

Distribución de productos MODIS por parte de la Universidad de Oviedo

Carmen Recondo^(1,2), Juan Carlos Fernández-Iglesias⁽¹⁾ y Juanjo Peón^(1,2)

⁽¹⁾ Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT). Universidad de Oviedo. Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n, 33600 Mieres, Asturias, España.

Emails: mdrecondo@uniovi.es, jcarlos@indurot.uniovi.es, peonjuan@uniovi.es

⁽²⁾ Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Dpto. de Explotación y Prospección de Minas. Universidad de Oviedo. Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n, 33600 Mieres, Asturias, España.

Resumen: La Universidad de Oviedo cuenta, desde finales del año 2007, con un sistema de recepción de datos MODIS, que permite recibir datos de este sensor, a bordo de los satélites Terra y Aqua, en tiempo real y generar automáticamente productos operativos que son servidos al público gratuitamente a través de Internet. Todo el sistema es gestionado por el Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) de la Universidad de Oviedo. El objetivo de este trabajo es, por lo tanto, divulgar estos productos MODIS, explicando en detalle cada uno de los productos y servicios suministrados.

Palabras clave: Distribución, MODIS, tiempo real, web, servicio WMS

Distribution of MODIS products by the University of Oviedo

Abstract: The University of Oviedo has had a MODIS data reception system since late 2007. This system allows data to be received from this sensor, on board the Terra and Aqua spacecraft, in real time, and to automatically generate operational products that are distributed through the Internet at no cost. The entire system is managed by the Institute of Natural Resources and Spatial Planning (INDUROT) at the University of Oviedo. The aim of this article is therefore to promote these MODIS products and to provide a detailed explanation of each of the products and services provided.

Keywords: Distribution, MODIS, real time, web, WMS service

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad de Oviedo cuenta, desde octubre de 2007, con una infraestructura científica que es un sistema de recepción de datos MODIS, financiada con fondos FEDER y de la Universidad de Oviedo (Ayudas FEDER para la realización de proyectos de infraestructura científica 2005-2007; UNOV05-23-006; IP: Carmen Recondo). El sistema consta de varios elementos: una antena sobre pedestal con un reflector de 2.4 m, con los motores y elementos necesarios para su control remoto (Figura 1); una antena/recibidor GPS, una unidad de conexión entre la antena, el reflector y el GPS; una alimentación de modo dual banda X/L; un convertidor de la banda X; un receptor de los datos MODIS; cables y conectores; cuatro PCs para el seguimiento de la antena y la obtención y el procesado de los datos, cuatro servidores para el almacenamiento y gestión de los datos, y software específico.

El sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), a bordo de los satélites Terra (desde 1999) y Aqua (desde 2002), obtiene datos con una alta resolución temporal (diaria, con dos pasos diurnos y dos nocturnos), espectral (36 bandas entre el visible y el IR térmico) y una resolución espacial media (250-1000 m). Un sistema de recepción de datos MODIS permite obtener estos datos en tiempo real, útiles para multitud de estudios medioambientales, para poder realizar un seguimiento continuo de las cubiertas terrestres, marítimas o atmosféricas de interés, con el objetivo de poder detectar posibles cambios y prever posibles riesgos. A más largo plazo, el disponer de un archivo de

estos datos servirá para la elaboración de modelos de predicción de cambios, útiles para la toma de decisiones sobre la protección del medio ambiente.



Figura 1. La antena MODIS con su reflector de 2.4 m, elementos exteriores de la infraestructura científica.

En este contexto de un seguimiento continuo del planeta Tierra, nuestro objetivo ha sido generar productos operativos de forma automática y servirlos a los usuarios gratuitamente a través de Internet. Esto ha sido posible gracias a las ayudas recibidas para la contratación de técnicos de apoyo de la infraestructura, en los años posteriores a su instalación (Programas Técnicos de Apoyo de Infraestructuras, PTA2008-1623-I entre 2009-2012 y PTA2012-7516-I entre 2013-2016), así como a la financiación recibida de otros programas y proyectos (ver todos ellos en los agradecimientos).

