



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Revisión de la disponibilidad y aplicabilidad de información  
satelital de acceso abierto para el manejo de variables  
hidrológicas**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE  
CONSTRUCCIONES**

**Nombre de los Autores:**

**CABRERA ATIENCIA JAIME ANDRÉS**  
**SÁNCHEZ PEÑAFIEL DOMÉNICA RENATA**

**Nombre de la Directora:**

**DANIELA ELISABET BALLARI**

**CUENCA – ECUADOR**

**2021**

## **DEDICATORIAS**

Dedico esta tesis a Dios por haberme guiado durante toda mi vida y mi carrera.

A mis padres Elvia y Benigno quienes con su amor y apoyo me han permitido hoy cumplir un sueño más.

A mis hermanos Sonia, Mariana y Eduardo por estar siempre pendientes de mí.

A mis profesores y amigos que me acompañaron durante este largo camino.

Jaime Andrés Cabrera Atiencia

Este trabajo de titulación está dedicado de manera muy especial a mi madre, María de Lourdes, quien con mucho esfuerzo y sacrificio hizo posible culminar una etapa más de mi vida estudiantil y los inicios para mi vida profesional en la carrera de Ingeniería Civil con énfasis en Gerencia de Construcciones; también a mis hermanos Sulay e Israel y mis queridos sobrinos quien con sus ocurrencias y consejos siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo.

Doménica Renata Sánchez Peñafiel

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios por darnos la oportunidad de estudiar y guiarnos a lo largo de nuestra carrera.

A nuestros profesores de la Facultad de Ciencia y Tecnología, quienes en este trayecto han sabido impartir sus conocimientos de manera profesional, ética y amistosa siempre con la disposición de ayudarnos.

Por último, y de manera especial queremos agradecer a nuestra directora de tesis y amiga la Dra. Daniela Ballari, quien nos apoyó y nos guio en toda la etapa de esta investigación con sus conocimientos, paciencia y disponibilidad ya que, sin el apoyo, de ella no hubiese sido posible la culminación exitosa de este proyecto.

**Muchas gracias a todos**

# **Revisión de la disponibilidad y aplicabilidad de información satelital de acceso abierto para el manejo de variables hidrológicas**

## **RESUMEN:**

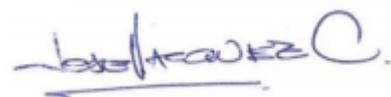
Este estudio documenta, en fichas técnicas-descriptivas y videos tutoriales, parámetros de acceso, manejo y descarga de imágenes satelitales y proyectos relacionados (MODIS, ASTER, TRMM, GPM, CHIRPS y MEaSURES), de datos abiertos, que son de utilidad para la Ingeniería Civil y la hidrología en particular. Dichas imágenes se exploraron en las plataformas Earthdata, Earth-Explorer, Giovanni, AppEEARS y EWX-Next-Generation. Los resultados documentan 12 productos de origen satelital de 4 variables hidrológicas (precipitación, temperatura superficial del suelo, evapotranspiración y cobertura del suelo) visualizadas en el software abierto Qgis 3.16.

**Palabras clave:** Imágenes satelitales, plataformas, Qgis, sensores, software, variables hidrológicas.



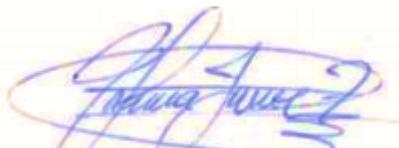
---

Daniela Elisabet Ballari. PhD.  
**Directora de Tesis**



---

José Fernando Vázquez C. M.Sc.  
**Director de Escuela**



---

Jaime Andrés Cabrera Atiencia  
**Autor**



---

Doménica Renata Sánchez Peñafiel  
**Autora**

**ABSTRACT:**

**Review of the availability and applicability of open access satellite information for the management of hydrological variables.**

This study documents, in technical-descriptive sheets and video tutorials, access parameters, management and download of satellite images and related projects (MODIS, ASTER, TRMM, GPM, CHIRPS and MEaSURES), open data, which are useful for Civil Engineering and hydrology in particular. These images were explored on the Earthdata, Earth-Explorer, Giovanni, AppEEARS and EWX-Next-Generation platforms. The results document 12 satellite-derived products of 4 hydrological variables (precipitation, surface soil temperature, evapotranspiration and land cover) visualized in the open software Qgis 3.16.

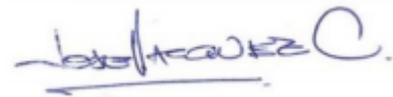
**Keywords:** Satellite images, platforms, Qgis, sensors, software, hydrological variables.



---

Daniela Elisabet Ballari. PhD.

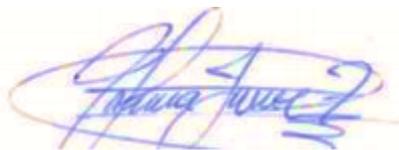
**Thesis Director**



---

José Fernando Vázquez C. M.Sc.

**Faculty Director**



---

Jaime Andrés Cabrera Atiencia

**Author**

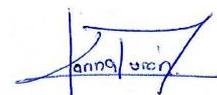


---

Doménica Renata Sánchez Peñafiel

**Author**

**Translate by**



**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>DEDICATORIAS</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b> Introducción	1
<b>1.2</b> Antecedentes	2
<b>1.3</b> Justificación	4
<b>1.4</b> Objetivos	5
<b>1.4.1</b> Objetivo General	5
<b>1.4.2</b> Objetivos Específicos	5
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>6</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b> Teledetección Espacial	6
<b>2.2</b> Componentes de un proceso de Teledetección	9
A.-Fuente de energía o iluminación:	9
B.-Radiación y la atmósfera:	9
C.-Interacción con el objeto:	9
D.-Detección de energía por el sensor:	9
E.-Transmisión, recepción y tratamiento:	10
F.-Interpretación y análisis:	10
G.-Aplicación:	10

<b>2.3</b>	<b>Tipos de sensores</b>	10
	<b>Sensores Pasivos:</b>	10
	➤ Sensores fotográficos:	11
	➤ Exploradores de barrido:	12
	➤ Exploradores de empuje:	12
	➤ Cámaras de video:	13
	➤ Radiómetros de micro-ondas:	13
	<b>Sensores Activos:</b>	13
	➤ Radar:	14
	➤ Lidar:	14
<b>2.4</b>	<b>Definición de Imagen Satelital</b>	15
<b>2.5</b>	<b>Tipos de Imágenes Satelitales</b>	16
	Imágenes Pancromáticas:	16
	Imágenes Multiespectrales:	16
	Imágenes Hiperespectrales:	17
<b>2.6</b>	<b>Importancia de la Resolución en la Imagen Satelital</b>	18
	Resolución Espacial:	18
	Resolución Espectral:	19
	Resolución Radiométrica:	20
	Resolución Temporal:	20
	Resolución Angular:	21
<b>2.7</b>	<b>Productos procesados de Imágenes Satelitales</b>	21
<b>CAPÍTULO III</b>		22
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>		22
<b>3.1</b>	<b>Identificación , Recopilación y Descripción de Información Satelital</b>	22

<b>3.1.1</b> Descripción de las variables hidrológicas seleccionadas y su uso dentro de la Ingeniería Civil	22
• Precipitación:	23
• Evapotranspiración:	23
• Cobertura del suelo:	23
• Temperatura superficial del suelo:	24
<b>3.1.2</b> Evaluación y Descripción de los proyectos y productos satelitales en relación a las variables hidrológicas seleccionadas	24
1. Proyecto TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission):	26
2. GPM (Global Precipitation Measurement):	27
3. Chirps (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data):	28
4. Proyecto MEaSURES (Making Earth Science Data Records for Use in Research Environments):	29
5. Satélite Terra	30
6. Satélite Aqua	31
• Aster (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer):	32
• Modis (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer):	32
• Productos MODIS (TERRA - AQUA):	33
<b>3.2</b> Análisis de la Descarga de Imágenes	37
<b>3.2.1</b> Plataformas de Descarga de Imágenes Satelitales	37
<b>3.2.2</b> Software abierto para el Análisis de Imágenes Satelitales	38
<b>3.3</b> Caracterización y procedimiento para la elaboración de fichas técnicas – descriptivas de los Productos Satelitales	39

