielo, no.

[Volver al comienzo de la página](#)

Imágenes RGB para polvo/arena

Paso 1: Determinar el propósito del realce

Esta imagen RGB en color natural representa vívidamente el norte de África. No obstante, no muestra bien la gran nube de polvo y arena indicada por las flechas.



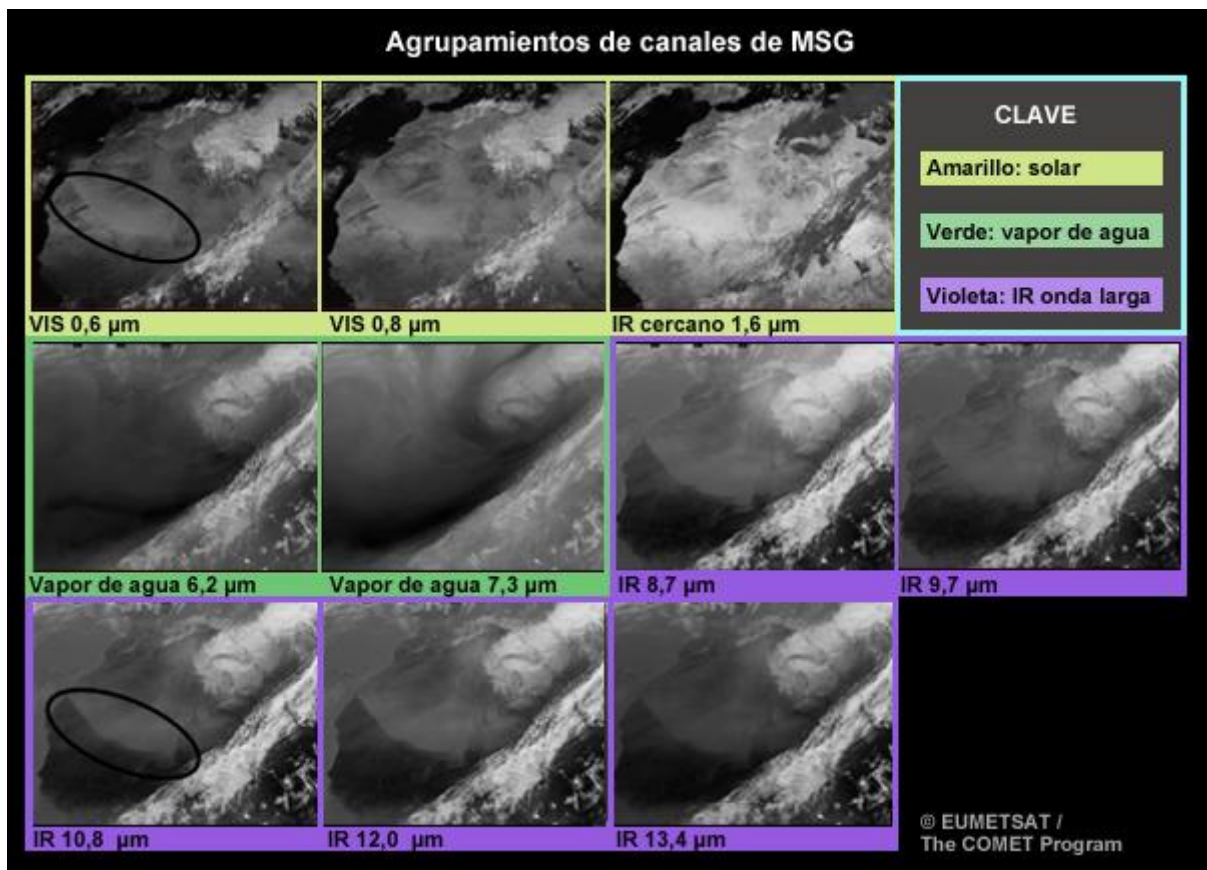
Esto se debe a que los canales de entrada, dos en el visible, en $0,6\ \mu\text{m}$ y en $0,8\ \mu\text{m}$, y uno IR cercano, en $1,6\ \mu\text{m}$, y la imagen RGB resultante no muestran el polvo y la arena con suficiente contraste respecto de la superficie terrestre. Por lo tanto, se precisa un realce RGB especial que permita detectar el polvo y la arena en suspensión. Como

veremos, se trata de un realce RGB más complejo que los que hemos considerado hasta ahora.

[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 2: Seleccionar los mejores canales o canales derivados

Estos son los grupos de canales MSG solares, de vapor de agua e infrarrojos de onda larga para el producto polvo/arena diurno de la tormenta de arena en el norte de África.



¿Cuál es el grupo que representa mejor el borde de avance de la nube de polvo y arena (la zona dentro de los óvalos en las imágenes VIS en 0,6 μm e IR en 10,6 μm)? (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) Los canales solares (marcos amarillos)
- ☐ b) Los canales de vapor de agua (marcos verdes)
- ☐ c) Los canales infrarrojos de onda larga (marcos violeta)

La respuesta correcta es C.

Los canales de onda larga ($8,7\text{ }\mu\text{m}$ en el infrarrojo y de longitud de onda mayor) son los mejores, porque el polvo y la arena contrastan con el fondo térmico y, por tanto, resaltan el frente con claridad.

Los canales solares no son capaces de producir este contraste, porque el reflejo de la arena se confunde con el fondo brillante del desierto.

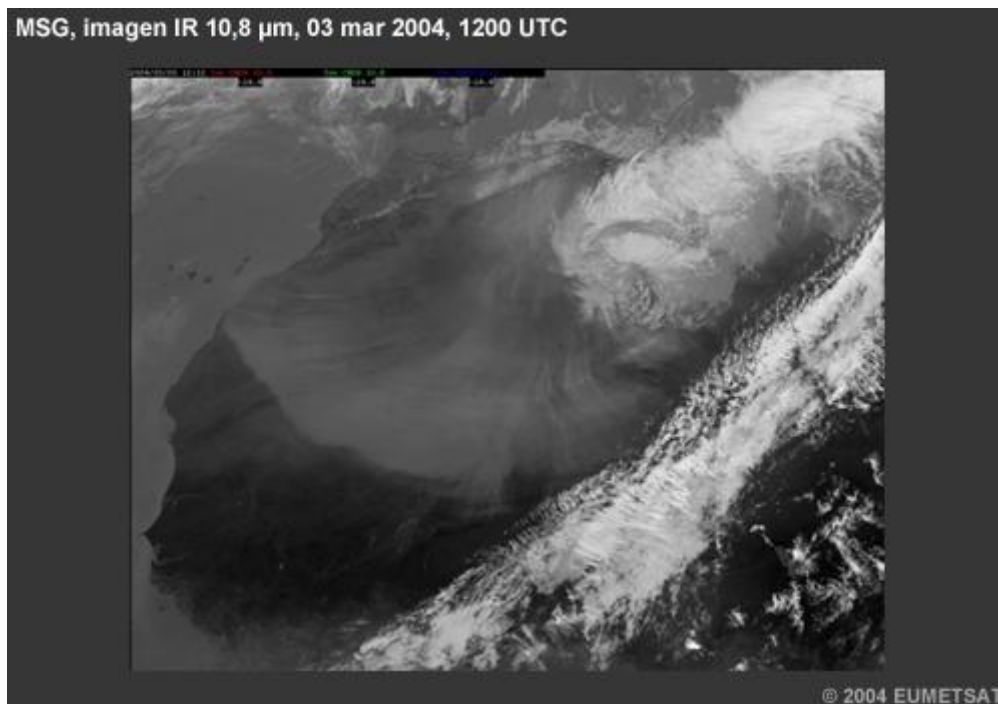
Los canales de vapor de agua no pueden detectar el polvo y la arena, ni las estructuras terrestres, porque no alcanzan hasta el suelo, que es donde suelen encontrarse el polvo y la arena.

[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 3: Preprocesar las imágenes según sea necesario

Antes de combinar estos canales en una imagen RGB, las imágenes de entrada se deben procesar para realzar todo lo posible las estructuras de interés.

Para la primera imagen, la del canal infrarrojo de $10,8\text{ }\mu\text{m}$, necesitamos aplicar un técnica conocida como estiramiento de contraste, o de histograma.



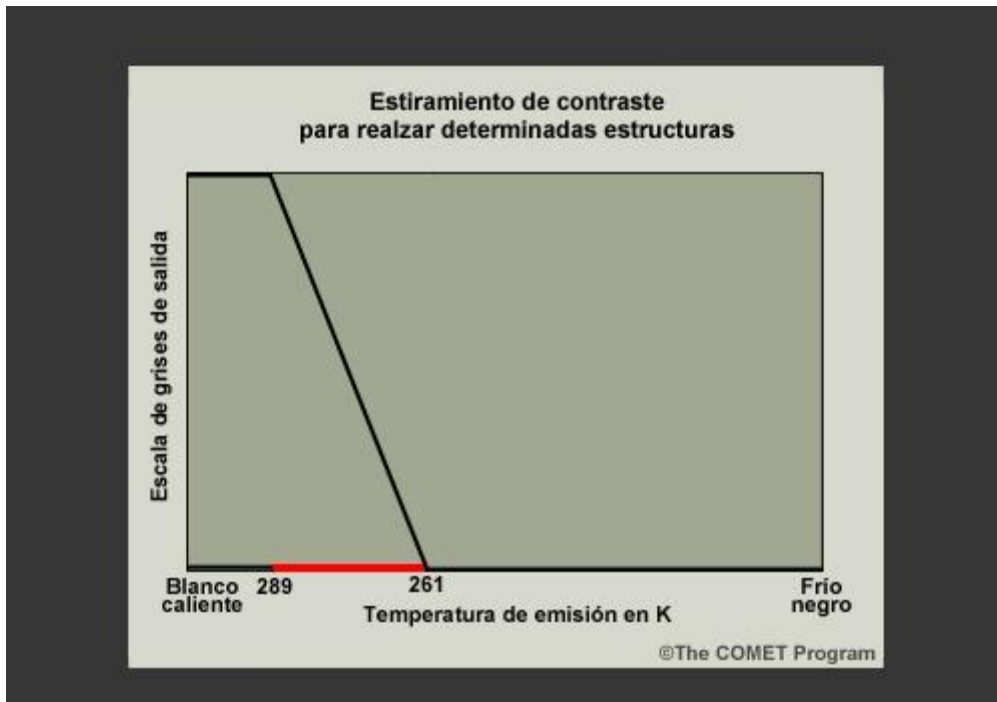
Para comprender el motivo, considere cómo el canal detecta las capas de polvo y arena en altura. La temperatura irradiada por la superficie es mayor que la del polvo suspendido en altura y, por consiguiente, el polvo se destaca delante del suelo más cálido.



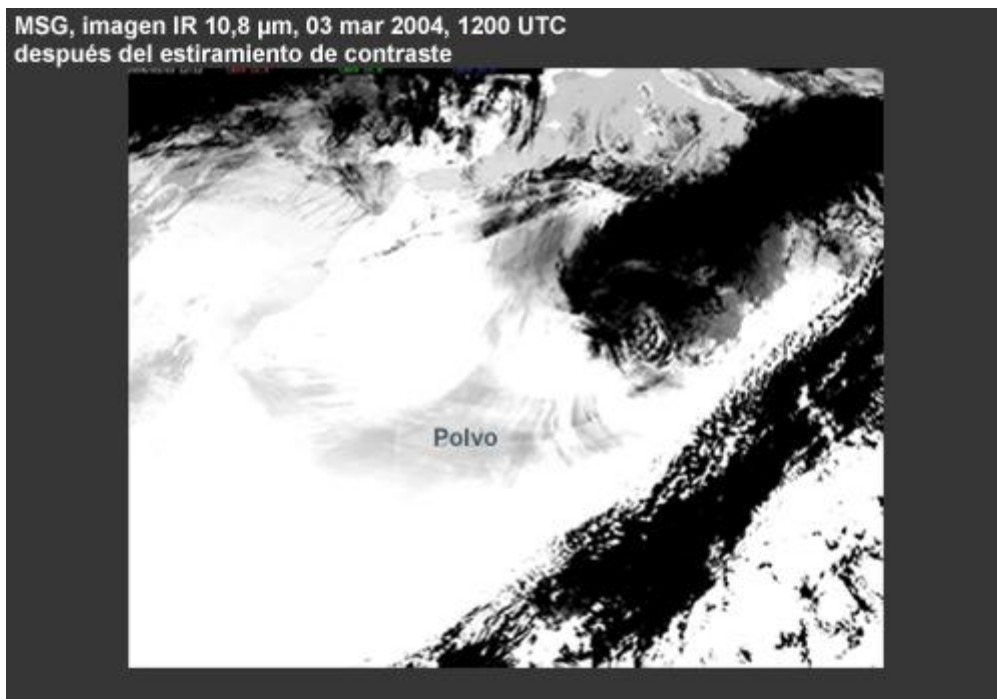
Sin embargo, a menudo este contraste es reducido, como puede ocurrir por la noche, por ejemplo, cuando la temperatura del polvo se aproxima a la del suelo.



Para aprovechar al máximo el contraste reducido y hacer que las estructuras de polvo y arena realmente se destaquen, extendemos o estiramos las temperaturas dentro de un intervalo relativamente restringido, como se puede apreciar en el diagrama siguiente. El límite cálido es de 289 Kelvin (blanco en la imagen), el límite frío es de 261 Kelvin (negro en la imagen).



Normalmente, la imagen que se obtiene resalta la estructura típica de las nubes de polvo y arena y brinda información que resulta útil cuando se combina con las otras entradas de la imagen RGB.



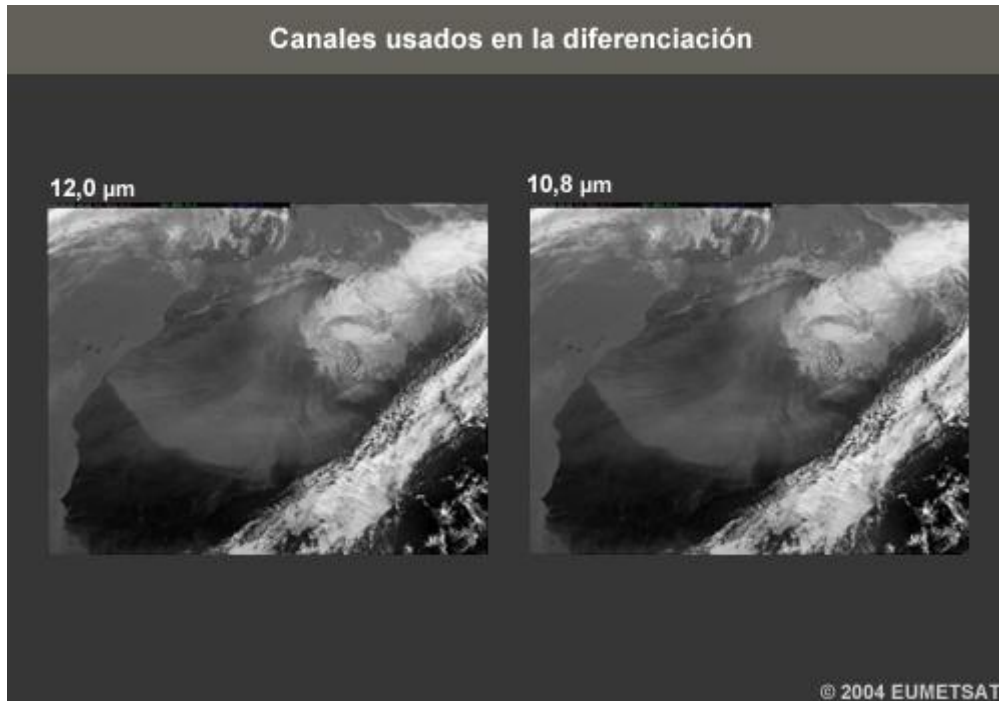
[Volver al comienzo de la página](#)

Segunda entrada: una imagen de diferencia

Además de crear realces RGB a partir de canales individuales, podemos usar como datos de entrada imágenes de diferencia, en las cuales los valores calibrados de temperatura de brillo de los píxeles se restan de los de otra imagen. En el caso de las

imágenes de polvo y arena, estas diferencias a menudo logran realzar la estructura característica del polvo que no se observa fácilmente en las imágenes de un solo canal.

Por eso utilizaremos como segunda entrada la diferencia en la temperatura emisión que se obtiene al restar del canal IR de 12,0 μm el canal IR de 10,8 μm .

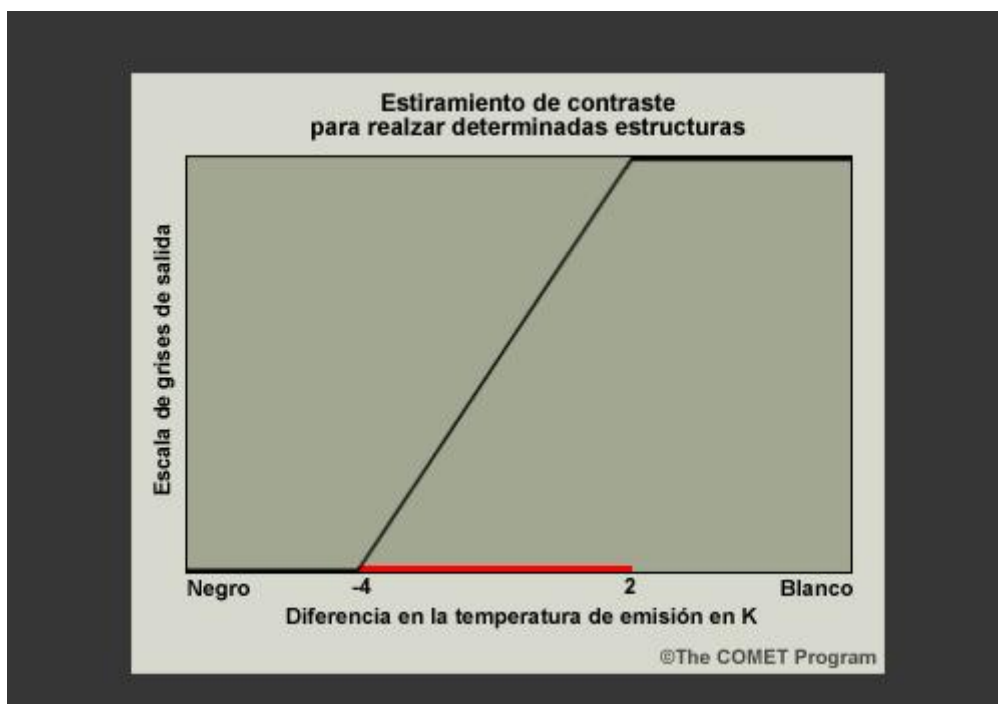


La diferenciación de canales aprovecha la interacción entre la energía saliente emitida por la superficie terrestre y la nube de polvo y arena. La temperatura de emisión de la energía infrarroja que atraviesa una capa de polvo o arena es más fría en 10,8 μm que en 12,0 μm , porque el polvo es más sensible y absorbe más energía en la longitud de onda de 10,8 μm . En realidad, el polvo y la arena impiden que cierta parte de la radiación saliente alcance el satélite en esta longitud de onda.



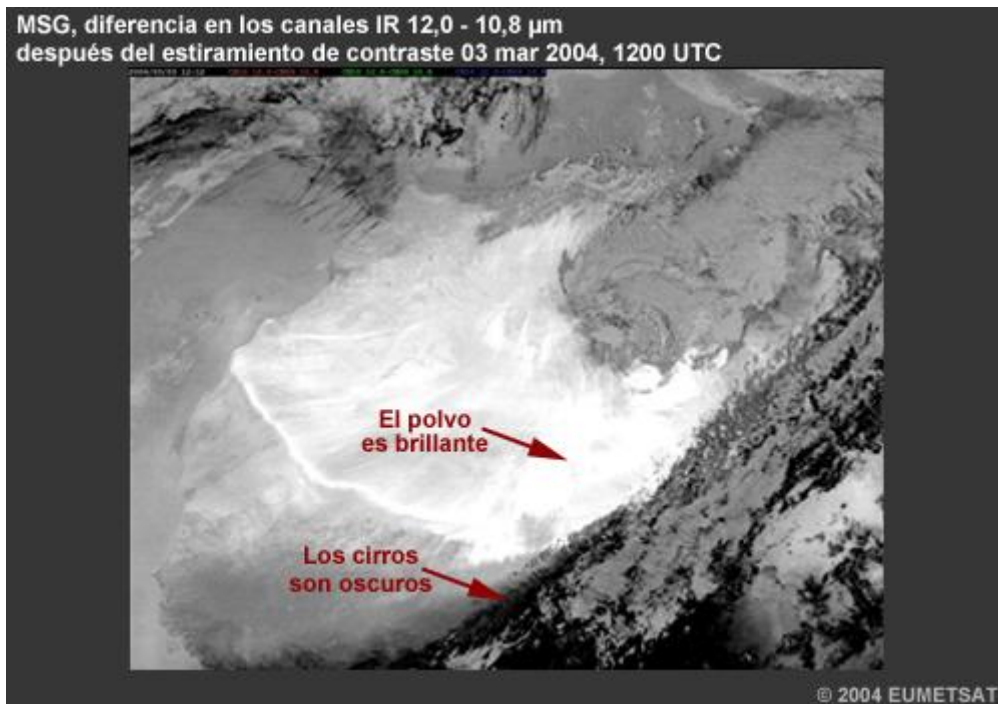
Esta sensibilidad diferencial del polvo produce una diferencia positiva en la temperatura de emisión y tonos brillantes en las imágenes.

A la inversa, los cirros son menos sensibles a la energía de 10,8 μm que la de 12,0 μm , lo cual produce una diferencia negativa y tonos negros en las imágenes. Esta sustracción sencilla de canales constituye una manera importante de diferenciar entre las nubes altas y el polvo y la arena en suspensión.



Al diferenciar los canales IR de 12,0 y 10,8 μm y estirar la diferencia de -4 a +2 Kelvin, obtenemos una representación nítida de las nubes de polvo y arena en la imagen de

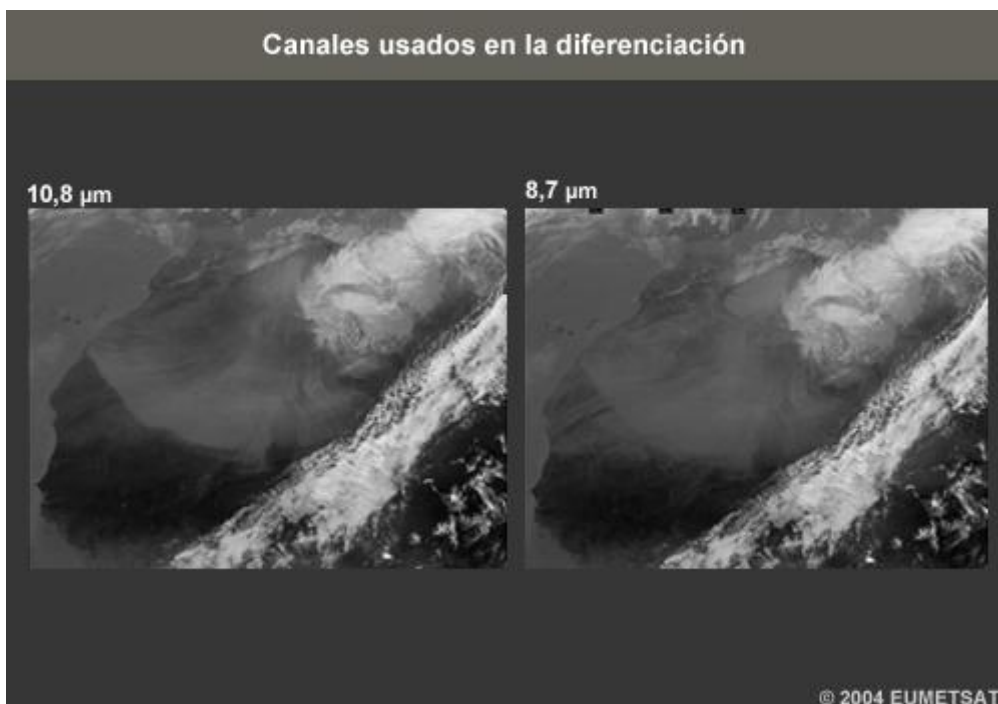
diferencia de temperatura de emisión que constituye la entrada perfecta para nuestro producto RGB. Observe como la imagen de diferencia muestra la nube de polvo y arena en blanco.



[Volver al comienzo de la página](#)

Tercera entrada: otra imagen de diferencia

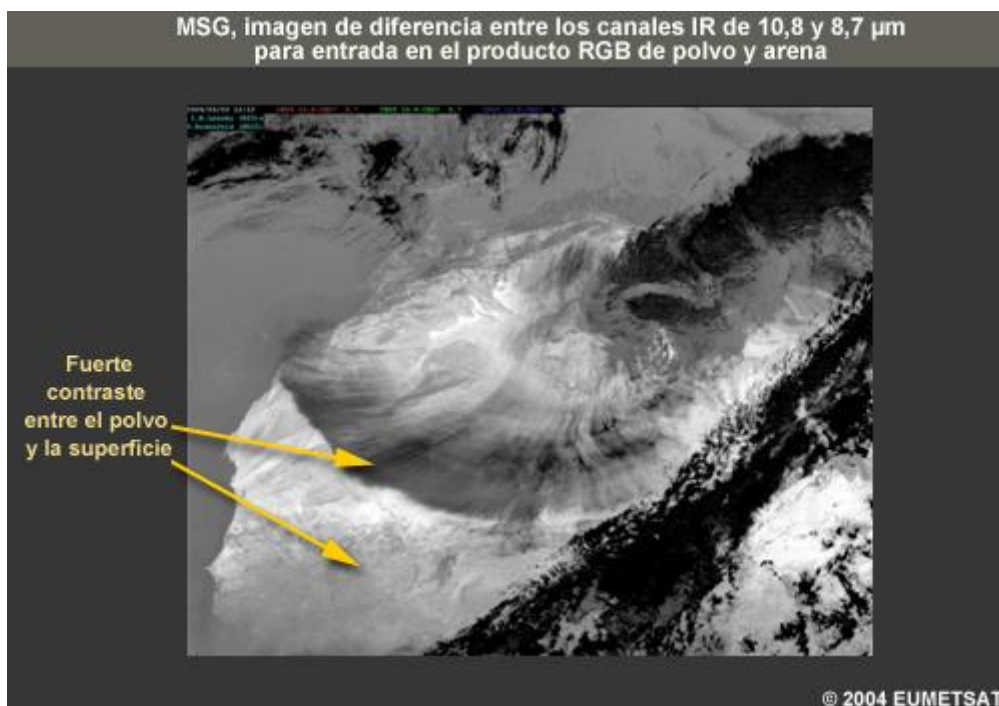
Nuestra tercera entrada para el producto RGB será otra diferencia de temperaturas de emisión, derivada restando el canal IR de 8,7 μm del canal IR de 10,8 μm .