2. PRODUCTOS Y SERVICIOS

El software IMAPP (*International MODIS/AIRS Processing Package*; Huang et al. 2004), diseñado por el SSEC (*Space Science and Engineering Center*) de la Universidad of Wisconsin–Madison (IMAPP para Linux, disponible en <http://cimss.ssec.wisc.edu/imapp/>), gratuito y de libre disposición, nos permite tratar los datos brutos recibidos por la antena MODIS y generar productos a diferentes niveles de procesamiento, tanto atmosféricos, como terrestres, como marinos. A su vez, estos productos han sido incorporados a ciertos servicios diseñados por el INDUROT para su divulgación o bien para servir de base a la elaboración de productos propios más elaborados. Los productos y servicios que queremos dar a conocer en este artículo son los siguientes:

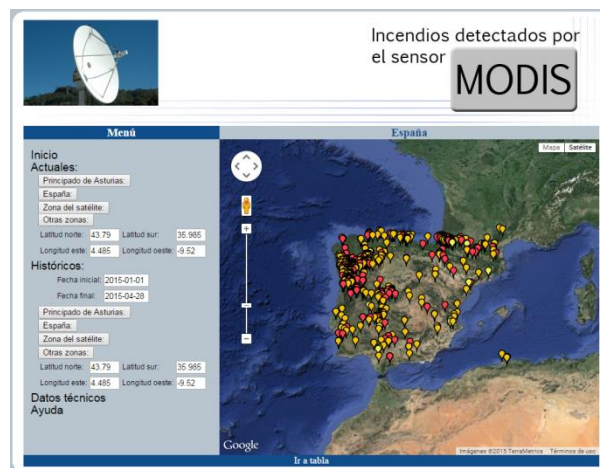
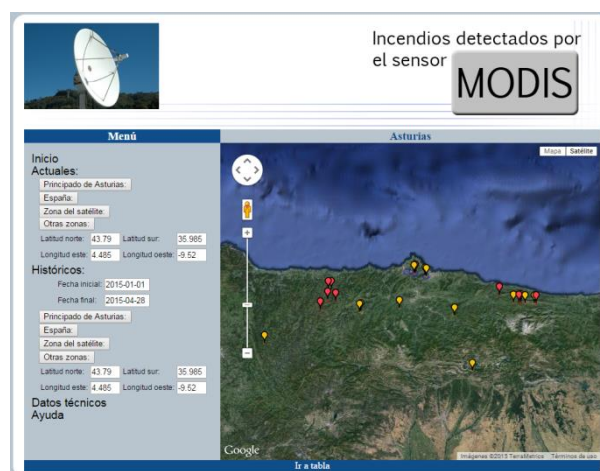
2.1. Producto de incendios ⇒ Página web de alertas y Sistema de notificación de alertas vía email

El producto MODIS de anomalías térmicas o *hot spots* está basado en el producto estándar de la NASA MOD14 (*Thermal Anomalies - Fires and Biomass Burning*), obtenido a partir de las bandas térmicas (de resolución espacial 1 km²=100 ha) mediante algoritmos globales (Giglio et al., 2003). Incluye la ocurrencia de (posibles) incendios en cada pasada del satélite Terra y Aqua (tanto las dos diurnas como las dos nocturnas), la localización geográfica de cada incendio, los criterios lógicos que se han cumplido para seleccionar cada foco térmico, con la fiabilidad asignada a cada uno expresada en porcentaje, y un cálculo de la energía de cada incendio. Además de las validaciones de este producto realizadas en varios sitios del mundo (que han servido para mejorarlo en las sucesivas versiones), nosotros lo validamos en el Principado de Asturias en el marco de un proyecto regional (FC-09-IB09-149; IP: Carmen Recondo), comprobando que, si bien en ocasiones detectaba incendios pequeños (<10 ha), su grado de detección aumentaba con el tamaño de los incendios, siendo medianamente fiable a partir de 50-100 ha (Recondo et al., 2011). La mayoría de las falsas alarmas del producto en Asturias ocurren en la localización de las siderúrgicas, cuando se ponen en funcionamiento sus hornos, al calentar el aire. Así, hemos depurado el producto original MOD14 en nuestra región estableciendo la localización y un radio de acción de estas centrales (Figura 2a), considerando falsas alarmas a los focos térmicos en estas zonas. Trabajos similares en el resto de España serían muy útiles para validar el producto en nuestro país y establecer zonas de falsas alarmas debidas a varios motivos.

La información del producto MODIS de focos térmicos es procesada a continuación por un sistema de gestión elaborado en colaboración con el Dpto. de Informática en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (Corrales, 2011), haciendo accesibles las alertas MODIS vía WWW (<http://alertas.indurot.uniovi.es/inicio.php>).