3.4 Presentación de la Plantilla final de la ficha técnica-descriptiva	45
<b>CAPÍTULO IV</b>	47
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS	60
ANEXOS	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Espectro Electromagnético .....	7
<b>Figura 2.</b> Regiones del Espectro Electromagnético .....	8
<b>Figura 3.</b> Componente del proceso de teledetección.....	9
<b>Figura 4.</b> Sensor Pasivo.....	11
<b>Figura 5.</b> Sensor fotográfico.....	11
<b>Figura 6.</b> Explorador de barrido .....	12
<b>Figura 7.</b> Explorador de empuje.....	12
<b>Figura 8.</b> Cámara de video .....	13
<b>Figura 9.</b> Sensor Activo .....	14
<b>Figura 10.</b> Radar.....	14
<b>Figura 11.</b> Lidar.....	15
<b>Figura 12.</b> Imagen Satelital .....	15
<b>Figura 13.</b> Imagen pancromática del producto Landsat 7 .....	16
<b>Figura 14.</b> Imagen multiespectral procedente del satélite Landsat 5. ....	17
<b>Figura 15.</b> Imagen Hiperespectral adquirida del campo Moffett .....	17
<b>Figura 16.</b> Resolución espacial de 30m obtenida de satélite Landsat 8.....	18
<b>Figura 17.</b> Tipos de Resoluciones Espaciales .....	19
<b>Figura 18.</b> Imágenes de resolución espectral con diferentes bandas a partir del satélite Landsat5.....	19
<b>Figura 19.</b> Comparación en los niveles de grises de una imagen .....	20
<b>Figura 20.</b> Resolución temporal de un día del huracán Andrew.....	20
<b>Figura 21.</b> Constelación actual de satélites de la NASA.....	24
<b>Figura 22.</b> Satélite TRMM.....	26
<b>Figura 23.</b> Satélite GPM.....	27
<b>Figura 24.</b> Imagen obtenida de Chirps .....	28
<b>Figura 25.</b> Imagen obtenida del proyecto Measures .....	29
<b>Figura 26.</b> Satélite Terra.....	30
<b>Figura 27.</b> Satélite Aqua.....	31
<b>Figura 28.</b> Imagen de las Capas del Producto MOD11A1 .....	34

<b>Figura 29.</b> Referencias para la descarga e instalación de la herramienta	
HEGTool .....	36
<b>Figura 30.</b> Imagen del software Qgis 3.16 .....	38
<b>Figura 31.</b> Datos Generales .....	39
<b>Figura 32.</b> Características del producto.....	40
<b>Figura 33.</b> Distintos usos en la Ingeniería Civil.....	41
<b>Figura 34.</b> Sitios web de descarga de Imágenes.....	42
<b>Figura 35.</b> Visualización y Limitaciones .....	43
<b>Figura 36.</b> Plantilla Ficha Técnica-Descriptiva.....	45
<b>Figura 37.</b> Plantilla Ficha Técnica-Descriptiva.....	46
<b>Figura 38.</b> Especificaciones de Earthdata y EarthExplorer para productos MODIS antes y después de utilizar la herramienta HEGTool de la NASA .....	55
<b>Figura 39.</b> Especificaciones de AppEEARS para productos MODIS .....	56
<b>Figura 40.</b> Especificaciones de Giovanni en el producto GPM-IMERG.....	56
<b>Figura 41.</b> Especificaciones de Chirps en Early Warning Explorer .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Regiones del Espectro Electromagnético.....	8
<b>Tabla 2.</b> TRMM-Precipitación.....	26
<b>Tabla 3.</b> Imerg-Precipitación.....	27
<b>Tabla 4.</b> Chirps-Precipitación.....	28
<b>Tabla 5.</b> Measures-Cobertura del suelo (cobertura arbórea).....	29
<b>Tabla 6.</b> Aster – Cobertura del suelo (Cuerpos de agua) .....	32
<b>Tabla 7.</b> MODIS para: Temperatura Superficial, Evapotranspiración y Cobertura del suelo .....	33
<b>Tabla 8.</b> Plataformas de Descarga .....	37
<b>Tabla 9.</b> Datos Generales .....	40
<b>Tabla 10.</b> Características del Producto.....	41
<b>Tabla 11.</b> Distintos usos en la Ingeniería Civil .....	42
<b>Tabla 12.</b> Sitios web de descarga de Imágenes .....	43
<b>Tabla 13.</b> Visualización y Limitaciones.....	44
<b>Tabla 14.</b> Representación de la colorimetría en las variables .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

• Anexo 1: Proceso de conversión de las imágenes MODIS en la versión 2.15 de HEGTool.....	68
• Anexo 2: Ficha Precipitación-GPM/IMERG.....	72
• Anexo 3: Ficha de Precipitación-TRMM/3B43.....	76
• Anexo 4: Ficha Precipitación-CHIRPS.....	80
• Anexo 5: Ficha de Evapotranspiracion-MYD16A2GF.....	83
• Anexo 6: Ficha de Evapotranspiración-MOD16A2.....	87
• Anexo 7: Ficha de Evapotranspiración-MOD16A3GF.....	91
• Anexo 8: Ficha de Temperatura Superficial-MOD11A1.....	95
• Anexo 9: Ficha de Temperatura Superficial-MOD11C3.....	99
• Anexo 10: Ficha de Temperatura Superficial-MYD11C3.....	103
• Anexo 11: Ficha de Cobertura del Suelo-MCD12Q1.....	107
• Anexo 12: Ficha de Cobertura del Suelo-ASTWBD.....	111
• Anexo 13: Ficha de Cobertura del Suelo-GFCC30TC.....	114

Jaime Andrés Cabrera Atiencia

Doménica Renata Sánchez Peñafiel

Trabajo de Titulación

PhD. Daniela Elisabet Ballari

Junio, 2021

## **CAPÍTULO I**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Tradicionalmente la cartografía (o los mapas) se elaboraban a partir de levantamientos topográficos y mediciones de campo. No obstante, el ser humano siempre anhelaba observar al mundo desde el espacio a partir de una perspectiva más científica en cuanto al desarrollo tecnológico. De esta manera, se llegó a implementar un sistema denominado “teledetección espacial” que ha mejorado notablemente la cantidad, variedad y calidad de información disponible en diversos campos científicos (Chuvieco, 2002; Sánchez, 2012).

Actualmente, se cuenta con una amplia información acerca de los recursos naturales, gracias a las distintas herramientas digitales que aportan soluciones a problemas del medio ambiente. Sin embargo, entre los intereses académicos, científicos y profesionales que representa el proceso de teledetección espacial, se muestra una diferencia significativa en la aplicabilidad y disponibilidad entre países desarrollados como en aquellos con una situación tecnológica más deficiente (Pérez, s.f.; Chuvieco, 2002). Es el caso de Ecuador, al ser un país en desarrollo, gran parte de su superficie continúa siendo muy poco explorada en cuanto a los productos satelitales, debido a limitaciones económicas para adquirirlos, la escasez de datos de campo para validación de dichos productos, la abundante cobertura de nubosidad y el desconocimiento sobre las ventajas que se pueden abordar, así como también, qué tipo de productos se pueden emplear para nuestra región y en qué campos en específico; esto se da tanto para profesionales de la ingeniería civil como para estudiantes en formación.

Esta información se ratifica en fuentes secundarias como por ejemplo es el caso de Campozano, Ballari, & Célleri (2014) en su artículo *imágenes TRMM para identificar patrones de precipitación e índices ENSO en Ecuador* en el que sustentan que ENSO ha sido estudiado previamente en Ecuador por medio de pluviómetros, no obstante, el impacto que ha tenido por parte de estos modelos espaciales se desconoce, por lo que esta investigación propone utilizar las imágenes satelitales de la misión de Observación de Precipitación Tropical (TRMM) para poder identificar este tipo de modelos espacio-temporales y poder desarrollar sistemas de alertas tempranas. En esta misma línea, Pérez (s.f.) afirma que una adecuada cooperación internacional entre los países desarrollados y los menos avanzados, permitiría un mejor desarrollo en nuestro medio. Por esta razón, el objetivo de esta investigación es identificar, revisar y documentar parámetros técnicos de productos de imágenes satelitales de tal forma que los usuarios relacionados con la Ingeniería Civil puedan disponer de esta información de forma gratuita como un recurso de apoyo para su quehacer profesional, en particular dentro del campo hidrológico.

## **1.2 ANTECEDENTES**

El uso de imágenes satelitales es de gran ayuda para la actividad dentro de la ingeniería civil. Es el caso de Martí et al. (2016) que menciona en su trabajo de teledetección de la evapotranspiración haber obtenido buenos resultados en el seguimiento y monitoreo de las lagunas de la alta montaña, y cultivos en la cuenca del río Locumba, utilizando imágenes satelitales provenientes de Landsat, concluyendo que solo se necesita realizar mediciones in-situ para la calibración del método y evaluación de la exactitud de los mapas de evapotranspiración resultantes.

Por otra parte, los conjuntos de datos satelitales también han sido utilizados para mejorar el rendimiento del Modelo Hidrológico de Meso Escala completamente distribuido (mHM), presentando un buen potencial para mejorar la calibración del modelo, que dependerá de las estrategias de calibración (Dembélé et al.,2020).

