

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA NUBOSIDAD USANDO EL PRODUCTO MÁSCARA DE NUBES MODIS SOBRE EL PERÚ

Kevin Yaringaño^{1,2}, José Pasapera², Victoria Calle¹
kyaringanogarcia@gmail.com.

¹Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima, Perú (UNALM)

²Agencia Espacial del Perú – CONIDA

Palabras clave: Cobertura nubosa, Máscara de Nubes,

1) INTRODUCCIÓN

La nube es el resultado de la interacción entre la atmósfera y la superficie terrestre, que está influenciado por muchos factores, como geográficos, meteorológicos entre otros. La cobertura nubosa o nubosidad viene a ser la distribución de estas nubes en el cielo y que es muy cambiante ya que obedece a las continuas transformaciones de estos factores tanto espacial como temporal. Conocer cuál es el estado del cielo en un momento dado tiene un especial interés que no ha sido tomado en cuenta.

Esta investigación analiza la climatología de la cobertura nubosa en el territorio del Perú. Esto se calculó a partir de imágenes de satélite que captan casi toda el área del Perú con el objetivo de conocer cómo es su comportamiento espacial y temporal. Para realizar esto, se usó el producto llamado Máscara de Nubes del sensor MODIS que se encuentra a bordo de los satélites Terra y Aqua, que registra la cobertura nubosa en términos de cielo despejado. Se obtuvo un promedio del 2002 al 2018 en dos rangos horarios para cada mes, lo que permitió saber cómo es el estado de la nubosidad en todo el territorio peruano, ya que la geografía que posee también influye bastante en los mecanismos que puedan fomentar su desarrollo.

Para verificar si los resultados que registra el producto satelital son correctos, se comparó con estaciones meteorológicas aeronáuticas que registren la cobertura nubosa usando parámetros estadísticos de validación para comprobar si representa realmente la cobertura nubosa en cada mes del año. La frecuencia de una cubierta nubosa tiene un mayor efecto en aplicaciones que requieran datos en una serie de tiempo o realizar una comparación entre el pasado, presente y posible futuro porque oculta la información o el dato; y puede resultar en un problema, incluso para una sola imagen satelital que se pueda usar. En satélites ópticos de órbita polar, encontrar o identificar una imagen libre de nubes es difícil, por lo que conocer si en un lugar determinado estará despejado o libre de nubes sería fundamental para realizar diferentes aplicaciones que se requieran como gestión de riesgos por desastres naturales, fuentes de energía solar, los mismos satélites ópticos, entre otras cosas.

2) METODOLOGIA

Se descargó los archivos del producto Máscara de Nubes MODIS para ambos satélites de la plataforma web LAADS DAAC que pertenece a la NASA como se ve en la Figura 18 (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>) desde enero de 2002 hasta diciembre de 2018 para el caso del satélite Terra, y desde julio de 2002 hasta diciembre de 2018 para el caso del satélite Aqua. Esto se debe a que el satélite Aqua se lanzó en mayo de 2002 y se obtuvo la primera imagen a partir de junio del mismo año.

A cada pixel del producto Máscara de Nubes MODIS se le asignó un código de 48 bits, pero

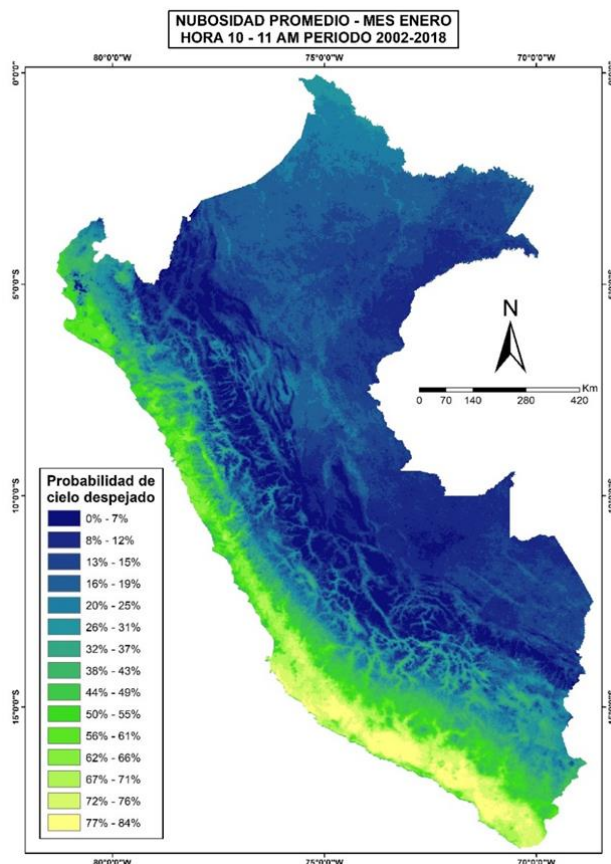
los tres primeros bits del primer byte son los más relevantes e importantes (Tabla 1). El bit 0 indica si el algoritmo ha sido aplicado para un pixel o no. El indicador UFOV contiene los bits de los niveles de confianza sobre tener el cielo despejado. Estos niveles de confianza se traducen a probabilidades en porcentaje (%) que indican si un pixel se determinó despejado o nublado. Los valores de probabilidad usados para estos niveles de confianza son los cuatro umbrales que se muestra en la Tabla I: (0), (1), (2) y (3) representan el 0%, 66%, 95% y 99% de confianza de que un pixel podría estar libre de nubes respectivamente.