Las nubes de hielo y las de polvo/arena producen diferencias de temperatura de emisión negativas cuando se resta el canal IR de 8,7 μm del canal de 10,8 μm , de modo que resulta difícil distinguir entre ellas en la imagen final.

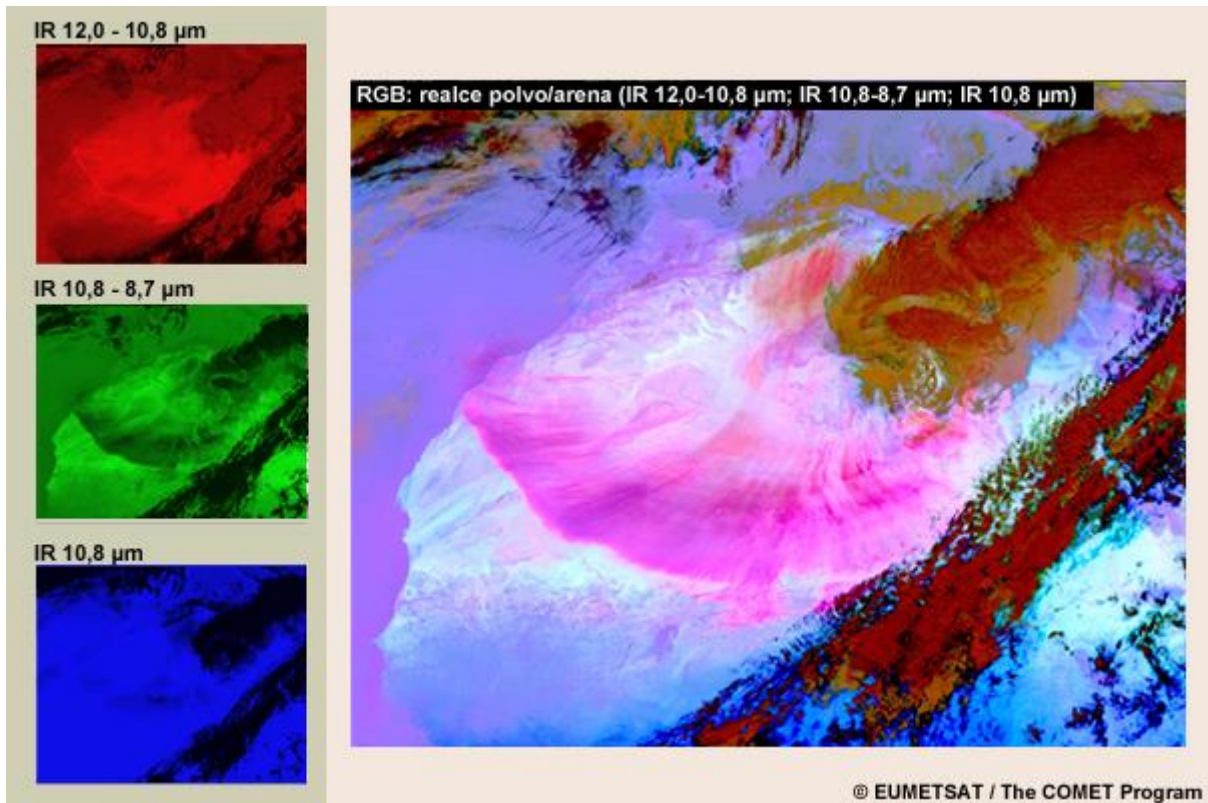


Pero la diferencia entre los dos canales, que podemos variar de 0 a 15 K, separa claramente las nubes de polvo y arena (negro) de las superficies del desierto (arena), lo cual permite incorporar información importante en el producto RGB.



[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 4: Asignar los colores



La mejor asignación de canales espectrales a colores para este realce RGB es:

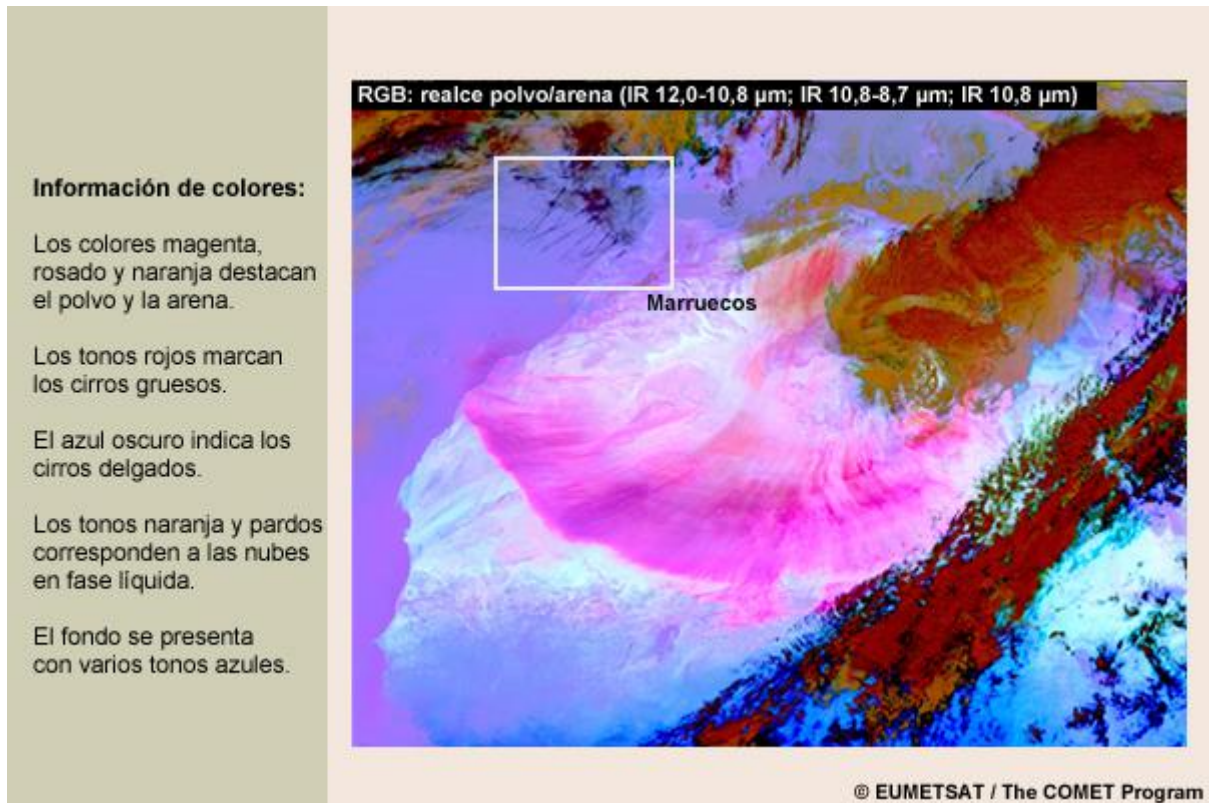
- rojo a la imagen de diferencia de canales IR 12,0 μm menos IR 10,8 μm ;
- verde a la imagen de diferencia de canales IR 10,8 μm menos IR 8,7 μm ;
- azul a la imagen IR de 10,8 μm .

En la imagen RGB resultante:

- Los colores magenta, rosado y naranja destacan el polvo y la arena.
- Los tonos rojos marcan los cirros gruesos.
- El azul oscuro indica cirros delgados.
- Los tonos naranja y pardos corresponden a las nubes en fase líquida.
- El fondo de la imagen adquiere diversos tonos azules.

[Volver al comienzo de la página](#)

Paso 5: Revisar el producto final



¿Qué representan las líneas oscuras dentro del marco blanco al noroeste de Marruecos?
(Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) ruido
- ☐ b) escapes de buques
- ☐ c) estelas de condensación
- ☐ d) ondas de gravedad

La respuesta correcta es C.

Se trata de estelas que son, esencialmente, cirros delgados. La detección se basa en uno de los canales de entrada (la sustracción del canal IR de 10,8 μm del canal IR de 12,0 μm), que resalta los cirros delgados. Se trata de un beneficio adicional inesperado del producto RGB de polvo/arena.

[Volver al comienzo de la página](#)

Uso de imágenes RGB en distintas situaciones

Hasta ahora hemos considerado tres formas de ver una escena que contiene polvo y arena:

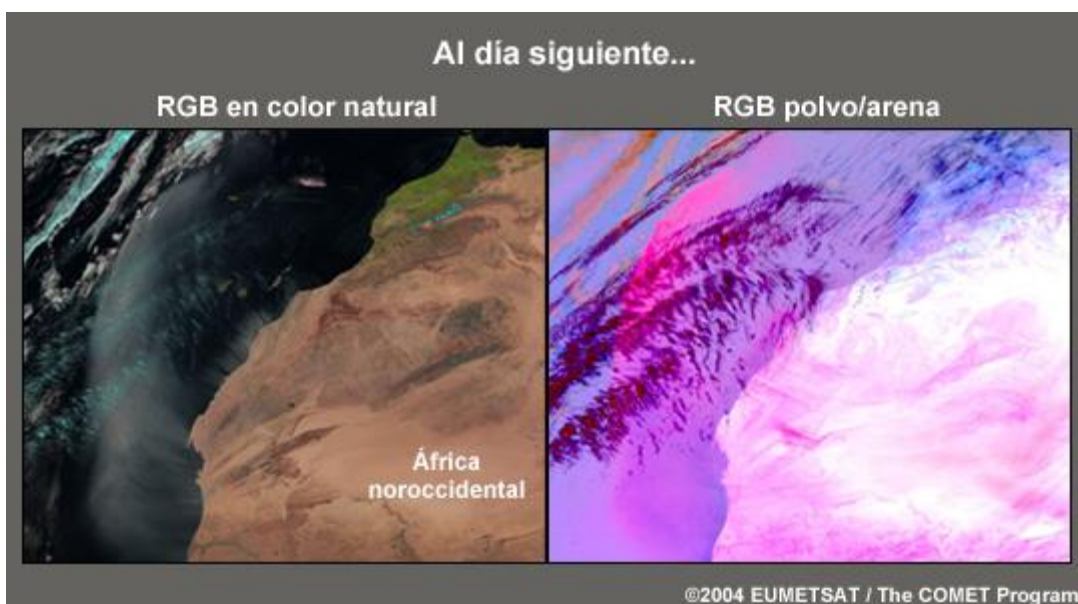
- con una sola imagen satelital, como una imagen infrarroja de onda larga, que depende del contraste térmico entre el polvo y la arena, y el fondo;

- mediante diferencias de canales, que realzan la representación de las nubes de polvo y arena;
- con un realce RGB que combina las entradas de las primeras dos opciones para generar una imagen fácil de interpretar.

La prueba de fuego de los realces RGB es su capacidad de dar resultados en una variedad de condiciones distintas.

Haga clic en cada pestaña para evaluar el desempeño del producto polvo/arena en estas situaciones.

- [Sobre tierra y agua](#)
- [Animaciones](#)
- [Seguimiento de nubes de polvo y arena](#)
- [Datos superpuestos](#)



Estas dos imágenes RGB, un producto en color natural y un realce polvo y arena, corresponden al día siguiente. ¿Cuál de ellas representa mejor el polvo y la arena sobre agua, y cuál sobre tierra firme? (Use el cuadro de selección para elegir la mejor respuesta para cada enunciado.)

a) Sobre agua, el producto representa mejor el polvo y la arena. La respuesta correcta es producto "en color natural".

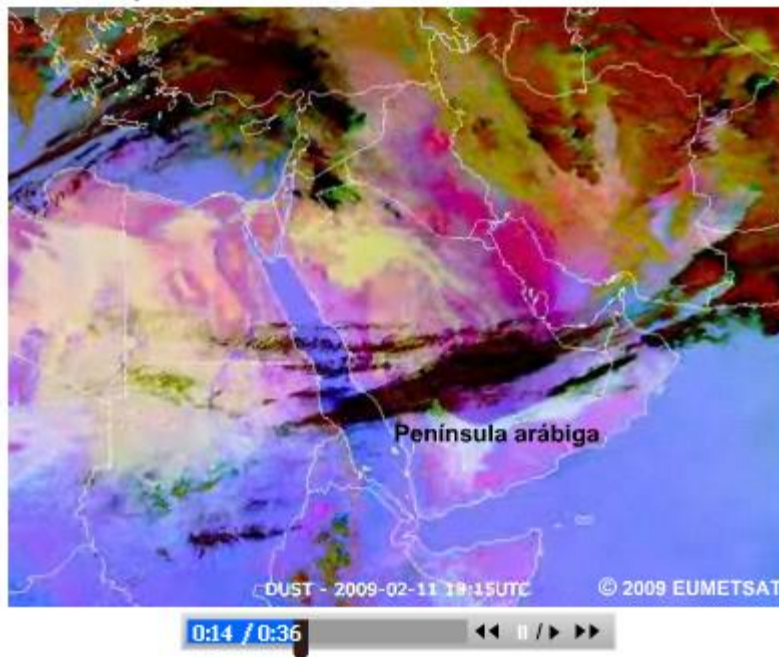
b) Sobre tierra firme, el producto representa mejor el polvo y la arena. La respuesta correcta es producto "RGB polvo/arena".

Aunque es difícil ver el polvo y la arena sobre tierra firme en el producto en color natural, se distingue claramente sobre el fondo negro de la masa de agua. Por otra parte, el producto RGB polvo/arena representa mejor las nubes de polvo y arena sobre tierra firme. Se observan bandas de polvo y arena que no se distinguen en el producto en color natural. Lo que hay que recordar siempre es que ningún producto RGB individual

siempre da los resultados deseados. Hay que saber cuándo es apropiado usar determinado producto y cuándo conviene recurrir a otra alternativa.

Esta secuencia de imágenes RGB polvo/arena muestra la evolución de una tormenta de arena en el transcurso de cuatro días y noches. Los períodos diurnos se notan porque cuando el suelo se calienta, adquiere tonos azulados más cálidos. Los tonos rosados y amarillos predominan por la noche y se transforman en el color azul típico de tierra firme durante el día. Las nubes altas y gruesas son de color rojo oscuro, mientras las nubes altas y delgadas son azul oscuro o negras. Las nubes bajas tienen tonos color naranja. El polvo y la arena en altura son de color magenta.

MSG: RGB polvo/arena 1500 UTC 10 feb 2009 a 1100 UTC 14 feb 2009



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

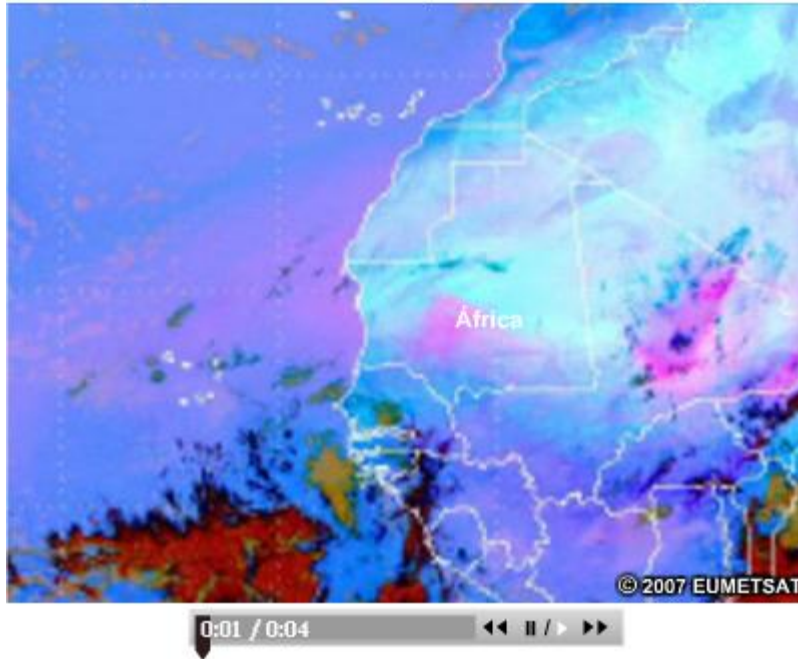
Observe el intenso sistema que atraviesa el golfo Pérsico, seguido de una intensa tormenta de arena. ¿Cuándo alcanza la nube de arena la costa sur de la península arábiga? (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) 11 de febrero a las 1000 UTC
- ☐ b) 12 de febrero a las 1400 UTC
- ☐ c) 13 de febrero a las 2000 UTC
- ☐ d) 14 de febrero a las 0500 UTC

La respuesta correcta es B.

Observe que la nube de arena se desplaza sobre el mar después de alcanzar la costa.

MSG: RGB polvo/arena 0800 UTC 20 jun 2007 a 1200 UTC 26 jun 2007



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Esta secuencia de imágenes RGB polvo/arena sobre el Atlántico abarca casi una semana. ¿Cuáles de las siguientes estructuras son evidentes? (Elija todas las opciones pertinentes.)

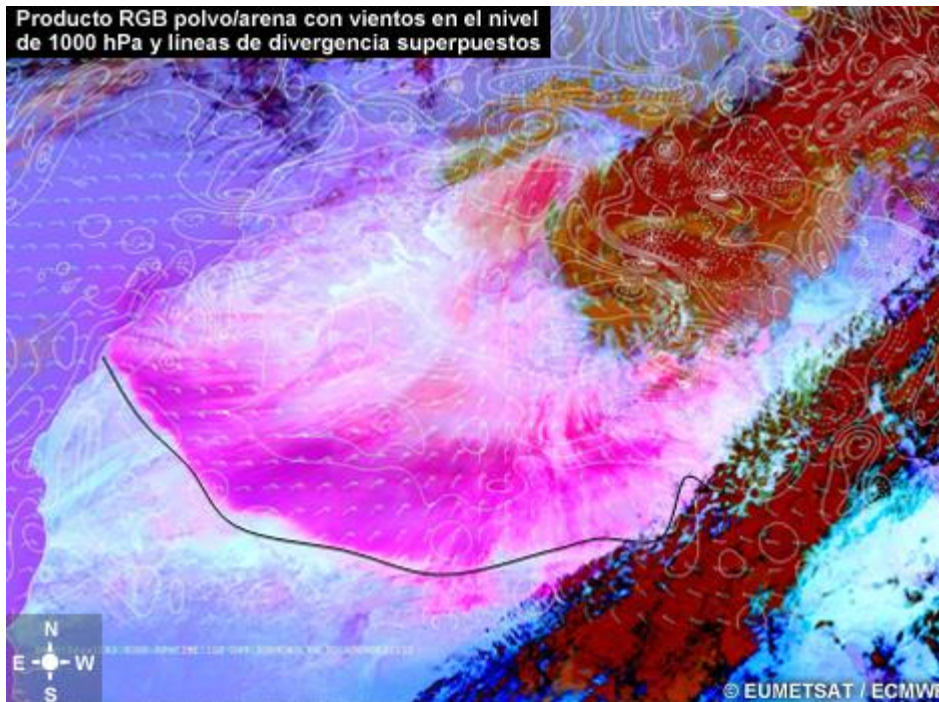
- ☐ a) Varias nubes de arena provenientes de África lanzan polvo y arena sobre el océano.
- ☐ b) La arena llega a Sudamérica (Antillas Menores)
- ☐ c) La arena se encuentra en un nivel más bajo que las nubes convectivas y los cirros.

Las tres respuestas son correctas.

Se levantan varias nubes de arena de ciertas zonas de origen específicas sobre África. Esta arena pasa sobre el océano y eventualmente alcanza las Américas.

Normalmente, el polvo y la arena se encuentran en los niveles medios y bajos de la atmósfera y a menudo las nubes más altas los ocultan en los productos satelitales.

Cabe señalar que este realce RGB polvo/arena puede ser útil en los pronósticos de ciclones tropicales sobre el Atlántico, porque el polvo y la arena, y el aire seco que los transporta, tienden a mitigar la intensidad de dichas tormentas.



De por si solos, los realces RGB no brindan información cuantitativa, pero se pueden incluir los datos de un modelo numérico superponiéndolos al producto.

En este ejemplo, el realce RGB indica la posición del frente de la nube de polvo y arena, mientras los datos superpuestos brindan información sobre los vientos asociados con dicho frente y la masa de aire que lo sigue.

[Volver al comienzo de la página](#)

Ventajas y limitaciones de los realces RGB

Ventajas

Ahora que hemos examinado varias imágenes RGB, deberían quedarle claras las ventajas que ofrecen:

- La fusión de diversos canales permite resaltar estructuras atmosféricas y de superficie que a duras penas se pueden discernir en las imágenes de un solo canal; normalmente, cada canal representa una longitud de onda particular, aunque se admite el uso de combinaciones o diferencias de canales.
- El procesamiento de imágenes RGB admite canales de todo el espectro electromagnético, desde el visible e infrarrojo hasta las microondas detectadas con métodos pasivos. Por eso los realces RGB se denominan *multiespectrales*: porque combinan la información de diferentes longitudes de onda y varias regiones del espectro electromagnético.
- La tecnología RGB permite crear productos de aspecto realista cuyo uso resulta natural y puede reducir las ambigüedades y simplificar la interpretación, como resultado de lo cual su utilidad se extiende a una amplia gama de usuarios.

- Los realces RGB pueden llevar superpuesta información cuantitativa, como la salida de un modelo numérico o las observaciones sinópticas y de radar, lo cual permite realizar interpretaciones y análisis mucho más profundos.
- Los instrumentos de teledetección de los satélites del futuro incorporarán más canales, de forma que los realces RGB serán una opción incluso más útil para examinar las imágenes.

[Volver al comienzo de la página](#)

Limitaciones

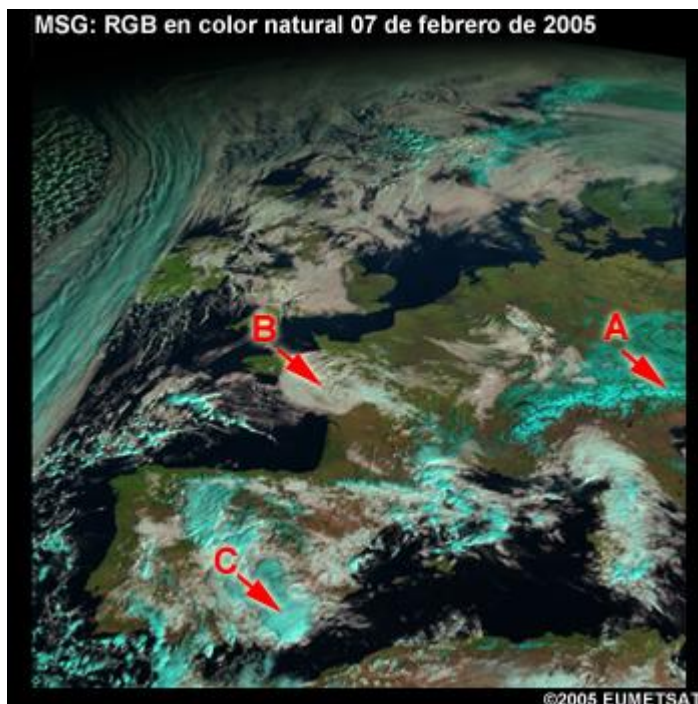
Aunque no cabe duda de que los realces RGB son enormemente útiles, es importante comprender sus limitaciones, como las que se sugieren en estas preguntas. Conteste cada una, y haga clic en Ver respuesta para pasar a la siguiente.

Los realces RGB eliminan las ambigüedades de interpretación. (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) Verdadero
- ☐ b) Falso

La respuesta correcta es Falso.

Si bien los realces RGB *reducen* las ambigüedades, no siempre las eliminan. Considere las nubes altas en el punto C y el manto de nieve en el punto A de esta imagen RGB en color natural: ambos son de color cian.



Esto destaca la importancia de contar con buenas capacidades de interpretación o con información auxiliar. Aún así, el producto sigue siendo mejor en comparación con las

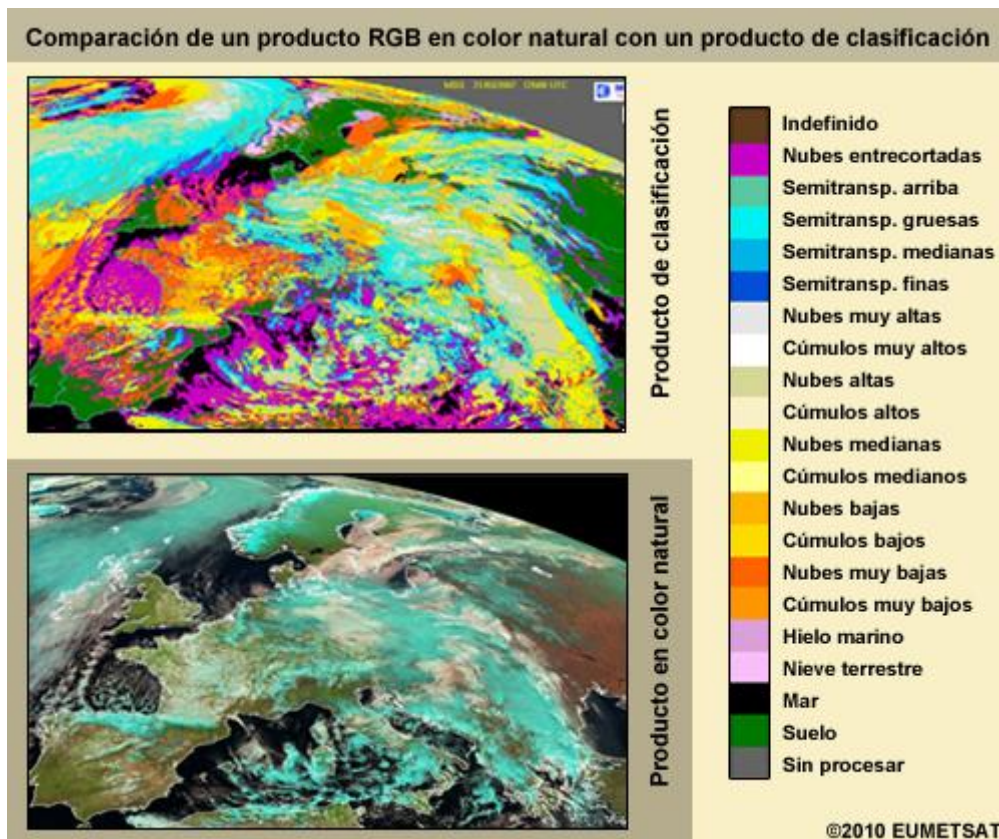
imágenes de un solo canal; por ejemplo, nos permite distinguir las nubes altas y el manto de nieve de las nubes bajas (punto B).