A pesar de corroborar esta información, suele resultar complicado acceder a estos productos ya que en algunos de ellos la interpretación del detalle de sus metadatos y

procesos de acceso como los de resolución, alcance o limitaciones, suelen requerir de un conocimiento experto y la falta del mismo puede causar un impacto relevante en cuanto a la empleabilidad de los productos (Burgos & Salcedo 2014; Espinosa 2019). Hoy en día, la información que podemos encontrar sobre características, usos y el manejo de los productos satelitales relacionados a las variables hidrológicas para Ecuador es limitada o escasa, y no se ha localizado ningún estudio en español que presente fichas descriptivas (metadatos) en las que se permitan una comparación, visualización y el detalle de sus posibles aplicaciones. Es por ello, que este estudio evaluará la diversidad de productos disponibles y facilitará fichas descriptivas de los mismos que sirvan de guía para un acceso de manera ágil y abierta.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

La información de imágenes satelitales es y será un aliado imprescindible dentro de la ingeniería civil en general, y en la hidrología en particular. Sin embargo, su uso suele centrarse en ambientes académicos y científicos dado la alta especialización que se requiere para su manejo (Sherffield, 2018). Por ello, es necesario generar e incentivar un máximo aprovechamiento de estas herramientas dentro de la comunidad profesional de la ingeniería civil y demás usuarios quienes deban tomar decisiones, y poner en marcha su trabajo en base a datos y evidencias disponibles. Castro (2014) afirma que los algoritmos que utilizan imágenes satelitales vinculadas a variables hidrológicas son de gran utilidad porque permiten una buena predicción de los fenómenos meteorológicos. Es decir, la información que brindan estos modelos digitales permiten el estudio de diferentes variables dentro del campo hidrológico como precipitación, elevación del terreno, uso y cobertura del suelo, evapotranspiración, humedad del suelo, así como también la aplicación dentro un campo medio ambiental para cuantificar y evitar contingencias como la desertificación, sequías o focos de alta temperatura en la superficie terrestre brindando de esta manera, alertas tempranas sobre riesgos de inundaciones, incendios, etc.

Si bien estos tipos de datos y modelos digitales han sido ampliamente utilizados, en el campo hidrológico, debido a la alta especialización en su manejo, han tenido menos apertura y utilidad, por lo que este proyecto trata de revisar y reportar doce productos disponibles y de acceso abierto para ser utilizados.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Revisar y documentar parámetros técnicos – descriptivos y de acceso sobre el alcance, resolución y aplicabilidad de productos abiertos de origen satelital, evaluando cuatro tipos de variables ya procesadas relacionadas al campo de la hidrología.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar y analizar información, sobre el uso y visualización de doce productos satelitales dentro de un contexto hidrológico.
- Elaborar fichas descriptivas y videos tutoriales sobre uso, manejo y descarga de cada producto relacionado a los 4 tipos de variables hidrológicas que son precipitación, evapotranspiración, temperatura superficial y cobertura del suelo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

El propósito de este capítulo, es realizar una breve reseña histórica y explicar conceptualmente los aspectos teóricos necesarios para lograr una mejor comprensión por parte del lector de este trabajo.

Según el Gobierno de México (2021): “La teledetección tuvo sus inicios en el periodo de 1946 a 1950, cuando se lanzaron desde Nuevo México los primeros cohetes con pequeñas cámaras instaladas como sensores remotos” (párr. 2).

Hoy en día, la teledetección ha evolucionado cada vez más en la aplicación y elaboración de cartografía en donde se puede analizar varias características de imágenes de la superficie terrestre, marina y de la atmósfera, sin embargo, el concepto de teledetección ha sido ampliado en el sentido que ya no involucra solamente procesos, herramientas o plataformas que permiten obtener imágenes de las superficies, sino también, soluciones, ventajas y alertas del medio en el que nos desarrollamos (Sánchez ,2012; Almeida, 2019; Soria & Matar de Saquis, 2016; García,s.f.).

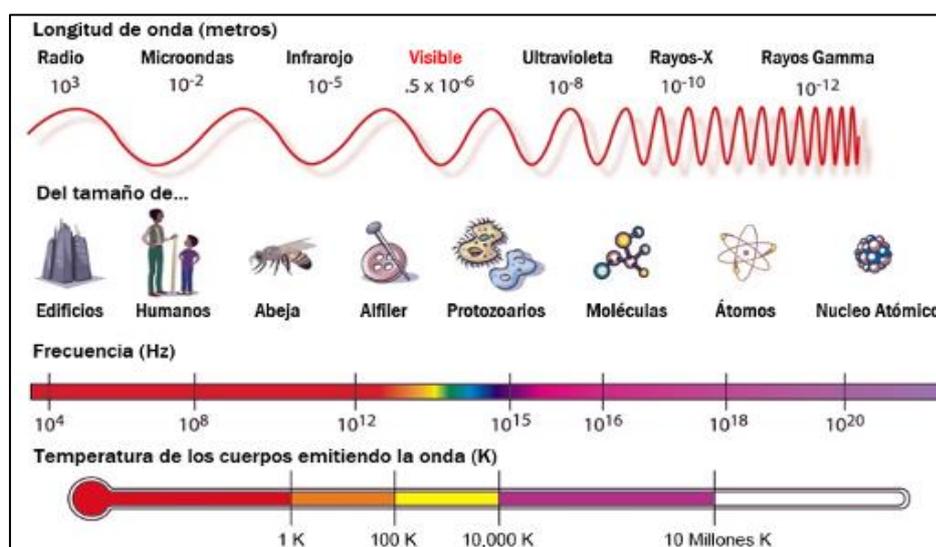
#### **2.1 TELEDETECCIÓN ESPACIAL**

A nivel mundial, la teledetección es un proceso que permite adquirir, recolectar, medir, procesar y analizar información a grandes distancias sin tener un contacto directo con el objeto, por medio de sensores instalados en plataformas espaciales que miden la cantidad de energía electromagnética (o radiación) que reflejan los diferentes fenómenos que se producen en la superficie terrestre y las propiedades físicas de objetos que existen en ella (Gonzales & Mendoza, s.f.; Instituto Geográfico Nacional, 2004; Alvarado, 2009). Para que este proceso de observación sea posible a pesar de no tener un contacto directo, debe existir un tipo de interacción energética entre las superficies y el sensor, denominado flujo de radiación o reflectancia que hacen

referencia a la cantidad de energía que refleja la superficie de un objeto, cuerpo o material en la naturaleza; y cuya forma de propagación es a través del espacio en forma de onda (Alonso, Moreno, & Rodríguez, 1999; Sánchez, 2012; Chuvieco, 2002).

Según el Foro de la Industria Nuclear Española (s.f.) se afirma que cada onda se caracteriza por tener tres indicadores fundamentales como la longitud, la frecuencia y su energía. Esta afirmación se corrobora en Arozarena, Otero, & Ezquerro (2016) (como se citó en Torres & Vivanco, 2018) ya que afirman que todos los cuerpos u objetos tienen su propia energía y que la forma de emitir o reflejar esta energía es a través de rangos de longitudes de ondas diferentes, esto nos permitirá diferenciar unas fuentes de otras.

De esta manera, a estos tipos de ondas con diferentes longitudes se le conoce como espectro electromagnético, en donde, su extensión varía desde ondas de menor longitud como los rayos X y Gamma hasta las ondas de mayor longitud que son las de radio.



**Figura 1.** Espectro Electromagnético

Fuente: <http://fisicap4.org/fisica/electro/oem2.html>

Además, en el espectro electromagnético se distingue una serie de regiones con alta transmisividad para poder abordar y aplicar el proceso de teledetección, esto se debe al efecto absorbente que tiene la atmósfera que filtra cierto tipo de radiaciones (Sánchez, 2012; Bravo, 2017).

A continuación, se expondrán las principales regiones espectrales con alta transmisividad atmosférica, utilizadas en el proceso de teledetección. Estas regiones también reciben el nombre de “ventanas atmosféricas” y se resumen de la siguiente manera:

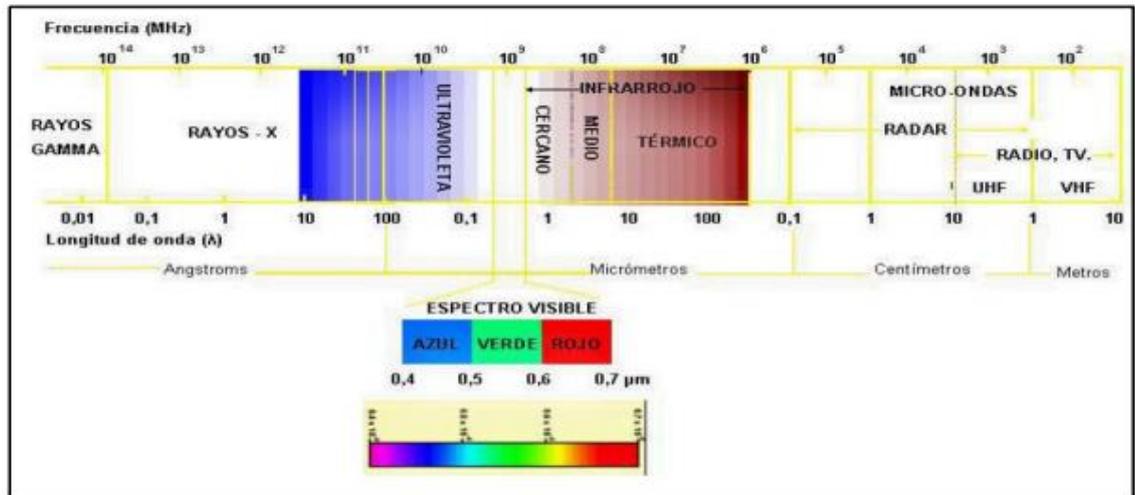


Figura 2. Regiones del Espectro Electromagnético

Fuente: Suárez (2017)