La visualización de las alertas se realiza en *Google Maps* usando tres colores diferentes según su grado de fiabilidad (rojo, naranja y amarillo, según sea la fiabilidad alta, media y baja, respectivamente),

mostrándose la fecha, hora y coordenadas geográficas (latitud y longitud) de cada alerta. La selección de los focos a visualizar puede realizarse por fechas o coordenadas (Figura 2). Así, por fechas, pueden obtenerse las alertas diarias que se están produciendo en casi tiempo real (“Actuales”) o elegir un periodo histórico determinado (“Históricos”). Las zonas a seleccionar pueden ser el Principado de Asturias (donde se han marcado en azul las áreas usuales de falsas alertas por las siderúrgicas), España, toda la zona abarcada por la pasada del satélite o bien elegir un rectángulo de interés (“Otras zonas”). Junto con la visualización se genera una tabla para la zona elegida (“Ir a tabla”) con los datos de localización, fiabilidad, fecha, hora UTC y satélite que ha detectado cada alerta.

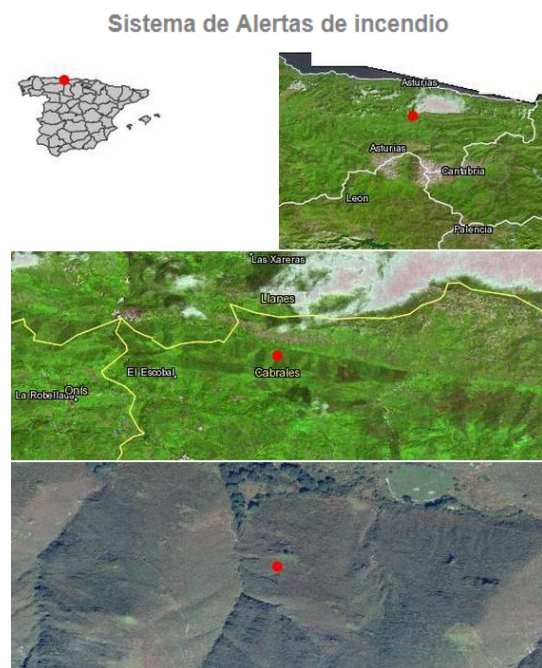


Incendios actuales en España

Latitud	Longitud	Fiabilidad	Fecha	Hora	Satélite
39.017	-1.885	63	2015-04-28	10:55:00	TERRA
38.615	-0.591	62	2015-04-28	10:55:00	TERRA

Figura 2. Página web de alertas MODIS de incendios. Se muestran como ejemplo las alertas “históricas” entre 01-01-2015 y 28-04-2015 para el Principado de Asturias (arriba (a)) y España (en medio (b)), así como la tabla generada para las alertas “actuales” en España (abajo (c)).

El INDUROT, posteriormente, desarrolló un sistema de notificación de las alertas de incendios vía email, de forma que, actualmente, trabaja de forma paralela al de gestión de datos para la página web. El sistema de notificación está basado en un sistema de información geográfica (SIG) mediante el cual se generan informes de cada alerta, incluyendo tanto los datos de la propia alerta (hora, coordenadas y fiabilidad) cómo la ubicación geográfica proporcionada por el SIG (país, provincia, concejo, distancia de las localidades más próximas y mapas de localización). Estos informes son enviados vía email a distintos usuarios en función de la localización obtenida para cada alerta. Ejemplo de uno de ellos puede verse en la figura 3.



ESPAÑA

Alerta **AQUA**, lat lon(**43.352 -4.884**), Fecha y hora (UTC): **08/04/2015 13:03:00**, Fiabilidad: **69**
PROVINCIA: ASTURIAS Concejo: **Cabrales**

Localidades más cercanas (Radio máximo 3500 m):		
Distancia (m)	Localidad	Concejo (Provincia)
1665,79	El Escobal	Cabrales (ASTURIAS)
2196,1	Las Xareras	Cabrales (ASTURIAS)
2428,43	Puertas	Cabrales (ASTURIAS)
2440,53	Buda	Cabrales (ASTURIAS)
2892,7	Pandiello	Cabrales (ASTURIAS)
2927,28	La Salce	Cabrales (ASTURIAS)
2938,21	Llanuamieva	Cabrales (ASTURIAS)

Figura 3. Ejemplo de informe generado por el sistema de notificación de alertas de incendios del INDUROT.