Aunque los realces RGB están diseñados para ayudar a identificar estructuras específicas, por si solos no brindan información cuantitativa, como el tamaño de las gotitas en las nubes o la profundidad de la capa de nieve. (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) Verdadero
- ☐ b) Falso

La respuesta correcta es Verdadero.

Aunque existen pautas de interpretación para los colores de los realces RGB, en la mayoría de los casos estos productos no se distribuyen con leyendas o escalas de colores, porque están pensados para fines de interpretación general y no responden a una clasificación objetiva ni transmiten información cuantitativa. Por otra parte, sí existen productos de clasificación derivados que clasifican cada píxel de acuerdo con una serie de clases. En este ejemplo, se ha asignado un color particular a cada uno de los 21 tipos de nube o de superficie. A diferencia de los realces RGB, los esquemas de clasificación se pueden validar frente a la realidad y juzgar según su rendimiento. Tómese un minuto para comparar la imagen RGB en color natural y el producto de clasificación en este ejemplo.



[Volver al comienzo de la página](#)

En espera de los satélites de próxima generación

Bandas espectrales

Los instrumentos de generación de imágenes a bordo del futuro satélite GOES-R y los satélites estadounidenses en órbita polar, como el NPP, tendrán un mayor número de bandas espectrales que sus predecesores. Esto permitirá crear más realces RGB y contribuirá a satisfacer la necesidad de información más útil y concisa para los estudios meteorológicos.

Banda del futuro generador de imágenes del GOES (ABI)	Intervalo de longitudes de onda (μm)	Ejemplo del uso	¿Existe en MSG?
1	0,45-0,49	Aerosoles sobre tierra de día, mapas de aguas costeras	NO
2	0,59-0,69	Nubes de día, niebla, insolación, vientos	SÍ
3	0,846-0,885	Vegetación/chamiceras de día y aerosoles sobre agua, vientos	SÍ
4	1,371-1,386	Cirros durante el día	NO
5	1,58-1,64	Fase y tamaño de partículas en la cima de las nubes de día, nieve	SÍ
6	2,225-2,275	Propor. de suelo/nubes de día, tamaño partículas, vegetación, nieve	NO
7	3,80-4,00	Superficie y nubes, niebla por la noche, fuego, vientos	SÍ
8	5,77-6,6	Vapor de agua en niveles atmosféricos altos, vientos, lluvia	SÍ
9	6,75-7,15	Vapor de agua en niveles atmosféricos medios, vientos, lluvia	NO
10	7,24-7,44	Vapor de agua en niveles bajos, vientos, SO ₂	SÍ
11	8,3-8,7	Agua total para estabilidad, fase en las nubes, polvo, SO ₂ , lluvia	SÍ
12	9,42-9,8	Ozono total, turbulencia y vientos	SÍ
13	10,1-10,6	Superficie y nubes	NO
14	10,8-11,6	Imágenes, temperatura de la superficie del mar (TSM), nubes, lluvia	SÍ
15	11,8-12,8	Agua total, ceniza, temperatura de la superficie del mar (TSM)	SÍ
16	13,0-13,6	Temperatura del aire, altura y cantidad de nubes	SÍ

AMS, Schmit et al. 2005

El generador de imágenes ABI del GOES-R contará con cinco bandas que el MSG no tiene, lo cual ampliará la gama de posibles productos. Como el espectrorradiómetro MODIS, que está en órbita polar, cuenta con dichas bandas, podemos utilizar las imágenes que genera para hacernos una idea de las prestaciones del futuro instrumento ABI. A diferencia de MODIS, sin embargo, ABI será capaz de generar animaciones de imágenes RGB sobre los Estados Unidos y la mayor parte del hemisferio occidental.

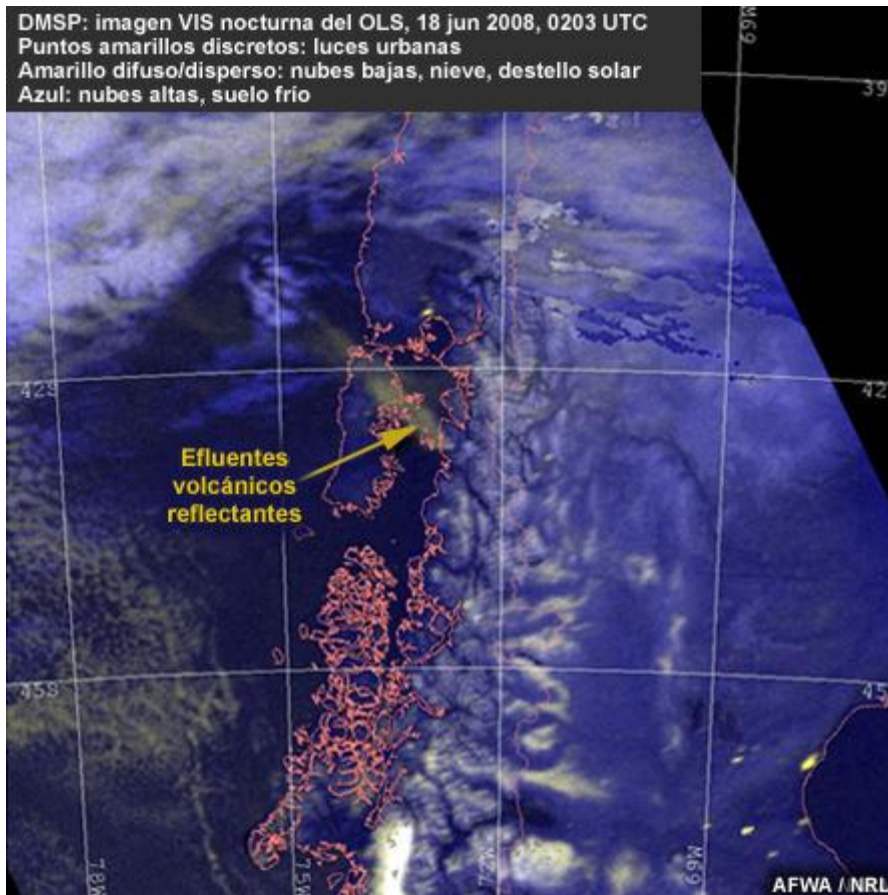
[Volver al comienzo de la página](#)

Prestaciones de VIIRS

MODIS, que cuenta con 36 canales de adquisición de imágenes, fue diseñado para aplicaciones de investigación y desarrollo. El generador de imágenes VIIRS operativo tendrá prestaciones similares, con 20 longitudes de onda (22 canales o bandas). Aunque ese número es menor en comparación con MODIS, VIIRS contará con un canal heredado de DMSP OLS que MODIS no tiene: la banda diurna/nocturna, que puede generar imágenes por la noche cuando hay suficiente luz lunar o de otras fuentes.

Canales de los instrumentos generadores de imágenes VIIRS, OLS y MODIS					
(1) VIIRS **	OLS **	MODIS **	(2) VIIRS **	OLS **	MODIS **
0,412 (M1)	—	0,412 (8)	1,378 (M9)	—	1,38 (26)
0,445 (M2)	—	0,442 (9)	1,61 (I3, M10)	—	1,69 (6)
—	—	0,465 (3)	2,25 (M11)	—	2,11 (7)
0,488 (M3)	—	0,486 (10)	3,70 (M12)	—	—
—	—	0,529 (11)	3,74 (14)	—	3,79 (20)
—	—	0,547 (12)	—	—	3,99 (21)
0,555 (M4)	—	0,553 (4)	—	—	3,97 (22)
0,640 (I1)	—	0,646 (1)	4,05 (M13)	—	4,06 (23)
—	—	0,665 (13)	—	—	6,76 (27)
0,672 (M5)	—	0,677 (14)	—	—	7,33 (28)
0,7 día/noche	0,7 VIS nocturna	—	8,55 (M14)	—	8,52 (29)
0,746 (M6)	0,75 VIS diurna	0,746 (15)	—	—	9,72 (30)
—	—	0,856 (2)	10,763 (M15)	—	11,0 (31)
0,865 (I2, M7)	—	0,866 (16)	11,450 (I5)	11,6	12,0 (32)
—	—	0,904 (17)	12,013 (M16)	—	13,4 (33)
—	—	0,935 (18)	—	—	13,7 (34)
—	—	0,936 (19)	—	—	13,9 (35)
1,24 (M8)	—	1,24 (5)	—	—	14,2 (36)
M = Banda de resolución moderada (0,74 km) "suave"					
I = Banda de imágenes (0,37 km) "fina"					
** Longitud de onda (µm)					
©The COMET Program					

Esta imagen nos brinda un anticipo de lo que podrá generar el VIIRS. Bajo luna llena, es fácil ver la erupción del volcán Chaitén, en Chile. Observe los efluentes volcánicos reflectantes, en amarillo.

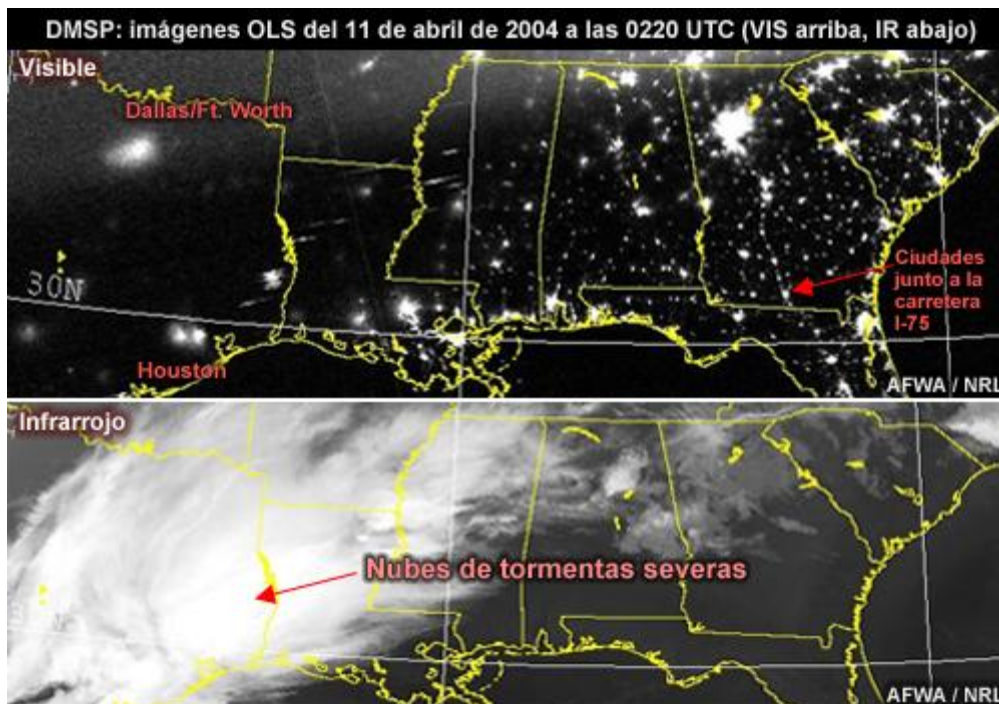


[Volver al comienzo de la página](#)

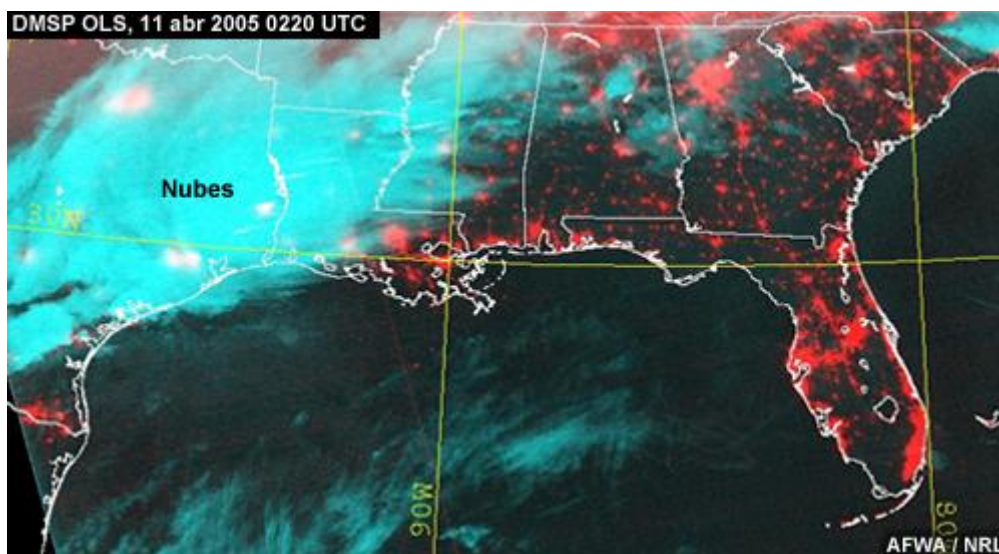
Banda diurna/nocturna de VIIRS

En la imagen en el visible tomada una noche sin luna con el instrumento OLS de DMSP (arriba) se observan las luces de muchas ciudades en Georgia, Alabama y parte de Misisipi. Pero en la mayor parte de Luisiana y Texas reina la oscuridad, excepto en las zonas de Houston y Dallas/Fort Worth.

La imagen infrarroja (abajo) permite comprender que en ese momento en Texas las luces urbanas están debajo de las nubes de unas intensas tormentas eléctricas que no se pueden ver en la imagen en el visible debido a la falta de luz lunar.



El realce RGB elimina la necesidad de interpretar las imágenes en el visible e infrarrojo por separado, ya que la gruesa capa de nubes que oculta las luces urbanas en Texas y Luisiana se nota a simple vista.



Recuerde que DMSP sólo tiene dos canales, uno en el visible y otro infrarrojo. El realce RGB se compone asignando el canal visible al rojo y el canal infrarrojo al azul y al verde, lo cual explica por qué las nubes son cian y las ciudades rojas. En el futuro, cuando se pueda combinar la banda diurna/nocturna de VIIRS con 21 canales adicionales, podremos generar nuevas vistas multiespectrales.

[Volver al comienzo de la página](#)

Aplicaciones de los realces RGB

Introducción

En esta sección se describen muchas aplicaciones de los realces RGB. El material de esta sección está organizado por producto, cada uno de los cuales incluye información general, ejemplos y ejercicios de interpretación. Utilice las pestañas que aparecen a continuación para ver las dos tablas de descripción general y después seleccione en el menú de la izquierda los productos que desea estudiar más a fondo.

Observe que para cada aplicación hay dos páginas de información a las cuales se accede por medio de las pestañas "Acerca de la aplicación" y "Ejemplos y ejercicios". Cuando alcance el final de la primera página, en lugar de seleccionar el botón Adelante, suba por la página y seleccione la otra pestaña, ya que los botones Atrás y Adelante saltan entre las páginas de las distintas aplicaciones de los realces RGB.

- [Aplicaciones de los realces RGB](#)
- [Productos RGB de uso común](#)

Esta sección describe muchas de las aplicaciones en las cuales se utilizan los realces RGB.

Aplicaciones	Realces RGB
Elementos atmosféricos y terrestres en general Interpretación de estructuras atmosféricas y superficiales, como zonas con vegetación, desiertos, nubes, nieves, océanos	Color real, color natural, color falso
Nubes y nieblas Análisis de nubes Distinguir entre las nubes y el manto de nieve durante el día Ver nubes bajas por la noche (si hay suficiente luz lunar) Ayuda a clasificar nubes y a detectar niebla y nubes bajas de día y de noche Distinguir entre nubes altas y bajas	Microfísica diurna Nubes sobre nieve Nocturno en el visible Niebla y estratos Visible/Infrarrojo
Ceniza volcánica: Detectar ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo de las erupciones volcánicas y seguir las columnas de ceniza a grandes distancias corriente abajo de la zona de erupción.	Ceniza volcánica Polvo y arena
Polvo y arena: Observar la evolución de nubes de polvo de día y de noche	Polvo y arena
Incendios Observar incendios Detectar incendios	Nocturno en el visible Niebla y estratos Microfísica diurna
Nieve Ver nubes bajas y manto de nieve por la noche cuando hay luz lunar Distinguir las nubes del manto de nieve durante el día	Nocturno en el visible Nubes sobre nieve Microfísica diurna
Ciclones y masas de aire Seguir la evolución de ciclones, tanto de día como de noche (especialmente la ciclogénesis rápida, las máximas de corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial) y obtener información sobre la troposfera media y alta.	Masas de aire
Convección: Identificar tendencias microfísicas en la convección de día y obtener información sobre la troposfera media y alta.	Microfísica diurna Convección

Productos RGB de uso común		Satélites actuales
Color real (diurno)	Permite interpretar estructuras superficiales y atmosféricas, como zonas con vegetación, nubes, y océanos; combina los canales de tres longitudes de onda en el visible; muy fácil de interpretar.	MODIS
Color natural y color falso (diurno)	Similar al realce en color real para satélites que no tienen los 3 canales solares necesarios: se usa para interpretar estructuras superficiales y atmosféricas, como zonas con vegetación, nubes y océanos; algunos colores son intuitivos (vegetación verde), otros no (nieve y nubes de hielo cian).	MODIS, MSG
VIS / IR (diurno)	Ayuda a distinguir entre las nubes bajas y altas; puede revelar la cizalladura del viento.	GOES, MSG
VIS nocturno (nocturno)	A diferencia de las imágenes IR nocturnas, permite ver nubes bajas y manto de nieve de noche, si hay suficiente luz lunar; también muestra luz urbana e incendios (mejor con menos de media luna).	DMSP
Masas de aire (diurno)	Permite seguir la evolución de los ciclones, especialmente la ciclogénesis rápida, los máximos de velocidad de corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial; brinda principalmente información sobre los niveles altos y medios de la troposfera.	MSG
Nubes sobre nieve (diurno)	Permite distinguir entre las nubes y el manto de nieve durante el día (algo que suele ser difícil en la mayoría de las imágenes en el visible); es particularmente eficaz en invierno y sobre cordilleras.	MODIS, MSG
Convección (diurno)	Se usa para identificar tendencias microfísicas importantes en la convección, como las pequeñas partículas de hielo que marcan la posición de intensas corrientes ascendentes y son potenciales indicadores de condiciones de tiempo severo inminente.	MSG
Polvo / arena (diurno/nocturno)	Se utiliza para seguir la evolución de las nubes de polvo y arena tanto de día como de noche.	MSG
Ceniza volcánica (diurno/nocturno)	Detecta ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo de las erupciones volcánicas; permite seguir columnas de ceniza a grandes distancias corriente abajo de las erupciones; se usa para alertar a autoridades aeronáuticas, administradores de emergencias y comunidades locales.	MSG
Microfísica diurna (diurno)	Útil en el análisis de nubes, niebla de convección, nieve e incendios.	MSG
Niebla y estratos (nocturno)	Permite detectar niebla y nubes bajas por la noche, cuando no hay imágenes en el visible disponibles; puede ayudar a clasificar las nubes.	MODIS, MSG, GOES

[Volver al comienzo de la página](#)

Color real

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Las imágenes en color real (inglés: *true color*) se obtienen combinando tres longitudes de onda solares muy cercanas a las longitudes de onda que percibe el ojo

humano. Esto permite crear imágenes de aspecto muy realista, con colores que se aproximan a nuestra percepción natural de la escena. A la fecha de publicación de este módulo (2010), el instrumento MODIS a bordo de los satélites EOS-Terra y Aqua contaba con los canales visibles necesarios para generar imágenes en color real y, por tanto, permitía apreciar las imágenes que el instrumento VIIRS del satélite NPP generaría en el futuro.

Cobertura: Sólo durante el día

Canales: Tres longitudes de onda solares de MODIS

- Azul (0,488 μm)
- Verde (0,555 μm)
- Rojo (0,640 μm)

Interpretación de los colores:

- Las zonas con vegetación son verdes.
- Los desiertos tienen tonos pardos.
- Las nubes son blancas.
- El agua es azul.

Ventajas:

- Produce resultados comparables con la fotografía color.
- Es muy fácil de interpretar.
- Resulta particularmente útil para examinar las superficies terrestres con el fin de realizar análisis geológicos y de uso del suelo.
- Brinda vistas atractivas de columnas de humo y tormentas de polvo y arena.

Limitaciones:

- Sólo genera imágenes diurnas.
- No incluye información de microfísica de nubes.
- En la actualidad (2010), sólo puede generarse en MODIS; se podrá obtener un producto idéntico con el VIIRS.

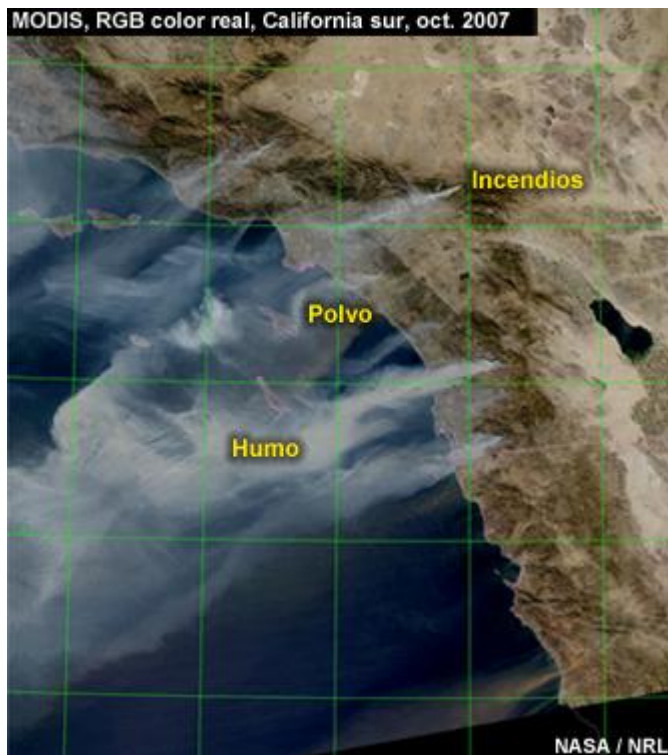
Enlace: Sitio NexSat del Laboratorio de Investigación Naval (*Naval Research Laboratory*, NRL) <http://www.nrlmry.navy.mil/NEXSAT.html>

Bibliografía: Miller, S. D., Hawkins, J. D., Kent, J., Turk, F. J., Lee, T. F., Kuciauskas, A. P., Richardson, K., Wade, R. y Hoffman, C., 2006: NexSat: Previewing NPOESS/VIIRS Imagery Capabilities. *Bulletin American Meteorological Society*, 87, 433-446.

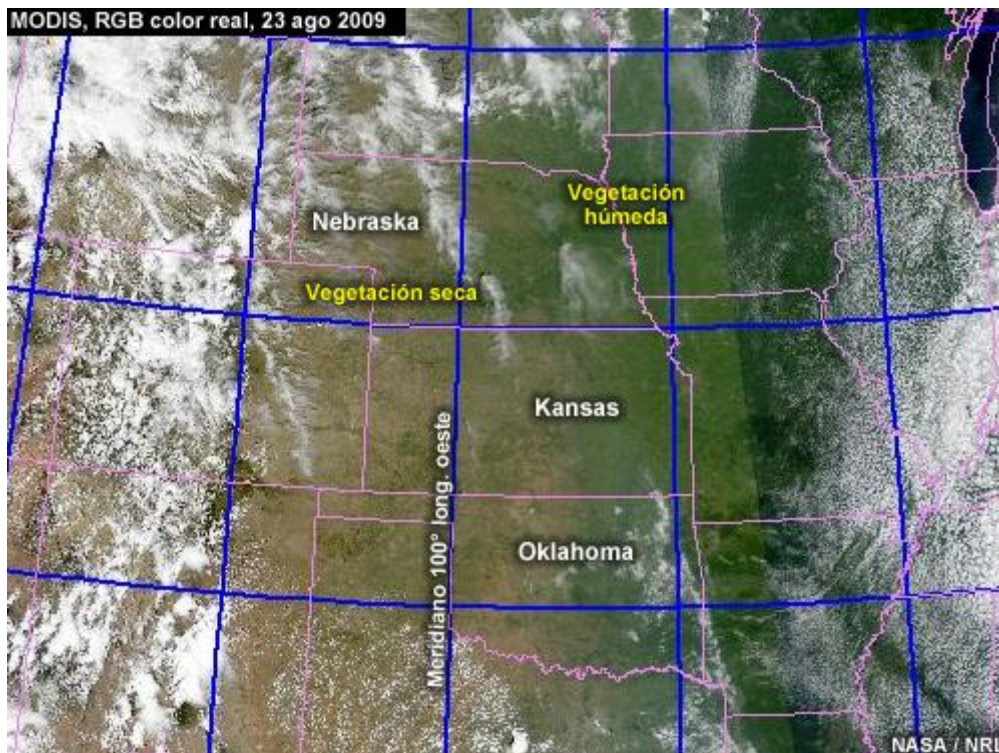
Ejemplos:

Este producto MODIS en color real muestra el sur de California en octubre de 2007. Las regiones costeras, que con frecuencias adquieren tonos verdes, tienen los mismos tonos pardos que los desiertos. Los fortísimos vientos han transportado las columnas de

humo de los incendios (blanco azulado) y de polvo y arena (pardo) sobre las aguas oceánicas.