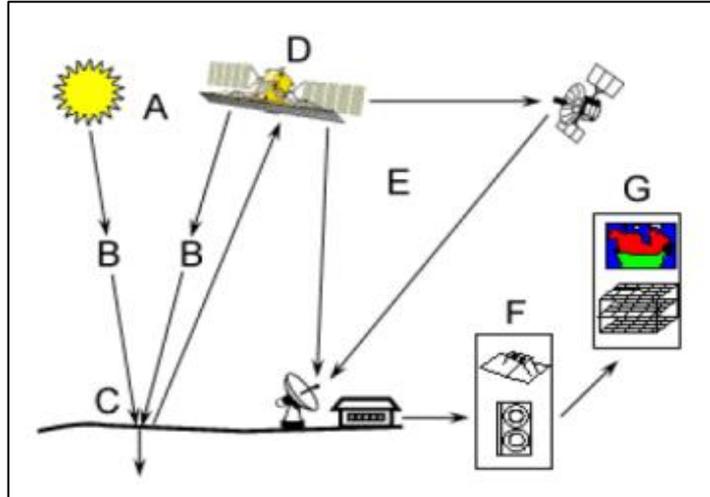
Tabla 1. Regiones del Espectro Electromagnético

Regiones Espectrales o Ventana atmosféricas	
La Región espectro visible	Se extiende de (0,4 a 0,7 μm (micrones)) esta región es la que tiene mayor presencia de sensores y es la única radiación que puede captar el ojo humano.
La Región del infrarrojo cercano	Se extiende desde (0,7 a 1,3 μm (micrones)) y generalmente en teledetección se usa para observar la vegetación y concentraciones de humedad.
La Región del infrarrojo medio	Se extiende desde (1,3 a 8 μm (micrones)) en esta región se entremezclan los procesos de reflexión de luz solar y de emisión de la superficie terrestre, por lo que existen muchas dificultades.
La Región del infrarrojo lejano o térmico	Se encuentra entre (8 a 14 μm (micrones)) y puede detectar procesos de transferencia de calor ya que en esta banda, se sitúa la máxima emitancia para las temperaturas habituales de la superficie terrestre. En consecuencia, en esta banda se observa la energía que emiten los objetos, y no la que reflejan de la luz solar, por lo que es posible utilizar esta banda en observaciones nocturnas.
La Región de microondas	Se da a partir de 1mm el interés de esta banda es que resulta prácticamente transparente a la cubierta nubosa, lo que la hace idónea para el estudio donde las nubes se dan de manera casi permanente.

Fuente: Sánchez (2012)

## 2.2 COMPONENTES DE UN PROCESO DE TELEDETECCIÓN

Dentro de un proceso de teledetección se incorporan los siguientes componentes:



**Figura 3.** Componente del proceso de teledetección

**Fuente:** Gonzales & Mendoza (s.f.)

**A.-Fuente de energía o iluminación:** Hace referencia al origen de la fuente que brinda energía electromagnética hacia el objeto de interés (Chuvieco, 2002; Alvarado, 2009). Del mismo modo, Chuvieco (2002) afirma que “puede tratarse de un foco externo al sensor, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva o de un haz energético emitido por éste teledetección activa” (p.27).

**B.-Radiación y la atmósfera:** Es la energía o radiación electromagnética que se traslada desde la fuente al objeto generando una interacción con la atmósfera de un punto a otro y viceversa (Alvarado, 2009; Sánchez, 2012).

**C.-Interacción con el objeto:** Es la energía que interactúa con el objeto en dependencia de sus características físicas o propiedades de este, como por ejemplo las distintas masas de vegetación, suelos, agua o construcciones humanas (Chuvieco, 2002; Sánchez, 2012).

**D.-Detección de energía por el sensor:** Está compuesto por el sensor remoto y la plataforma que lo sustenta, el cual se encarga de recoger y grabar la energía emitida o reflejada por el objeto y la atmósfera (Chuvieco, 2002; Alvarado, 2009).

**E.-Transmisión, recepción y tratamiento:** La energía grabada por el sensor es transmitida y enviada a una estación de recepción en donde los datos son procesados y convertidos en imágenes satelitales y posteriormente distribuidos a los intérpretes (Alvarado, 2009; Sánchez, 2012).

**F.-Interpretación y análisis:** La imagen satelital obtenida se interpreta visualmente y digitalmente para extraer información del objeto que emitió la energía (Sánchez, 2012).

**G.-Aplicación:** Finalmente, la información obtenida generará nuevos conocimientos y ayudará a la toma de decisiones en base a su comportamiento (Alvarado, 2009; Chuvieco, 2002).

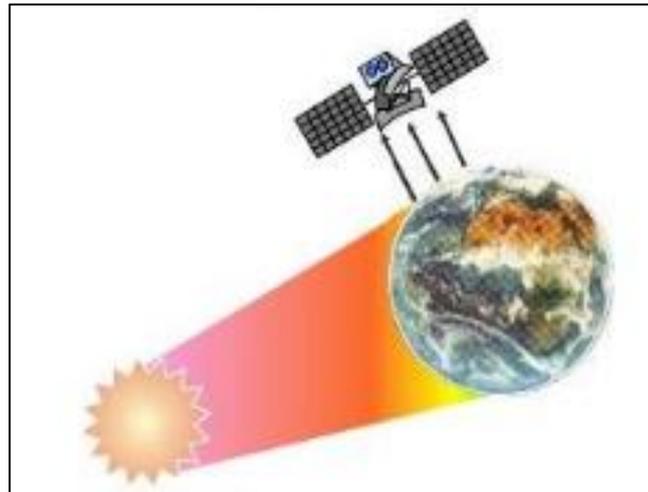
## 2.3 TIPOS DE SENSORES

Un sensor es un instrumento diseñado para captar información de imágenes a distancia necesaria o datos sobre magnitudes de un objeto o cubiertas terrestres.

La Universidad de Murcia (s.f.) menciona en su guía *Teledetección: tema 03 Plataformas, sensores y canales* que “un sensor es el aparato que reúne la tecnología necesaria para captar imágenes a distancia, y que es transportado en una plataforma. Puede captar información para diferentes regiones del espectro y cada una de estas regiones se denomina canal o banda” (p.1).

Los sistemas de teledetección se clasifican en dos tipos de sensores activos y pasivos.

**Sensores Pasivos:** Son instrumentos más simples, sus datos son más fáciles de interpretar, la mayoría de sensores pasivos dependen de la energía del sol, por lo tanto, no requieren de su propia fuente de energía. Además, no trabajan en horas nocturnas y su frecuencia puede ser interferida por nubes, es por ello, que se recomienda captar la información hasta horas del mediodía considerando la zona de estudio y las estaciones, dado que la mayoría de estos sensores operan en las longitudes de onda visible e infrarroja y se ven afectados por el clima y la cobertura de las nubes (Carelli & Valdez, 2019; Zhang & C.Moore, 2015).



**Figura 4.** Sensor Pasivo

**Fuente:** Valdés (2015)

Dentro de la clasificación de sensores pasivos están:

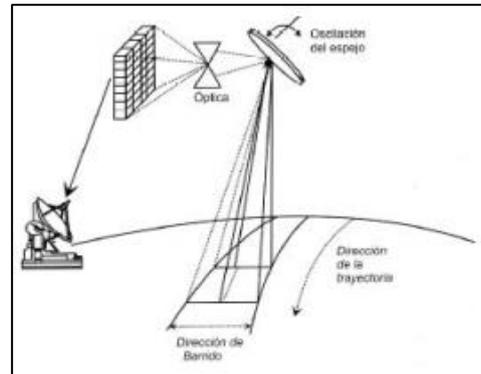
- **Sensores fotográficos:** Las cámaras fotográficas son el medio más utilizado en teledetección, especialmente desde plataformas aéreas, su funcionamiento se basa en la impresión de un objeto sobre emulsiones fotosensibles, en donde un sistema óptico con dispositivo de control de la exposición genera la imagen sobre una película fotosensible. Dentro de la cual se establece algunas variantes como el tipo de película, número de objetivos, ángulos de observación y altura de las plataformas (Chuvieco, 2002, p. 98).



**Figura 5.** Sensor fotográfico

**Fuente:** Chuvieco (2002)

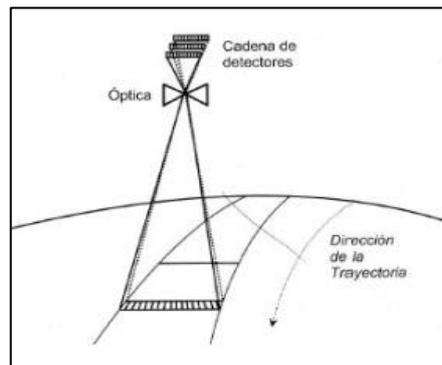
- **Exploradores de barrido:** Son aquellos que realizan una combinación de dispositivos con un sistema electrónico que produce una imagen digital. En donde por medio de un espejo móvil que oscila perpendicularmente a la dirección de la trayectoria, permitiéndolo explorar una franja de terreno a ambos lados del satélite (Alvarado, 2009, p. 12).