Bits	Descripción del campo	Interpretación
0	Indicador Máscara de Nubes	0 = No Determinado
		1 = Determinado
1 – 2	Indicador Campo de Visión sin Obstrucciones (UFOV, siglas en ingles)	00 = Nublado (0)
		01 = Probablemente nublado (1)
		10 = Probablemente despejado (2)
		11 = Despejado (3)

Tabla I. Descripción de los tres primeros bits del primer byte del SDS Cloud_Mask

3) RESULTADOS

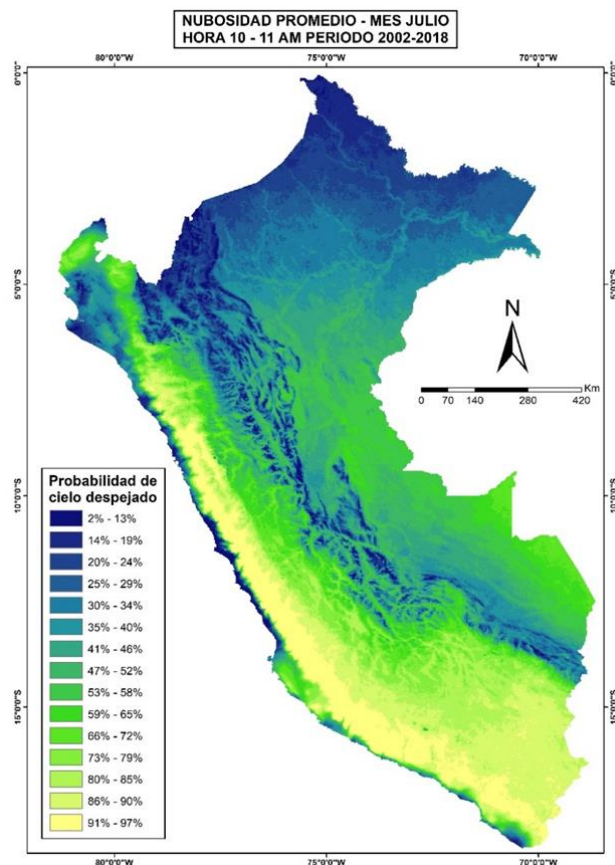
Para el mes de enero se observa en la figura 1, en el rango horario de 10 – 11 am, una cobertura nubosa muy notoria en casi todo el territorio del Perú. Esto significa que hay un bajo porcentaje de encontrar cielo despejado tanto en la Sierra y Selva de Perú. La Cordillera de la



Andes favorece la formación de nubes por orografía, donde la parte occidental de la cordillera es la más alta y que actúa como una muralla o barrera que impide el traslado de las nubes de la Selva hacia la Costa. Este bloqueo provoca el ascenso forzoso del aire permitiendo que se formen las nubes y haya cobertura nubosa, por ende, se obtenga porcentajes por debajo del 19% de tener cielo despejado. Asimismo; durante este mes, en la Selva de Perú se forman los sistemas convectivos que se traducen como nubes verticales grandes que se forman por convección y que provocan una probabilidad por debajo del 31% de tener cielo despejado

Figura 1: Cobertura nubosa promedio en términos de cielo despejado para el Perú en el rango horario 10 – 11 am para el mes de enero.

Para el mes de julio se observa en la figura 2, en el rango horario de 10 – 11 am, que se tiene



más áreas donde la cobertura nubosa es bajo y, por ende, la probabilidad de tener cielo despejado es alto, superior al 47%. Esto se ve en la región Sierra zona Norte y centro, con mayor resalte en la zona Sur que tiene una probabilidad mayor al 71% y casi toda la parte occidental del al Cordillera de los Andes. Esto sucede lo mismo para la región Selva, donde la cobertura nubosa es menor comparado en la zona Centro y Sur con una probabilidad aproximada mayor al 58% de tener cielo despejado, pero en la zona Norte la cobertura nubosa aún se mantiene en algunas áreas. Todo lo opuesto sucede en la región Costa donde se intensifica la cobertura nubosa en casi toda esta región con una probabilidad menor al 19% de tener cielo despejado. Esto denota el inicio de la temporada de invierno que caracteriza la presencia de nubes en esta región del Perú.

Figura 2. Cobertura nubosa promedio en términos de cielo despejado para todo el Perú en el rango horario 10 – 11 am para el mes de julio

4) CONCLUSION

La cobertura nubosa promedio en términos de cielo despejado estimado por el producto Máscara de nubes MODIS sí determina el comportamiento espacio-temporal que tiene esta variable en el territorio del Perú en los dos meses analizados anteriormente. Se observó que la cobertura nubosa promedio muestra la variación que existe en las tres regiones naturales del Perú. Además, la presencia de la Cordillera de los Andes influye en la formación de nubes como se observa para el mes de enero con una probabilidad por debajo del 14% en la Sierra y Selva, mientras que en julio se tiene una probabilidad de cielo despejado superior al 74% en la Sierra y Selva del Perú observado en el mapa.

REFERENCIAS

Ackerman, S. & Frey, R., 2015: MODIS Atmosphere L2 Cloud Mask Product (35_L2). NASA MODIS Adaptive Processing System, Goddard Space Flight Center, USA.

Armitage, R. P., Alberto Ramirez, F., Mark Danson, F. & Ogundadewa, E. T., 2013: Probability cloud-free observation conditions across Great Britain estimated using MODIS cloud mask. Remote Sensing Letters. 41(1), 1-20.

Pidwirny, M., 2006: Cloud Formation Processes. Fundamentals of Physical Geography. Recuperado de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8e.html>