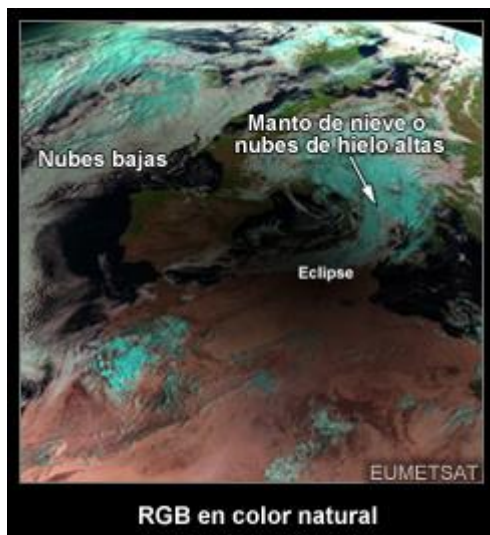
Esta imagen en color real, que fue generada durante un verano relativamente fresco y húmedo en las grandes planicies de los Estados Unidos, muestra los densos cultivos en Oklahoma, Kansas y Nebraska como zonas verdes. El meridiano de 100 grados oeste típicamente marca una frontera al este de la cual se dan condiciones más húmedas y verdes, y más secas y pardas al oeste.



[Volver al comienzo de la página](#)

Color natural

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: En el realce RGB en color natural (inglés: *natural color*), la representación de las estructuras de superficie y atmosféricas, como las zonas con vegetación, desiertos, nubes y océanos, es similar a la de las imágenes en color real. Sin embargo, debido a que los datos provienen de satélites que no cuentan con los canales solares necesarios para crear un producto en color real, en este caso se utiliza una combinación de canales en el visible e infrarrojo cercano. Muchas estructuras tienen

colores de aspecto natural, pero algunas no, como la nieve, por ejemplo, que se ve de color cian.

Cobertura: Sólo durante el día

Canales de MSG:

- VIS en 0,6 μm
- VIS en 0,8 μm VIS
- IR cercano en 1,6 μm

Interpretación de los colores:

- Las nubes bajas son blancas.
- La vegetación es verde.
- Los desiertos tienen tonos pardo rojizos.
- El manto de nieve y las nubes de hielo altas son cian.

Es recomendable efectuar una corrección del ángulo cenital solar en cada uno de los tres canales para obtener imágenes más vivas y aumentar el contraste en los casos de ángulo solar bajo, ya sea en latitudes altas o en las primeras hora de la mañana y las últimas de la tarde.

Ventajas:

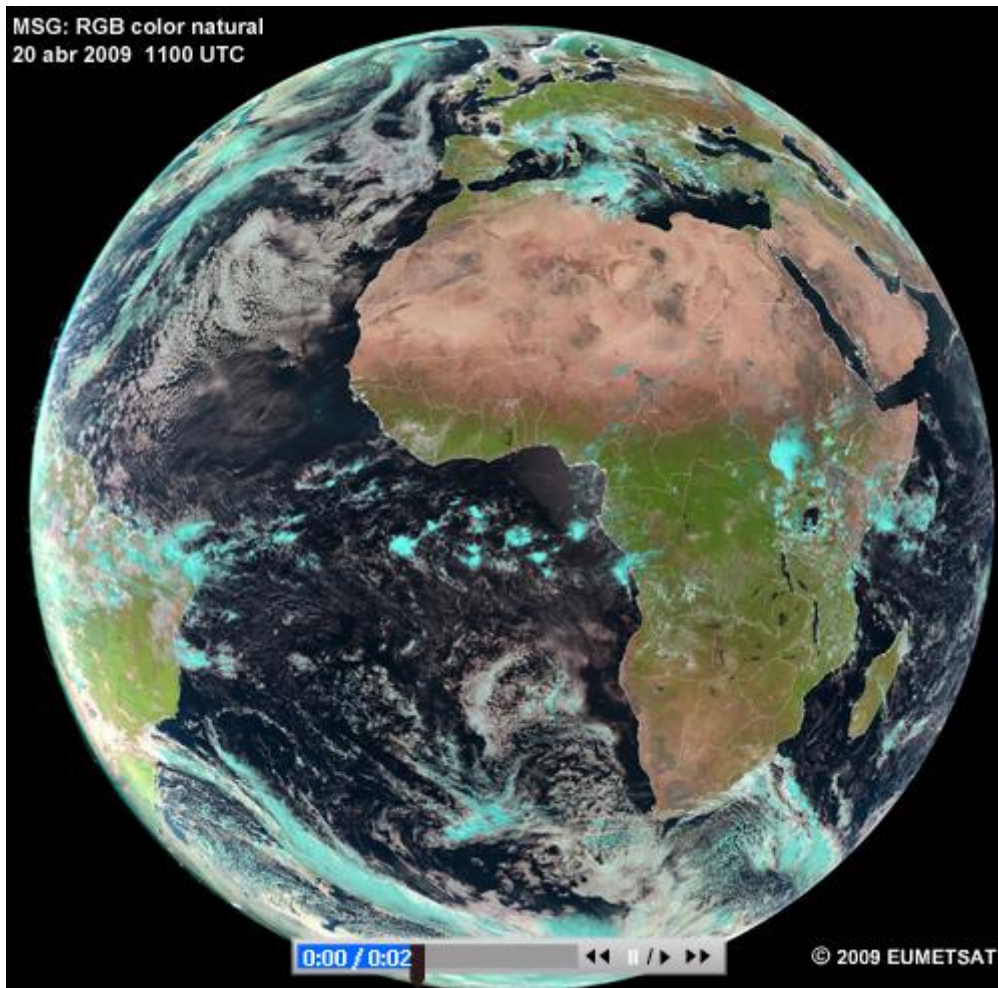
- Representa bien muchas estructuras en y cerca de la superficie.
- Produce vistas naturales y atractivas de la Tierra.

Limitaciones:

- Tanto las nubes de hielo altas como el manto de nieve son de color cian, de modo que son difíciles de distinguir.
- Los cirros delgados son difíciles de detectar.

Secuencia animada:

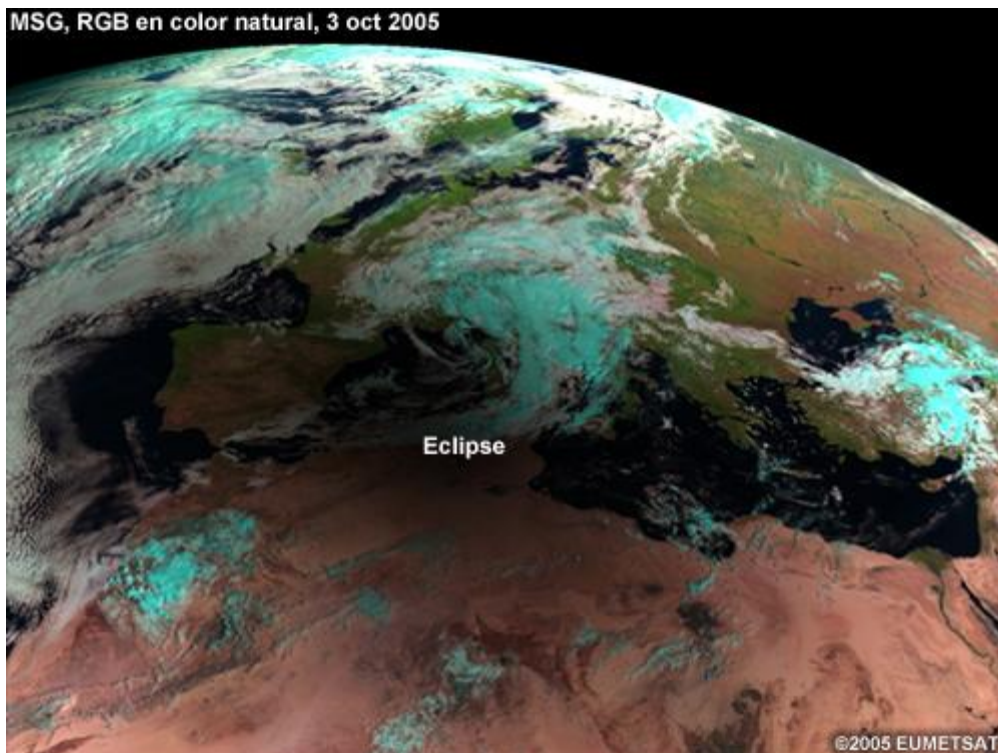
Esta secuencia muestra el paso del terminador (el límite entre día y noche) a través de la escena, lo cual ilustra el uso exclusivamente diurno del producto. La imagen RGB es particularmente útil para ver los tipos de suelo, como la vegetación (verde) y los desiertos (pardo rojizo) y zonas inundadas (negro).



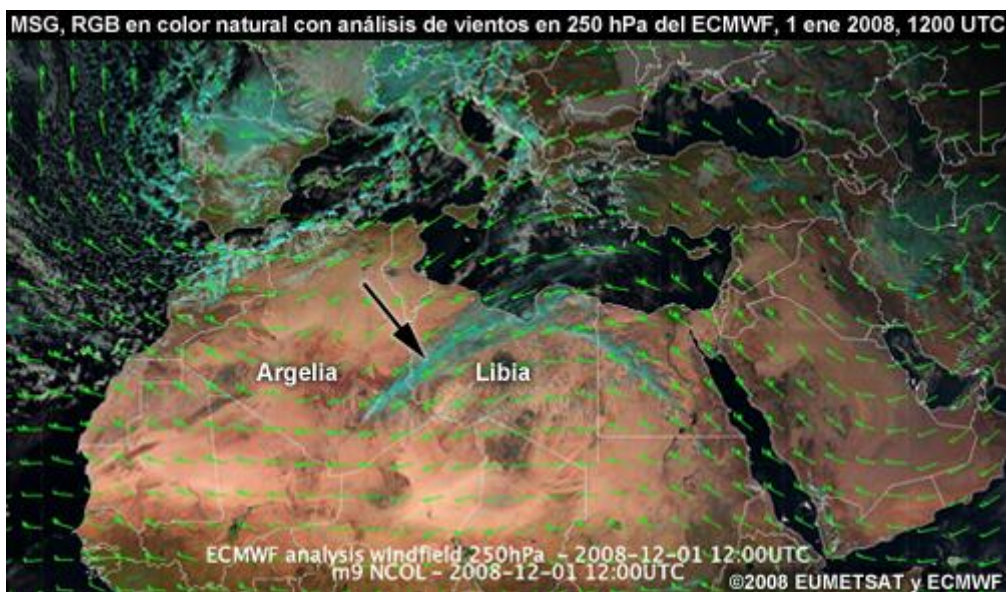
Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Ejemplo:

Debido a que este realce RGB se basa exclusivamente en canales solares, vemos una gran sombra sobre el Mediterráneo occidental donde se halla el centro de un eclipse solar. Observe que las nubes altas son cian y las nubes bajas son blancas; la vegetación es verde y el suelo desnudo y el desierto tienen tonos pardo rojizos.



Ejercicio:



La banda color cian sobre el norte de África está alineada con la dirección del viento indicada por las barbas verdes trazadas para el nivel de 250 hPa. ¿A qué se debe tan clara alineación? (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) Cirros altos en la troposfera transportados por el viento en los niveles troposféricos superiores
- ☐ b) Manto de nieve; el viento sopla a lo largo de la cordillera

- ☐ c) Tormenta de arena en Argelia; la nube es transportada por los vientos en niveles bajos
- ☐ d) Columna de humo dispersándose hacia el noreste

La respuesta correcta es A.

El color cian en este producto RGB puede representar nubes de hielo altas o manto de nieve. Como es muy poco probable que haya un manto de nieve en esta parte de África, deben ser cirros.

[Volver al comienzo de la página](#)

Falso color

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: El realce RGB en falso color (inglés: *false color*) generado a partir de los datos de MODIS tiene un aspecto similar al realce RGB en color natural de EUMETSAT. En la mayoría de los casos, la interpretación es muy similar. Observe que el realce en falso color de los datos de MODIS es mejor para detectar incendios. El realce RGB se puede crear también a partir de los datos de MSG (pero sin la capacidad de detección de incendios) y será una opción con el VIIRS de próxima generación en NPP y el ABI del GOES-R.

Cobertura: Sólo durante el día

Canales de MODIS:

- Azul: canal 1, visible en $0,63 \mu\text{m}$
- Verde: canal 2, visible en $0,86 \mu\text{m}$
- Rojo: canal 7, IR cercano en $2,1 \mu\text{m}$

Interpretación de los colores:

- Las nubes bajas son blancas.
- La vegetación es verde.
- Los desiertos tienen tonos pardo rojizos.
- El manto de nieve y las nubes de hielo altas son cian.
- Los incendios intensos son naranja o rosados.
- Las zonas quemadas son naranja o pardas.

Ventajas:

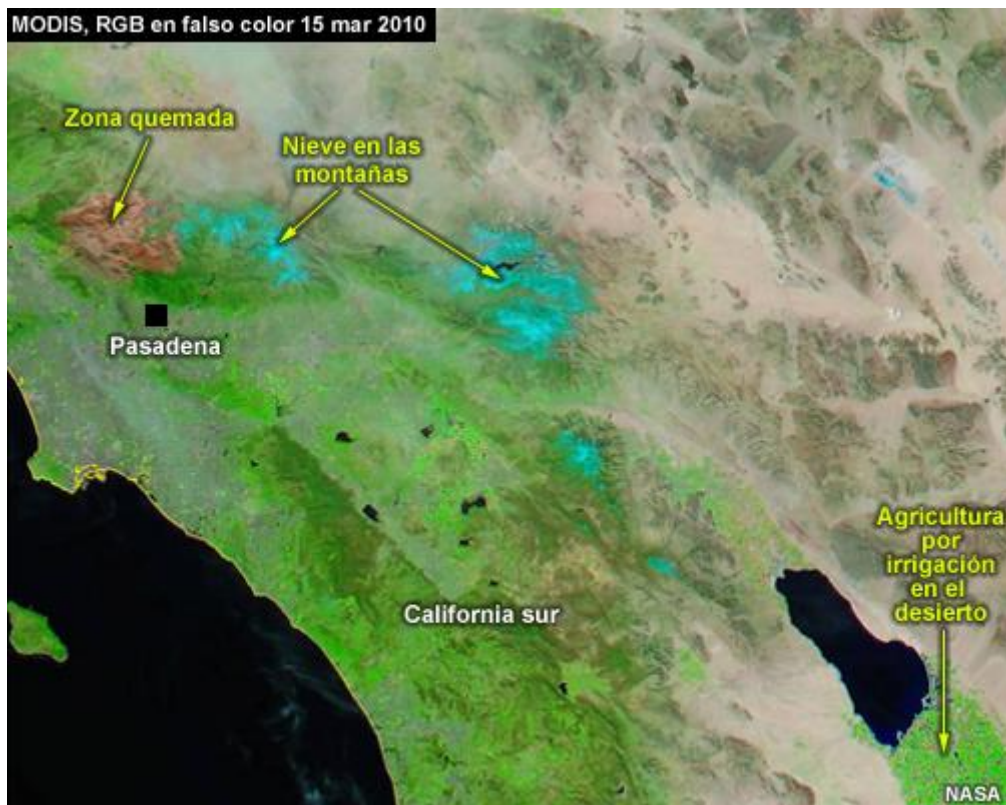
- Gracias a la resolución espacial de 250 m de dos de los tres canales de entrada de MODIS, se obtienen vistas muy detalladas.
- Similar al producto en color natural de MSG, pero además puede identificar las características de incendios.
- Brinda una clasificación del suelo que resulta natural y facilita la interpretación de las estructuras de superficie.

Limitaciones:

- Tanto las nubes de hielo altas como el manto de nieve son cian, de modo que son difíciles de distinguir.
- Los cirros delgados son difíciles de detectar.

Ejemplo:

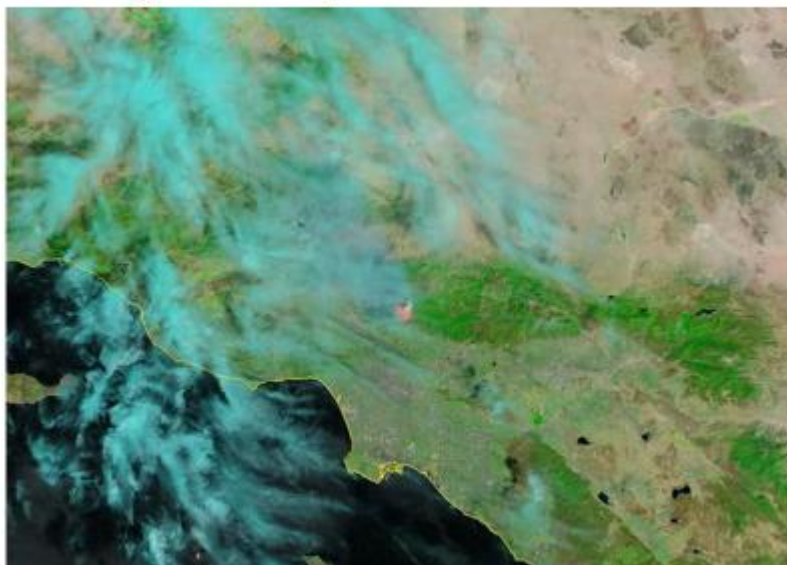
Esta escena de marzo en el sur de California muestra el contraste entre el verdor primaveral de las regiones costeras y los colores pardos y beige de los desiertos del interior. La agricultura intensiva del Valle Central de California, que sólo es posible gracias a la irrigación, transforma el desierto al sur del mar de Salton en una región verde. La zona quemada en el incendio del verano anterior, de color naranja, contrasta fuertemente con las nieves en los picos cercanos de la sierra de San Gabriel.



Secuencia animada:

Esta secuencia de imágenes MODIS diurnas en falso color con una resolución de 250 m muestra el rápido crecimiento de la zona quemada durante el incendio del 28 de agosto al 7 de septiembre de 2009.

MODIS: imágenes en color falso de la zona quemada por el incendio del 28 de agosto al 7 de septiembre de 2009 en el sur de California



■ || ▶ ◀ ▶▶ Velocidad: - +

NASA

Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

La zona quemada se nota como estructura de color rojo oscuro que crece muy rápidamente hacia el norte y el este el 30 y 31 de agosto.

Los incendios más intensos se ven como pequeños agrupamientos de color rosado a blanco junto a la periferia de la zona quemada.

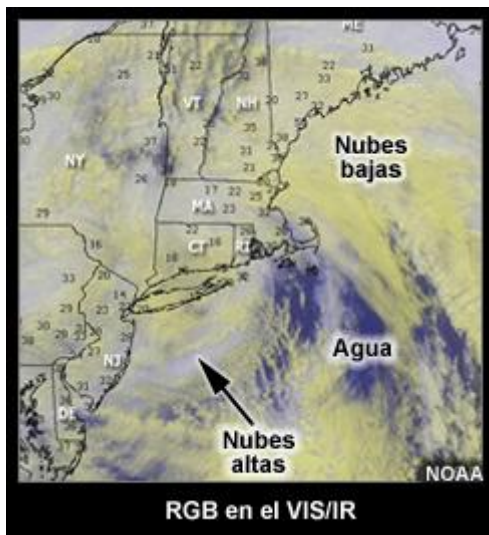
El humo espeso oculta parcialmente la zona quemada el 1 de septiembre, y se forman pirocúmulos muy grandes al este del incendio el 2 de septiembre.

La mañana del 8 de septiembre este incendio había quemado casi 65.000 hectáreas, convirtiéndose en el más grande en la historia del condado de Los Ángeles y el noveno en la historia del estado de California.

[Volver al comienzo de la página](#)

Visible/infrarrojo

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Este producto del GOES ayuda a distinguir entre las nubes altas y bajas y puede revelar la existencia de fuertes cortantes del viento. Se trata de un realce muy simple y fácil de comprender. Observe que utiliza los mismos canales espectrales y la misma combinación de colores que se emplean en el realce RGB visible nocturno.

Cobertura: Sólo durante el día, aunque en algunas secuencias se intercala una imagen RGB infrarroja de onda corta o de onda larga para producir la continuidad en las horas nocturnas.

Canales del GOES:

- VIS en 0,6 μm (rojo y verde)
- IR en 10,8 μm (azul)
- IR en 3,9 μm (rojo y verde por la noche)

Interpretación de los colores:

- El blanco indica nubes de hielo espesas y frías.
- El celeste indica suelo frío o nubes de hielo (cirros) frías y delgadas.
- El amarillo o verde tenue a menudo corresponde al suelo.
- El azul oscuro indica agua.
- El amarillo muestra nubes bajas o niebla.

Ventajas:

- Combina de forma óptima los tradicionales canales en el visible e infrarrojo, muy conocidos por los meteorólogos.
- Producto común en muchas páginas web de NESDIS, de forma que se ha vuelto un estándar de comparación de gran utilidad.

Limitaciones:

- Como sólo emplea dos canales, no permite distinguir ciertas estructuras de interés, como el manto de nieve de las nubes.
- No permite ver los penachos de vapor de agua.

Ejemplo:

Este realce RGB en el VIS/IR muestra un intenso noreaster sobre Nueva Inglaterra. Los cirros altos, en azul claro, marcan la circulación en altura. El amarillo muestra las nubes en los niveles bajos, incluida una zona de nubes orográficas de onda sobre Virginia (izquierda inferior de la imagen). Los valores en negro superpuestos corresponden a las ráfagas de vientos a la hora en que fue capturada la imagen.



Ejercicio:

En esta secuencia de imágenes GOES centradas en el Golfo de México el producto RGB diurno cambia a una imagen infrarroja de onda larga por la noche.

**GOES: animación de imágenes RGB de huracán Katrina,
28 ago 2005 1745 UTC a 29 ago 2005 0245 UTC**



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Al comienzo de la secuencia, el tono azul en los bordes de la tormenta marca la llegada inicial de los cirros delgados a las zonas costeras del golfo. En las imágenes antes del amanecer, el centro de la tormenta se ve amarillo. ¿Qué representa el color amarillo? (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) Corriente de salida de la tormenta en los niveles superiores
- ☐ b) Cimas de los cumulonimbos
- ☐ c) Niveles bajos de la pared del ojo
- ☐ d) Penacho de vapor de agua
- ☐ e) Niveles altos de la pared del ojo

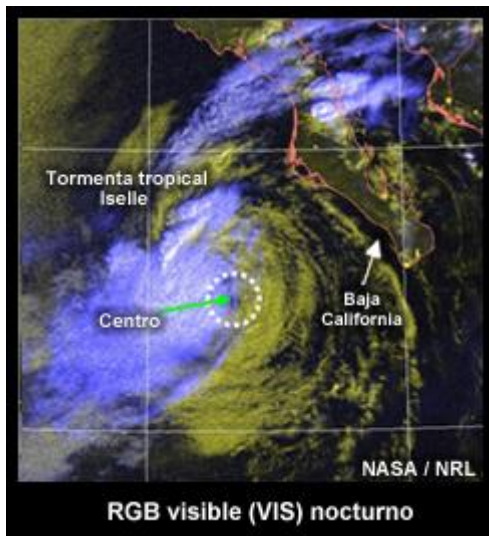
La respuesta correcta es C.

El color amarillo es principalmente producto de las gotitas de agua detectadas por el sensor del canal visible. Las gotitas forman la pared del ojo alrededor del centro de la tormenta.

[Volver al comienzo de la página](#)

Visible nocturno

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Hace mucho tiempo que el programa de satélites meteorológicos del Departamento de Defensa (*Defense Meteorological Satellite Program*, DMSP) de EE.UU. cuenta con la capacidad de realizar observaciones en el visible por la noche, gracias al sensor de sistema operativo de barrido lineal (*Operational Linescan System*, OLS). El OLS ha permitido ver estructuras nocturnas tales como incendios, luces y auroras. Dada suficiente luz lunar, también se pueden detectar nubes bajas y capas de nieve. Estas capacidades mejorarán enormemente cuando entre en funcionamiento el generador de imágenes VIIRS.

Cobertura: Sólo por la noche

Canales: Debido a que el OLS sólo tiene dos canales (visible e infrarrojo), el realce RGB visible nocturno (inglés: *nighttime visible*) se crea con estos canales por la noche. Los canales y la combinación de colores son los mismos que se emplean en el producto diurno del GOES. La interpretación también es igual cuando hay luz lunar: nubes bajas amarillas y nubes altas azules.

Interpretación de los colores:

Dada suficiente luz lunar:

- Las nubes bajas y el manto de nieve son amarillos.
- Las nubes altas son azules.
- Las nubes altas y gruesas son blancas.
- Las ciudades y los incendios son amarillos.

Ventajas: A diferencia de la imágenes IR de onda larga nocturnas, este producto permite ver las estructuras, como nubes bajas y manto de nieve, por la noche y muestra además luces urbanas e incendios.

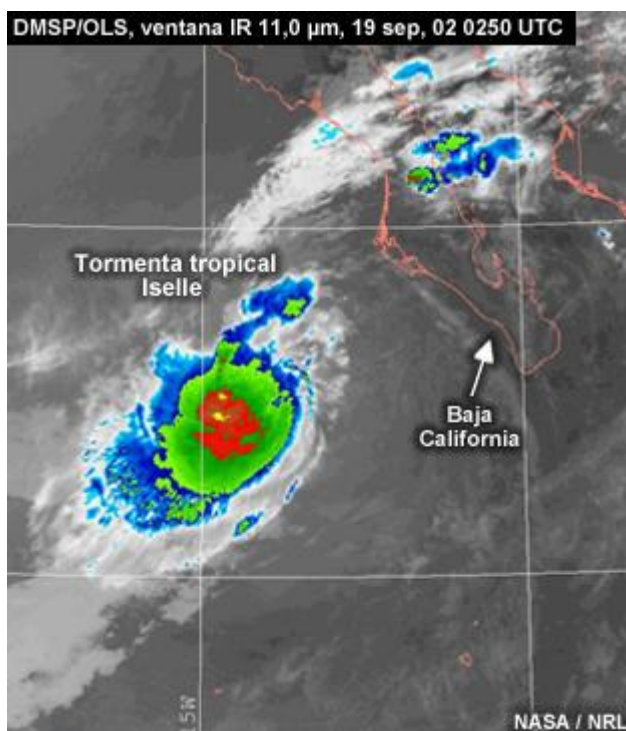
Limitaciones:

- Las estructuras tales como las nubes bajas y el manto de nieve sólo se iluminan cuando hay suficiente luz lunar.
- La calidad del sensor OLS del DMSP es baja (pero se esperan mejoras importantes con el generador de imágenes VIIRS).