**Figura 6.** Explorador de barrido

**Fuente:** Chuvieco (2002)

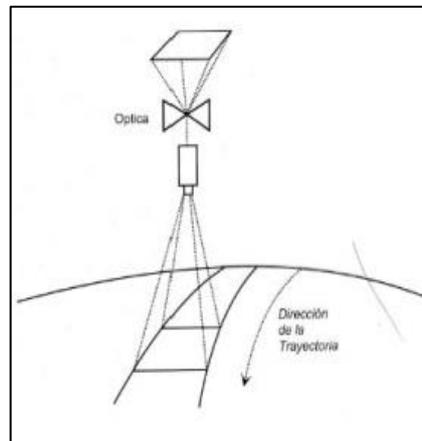
- **Exploradores de empuje:** En este sensor se elimina partes móviles como el espejo oscilante lo que mejora la precisión de la resolución y evita fallos en el equipo dando mayor rapidez de transición de datos. Estos sensores se excitan con el movimiento orbital del satélite de esta manera explora una línea completa en cada momento y se desplaza simultáneamente con la plataforma (Alvarado, 2009, p. 13).



**Figura 7.** Explorador de empuje

**Fuente:** Chuvieco (2002)

- **Cámaras de video:** En este sensor la imagen es enfocada sobre una foto-conductor, generándose una réplica electrónica de la imagen original, manteniéndose en esta superficie hasta que un haz de electrones la barra de nuevo (Alvarado, 2009, p. 13).



**Figura 8.** Cámara de video

**Fuente:** Chuvieco (2002)

- **Radiómetros de micro-ondas:** Sensor que registra la radiación electromagnética procedente de la superficie terrestre, el cual opera en el rango del espectro correspondiente a las longitudes de ondas largas normalmente entre 1 y 100mm (Alvarado, 2009, p.14).

**Sensores Activos:** Son aquellos que emiten su propia fuente de energía, están compuestos por un generador y receptor de señales, son más costosos y no dependen del tiempo, su frecuencia de energía corresponde a ondas radar lo que permite trabajar en presencia de las nubes y en horas de la noche sin causar interferencias, si bien, estos sensores generan mayor información, al mismo tiempo presentan mayor dificultad en cuanto a su análisis (Carelli & Valdez, 2019).

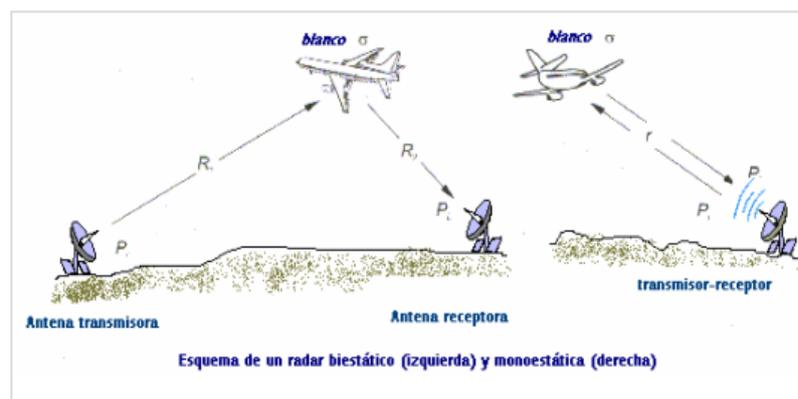


**Figura 9.** Sensor Activo

**Fuente:** Valdés (2015)

Dentro de la clasificación de sensores activos están:

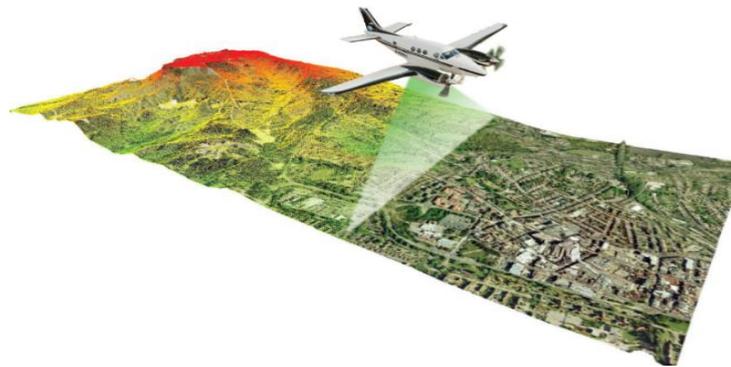
- **Radar:** El radar al poseer su propia fuente de emisión de radiación y donde las microondas pueden penetrar la atmósfera bajo cualquier condición, da como resultado que pueda trabajar en cualquier condición atmosférica. Además, dependiendo de la banda en la que trabajen se dividen en RAR Y SAR (Alvarado, 2009, p.14).



**Figura 10.** Radar

**Fuente** Martínez & Nehme (2007)

- **Lidar:** Permite determinar la distancia desde un emisor laser a un objetivo o superficie utilizando pulsos de luz polarizada entre el ultravioleta y el infrarrojo cercano (Alvarado, 2009, p. 15).

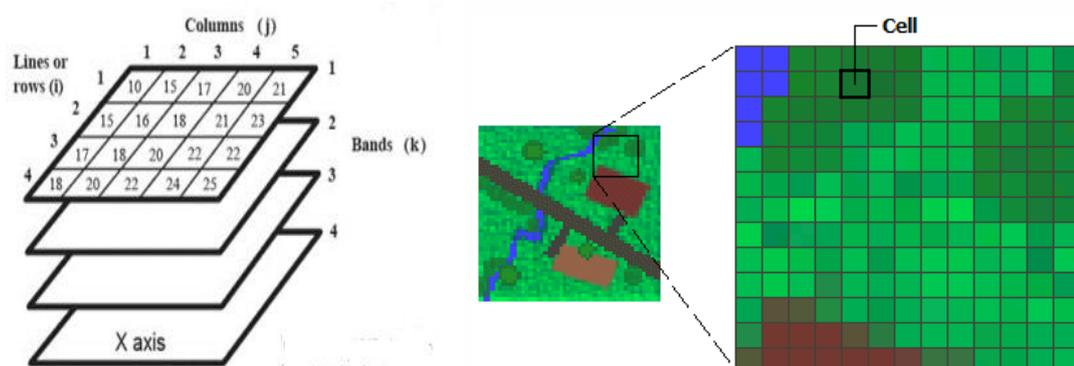


**Figura 11.** Lidar

**Fuente:** TecnOcéano (2016)

## 2.4 DEFINICIÓN DE IMAGEN SATELITAL

Una imagen satelital es la representación visual de información captada por medio de la energía que emite o refleja un cuerpo o una superficie a través de un sensor instalado en un satélite artificial, es decir, el satélite al momento que interpreta la imagen satelital lo hace en un formato ráster compuesto de matrices de celdas o pixeles organizadas en filas y columnas. Un formato ráster es una grilla de cuadros del mismo tamaño, en donde, la calidad de la imagen, el tamaño del pixel varían en dependencia del satélite y del sensor que tome la imagen; cada cuadrado o pixel corresponde a un área geográfica, con un valor numérico denominado también como nivel digital (ND) y que puede estar asociada a una tonalidad (Pérez & Muñoz, 2006; Sánchez, 2012; Pérez, 2012; Suárez, 2017).



**Figura 12.** Imagen Satelital

**Fuente:** (ArcMap,s.f.; Suárez, 2017)

## 2.5 TIPOS DE IMÁGENES SATELITALES

Las imágenes satelitales se dividen en tres tipos:

**Imágenes Pancromáticas:** La imagen Pancromática se realiza cuando el sensor de imagen se vuelve sensible a una gran cantidad de longitudes de onda de luz, normalmente a ambos lados de una parte visible del espectro (Earth Observing System, s.f. párr. 3).

Sánchez (2012) menciona que las imágenes pancromáticas se representan en color blanco y negro y permiten identificar, medir y localizar elementos como infraestructuras, objetos, vehículos y carreteras, además, de actualizar información de mapas y cuantificar el crecimiento del desarrollo humano, etc.



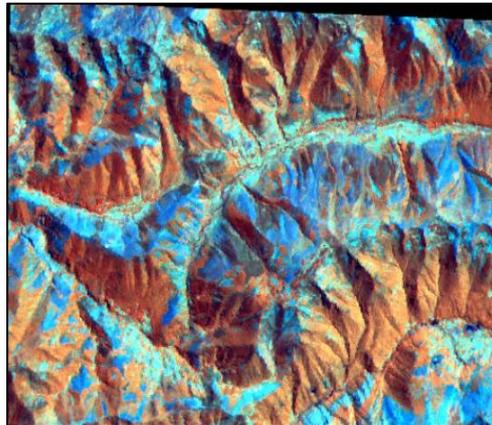
**Figura 13.** Imagen pancromática del producto Landsat 7

**Fuente:** Sánchez (2012)

**Imágenes Multiespectrales:** Las imágenes multiespectrales se concentran en varias bandas de ondas preseleccionadas según su aplicación, se descubrió que el sistema intensificado de estas imágenes mejora la sensibilidad y que la combinación de los distintos valores de reflectancia crean imágenes de color (Edmund Optics, s.f.; Sánchez, 2012).