2.2. NDVI y RGB=721 ⇒ Servicio WMS MODIS

El conocido índice de vegetación NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), indicativo del vigor de la vegetación al medir el contraste entre las reflectividades (ρ) de las bandas del infrarrojo cercano (*NIR*: *Near InfraRed*) y del rojo (*Red*), bandas 2 y 1 para MODIS, respectivamente, también puede ser generado de los datos diurnos de nuestra antena, en este caso a

resoluciones espaciales de 250 m (la original de las bandas 1 y 2), 500 m y 1 km.

Por otra parte, la composición RGB=721, que incluye la banda 7 MODIS (500 m) del SWIR (*Short Wavelength InfraRed*) permite resaltar tanto las zonas quemadas como las áreas inundadas y, re-muestreando la banda 7 a 250 m, puede conseguirse esta resolución máxima.

Con la idea de seguir la dinámica espacial y temporal de la vegetación (y de otras cubiertas) y los posibles riesgos (sequía, incendios y zonas quemadas, etc.) ambos productos diurnos MODIS son ofrecidos a través de un servidor WMS (<http://wms.indurot.uniovi.es/>; Figuras 4a-4b) desarrollado y gestionado por el INDUROT, a una resolución de 250 m y en el sistema geodésico y proyección ETRS89-UTM30N. Es posible acceder a la información que este servicio ofrece a través de cualquier navegador (Visor Web SIG; Figura 4c) o software SIG que admita el protocolo estándar WMS (Servicio de Mapas Web), actualmente implementado en la gran mayoría de Visores y software de tipo SIG.

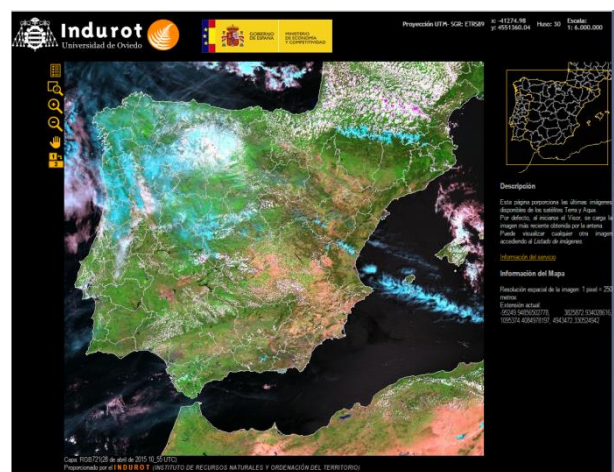


Figura 4. Servicio WMS de imágenes MODIS del INDUROT. Actualmente se ofrecen los productos RGB=721 (arriba izquierda (a)) y NDVI (arriba derecha (b)). Detalle del visor (abajo (c)) con el RGB=721 del 28 de abril de 2015 a las 10:55 UTC.

2.3. Productos meteorológicos \Rightarrow Servicio futuro

Las variables meteorológicas de temperatura del aire (T_a) y humedad relativa (HR) son fundamentales para alimentar muchos modelos de riesgo medioambientales, por ejemplo, los de riesgo de incendios. La alta variabilidad espacial y temporal de estas variables complica el problema de obtenerlas, tanto desde estaciones meteorológicas como desde satélites. En este sentido, la Teledetección tiene la ventaja de una toma de datos sistemática a un espaciamiento regular (datos diarios a 1 km de resolución espacial para el caso del sensor MODIS). Sin embargo, desde satélite no se pueden obtener estas variables meteorológicas directamente, sino otras relacionadas con ellas, como la temperatura superficial del suelo (LST: *Land Surface Temperature*) y el contenido en vapor de agua de la atmósfera o agua precipitable total (W), productos que pueden obtenerse también a partir de los datos MODIS recibidos en tiempo real por nuestra antena usando los algoritmos implementados en IMAPP, algunos de los cuales son similares a los usados en la elaboración de los productos estándar de la NASA (MOD11 para LST y MOD05 para W), mientras que otros son diferentes. En Recondo et al. (2013a, 2013b) se comparan todos estos algoritmos y sus productos. Además, en la estimación de T_a y HR no sólo influyen LST y W, sino también otras variables como el NDVI y variables espaciotemporales. Así, los modelos propuestos por Recondo et al. (2013b) y Peón et al. (2014) para la estimación de T_a diaria en la España peninsular están basados en LST, W, NDVI y la longitud (λ), Día Juliano (JD: *Julian Day*) y altura (h). Mientras que los modelos de Recondo et al. (2013b) para la estimación de la presión de vapor de agua superficial (e_0) diaria se basan en W, λ , distancia a la costa y JD. De ambos se obtiene la HR. Las mejores estimaciones son para T_a (errores ~ 2 K) y las peores para HR (errores $\sim 10\%$).