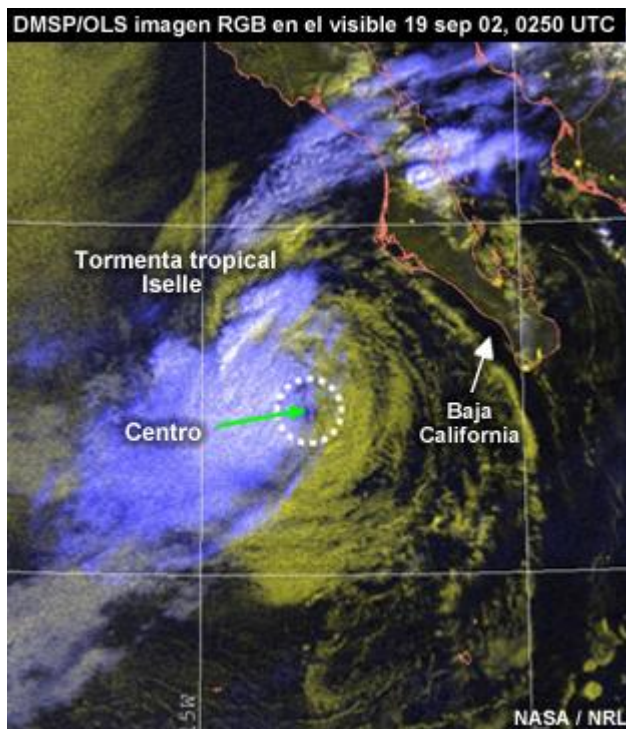
Enlace: Sitio NexSat del Laboratorio de Investigación Naval (*Naval Research Laboratory*, NRL) <http://www.nrlmry.navy.mil/NEXSAT.html>

Bibliografía: Lee, T.E., S.D. Miller, F.J. Turk, C. Schueler, R. Julian, S. Deyo, P. Dills y S. Wang, 2006: The NPOESS VIIRS Day/Night Visible Sensor. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 87, 191-199.

Ejemplo:



Como se observa en esta imagen de tormenta tropical Iselle, es difícil ver las nubes bajas por la noche en las imágenes infrarrojas de onda larga. Las nubes altas están en rojo. ¿Pero dónde está el centro en los niveles bajos, una estructura cuya identificación es esencial para localizar las tormentas tropicales?



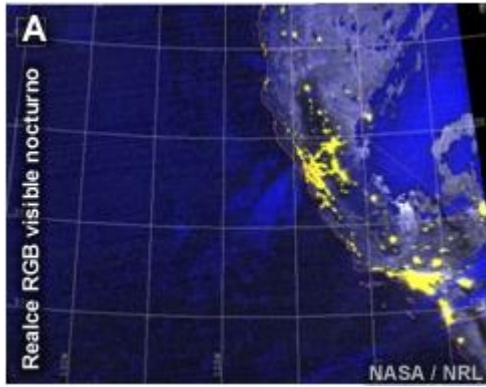
En ausencia de un canal infrarrojo de onda corta, la imagen RGB en el visible puede detectar estructuras de nubes bajas iluminadas por la luz lunar. Ahora podemos ver que en realidad el centro se encuentra a buena distancia de la posición inferida a partir de la imagen infrarroja.

Ejercicio:

Escoja los realces RGB que corresponden a las condiciones lunares bajo las cuales se obtuvieron. Fíjese en las condiciones lunares y después utilice las listas desplegables para escoger las condiciones que coinciden con el producto RGB. Recuerde que en los realces RGB VIS nocturnos las nubes bajas y el manto de nieve son amarillos; las nubes altas son azules; las nubes altas y gruesas son blancas; y las zonas urbanas y los incendios son amarillos.

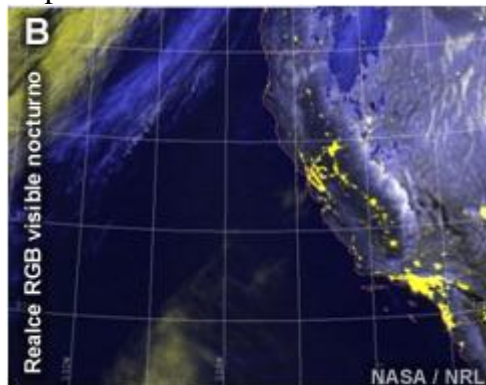


Fases lunares:



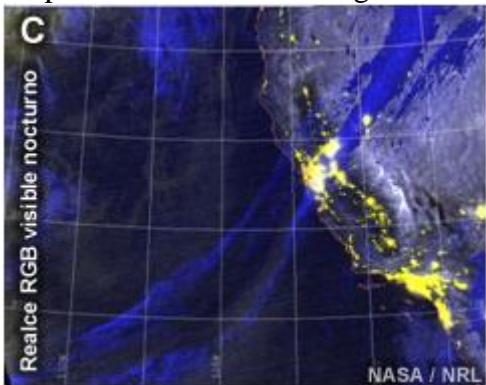
a)

La respuesta correcta es Luna nueva.



b)

La respuesta correcta es Luna gibosa creciente.



c)

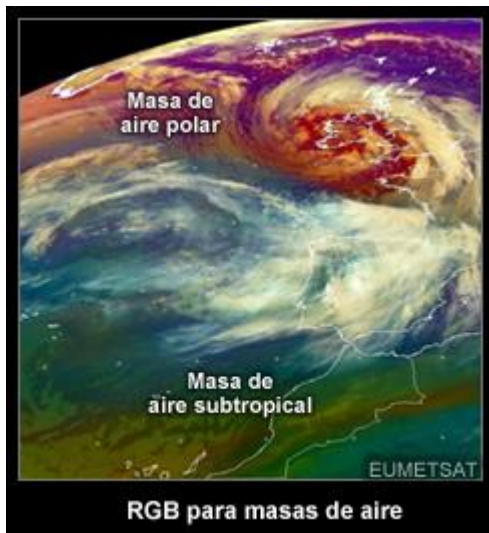
La respuesta correcta es Cuarto creciente.

El realce RGB (A) refleja las condiciones sin luz lunar (luna nueva). No hay suficiente luz como para ver las nubes bajas (amarillo vivo), de modo que sólo se pueden detectar las nubes altas (azules). El realce RGB (B) refleja las condiciones en la fase de luna gibosa creciente; en este período, la luz lunar es suficiente como para permitirnos ver las nubes bajas. El producto RGB (C) refleja las condiciones en la fase de cuarto creciente. Hay apenas suficiente luz como para ver las nubes bajas, el color amarillo es una mera insinuación de su presencia.

[Volver al comienzo de la página](#)

Masas de aire

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: El realce RGB para masas de aire (inglés: *airmass*) ha sido diseñado y perfeccionado para seguir la evolución de los ciclones, especialmente la ciclogénesis rápida, los máximos de las corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial. Debido a que el realce se compone a partir de canales infrarrojos, no refleja las condiciones en la superficie y los niveles bajos, sino presenta principalmente información sobre las regiones medias y altas de la troposfera.

Cobertura: Diurna y nocturna

Canales de MSG:

- Vapor de agua en 6,2 μm
- Vapor de agua en 7,3 μm
- IR en 9,7 μm
- IR en 10,8 μm

Interpretación de los colores:

- Las masas de aire tropicales pobres en ozono son verdes.
- Las masas de aire polares ricas en ozono son azules.
- Las masas de aire seco en la troposfera superior (como las que están relacionadas con los sistemas de alta presión subtropicales, las anomalías de vorticidad potencial, los máximos de las corrientes en chorro y las zonas de deformación) son entre rojo y naranja.
- Las nubes en los niveles altos son blancas.
- Las nubes en los niveles medios son pardas.
- Los tonos magenta que a menudo se observan en el borde de las imágenes de disco completo se pueden ignorar.

Ventajas:

- Permite ver a simple vista las principales fronteras entre masas de aire, como las tropicales y polares, que a menudo son invisibles en las imágenes de un solo canal.

- Ayuda a detectar la posición de las corrientes en chorro y las regiones de aire estratosférico seco y descendente con altos valores de vorticidad potencial, que se ven rojas.
- Puede detectar las estructuras que se ven normalmente en las imágenes de vapor de agua, como las zonas de deformación, las estructuras de onda y las anomalías de vorticidad potencial.
- Los canales infrarrojos permiten seguir el desarrollo de las estructuras nubosas en los niveles bajos, medios y altos.

Limitaciones:

- Las masas de aire sólo se pueden detectar en regiones sin cimas de nubes altas.
- El producto tiende a representar las condiciones en la troposfera media y alta, pero no en la superficie.
- En el borde del disco terrestre, las masas de aire pueden presentar un tono magenta que no representa las características de una masa de aire real.

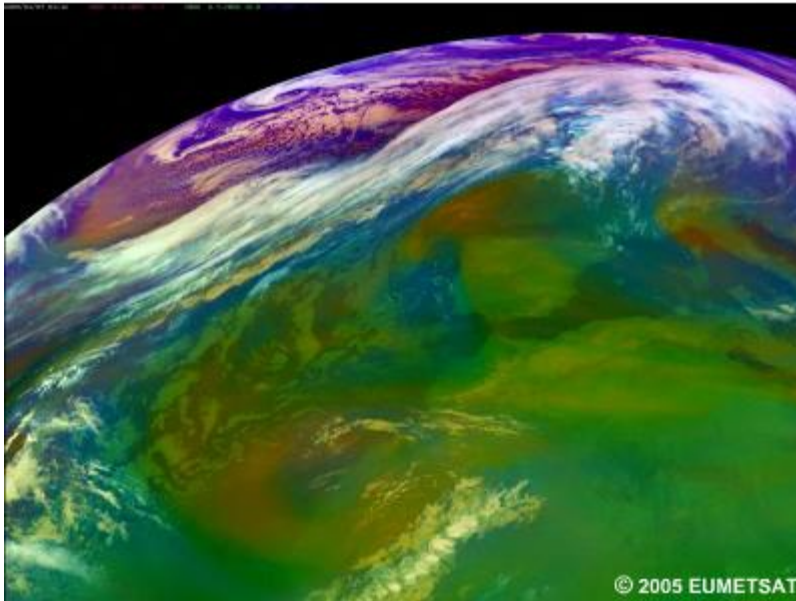
Más información:

- Presentación en PowerPoint de aplicaciones del realce RGB de masas de aire: http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/msg_interpretation/PowerPoints/Application/00_airmass_rgb_20050725.ppt
- Presentación en PowerPoint de aplicaciones de MSG: caso de estudio de detección de ciclogénesis rápida: http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/msg_interpretación/PowerPoints/Application/00_racy_casestudy_20050721.ppt
- El módulo *Recognition and Impact of Vorticity Maxima and Minima in Satellite Imagery* (Reconocimiento e impacto de máximos y mínimos de vorticidad en imágenes satelitales) de COMET: <http://www.meted.ucar.edu/EUMETSAT/vorticity/>

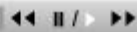
Enlaces a datos en vivo:

- Página de EUMETSAT de productos disponibles casi en tiempo real: <http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/>
- El sitio SatRep Online brinda acceso a imágenes satelitales diarias y archivadas, salida de modelos numéricos, casos de estudio y recursos de capacitación, principalmente para el continente europeo: <http://www.satreponline.org/>

MSG: RGB de masas de aire 0000 UTC 07 ene 2005 a 1200 UTC 08 ene 2005



0:00 / 0:09

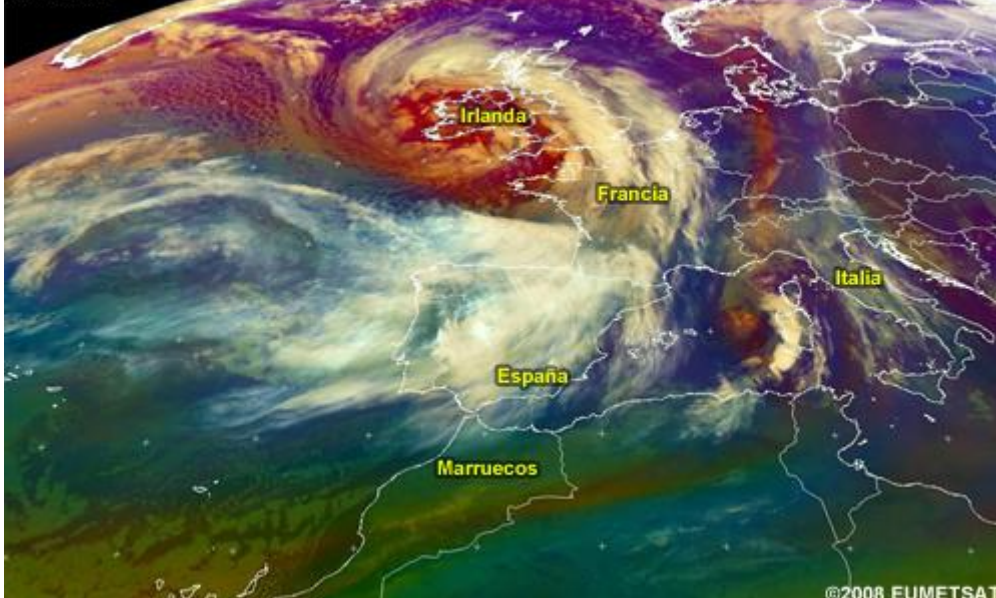


Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Secuencia animada: El frente polar marcado por las nubes de varios sistemas frontales en movimiento divide la escena entre aire polar al norte y aire subtropical al sur. La región de color rojo vivo al norte del frente polar puede indicar una intrusión de aire estratosférico en la troposfera. Las masas de aire pardas y sin nubes al sureste del frente polar indican la presencia de masas de aire secas en los niveles medios y altos.

Ejercicio: Esta imagen muestra una serie de ondas de latitudes medias que atraviesan el continente europeo.

MSG, RGB de masas de aire
10 de marzo de 2008
0700 UTC



¿Dónde se observa la intrusión más fuerte de aire estratosféricos en la troposfera?
(Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) Francia
- ☐ b) España
- ☐ c) Italia
- ☐ d) Irlanda
- ☐ e) Marruecos

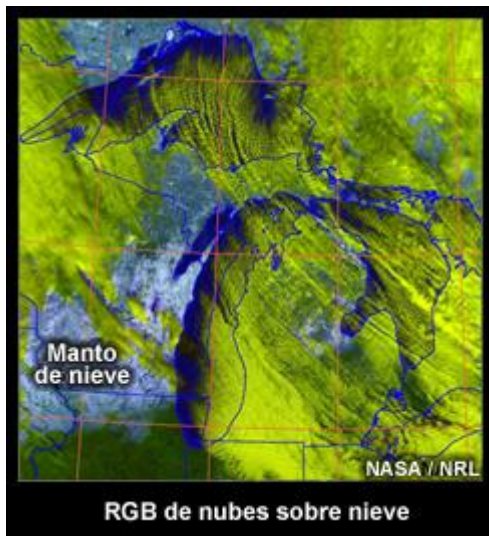
La respuesta correcta es D.

La región de color rojo vivo (aire muy seco) sobre Irlanda marca la intrusión de aire estratosférico.

[Volver al comienzo de la página](#)

Nubes sobre nieve

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: El realce RGB de nubes sobre nieve (inglés: *cloud over snow*) permite distinguir entre las nubes y el manto de nieve, algo que es difícil hacer con la mayoría de las imágenes en el visible, de modo que el producto es de mayor utilidad en invierno y sobre las cadenas de montañas.

Cobertura: Sólo durante el día

Canales de MODIS:

- 0,06 μm
- 1,38 μm

- 1,6 μm
- 10,8 μm
- 2,2 μm

Interpretación de los colores:

- El manto nivoso es de color blanco azulado.
- Las nubes son amarillas.
- El suelo visible (sin manto nuboso) es verde.

Ventajas:

- Simplifica la interpretación en invierno y en terreno montañoso.
- Elimina las ambigüedades entre el manto de nieve y las nubes de las imágenes en el visible y en color real.

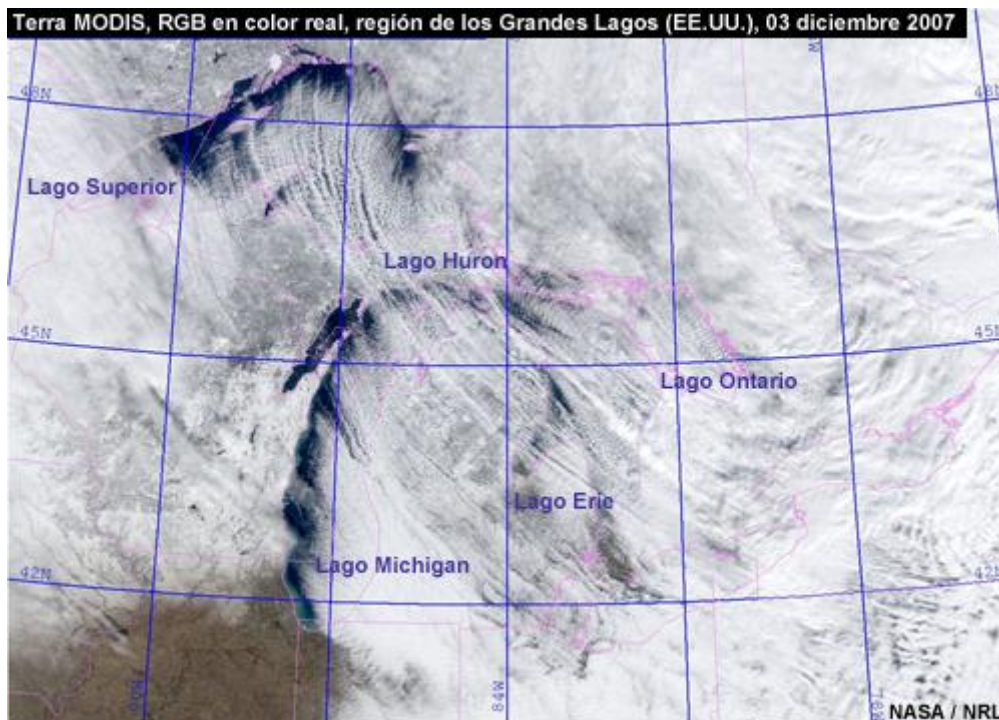
Limitaciones:

- A veces las estructuras no tienen los colores esperados, es decir, el manto de nieve puede parecer nubes y viceversa.
- Los mantos de nieve antiguos pueden parecer suelo desnudo.
- El producto da los mejores resultados en el caso de nieve reciente, a pocos días de distancia de su caída.

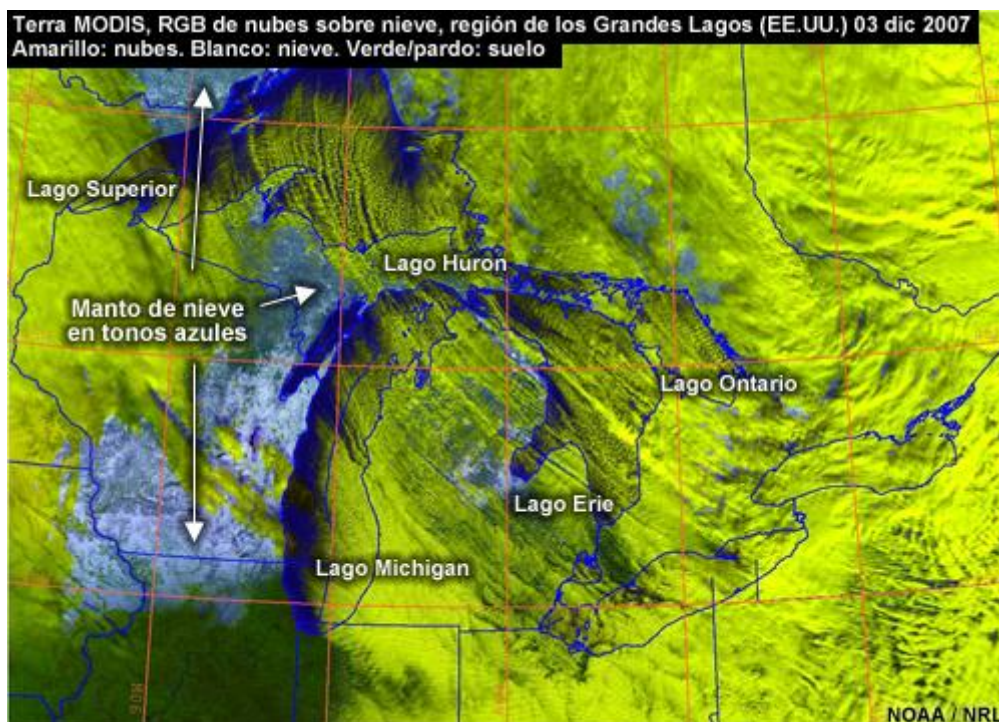
Bibliografía: Satellite-Based Imagery Techniques for Daytime Cloud/Snow Delineation from MODIS, Steven D. Miller, Thomas F. Lee y Robert L. Fennimore, *Journal of Applied Meteorology*, volumen 44, tomo 7 (julio de 2005), págs. 987–997.

Ejemplo:

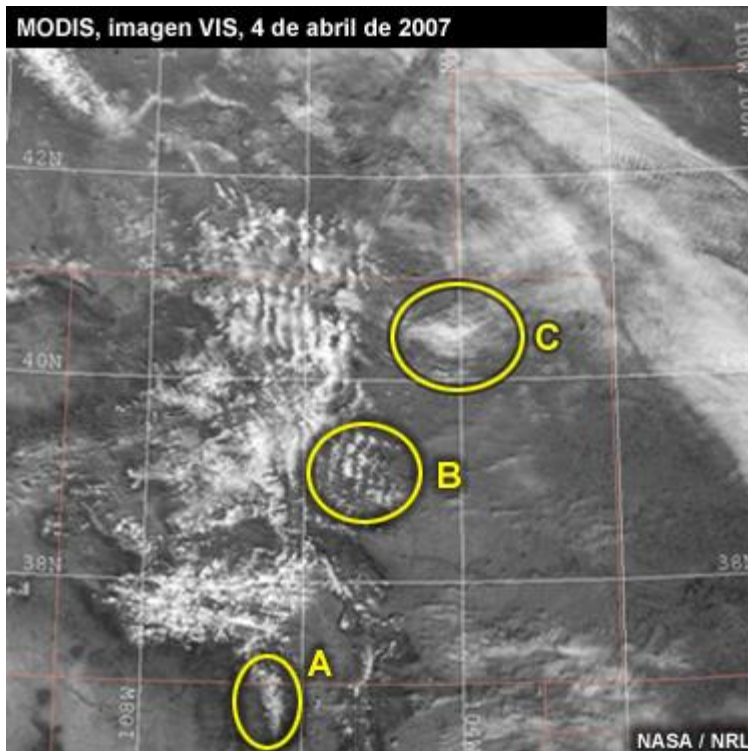
En este producto en color real es imposible distinguir entre el manto de nieve y las nubes. Es particularmente difícil distinguir la nubosidad por efecto lago de la nieve depositada en el suelo.



Este realce RGB presenta el manto de nieve en blanco azulado y las nubes en amarillo, lo cual reduce la ambigüedad al mínimo.



Ejercicio:



¿Cuáles de las estructuras marcadas en esta imagen en el visible contienen nubes y cuales manto de nieve? (Use el cuadro de selección para elegir la mejor respuesta para cada enunciado.)

a) El óvalo A contiene

La respuesta correcta es "imposible distinguir".

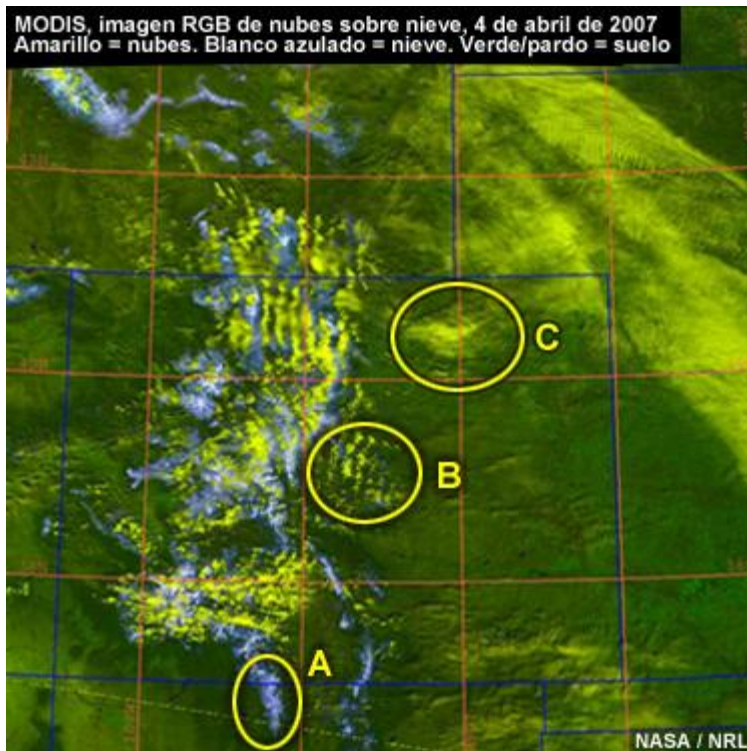
b) El óvalo B contiene

La respuesta correcta es "imposible distinguir".

c) El óvalo C contiene

La respuesta correcta es "manto de nieve".