Sánchez (2012) manifiesta que:

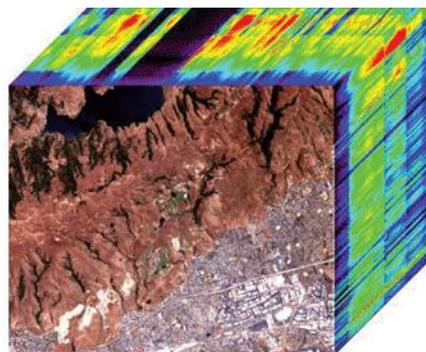
Gracias a las imágenes multiespectrales se puede distinguir las rocas superficiales y el suelo por su composición y consolidación, delimitar terrenos pantanosos, estimar la profundidad del agua en zonas litorales, es decir, se alcanza un mayor detalle con el uso de las imágenes multiespectrales (Sánchez, 2012, p. 19).



**Figura 14.** Imagen multiespectral procedente del sensor Thematic Mapper en el satélite Landsat 5.

**Fuente:** Felicísimo (1994)

**Imágenes Hiperespectrales:** Hacen referencia a un sensor espectral que adquiere imágenes que contienen información de una porción más amplia del espectro electromagnético en más de cien bandas espectrales contiguas. Estas imágenes se parecen a fotografías y permiten identificar, diferenciar y mapear características de la distribución de materiales y rasgos de la superficie, como vegetación, suelo y rocas (Edmund Optics, s.f. ; Sánchez, 2012; Malvern Panalytical, s.f).



**Figura 15.** Imagen Hiperespectral adquirida del campo Moffett en California

**Fuente:** Ziph (2014)

## 2.6 IMPORTANCIA DE LA RESOLUCIÓN EN LA IMAGEN SATELITAL

La resolución de una imagen de información satelital es un indicador principal relacionado con las características técnicas que tenga cada satélite y sensor. Es por ello, que la selección del satélite y producto de imagen satelital debe ir acorde al objetivo de la investigación ya que las características que arroje el sensor podrán generar mayor o menor información, procesamiento o costo (Soria & Matar de Saquis, 2016; Chuvieco, 2002).

Existen 5 tipos de resoluciones para datos ráster en teledetección que se dividen en: espacial, espectral, radiométrica, temporal y angular cada una de ellas contienen datos que permiten identificar diferentes parámetros (Humboldt State University, 2019; Pérez & Muñoz, 2006).

**Resolución Espacial:** La resolución espacial se encuentra familiarizada con la mayoría de la gente y hace referencia a la superficie terrestre representada en un pixel, es decir, un solo pixel representa un área de la superficie, objeto o material (Humboldt State University, 2019; Alvarado, 2009; Sánchez, 2012).

Según Gonzales & Mendoza (s.f.) mencionan que “Las resoluciones espaciales altas son útiles para áreas de estudio pequeñas o para examinar un área detalladamente” (p.33).



**Figura 16.** Resolución espacial de 30m obtenida de satélite Landsat 8

**Fuente:** Humboldt State University (2019)



**Figura 17.** Tipos de Resoluciones Espaciales

**Fuente:** Humboldt State University (2019)

**Resolución Espectral:** Muestra la cantidad de bandas espectrales que logra registrar un sensor. La resolución espectral será más grande en dependencia del número de bandas que el sensor proporcione, ya que facilitará la caracterización espectral de las distintas cubiertas (Pérez & Muñoz, 2006; Sánchez, 2012; Torres & Vivanco, 2018; NASA, s.f).



**Figura 18.** Imágenes de resolución espectral con diferentes bandas a partir del satélite Landsat5

**Fuente:** Sánchez (2012)

Por ejemplo en la primera figura se representa una imagen pancromática con una sola banda con una escala de color blanco y negro, la imagen central es la combinación de bandas 3, 2, 1 que permite diferenciar la turbulencia del agua, y por último la imagen de la derecha combina las bandas 4, 5, 3 permitiendo diferenciar tipos de vegetación y los límites entre agua y tierra (Sánchez, 2012).

**Resolución Radiométrica:** Hace referencia a la capacidad que tiene el sensor para discriminar niveles o intensidades de radiancia, es decir, el sensor divide la energía que recibe de cada banda de una manera directamente proporcional, mientras mayor sea la resolución radiométrica mayor será el rango de intensidad de radiancia que el sensor registra. Esta resolución se expresa en bits para poder codificarse (Pérez & Muñoz, 2006; Humboldt State University, 2019).

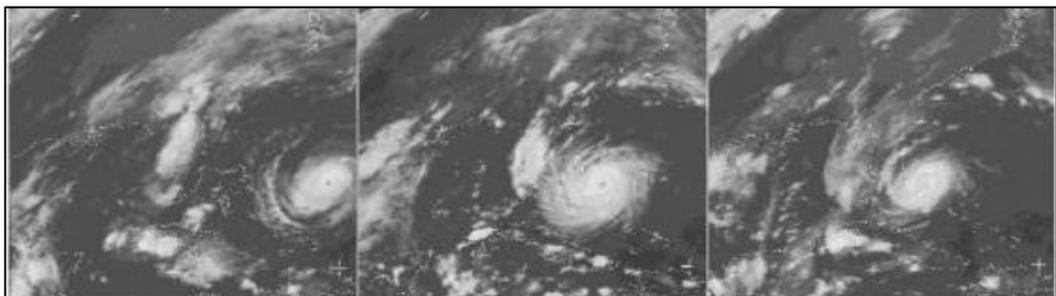


**Figura 19.** Comparación en los niveles de grises o niveles digitales de una imagen

**Fuente:** Humboldt State University (2019)

**Resolución Temporal:** Se refiere a la frecuencia con la que pasa un satélite sobre la vertical de un punto determinado de la superficie terrestre, es decir, mide la periodicidad de adquisición de imágenes en una misma zona (Pérez & Muñoz, 2006; Sánchez, 2012).

“Las resoluciones temporales altas, son útiles en entornos dinámicos que cambian frecuentemente y en áreas con altos niveles de cobertura de nubes” (Gonzales & Mendoza, s.f.,p. 33).



**Figura 20.** Resolución temporal de un día del huracán Andrew

**Fuente:** Sánchez (2012)

**Resolución Angular:** Se entiende por resolución angular a la capacidad que tiene un sensor para observar la misma zona desde distintos ángulos, esta resolución va a depender de la longitud de onda en la que trabaje el sistema (Pérez & Muñoz, 2006; Chuvieco, 2008). Este tipo de resolución se emplea para imágenes crudas o de nivel 1-2 que requieran correcciones o procesamiento posterior.

Finalmente, Pérez & Muñoz (2006) mencionan que en temas de resolución no se puede definir a un satélite como mejor o peor que otro debido a que cada misión espacial ha concebido sensores que se adaptan de acuerdo al objetivo que se tenga en cuanto a sus aplicaciones.

## **2.7 PRODUCTOS PROCESADOS DE IMÁGENES SATELITALES**

Los productos de imágenes satelitales tienen diferentes niveles de procesamientos que se encuentran desde el nivel 0 al nivel 4. El nivel 0 (L0) corresponde con datos completamente crudos sin ningún tipo de pre procesamiento. El nivel 1 (L1) corresponde con productos con correcciones radiométricas y geométricas, así como parámetros de georreferenciación (efemérides). El nivel 2 (L2) corresponde con la derivación de las variables geofísicas correspondientes. El nivel 3 (L3) con la representación de las variables derivadas en una grilla espacio-temporal uniforme; y finalmente el nivel 4 (L4) corresponden con la aplicación de modelos y análisis a partir de múltiples observaciones (EarthData, 2019).

Es decir que cuanto mayor el nivel (L3 y L4), las variables de interés se hallan derivadas (por ejemplo, precipitación en unidades de mm, temperatura en unidades °C), con una estructura espacio-temporal de grilla georreferenciada y con formatos de datos compatibles con los sistemas de información geográficos.

## **CAPÍTULO III**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se desarrolló en 3 etapas:

- 1.- Identificación, recopilación y descripción de información satelital.
- 2.- Análisis de descarga de imágenes.
- 3.- Caracterización y procedimiento para la elaboración de fichas técnicas-descriptivas de los productos satelitales seleccionados.

#### **3.1 IDENTIFICACIÓN, RECOPIACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE INFORMACIÓN SATELITAL**

La hidrología tiene un papel fundamental en el uso de recursos hídricos para la planeación, diseño y operación dentro de los proyectos de ingeniería ya que muchas obras del campo civil se encuentran profundamente influenciadas por factores climáticos, sin embargo, debido a que los recursos hídricos son limitados y la población crece y se desplaza, es necesario generar una gestión responsable hacia la falta de información en áreas de difícil acceso, es por ello que, en la actualidad, los investigadores utilizan cada vez más simulaciones computarizadas de sistemas hidrológicos naturales y técnicas de teledetección remota para detectar cuerpos de aguas contaminadas o monitorear el flujo de aguas, control de inundaciones, precipitación, erosión de suelos, temperaturas, humedad, eliminación y tratamiento de aguas usadas, evapotranspiración, entre otros (Polanco, 2011; Perú-Hydraulics, s.f.; Educación ambiental, s.f.).