Partiendo de los algoritmos propuestos por nuestro equipo y usando los productos LST, W y NDVI generados en tiempo real de los datos MODIS, nuestra idea es generar en un futuro cercano mapas de T , e_0 , y HR (valores diarios máximos, medios y mínimos) para la España peninsular a 1 km de resolución espacial e incorporarlos al servicio WMS ya existente.

3. CONCLUSIONES

El sistema de recepción de datos MODIS de la Universidad de Oviedo permite obtener los datos del sensor MODIS en tiempo real. A partir de estos datos y usando software específico se generan automáticamente productos operativos que el INDUROT sirve a los distintos usuarios, de forma gratuita, mediante diversos servicios, actualmente la página web y el sistema de notificación de alertas de incendios y el servicio WMS. El servicio WMS MODIS incluye actualmente el NDVI y el RGB=721 y se prevé la incorporación en un futuro cercano de T , e_0 , y HR.

4. AGRADECIMIENTOS

Agradecer la financiación recibida de los proyectos de I+D+I: UNOV05-23-006, FC-09-IB09-149, FireGlobe (CGL2008-01083/CLI), FUE-EM-326-11, y de los Programas de Técnicos de Apoyo: PTA2008-1623-I, PTA2012-7516-I y PTAT2009-02281. A la NASA y al SSEC por los datos y software gratuito suministrado. Al INDUROT por la cofinanciación de los PTA-I y por el mantenimiento de la antena y servicios MODIS. Y a José Antonio Corrales por su ayuda con la web.

Juan Carlos Fernández Iglesias es el actual técnico de apoyo de la antena MODIS.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Corrales Contreras, Tineke. 2011. *Gestión de alarmas de incendio a partir de datos de satélites equipados con el sensor MODIS*. Proyecto Fin de Carrera. Titulación: Ingeniero de Telecomunicación. Universidad de Oviedo. Directores: Rubén Muñiz y Carmen Recondo.
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C.O. and Kaufman, Y.J. 2003. *An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS*. Remote Sensing of Environment, 87: 273-282.
- Huang, H.-L., L. E. Gumley, K. Strabala, J. Li, E. Weisz, T. Rink, K. C. Baggett, J. E. Davies, W. L. Smith, and J. C. Dodge. 2004. *International MODIS and AIRS Processing Package (IMAPP): A Direct Broadcast Software Package for the NASA Earth Observing System*. Bulletin of the American Meteorological Society, 85: 159-61.
- Peón, J., Recondo, C. and F. Calleja, J. 2014. *Improvements in the estimation of daily minimum air temperature in peninsular Spain using MODIS land surface temperature*. International Journal of Remote Sensing 35, 5148-5166.
- Recondo, C., Abajo, A., Peón, J.J., Rodríguez-Quevedo, A., González-Alonso, F. y Salgado, V. 2011. *Detección de incendios y cartografía temprana de áreas quemadas en Asturias mediante imágenes MODIS*. Teledetección: bosques y cambio climático. Actas del XIV congreso científico de la AET. Ed. Carmen Recondo y Enrique Pendás Molina.
- Recondo, C., Pendás, E., Moreno, S., G^a De Vicuña, C., García-Martínez, A., Abajo, A. and Zapico, E. 2013. *A Simple Empirical Method for Estimating Surface Water Vapour Pressure Using MODIS Near-Infrared Channels: Applications to Northern Spain's Asturias Region*. International Journal of Remote Sensing, 34: 3248-3273.
- Recondo, C., Peón, J.J., Zapico, E. and Pendás, E. 2013. *Empirical Models for Estimating Daily Surface Water Vapour Pressure, Air Temperature, and Humidity Using MODIS and Spatiotemporal Variables. Applications to Peninsular Spain*. International Journal of Remote Sensing 34, 8051-8080.