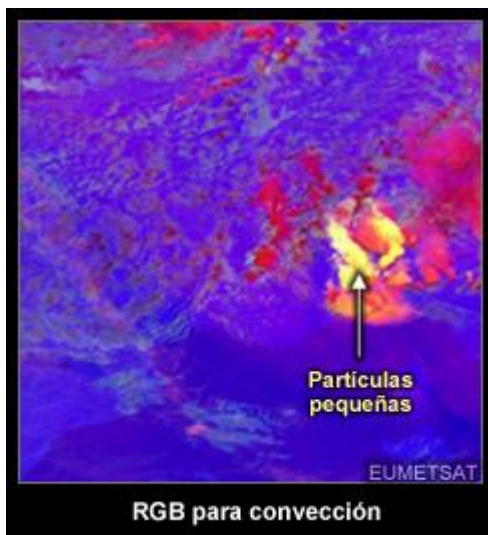
Debido a que en las imágenes en el visible tanto el manto de nieve como las nubes son de color blanco, es muy difícil diferenciarlos. Esto resulta mucho más fácil con el realce RGB apropiado, porque presenta las nubes en amarillo y el manto de nieve en blanco. La estructura blanca en (A) es un pico de montaña nevado, y la estructuras amarillas son nubes onduladas (B) y nubes en niveles bajos (C).



[Volver al comienzo de la página](#)

Convección

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: El realce RGB para convección (inglés: *convection*) puede identificar ciertas tendencias microfísicas importantes en la convección, como la presencia de pequeñas partículas de hielo que marcan las intensas corrientes ascendentes y constituyen una indicación del potencial de tiempo severo inminente.

Cobertura: Sólo durante el día

Canales de MSG:

- VIS en 0,6 μm
- IR cercano en 1,6 μm
- IR en 3,9 μm
- Vapor de agua en 6,2 μm
- Vapor de agua en 7,3 μm
- IR en 10,8 μm

Interpretación de los colores:

- El fondo es de color azul/magenta.
- Las nubes de hielo gruesas en niveles altos, incluidos los cumulonimbos convectivos, son de color rojo.
- El amarillo suele indicar la presencia de partículas pequeñas en el interior de las cimas de las nubes convectivas.

Ventajas: En comparación con muchas imágenes satelitales, este realce RGB identifica las células más intensas, lo cual puede ayudar a distinguir entre la convección nueva y la actividad convectiva en fase de disipación.

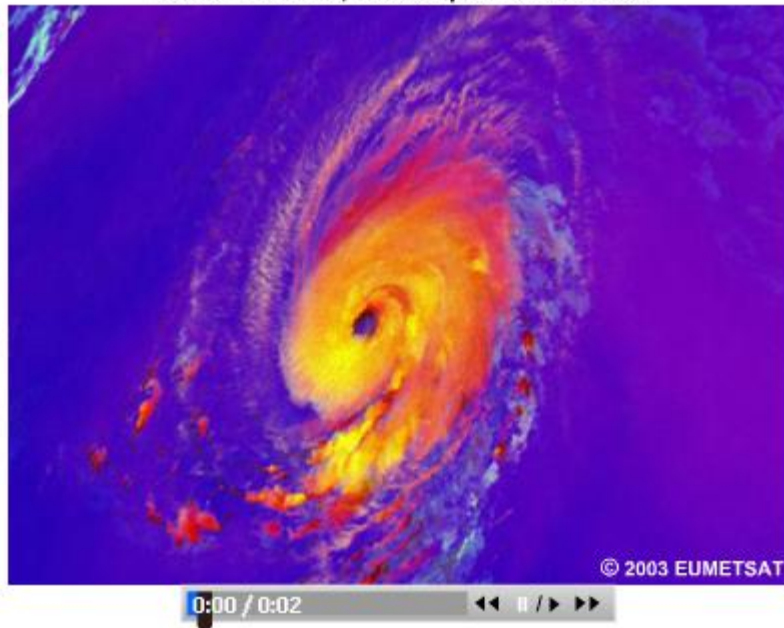
Limitaciones:

- Sólo se puede generar durante el día.
- No es eficaz para observar o distinguir manifestaciones meteorológicas aparte de la convección.
- El amarillo no siempre identifica pequeñas partículas de hielo; también puede marcar cimas de nubes muy frías que contienen partículas de hielo grandes.

Enlaces:

- El sitio SatRep Online brinda acceso a imágenes satelitales diarias y archivadas, salida de modelos numéricos, casos de estudio y recursos de capacitación, principalmente para el continente europeo: <http://www.satreponline.org/>
- El sitio RAMSDIS de CIRA distribuye productos para partículas de hielo pequeñas: http://rammb.cira.colostate.edu/ramsdisk/online/goes-west_goes-east.asp

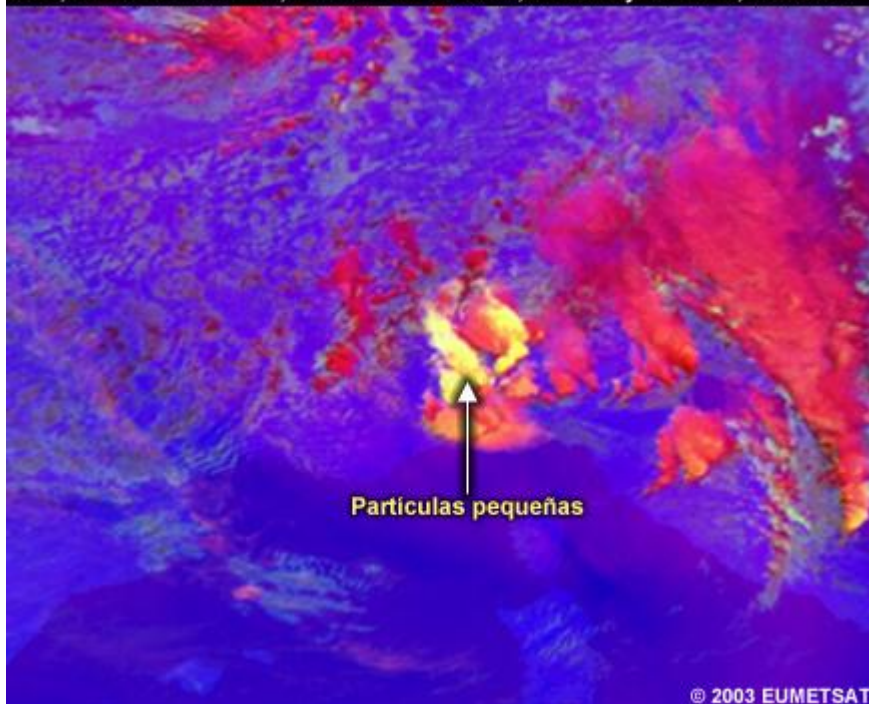
MSG: RGB de convección para huracán Isabel
1200 a 1730 UTC, 08 de septiembre de 2003



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Secuencia animada: En esta secuencia de realces RGB de huracán Isabel, los tonos rojos y naranja muestran los topos de nubes que contienen partículas de hielo relativamente grandes. El color amarillo sugiere partículas de hielo pequeñas a gran altura, una indicación de intensas corrientes ascendentes.

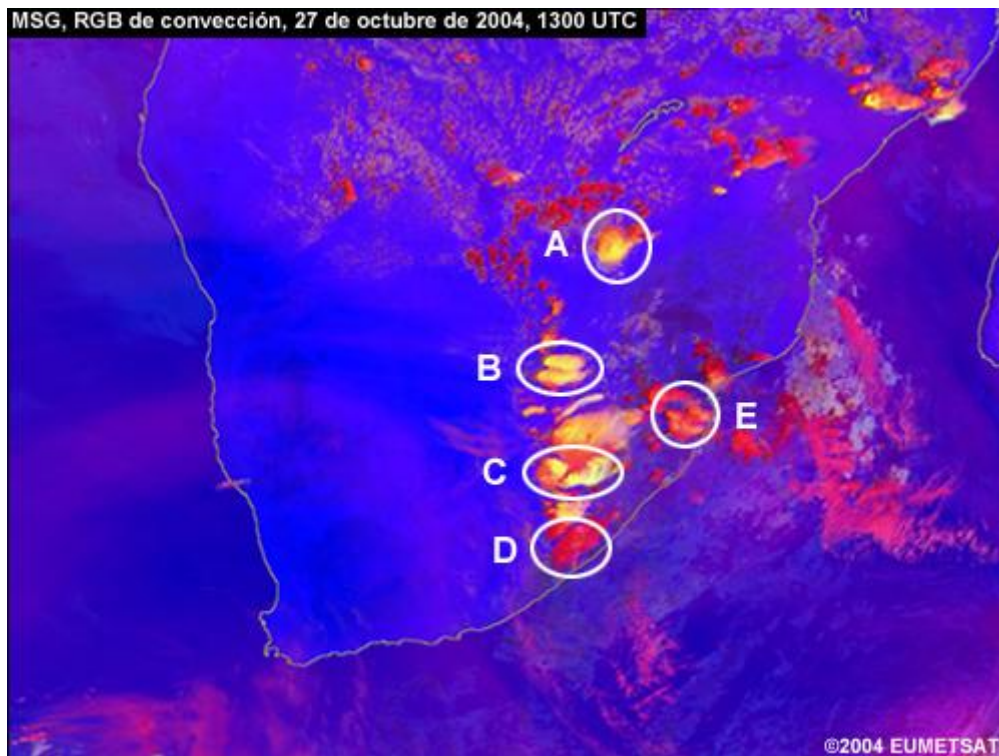
MSG, RGB de convección, sur de Francia e Italia, 20 de mayo de 2003, 1330 UTC



Ejemplo: Este realce RGB centrado en Italia y el sur de Francia muestra la convección intensa en amarillo, una indicación del potencial de tiempo severo. En este caso también

las zonas en amarillo marcan las células cuyas cimas contienen partículas de hielo extremadamente pequeñas, un indicador de intensas corrientes ascendentes y el potencial de tiempo severo. Las regiones más rojas indican convección más madura o "benigna".

Ejercicio:



Hay cinco regiones marcadas en este producto RGB para convección centrado en el sur de África. Elija las tres que podrían estar relacionadas con tiempo severo. (Escoja todas las opciones pertinentes.)

- ☐ a) A
- ☐ b) B
- ☐ c) C
- ☐ d) D
- ☐ e) E

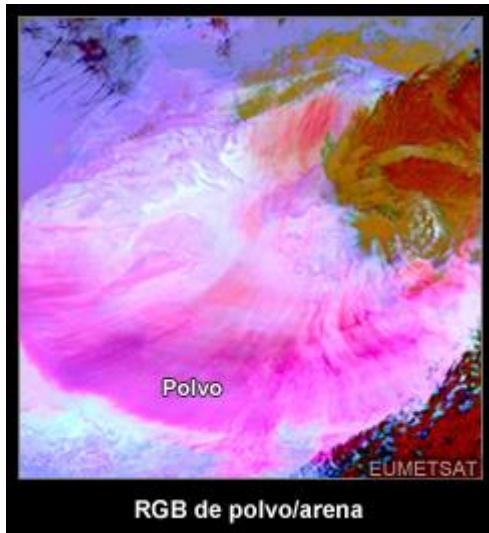
Las respuestas correctas son A, B y C.

El amarillo en estas zonas suele indicar la presencia de partículas pequeñas dentro de las cimas de nubes convectivas que están asociadas con las fuertes corrientes ascendentes. A menudo, dichas corrientes indican el potencial de condiciones de tormentas severas. Las áreas rojas normalmente se asocian con condiciones de convección no severa y otros tipos de nubes.

[Volver al comienzo de la página](#)

Polvo y arena

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Este realce RGB basado en datos de canales infrarrojos fue diseñado para seguir la evolución de las tormentas de polvo y arena (inglés: *dust*), tanto de día como de noche. Esto no es fácil, porque el aspecto de las nubes de polvo y arena cambia dramáticamente del día a la noche.

Cobertura: Diurna y nocturna

Canales de MSG:

- IR en 8,7 μm
- IR en 10,8 μm
- IR en 12,0 μm

Interpretación de los colores:

- El color del polvo y la arena varía del rojo, en el caso de nubes de polvo a gran altura (muy poco común), al magenta vivo en el caso de nubes de polvo en niveles bajos durante el día, al magenta oscuro para nubes de polvo en niveles bajos por la noche.
- Las nubes gruesas a gran altura son rojas.
- Las nubes poco espesas a gran altura son azul oscuro o negras, excepto en regiones arenosas, donde son verdes y amarillas.
- Las nubes gruesas de niveles medios son pardas.
- Las nubes poco espesas de niveles medios son verdes.
- Las nubes bajas son rosadas cuando la atmósfera está caliente y verde oliva cuando está fría.
- El fondo tiene tonos verdes y azules.

Ventajas:

- Permite seguir la evolución de las nubes de polvo y arena tanto de día como de noche.
- Es capaz de representar las nubes de polvo y arena sobre tierra firme y sobre el mar.

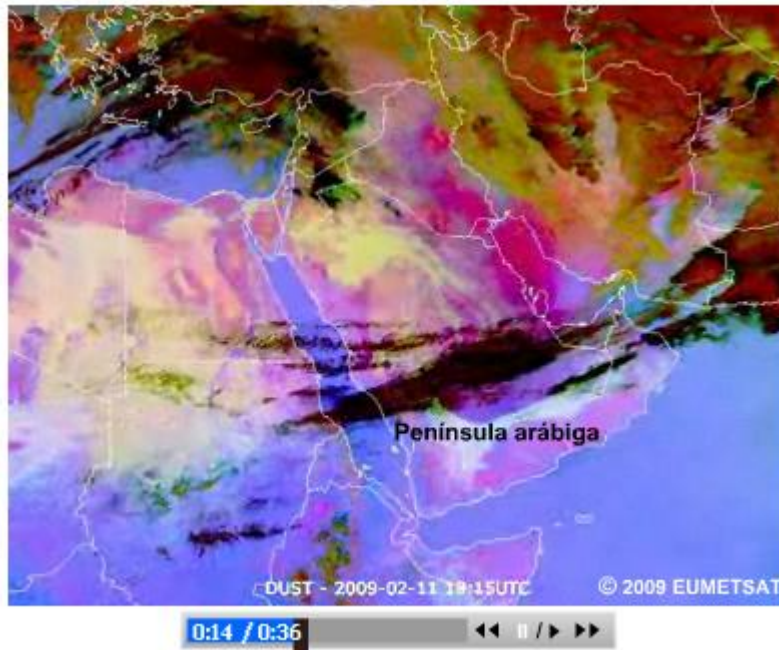
Limitaciones:

- La falta de canales solares puede impedir la detección de las nubes de polvo y arena, especialmente sobre el océano; no obstante, las nubes de polvo en niveles altos siempre se detectan con facilidad, dado el fuerte contraste térmico entre la arena y el polvo en suspensión y la superficie subyacente.
- Resulta casi siempre más fácil detectar las nubes en los niveles bajos durante el día, cuando hay un fuerte contraste térmico entre el suelo y el polvo suspendido; este contraste es menor por la noche, lo cual dificulta la detección del polvo y la arena en los niveles bajos mediante los productos satelitales nocturnos.

Enlaces:

- EUMETSAT, productos disponibles casi en tiempo real:
<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/>
- El sitio SatRep Online brinda acceso a imágenes satelitales diarias y archivadas, salida de modelos numéricos, casos de estudio y recursos de capacitación, principalmente para el continente europeo: <http://www.satreponline.org/>
- Módulo de aprendizaje de EUMeTrain sobre las nubes de polvo y arena:
http://www.zamg.ac.at/eumetrain/CAL_Modules/Dust/index.htm

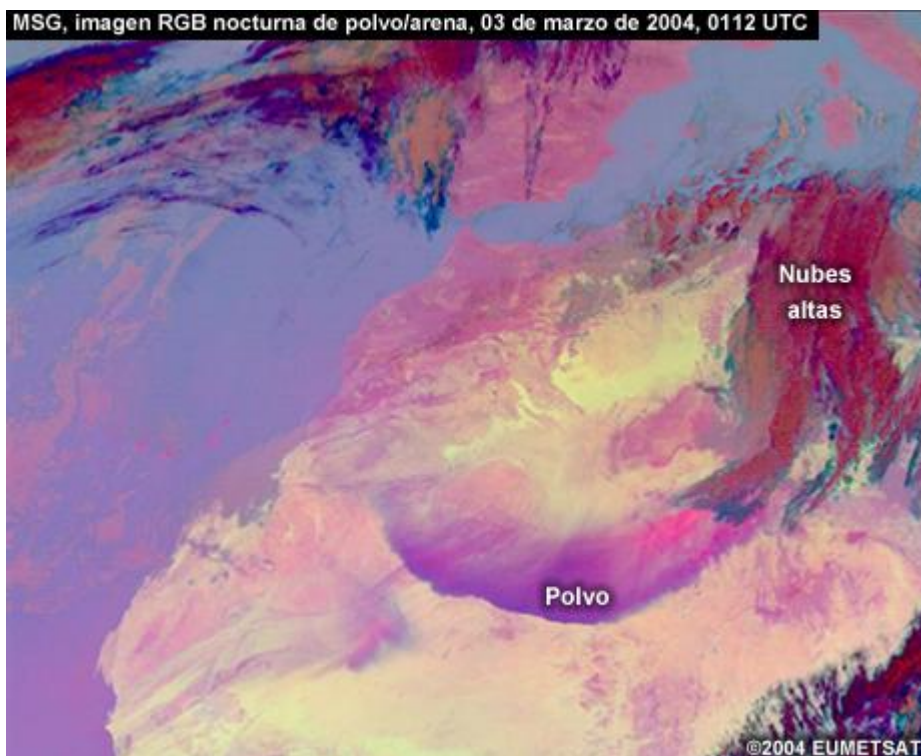
MSG: RGB polvo/arena 1500 UTC 10 feb 2009 a 1100 UTC 14 feb 2009



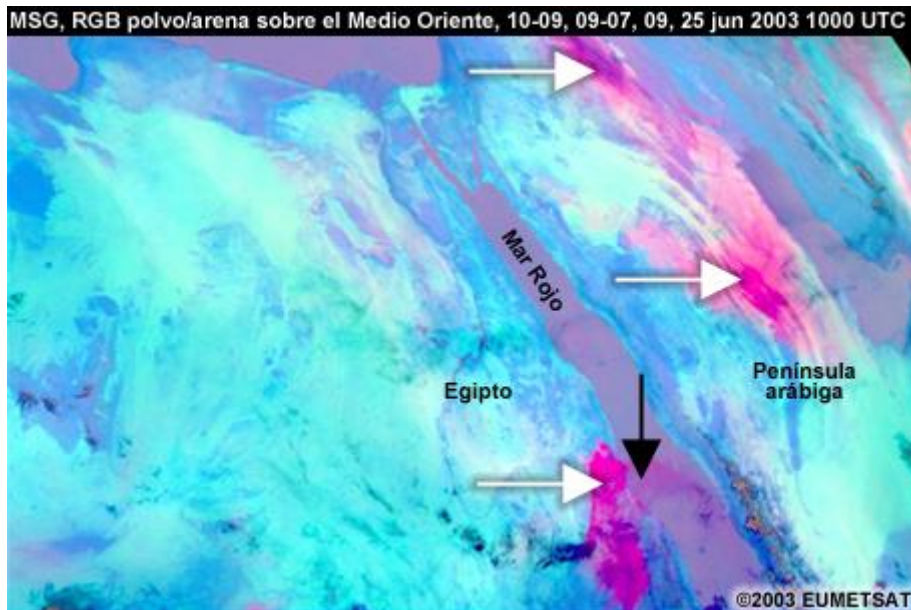
Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Secuencia animada: Esta animación muestra la facilidad con que se pueden detectar el polvo y la arena (color magenta), especialmente durante el día, y cuánto más difícil resulta detectarlos por la noche. Las nubes más altas tienen un color rojo oscuro o negro, pero pueden también tener tonos amarillos y verdes sobre regiones arenosas. Fíjese en la enorme tormenta de polvo y arena que atraviesa Iraq y el golfo Pérsico al comienzo de la secuencia.

Ejemplo: Observe como el realce RGB polvo/arena identifica el polvo y la arena por la noche, algo que casi ningún realce para polvo y arena logra hacer. La clave es la diferencia de canales, que permite identificar el polvo en cualquier momento del día o de la noche.



Ejercicio:



En este producto RGB polvo/arena diurno, fíjese en el aspecto del polvo sobre el agua (debajo de la flecha negra) y sobre tierra firme (junto a las flechas blancas). Sobre qué tipo de superficie es más fácil detectar las nubes de polvo y arena? (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) agua
- ☐ b) tierra firme

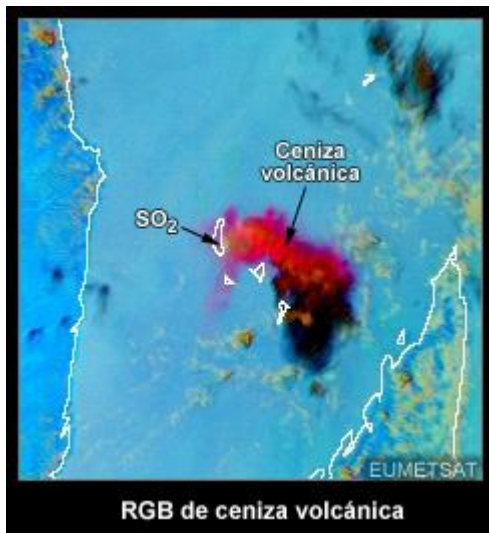
La respuesta correcta es B.

En los realces RGB infrarrojos, el polvo y la arena siempre se ven mejor sobre un fondo de tierra firme que sobre una masa de agua, porque éstas irradian a temperaturas similares al polvo y la arena.

[Volver al comienzo de la página](#)

Ceniza volcánica

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Este realce RGB emplea los datos del canal infrarrojo para detectar la ceniza, el dióxido de azufre y los cristales de hielo generados en las erupciones volcánicas y se puede usar para seguir el movimiento de las nubes de ceniza transportadas a grandes distancias con el viento. El realce RGB de ceniza volcánica (inglés: *volcanic ash*) nos permite rastrear los materiales arrojados por el volcán y con esa información podemos advertir a las autoridades de aviación y a los administradores de situaciones de emergencia. Note que el realce RGB de ceniza es casi idéntico al realce RGB para polvo y arena, aunque ha sido adaptado ligeramente para esa aplicación.

Cobertura: Diurna y nocturna

Canales de MSG:

- IR en 8,7 μm
- IR en 10,8 μm
- IR en 12,0 μm

Interpretación de los colores:

- Las nubes de dióxido de azufre son verdes.
- Dependiendo de la altitud, la temperatura y el tamaño de las partículas, la ceniza pasa del rojo (cuando está muy fría) al magenta (cuando está caliente) al amarillo (cuando se compone de partículas de ceniza muy finas).
- Los cirros poco espesos son negros.
- Las nubes altas y las tormentas son pardas.
- Las estructuras cerca de la superficie tienen tonos azules y verdes.

Ventajas: Permite discernir los tres tipos principales de materiales arrojados por los volcanes (ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo) mediante colores distintos y observar su dispersión desde el punto de erupción.

Limitaciones:

- Es posible interpretar algunas estructuras comunes como efluentes volcánicos.

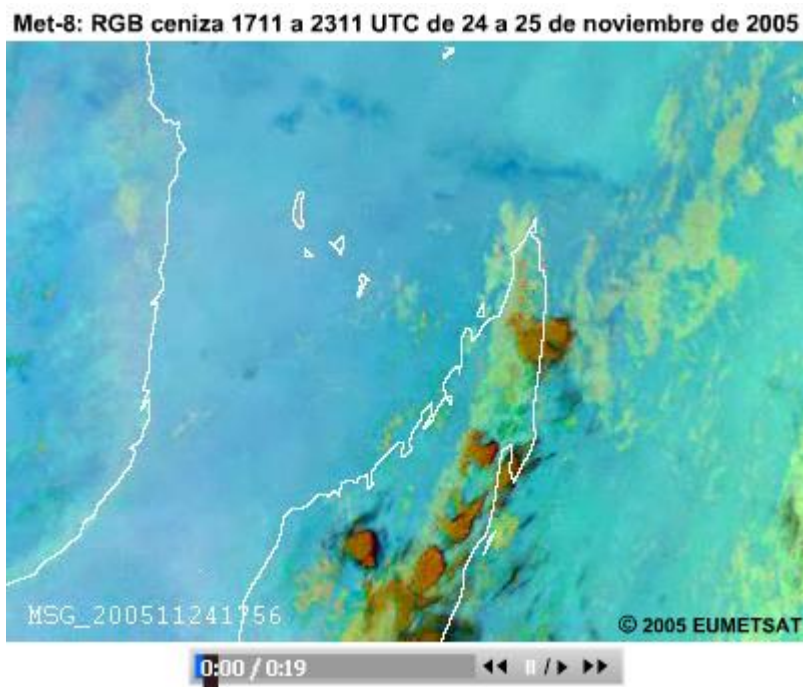
- Los cirros negros pueden formar parte de sistemas nubosos no volcánicos.
- Las nubes verdes pueden parecerse al dióxido de azufre.
- No puede detectar ni la ceniza ni el dióxido de azufre cuando están entremezclados con hielo (nubes volcánicas mixtas).