##### **3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS SELECCIONADAS Y SU USO DENTRO DE LA INGENIERÍA CIVIL**

En este trabajo se han seleccionado 4 variables hidrológicas: Precipitación, Evapotranspiración, Cobertura del suelo, y Temperatura superficial del suelo.

A continuación, se describe su uso dentro de la Ingeniería Civil:

- ✚ **Precipitación:** Es una variable clave dentro del ciclo hidrológico por ende el entender el comportamiento temporal-espacial es fundamental para tener una mejor comprensión en cuanto a su distribución y en el estudio de riesgos climáticos (Ramos & García, 2013). Dentro de la ingeniería civil, muchos proyectos y obras están influenciados por este factor climático, ya que puede llegar a comprometer estructuras o diseños en los que interviene esta variable. Por ejemplo, el comprender sobre precipitaciones, garantiza la seguridad de las represas y por ende la seguridad de las poblaciones aledañas (Polanco, 2011; Ingenium, s.f.).
  
- ✚ **Evapotranspiración:** Es un factor fundamental dentro del balance hídrico y en la interacción de la superficie y la atmósfera. La evapotranspiración combina dos procesos en donde el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y, por otra parte, mediante la transpiración de los cultivos y vegetación. Un uso importante que tiene la evapotranspiración es la optimización de los recursos hídricos en los cultivos, permitiendo llevar un control sobre cuánta agua necesita un cultivo y el horario en los que se da menos pérdida de agua en la atmósfera. En ingeniería civil, la evapotranspiración y los eventos climáticos llegan a generar cambios en la distribución de la humedad de una zona no saturada, causando posibles variaciones en la succión y en el comportamiento de los suelos no saturados, provocando en ocasiones condiciones indeseables en el suelo que afectan estructuras circundantes (Mora, 2011; Reckmann, s.f.; Domingo et al., 2002).
  
- ✚ **Cobertura del suelo:** Es una de las variables principales a nivel global para el monitoreo del clima y en la elaboración de modelos hidrológicos. El monitoreo de la cobertura de suelo es un parámetro importante dentro de la ingeniería civil para la elaboración de mapas que reporten cambio de cobertura en ecosistemas, jugando un papel importante en la planificación territorial en zonas de desarrollo (Biodiversidad Mexicana, 2020).

✚ **Temperatura superficial del suelo:** Es un parámetro que controla el calor de la superficie terrestre y el intercambio de agua con la atmósfera. Es importante conocer que este factor es un indicador que se ha utilizado en varios aspectos como la previsión meteorológica, seguimiento del calor urbano, riego y gestión de recursos hídricos (Liu et al., 2015). Dentro de la Ingeniería Civil juega un papel importante al momento de efectuar obras civiles, pues de la temperatura superficial dependerán, en parte, los materiales a ser utilizados en una zona específica y de igual forma puede llegar a ser determinante al momento de diseñar la configuración de una estructura.

### 3.1.2 EVALUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS Y PRODUCTOS SATELITALES EN RELACIÓN A LAS VARIABLES HIDROLOGÍAS SELECCIONADAS



**Figura 21.** Constelación actual de satélites de la NASA

**Fuente:** Gonzales & Mendoza (s.f.)

En este estudio se utilizaron productos satelitales disponibles de manera abierta (libre descarga) de productos de niveles L3 y L4. Es decir que ya se encuentran con sus respectivas variables derivadas y georreferenciadas en formatos SIG. Si bien existe una gran diversidad de satélites y misiones espaciales que aportan con productos relacionados a la hidrología, en este trabajo se seleccionaron los siguientes, siguiendo el criterio de disponibilidad de productos en niveles L3 y L4:

- Precipitación
  - GPM-IMERG
  - TRMM 3B43
  - CHIRPS
- Evapotranspiración
  - MOD16A2
  - MOD16A3GF
  - MYD16A2GF
- Cobertura del suelo
  - MCD12Q1
  - GFCC30TC
  - ASTWBD
- Temperatura superficial del suelo
  - MOD11A1
  - MOD11C3
  - MYD11C3

A continuación, se describe cada uno de los proyectos seleccionados:

# The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)

## 1. Proyecto TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission):

Fue lanzado el 27 de noviembre de 1997 y se encontró en operación hasta el 2015, en una misión conjunta entre la NASA y la agencia espacial japonesa (JAXA). Fue diseñado para mejorar la comprensión de la distribución y variabilidad de la precipitación en zonas tropicales y subtropicales como parte del ciclo del agua en el sistema climático actual (NASA, 2018). TRMM cuenta con 5 instrumentos abordo y proporciona información importante sobre precipitaciones utilizando varios instrumentos espaciales para aumentar la comprensión de las interacciones entre el vapor de agua, la precipitación y las nubes, que son fundamentales para regular el clima de la Tierra (NASA, s.f.).

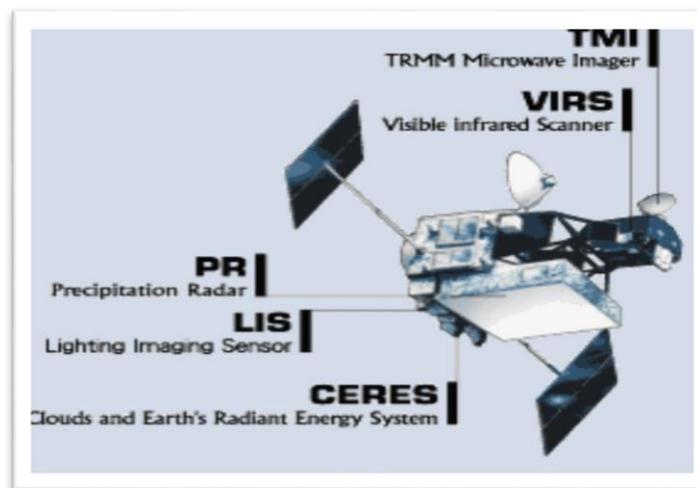


Figura 22. Satélite TRMM

Fuente: NASA (s.f.)

Tabla 2. TRMM-Precipitación

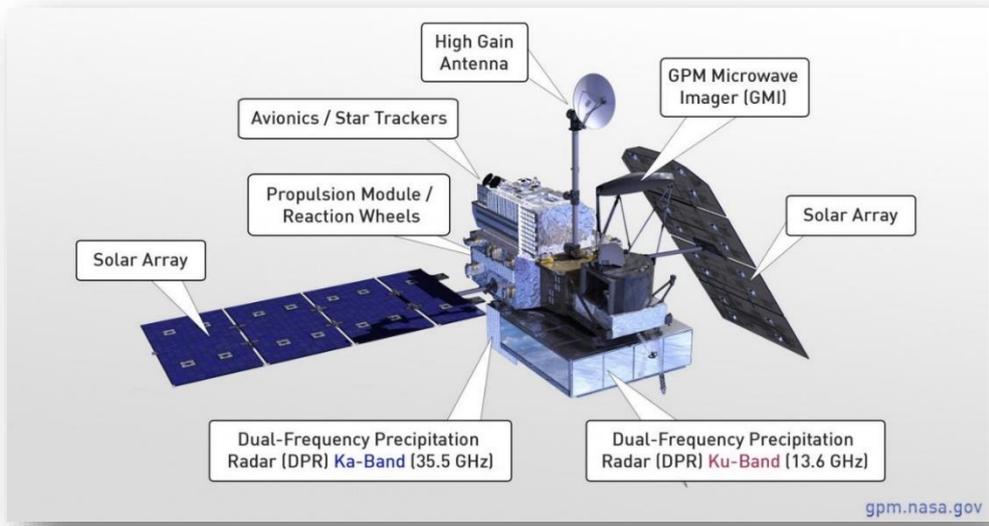
Producto	Aplicabilidad del producto	Unidad
TRMM 3B43	Precipitación	mm/mes

Fuente: Los Autores

# The Global Precipitation Measurement Mission (GPM)

## 2. GPM (Global Precipitation Measurement):

Es una red internacional de satélites que proporcionan observaciones de la lluvia y nieve. La misión fue lanzada el 27 de febrero de 2014 como misión sucesora a la misión TRMM y está ayudando en el avance de la comprensión de los ciclos del agua y la energía de la Tierra para mejorar los pronósticos de eventos que causan peligros naturales ampliando la capacidad en el uso de información precisa y oportuna (NASA, s.f.).