Enlaces:

- EUMETSAT, productos disponibles casi en tiempo real: <http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/>
- El sitio SatRep Online brinda acceso a imágenes satelitales diarias y archivadas, salida de modelos numéricos, casos de estudio y recursos de capacitación, principalmente para el continente europeo: <http://www.satreponline.org/>

Encontrará más información en los materiales de capacitación de EUMETSAT:

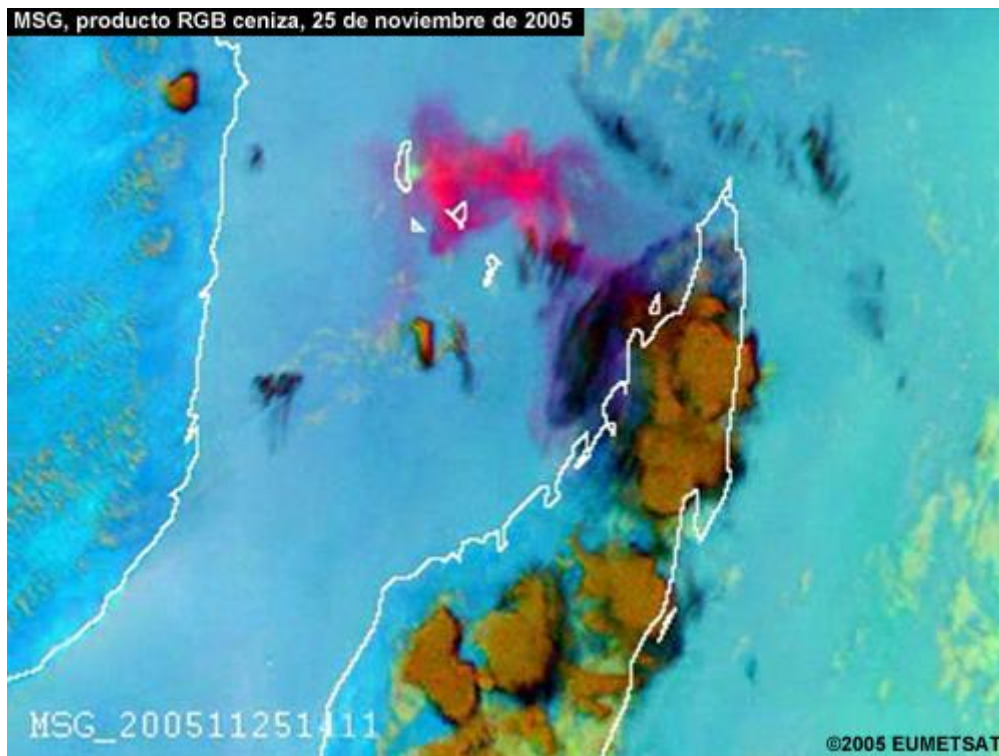
http://www.eumetsat.int/groups/ops/documents/file/zip_ash_20060,823.zip



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Secuencia animada: Esta animación de la erupción del volcán Kartala, en las islas Comoras, muestra el dióxido de azufre en verde, la ceniza volcánica en rojo o magenta y los cirros poco espesos en negro. Primero aparecen la ceniza volcánica y los cirros, seguidos por el dióxido de azufre. Fíjese en como los materiales arrojados por el volcán suprimen la convección profunda (tonos pardos) sobre el norte de Madagascar. Los efectos del viento son evidentes a lo largo de la secuencia. Las nubes en los niveles bajos van hacia el oeste y la ceniza y los demás materiales de la erupción que han alcanzado los niveles altos se desplazan hacia el este. Esto nos permite inferir que el dióxido de azufre está en los niveles bajos, ya que se propaga muy despacio, a diferencia de la ceniza y los cirros, transportados más rápidamente por los vientos en altura.

Ejercicio:



Estudie esta escena nocturna extraída de la animación: ¿qué efluentes parece haber cerca de monte Kartala? (Elija todas las opciones pertinentes.)

- ☐ a) dióxido de azufre
- ☐ b) ceniza volcánica
- ☐ c) cirros poco espesos

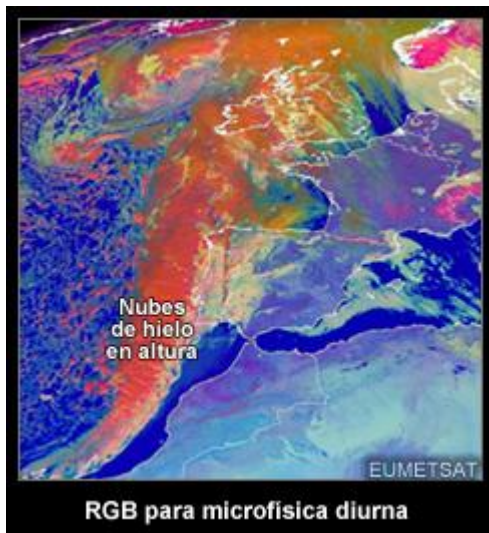
Todas estas opciones son correctas.

El dióxido de azufre es verde vivo, la ceniza volcánica es magenta claro y los cirros son negros.

[Volver al comienzo de la página](#)

Microfísica diurna

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: El realce RGB de microfísica diurna (inglés: *day microphysics*) es útil en el análisis de nubes, convección, niebla e incendios.

- La reflectancia roja en el visible se asemeja a la profundidad óptica de las nubes y la cantidad de hielo y agua líquida en las nubes.
- La reflectancia solar infrarroja de ondas cortas en $3,9 \mu\text{m}$ en verde brinda una medida cualitativa del tamaño y la fase de las partículas de las nubes.
- La temperatura de emisión de la banda infrarroja en $10,8 \mu\text{m}$ produce tonos azules en función de la superficie y las temperaturas de las cimas de la nubes (cuanto más cálida la superficie, tanto mayor la contribución de azules); esto significa que las superficies terrestres y oceánicas, que son más calientes, se ven azuladas, a diferencia de las cimas de nubes más frías, las cuales se ven anaranjadas y rojas debido a un menor aporte del color azul.

Cobertura: Sólo durante el día

Canales del MSG:

- Visible en $0,8 \mu\text{m}$
- IR en $3,9 \mu\text{m}$ (sólo la componente solar reflejada)
- IR en $10,8 \mu\text{m}$

Interpretación de los colores:

- La superficie tiene tonos azules.
- Las nubes bajas tienen tonos amarillos a verdes (gotitas) a magenta (gotas grandes).
- Las nubes de hielo altas tienen un aspecto rojo oscuro (partículas de hielo grandes) a naranja vivo (partículas de hielo pequeñas).

Encontrará más información en <http://www.atmos-chem-phys.net/8/6739/200,8/acp-8-6739-200,8.pdf>.

Ventajas:

- Produce una vista tridimensional de la atmósfera que permite distinguir claramente las nubes en fase de agua congelada a gran altura de las nubes en fase de agua líquida en niveles más bajos.
- Permite identificar variaciones microfísicas sutiles en el interior de las nubes que no son evidentes en otras imágenes u otros realces RGB.
- Ayuda a distinguir las nubes de agua con precipitación de las que no producen precipitación.
- Puede ayudar a identificar las nubes de convección severa con fuertes corrientes ascendentes.

Limitaciones:

- Aunque el realce RGB es enormemente útil, también es complicado en términos de la cantidad y variedad de colores que emplea, y su interpretación requiere experiencia.
- Sólo está disponible durante el día.

Enlaces:

- Productos EUMETSAT casi en tiempo real:
<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/>
- Comprensión de nubes convectivas mediante el tamaño de las partículas de MSG (*Understanding Convective Clouds Through the Eyes of (MSG) Cloud Particle Size*):
<http://www.rtc.dmi.gov.tr/FILES/KURS/334/DOCS/JochenKerkman3.pdf>

Bibliografía:

- Rosenfeld, D., I. M. Lensky, 2008: Clouds-Aerosols-Precipitation Satellite Analysis Tool (CAPSAT), *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 6739-6753.
<http://www.atmos-chem-phys.net/8/6739/2008/acp-8-6739-2008.pdf>
- Rosenfeld, D., I. M. Lensky, 1998: Satellite-Based Insights into Precipitation Formation Processes in Continental and Maritime Clouds, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 79, 2457-2476.

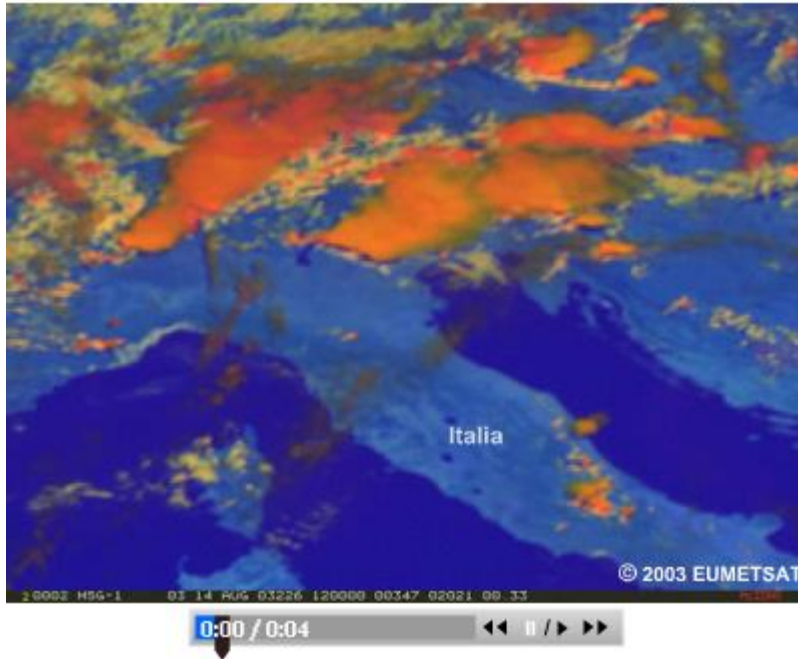
Información adicional:

- http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/msg_interpretation/PowerPoints/Channel/cloudintroduction.ppt
- http://www.eumetsat.int/groups/ops/documents/document/convection_africa_20050707.pdf

Secuencia animada:

Esta secuencia muestra un brote de convección (color naranja) sobre el norte de Italia. El límite de la corriente de salida emanada de la zona tiene un aspecto amarillo verdoso.

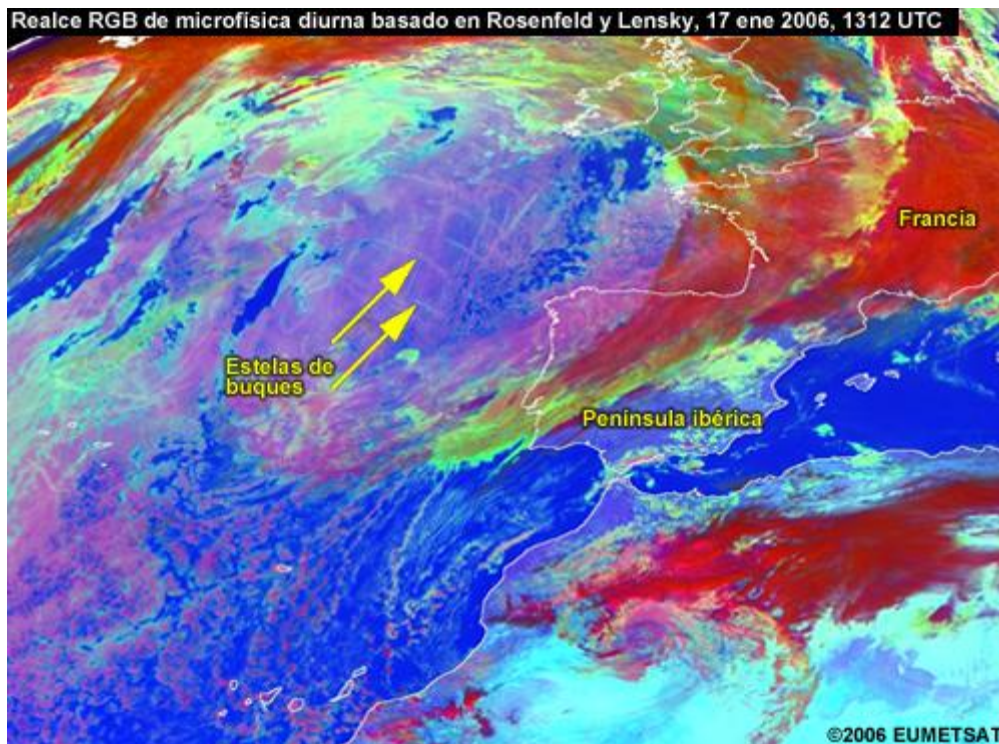
MSG: RGB de microfísica diurna 1200 a 1415 UTC de 14 ago de 2003



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

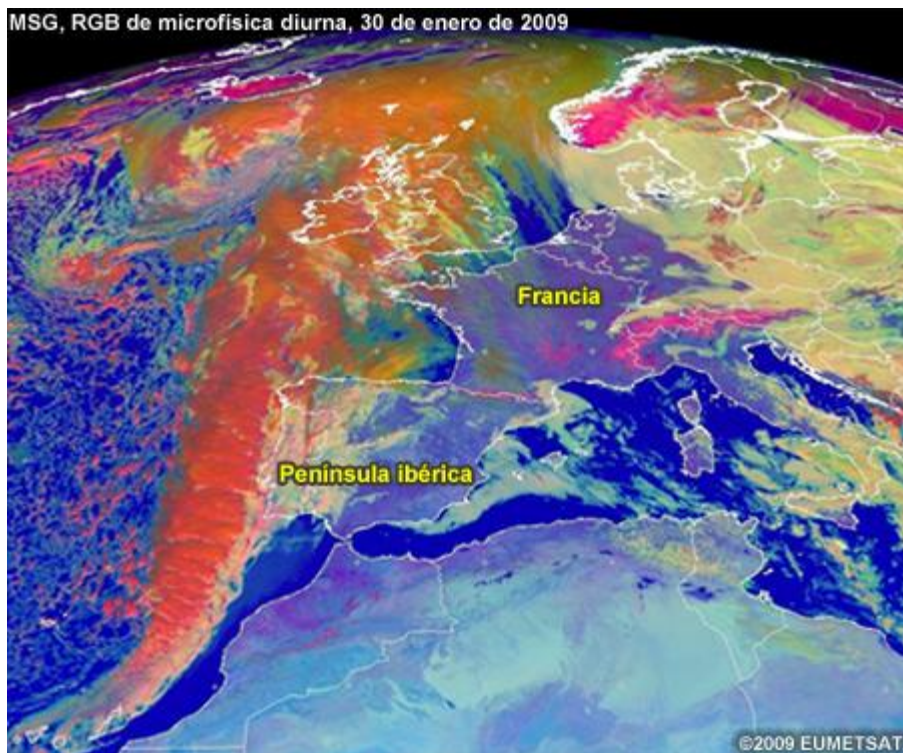
Ejemplo:

Este realce RGB de microfísica diurna muestra varios efectos microfísicos importantes. El rojo oscuro indica nubes gruesas y altas, y el violeta indica nubes más bajas con gotas grandes. Observe las rayas azul blancuzco dentro de la región violeta de estratocúmulos al oeste de la península ibérica; se trata de la trayectoria de varios buques, producto de los escapes, los cuales producen nubes locales con partículas mucho más pequeñas en comparación con las de las nubes a su alrededor.



El verde indica nubes de agua no demasiado gruesas en los niveles medios (de no ser así, el mayor aporte del rojo las tornaría amarillas). Contienen gotitas pequeñas y exhiben temperaturas que oscilan entre -5°C en el este y -25°C en el oeste de la península ibérica, es decir, se trata de una nube de agua no demasiado gruesa con gotas superenfriadas en los niveles medios.

Ejercicio:



¿Qué color corresponde a las nubes convectivas postfrontales en este realce RGB?
(Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) amarillo verdoso
- ☐ b) celeste
- ☐ c) rojo anaranjado
- ☐ d) azul oscuro

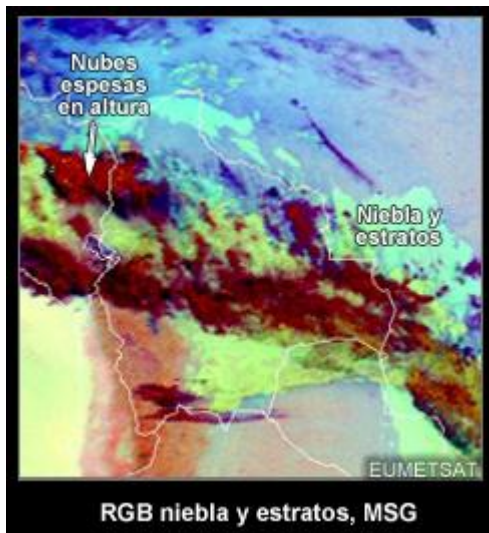
La respuesta correcta es C.

La banda de nubes convectivas postfrontales, que son de color rojo anaranjado, se encuentra al oeste del sistema frontal y está a punto de pasar sobre la península ibérica.

[Volver al comienzo de la página](#)

Niebla y estratos, MSG

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Este realce RGB, elaborado a partir de los datos del canal infrarrojo de MSG, ha sido diseñado y perfeccionado para seguir la evolución de las nieblas y estratos (inglés: *fog/stratus*) en horas nocturnas. Entre las posibles aplicaciones secundarias para este realce cabe mencionar la detección de incendios y de las fronteras que marcan los cambios de humedad en niveles bajos, así como la clasificación de las nubes en general. Como el producto se ha perfeccionado para condiciones nocturnas, sus aplicaciones diurnas son muy escasas.

Cobertura: Sólo por la noche

Canales de MSG:

- IR en 3,9 μm
- IR en 10,8 μm
- IR en 12,0 μm

Interpretación de los colores:

- Las nubes bajas son de color amarillo a verde claro.
- Las nubes altas y gruesas son rojas.
- Las nubes altas poco espesas son de color azul oscuro a negro.
- Las superficies de marinas y terrestres son de diversos colores.

Ventajas:

- Es frecuente no poder identificar la niebla y estratos en imágenes infrarrojas nocturnas, porque por su manifestación térmica tienden a confundirse con el fondo; este producto RGB realza la señal de la niebla y las nubes estratos.
- Es un producto muy importante para los pronósticos orientados a la industria de transportes.

Limitaciones:

- Los cirros delgados pueden ocultar las niebla y los estratos.

- La imagen puede ser "ruidosa" y difícil de interpretar en entornos fríos (temperaturas por debajo de los -10 °C).
- Es difícil detectar las capas de niebla de radiación poco espesas.
- La extensión real de la zona de niebla y estratos bajos es siempre un poco mayor de lo que sugiere la imagen, debido a la sensibilidad del canal IR en 3,9 μm a los píxeles calientes de la periferia del banco de niebla.

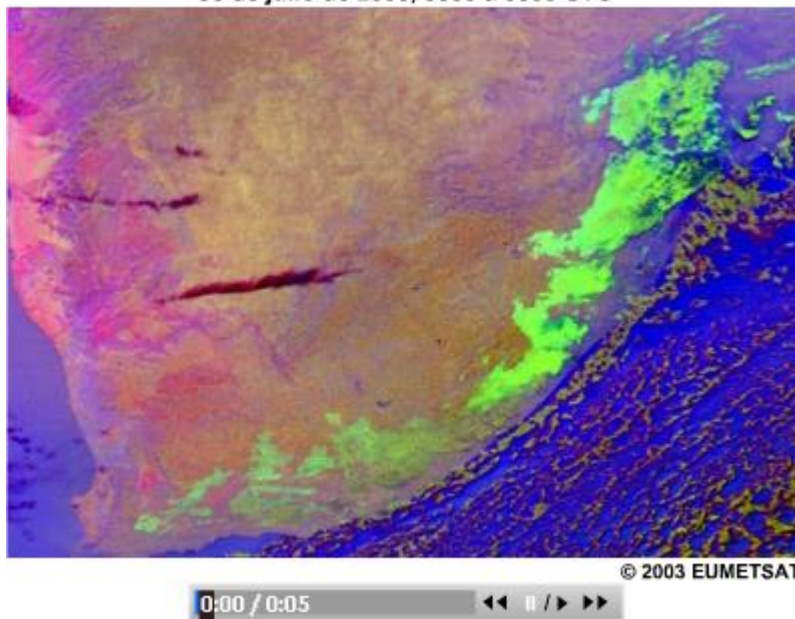
Enlaces:

- EUMETSAT, productos disponibles casi en tiempo real:
<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/>
- Imágenes de GOES-West / GOES-East en el sitio RAMSDIS Online:
http://rammb.cira.colostate.edu/ramsdisk/online/goes-west_goes-east.asp

Secuencia animada:

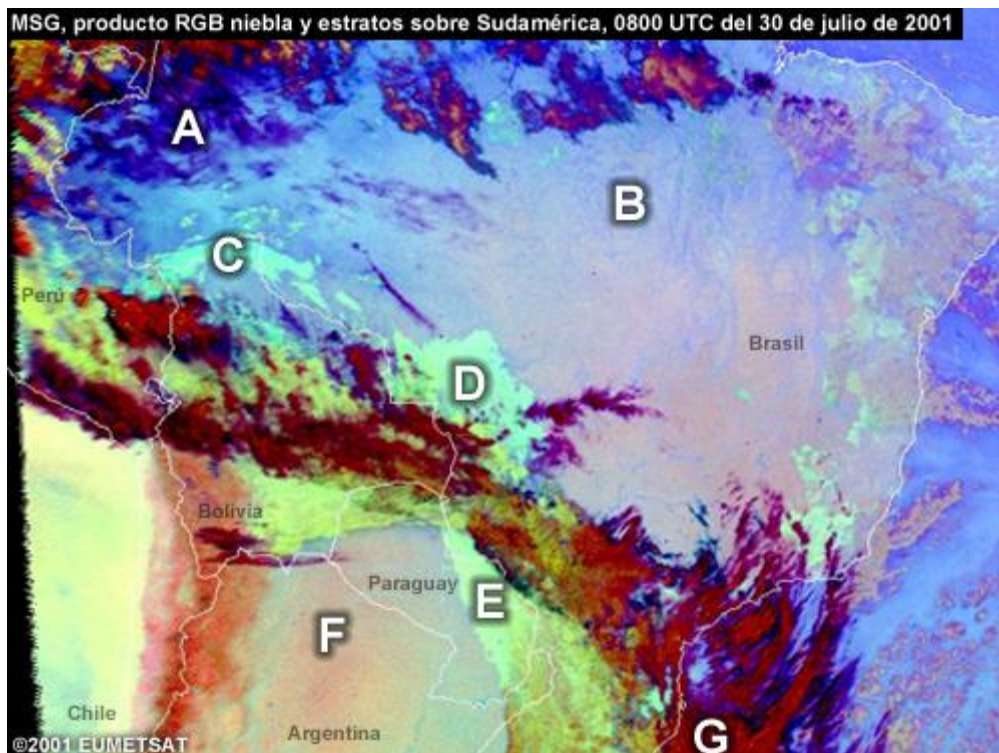
Las zonas verdes sobre la región del sur del continente africano representan niebla o estratos. Observe el aumento en su extensión en el transcurso de la noche. Cuando se levanta el Sol, al final de la secuencia, se observa un cambio en las nubes bajas, que adquieren un tono rojo. Esto se debe al reflejo de la luz solar en el canal infrarrojo de 3,9 μm cuando incide en las capas de niebla y estratos, que contamina la imagen. Esto explica porqué el producto RGB sólo es útil en las horas nocturnas.

**MSG: animación RGB de niebla y estratos sobre el sur de África,
05 de julio de 2003, 0000 a 0600 UTC**



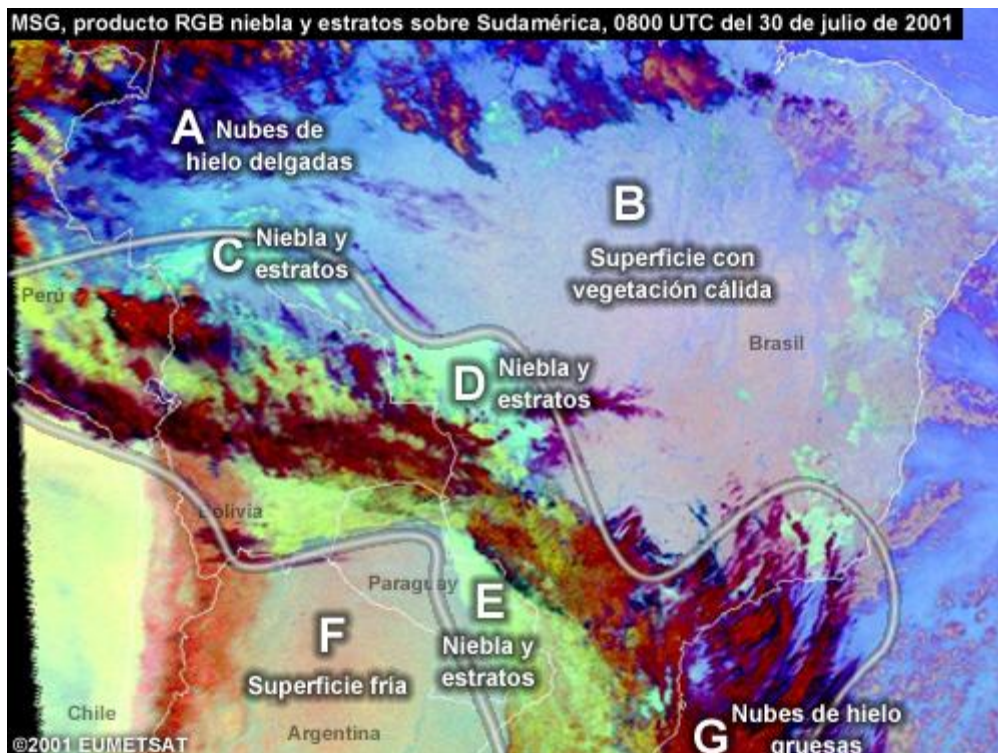
Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Ejercicio:



En esta imagen RGB de Sudamérica, ¿cuáles de las regiones marcadas representan niebla y estratos? (Elija todas las opciones pertinentes.)

- ☐ a) A
- ☐ b) B
- ☐ c) C
- ☐ d) D
- ☐ e) E
- ☐ f) F
- ☐ g) G



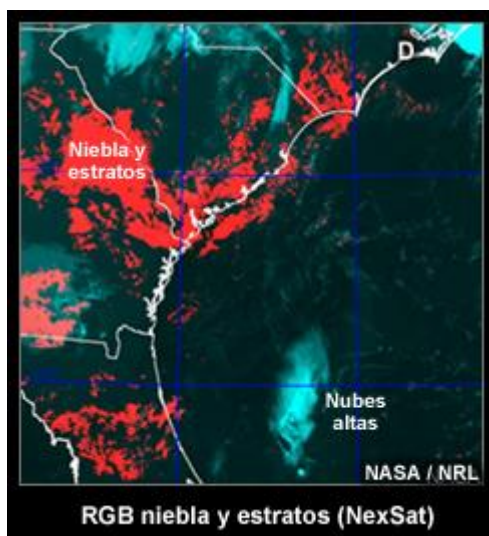
Las respuestas correctas son C, D y E.

Las letras C, D y E marcan regiones de niebla y estratos, porque son de color verde claro o cian. La nube roja está constituida por cirros superpuestos a una extensa zona de estratos dentro de la zona delimitada por la línea blanca.

[Volver al comienzo de la página](#)

Niebla y estratos, NexSat

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Este realce RGB facilita la detección de la niebla y los estratos por la noche, algo que resulta muy difícil con imágenes generadas por un único canal infrarrojo de onda larga, porque las estructuras se entremezclan con el fondo térmico. El elemento de entrada más importante es la imagen de diferencia entre los canales IR de onda larga y onda corta.

Cobertura: Sólo por la noche

Canales: Infrarrojos de onda corta y onda larga

Interpretación de los colores:

- Normalmente, el fondo terrestre es verde oscuro, aunque puede tener varios tonos verdes o amarillos.
- La niebla y los estratos son rosados o anaranjados.
- Las nubes altas son de color cian vivo.

Ventajas: Permite detectar las nubes bajas por la noche cuando no hay imágenes en el visible disponibles.

Limitaciones:

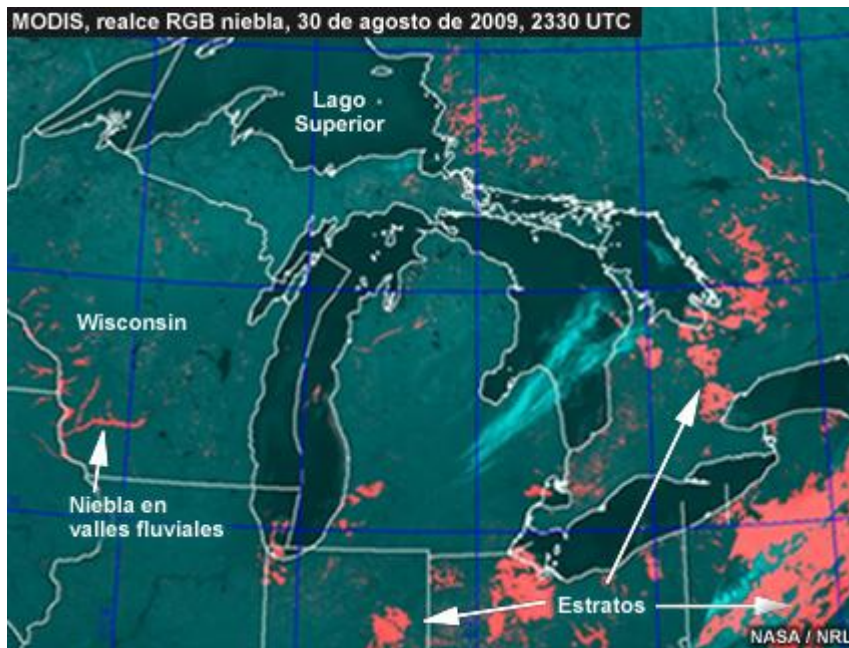
- Los cirros pueden ocultar las nubes bajas y la niebla por la noche.
- A veces no da buenos resultados en regiones con superficies del suelo muy frías.

Bibliografía: Miller, S. D., Hawkins, J. D., Kent, J., Turk, F. J., Lee, T. F., Kuciauskas, A. P., Richardson, K., Wade, R. y Hoffman, C., 2006: NexSat: Previewing NPOESS/VIIRS Imagery Capabilities. *Bulletin American Meteorological Society*, 87, 433-446. <http://www.nrlmry.navy.mil/NEXSAT.html>

Ejemplo:

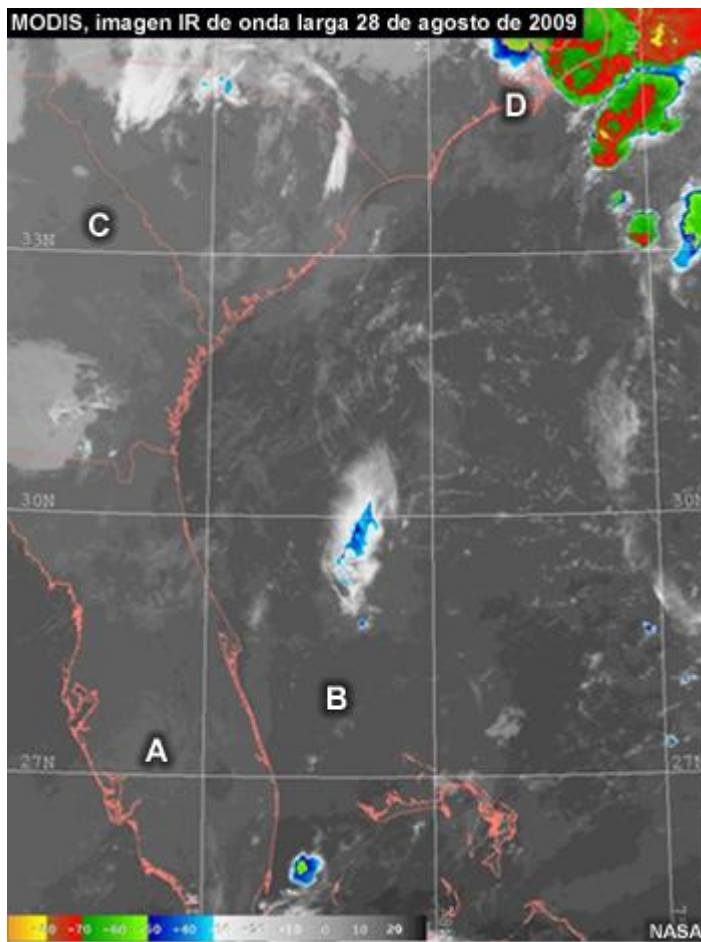


En la imagen infrarroja de onda larga de MODIS (arriba) sólo parece haber cirros, pero las regiones rosa-anaranjado del realce RGB niebla y estratos (abajo) revelan las abundantes regiones de nubes.



El realce RGB niebla y estratos de MODIS es particularmente útil debido a que los canales IR de alta resolución (1 km) producen vistas detalladas de las estructuras nubosas bajas.

Ejercicio:

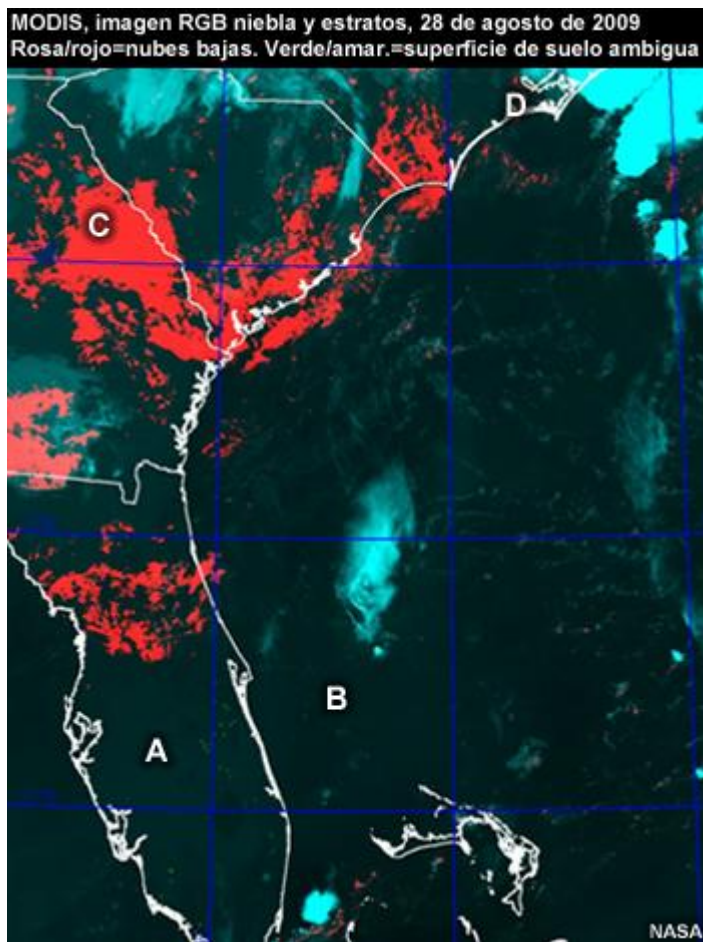


Estudie esta imagen infrarroja de onda larga: ¿dónde cree que se encuentra el manto nuboso en niveles bajos? (Escoja la mejor respuesta.)

- ☐ a) A
- ☐ b) B
- ☐ c) C
- ☐ d) D

La respuesta correcta es C.

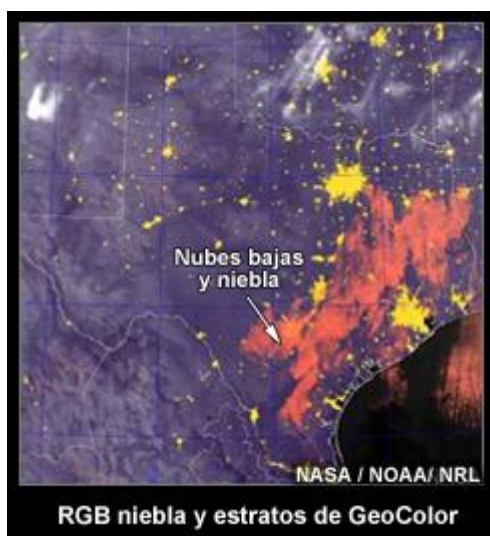
No es fácil identificar los estratos en la imagen IR de onda larga, pero en el realce RGB son evidentes por su color naranja o rosado.



[Volver al comienzo de la página](#)

Niebla y estratos, GeoColor

- [Acerca de la aplicación](#)
- [Ejemplos y ejercicios](#)



Descripción: Un buen producto para uso general en apoyo a los pronósticos diurnos y nocturnos. Este realce es particularmente útil para detectar las nubes bajas y la niebla,

tanto de día como de noche. Durante el día, las nubes se superponen a la imagen del globo azul de NASA y por la noche a un producto DMSP OLS que muestra las luces nocturnas. Observe que aunque el producto nubes bajas de GeoColor no es un realce RGB estándar, se compone utilizando los mismos métodos que los realces RGB.

Cobertura: Diurna y nocturna

Canales:

- Durante el día: visible de 0,6 μm (sobre el fondo de globo azul de NASA)
- Durante la noche: canales IR en 3,9 μm y 10,8 μm del GOES (sobre un fondo de DMSP OLS con la iluminación urbana)

Interpretación de los colores:

- Las nubes del canal visible son blancas durante el día.
- Por la noche, en las imágenes de datos infrarrojos las nubes bajas y las niebla son rosadas y las nubes altas son blancas.

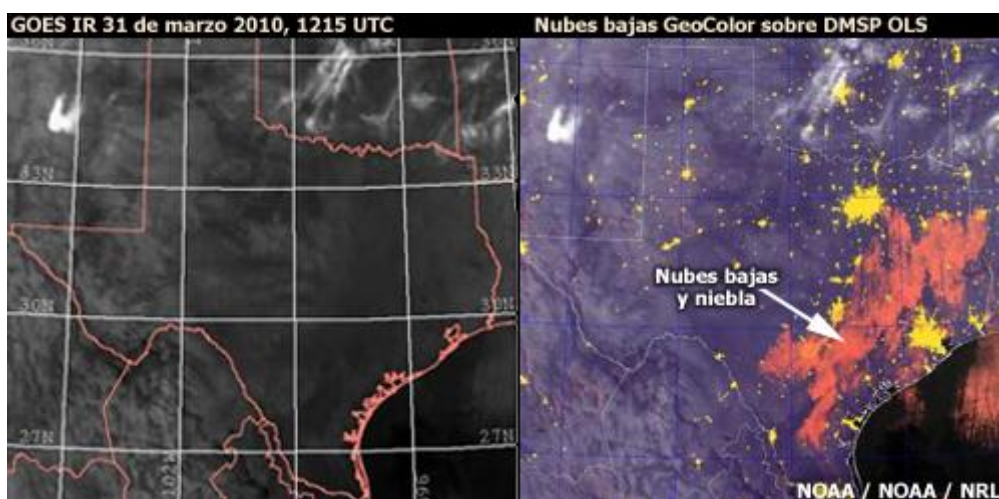
Ventajas:

- Es un producto natural y fácil de interpretar.
- Se puede consultar las 24 horas del día.
- Puede detectar nubes bajas y niebla durante el día y por la noche.

Limitaciones: A veces la contaminación de la radiación solar produce una discontinuidad en los datos de detección de nubes al amanecer y anochecer.

Enlace: <http://www.nrlmry.navy.mil/NEXSAT.html>

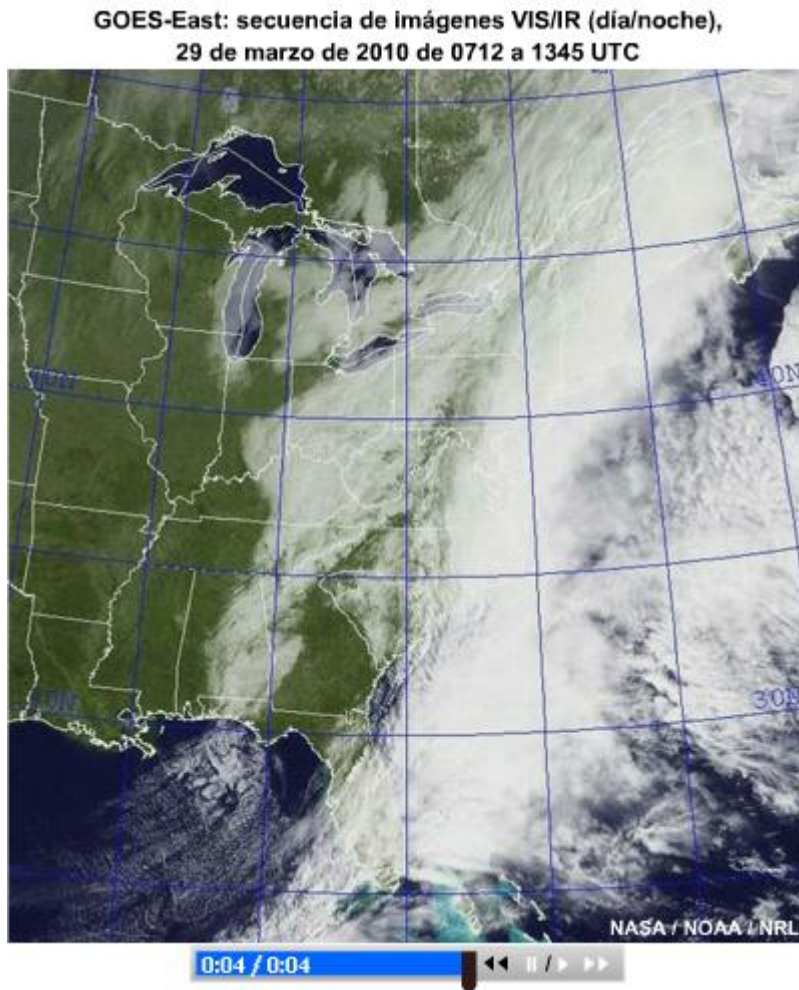
Ejemplo:



La imagen de la izquierda es una imagen infrarroja nocturna del GOES centrada en el estado de Texas. Aunque no parece haber nubes bajas o niebla, las pone en evidencia el color naranja del realce en la derecha, en el cual las luces urbanas amarillas provienen de la imagen de fondo del OLS del DMSP.

Secuencias animadas:

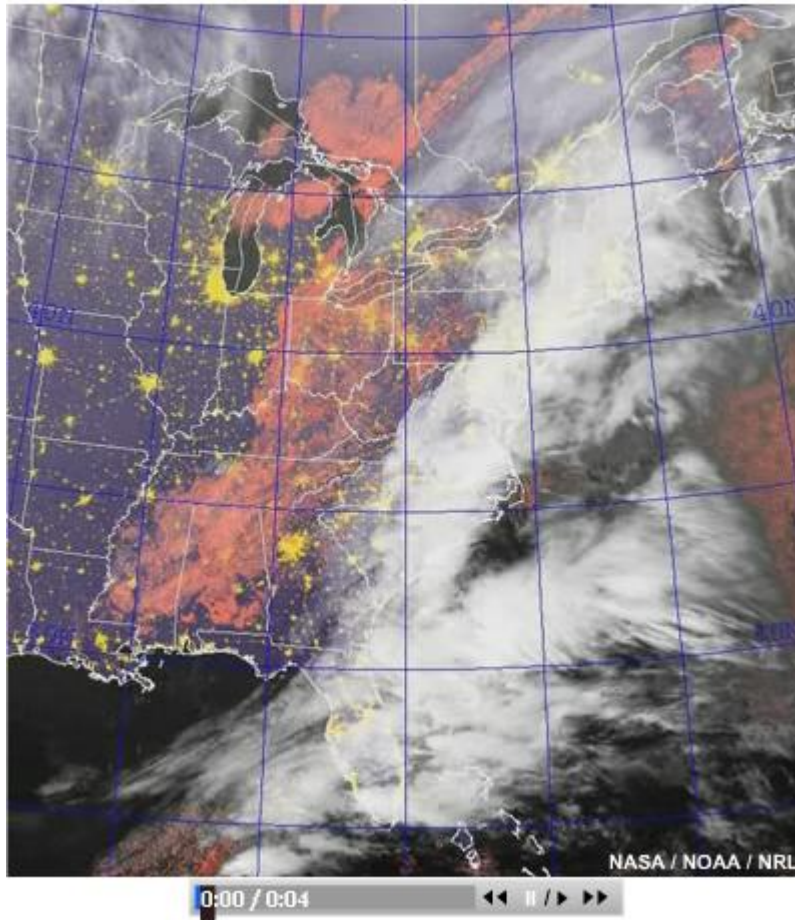
En esta secuencia de imágenes infrarrojas las nubes blancas están asociadas a un sistema frontal que abarca la región junto al litoral atlántico de Estados Unidos, mientras los estados de Michigan, Ohio, Kentucky, Tennessee, Alabama y Georgia, en el interior, están casi completamente despejados. Cuando el sol se levanta, sin embargo, y el producto GeoColor pasa a presentar datos en el visible, aparece, sorprendentemente, una capa de nubosidad baja sobre dichos estados.



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

Esta secuencia es un ejemplo del producto GeoColor de nubes bajas. En las horas nocturnas, las nubes se revelan claramente en rosado. Observe que se tornan blancas al pasar al período diurno en la secuencia.

GOES-East: secuencia de imágenes VIS/IR (día/noche) con datos de niebla en las horas nocturnas, 29 mar 2010 de 0712 a 1345 UTC



Haga clic en la imagen para iniciar la animación.

[Volver al comienzo de la página](#)

Resumen

Acerca de los realces RGB

- Por lo general se crean a partir de tres canales espectrales individuales o diferenciados; se asigna cada uno a un color primario (rojo, verde o azul); el producto final destaca las estructuras atmosféricas y de superficie difíciles de distinguir en las imágenes de un solo canal.
- Generan productos de aspecto realista que resultan naturales y pueden reducir la ambigüedad y simplificar la interpretación.
- En ciertas situaciones, más de una estructura tiene el mismo color o la misma estructura adquiere más de un color. Una manera de aliviar este problema consiste en crear secuencias animadas de los realces.
- Se puede superponer información cuantitativa al realce, como los datos de un modelo, lo cual permite realizar análisis e interpretaciones de nivel avanzado.
- Están disponibles en internet casi en tiempo real.
- Los generadores de imágenes satelitales del futuro contarán con muchísimos más canales que los satélites actuales, lo cual ampliará la gama de posibles tipos de realces RGB y sus aplicaciones.

Fuentes de reales RGB

- Galería de imágenes del sistema de respuesta rápida (*Rapid Response System*) de MODIS: <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/>
- Página de NRL NexSat: <http://www.nrlmry.navy.mil/NEXSAT.html>
- Página de NOAA de imágenes de eventos significativos para operaciones (*Operational Significant Event Imagery*): <http://www.osei.noaa.gov/>
- Bitácora de CIMSS sobre imágenes satelitales: <http://cimss.ssec.wisc.edu/goes/blog/>
- Universidad de Wisconsin, SSEC: <http://ge.ssec.wisc.edu/modis-today/>
- Servicio de información y satélites (*Satellite and Information Service*) de la NOAA: <http://www.ssd.noaa.gov/imagery/>
- EUMETSAT, galería temática (*Topical Image Gallery*): http://www.eumetsat.int/Home/Main/Image_Gallery/Topical_Images/index.html?l=en
- EUMETSAT, productos disponibles casi en tiempo real: <http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/RGB/>
- El sitio SatRep Online brinda acceso a imágenes satelitales diarias y archivadas, salida de modelos numéricos, casos de estudio y recursos de capacitación, principalmente para el continente europeo: <http://www.satreponline.org/>

Proceso de creación de reales RGB

- Paso 1: Determinar el propósito del realce.
- Paso 2: Con base en la experiencia o la información científica, seleccionar tres canales o derivados de canales (como la diferencia entre dos canales) apropiados para incorporar información útil en el realce.
- Paso 3: Preprocesar las imágenes según resulte necesario para asegurar que brinden o resalten la información más útil.
- Paso 4: Asignar los tres canales espectrales o derivados de canales a los tres componentes de color RGB.
- Paso 5: Evaluar el aspecto y la eficacia del realce final.

Colores en el modelo aditivo RGB

- Colores primarios: rojo, verde y azul
- Colores secundarios: amarillo (rojo + verde), cian (verde + azul) y magenta (rojo + azul)
- Gris: cantidades iguales de tres colores cualquiera
- Blanco: los colores primarios en proporciones iguales
- Negro: la ausencia de los colores primarios

Usos de los reales RGB

Aplicaciones	Realces RGB
Elementos atmosféricos y terrestres en general Interpretación de estructuras atmosféricas y superficiales, como zonas con vegetación, desiertos, nubes, nieves, océanos	Color real, color natural, color falso
Nubes y nieblas Análisis de nubes Distinguir entre las nubes y el manto de nieve durante el día Ver nubes bajas por la noche (si hay suficiente luz lunar) Ayuda a clasificar nubes y a detectar niebla y nubes bajas de día y de noche Distinguir entre nubes altas y bajas	Microfísica diurna Nubes sobre nieve Nocturno en el visible Niebla y estratos Visible/Infrarrojo
Ceniza volcánica: Detectar ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo de las erupciones volcánicas y seguir las columnas de ceniza a grandes distancias corriente abajo de la zona de erupción.	Ceniza volcánica Polvo y arena
Polvo y arena: Observar la evolución de nubes de polvo de día y de noche	Polvo y arena
Incendios Observar incendios Detectar incendios	Nocturno en el visible Niebla y estratos Microfísica diurna
Nieve Ver nubes bajas y manto de nieve por la noche cuando hay luz lunar Distinguir las nubes del manto de nieve durante el día	Nocturno en el visible Nubes sobre nieve Microfísica diurna
Ciclones y masas de aire Seguir la evolución de ciclones, tanto de día como de noche (especialmente la ciclogénesis rápida, las máximas de corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial) y obtener información sobre la troposfera media y alta.	Masas de aire
Convección: Identificar tendencias microfísicas en la convección de día y obtener información sobre la troposfera media y alta.	Microfísica diurna Convección

© The COMET Program

Productos RGB de uso común

Productos RGB de uso común		Satélites actuales
Color real (diurno)	Permite interpretar estructuras superficiales y atmosféricas, como zonas con vegetación, nubes, y océanos; combina los canales de tres longitudes de onda en el visible; muy fácil de interpretar.	MODIS
Color natural y color falso (diurno)	Similar al realce en color real para satélites que no tienen los 3 canales solares necesarios: se usa para interpretar estructuras superficiales y atmosféricas, como zonas con vegetación, nubes y océanos; algunos colores son intuitivos (vegetación verde), otros no (nieve y nubes de hielo cian).	MODIS, MSG
VIS / IR (diurno)	Ayuda a distinguir entre las nubes bajas y altas; puede revelar la cizalladura del viento.	GOES, MSG
VIS nocturno (nocturno)	A diferencia de las imágenes IR nocturnas, permite ver nubes bajas y manto de nieve de noche, si hay suficiente luz lunar; también muestra luz urbana e incendios (mejor con menos de media luna).	DMSP
Masas de aire (diurno)	Permite seguir la evolución de los ciclones, especialmente la ciclogénesis rápida, los máximos de velocidad de corrientes en chorro y las anomalías de vorticidad potencial; brinda principalmente información sobre los niveles altos y medios de la troposfera.	MSG
Nubes sobre nieve (diurno)	Permite distinguir entre las nubes y el manto de nieve durante el día (algo que suele ser difícil en la mayoría de las imágenes en el visible); es particularmente eficaz en invierno y sobre cordilleras.	MODIS, MSG
Convección (diurno)	Se usa para identificar tendencias microfísicas importantes en la convección, como las pequeñas partículas de hielo que marcan la posición de intensas corrientes ascendentes y son potenciales indicadores de condiciones de tiempo severo inminente.	MSG
Polvo / arena (diurno/nocturno)	Se utiliza para seguir la evolución de las nubes de polvo y arena tanto de día como de noche.	MSG
Ceniza volcánica (diurno/nocturno)	Detecta ceniza, dióxido de azufre y cristales de hielo de las erupciones volcánicas; permite seguir columnas de ceniza a grandes distancias corriente abajo de las erupciones; se usa para alertar a autoridades aeronáuticas, administradores de emergencias y comunidades locales.	MSG
Microfísica diurna (diurno)	Útil en el análisis de nubes, niebla de convección, nieve e incendios.	MSG
Niebla y estratos (nocturno)	Permite detectar niebla y nubes bajas por la noche, cuando no hay imágenes en el visible disponibles; puede ayudar a clasificar las nubes.	MODIS, MSG, GOES

¡Felicitaciones! Acaba de terminar de estudiar este módulo. Ahora puede tomar la prueba y enviarnos sus opiniones contestando las preguntas de la encuesta.

[Volver al comienzo de la página](#)

Copyright 2010, [University Corporation for Atmospheric Research](#).
Reservados todos los derechos. [Avisos legales](#)