**Figura 23.** Satélite GPM

**Fuente:** NASA (s.f.)

**Tabla 3.** Imerg-Precipitación

Producto	Aplicabilidad del producto	Unidad
IMERG	Precipitación	mm/mes

**Fuente:** Los Autores

### 3. Chirps (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data):

Es un conjunto de datos de precipitación cuasi global de más de 35 años, combina los datos satelitales con datos de estaciones (pluviómetros) para reducir el sesgo y cubrir la escasez de monitoreo en zonas rurales. Chirps fue creado en colaboración con científicos del centro de Ciencia y Observación de Recursos Terrestres (EROS) para proporcionar conjuntos de datos completos, confiables y actualizados para conseguir objetivos como alertas tempranas, análisis de tendencias y monitoreo de sequías estacionales (Climate Hazards Center, 2021).

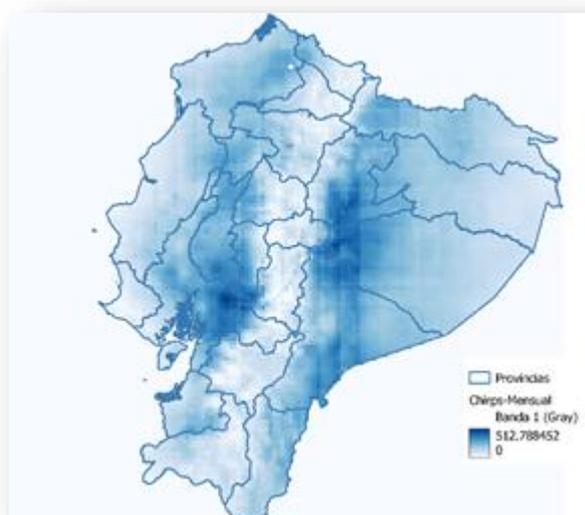


Figura 24. Imagen obtenida de Chirps

Fuente: Los Autores

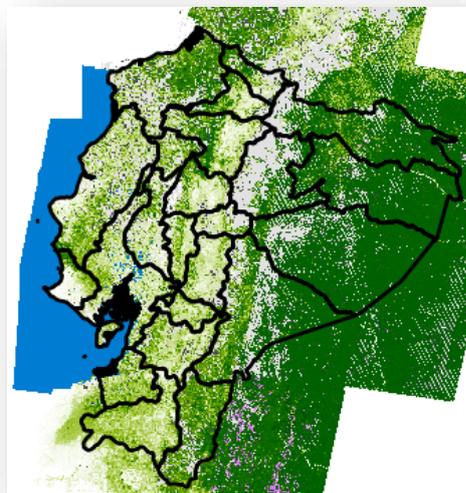
Tabla 4. Chirps-Precipitación

Producto	Aplicabilidad del producto	Unidad
CHIRPS	Precipitación	mm/mes

Fuente: Los Autores

**4. Proyecto MEaSUREs (Making Earth Science Data Records for Use in Research Environments):**

Es un programa de la NASA que tiene como objetivo incentivar la teledetección de la Tierra y el uso científico de mediciones satelitales como un elemento de oportunidades para que la comunidad participe en el desarrollo y generación de productos de datos. Además, MEaSUREs requiere que usen al menos un conjunto de datos satelitales, preferiblemente un conjunto de datos que sea patrocinado por la NASA (EARTHDATA, 2021; PODAAC, s.f.).



**Figura 25.** Imagen obtenida del proyecto Measures

**Fuente:** Los Autores

**Tabla 5.** Measures-Cobertura del suelo (cobertura arbórea)

<b>Producto</b>	<b>Aplicabilidad del producto</b>	<b>Unidad</b>
GFCC30TC v003	Cobertura arbórea	% Porcentaje

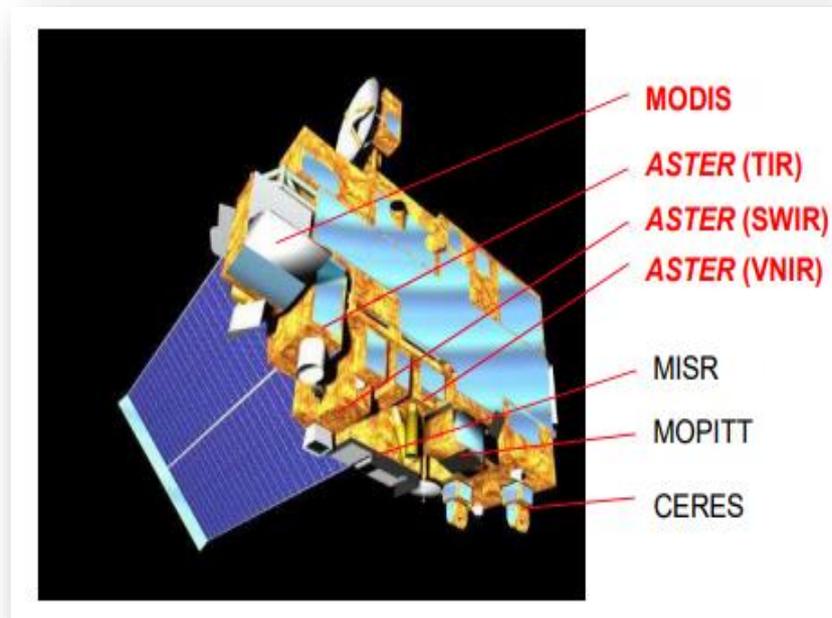
**Fuente:** Los Autores

# TERRA

The EOS Flagship

## 5. Satélite Terra

Terra es un satélite multinacional de la NASA fue lanzado el 18 de diciembre de 1999 y funciona en una órbita polar alrededor de la Tierra sincronizada con el sol. Terra lleva a bordo cinco sensores remotos que observan la atmósfera, la tierra, el océano, el hielo y la nieve revelando el estado de la Tierra, el medio ambiente y los cambios climáticos sobre del impacto que ha tenido la humanidad en el planeta. Los datos procesados de Terra se encuentran disponibles a través de varios centros de la NASA (Bravo, 2017; NASA, 2021).



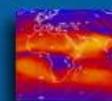
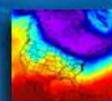
**Figura 26.** Satélite Terra

**Fuente:** Bravo (2017)



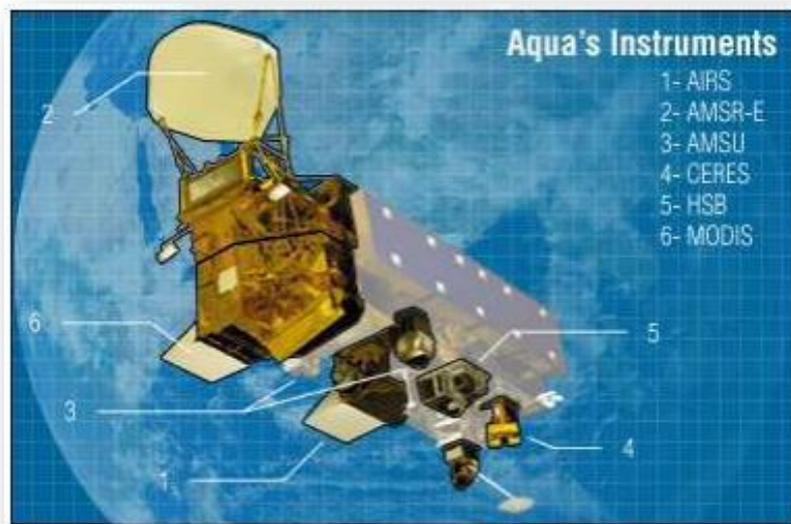
# Aqua

Project Science  
Project Science



## 6. Satélite Aqua

Es una misión satelital de las ciencias de la Tierra de la NASA llamada así por la gran cantidad de información que la misión recolecta sobre el ciclo del agua y variables adicionales como cobertura vegetal de la tierra, fitoplancton, flujos de energía radiactiva, aerosoles, temperaturas del aire, tierra y el agua y materia orgánica disuelta en los océanos. AQUA fue lanzado el 4 de mayo de 2002 superando actualmente su vida útil de 6 años, este satélite lleva a bordo seis sensores remotos AIRS, AMSU, CERES, MODIS, HSB y AMSR-E (NASA, 2021).



**Figura 27.** Satélite Aqua

**Fuente:** Bravo (2017)

### **Aster (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer):**

Aster se encuentra a bordo del satélite Terra y es el único instrumento de alta resolución en la plataforma que obtiene imágenes de (15 a 90 metros cuadrados de pixel) de la Tierra en 14 longitudes de onda diferentes del espectro electromagnético, que van desde la luz infrarroja visible hasta la térmica. A diferencia de los otros instrumentos que forman parte del satélite Terra, Aster no recopila datos de manera continua y los datos que se obtienen son utilizados para crear mapas detallados de temperatura, reflectividad, elevación y emisividad (NASA, 2021).

**Tabla 6.** Aster – Cobertura del suelo (Cuerpos de agua)

<b>Producto</b>	<b>Aplicabilidad del producto</b>	<b>Unidad</b>
ASTWBD	Cobertura de cuerpos de agua	Clases

**Fuente:** Los Autores

### **Modis (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer):**

Es un instrumento a bordo del satélite Terra y Aqua y que resulta de mucha utilidad en esta investigación por la disponibilidad de los productos hidrológicos seleccionados. MODIS cuenta con una amplia franja de visualización de 2.330 km de ancho, y proporciona una alta sensibilidad radiométrica de 12 bits en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0,4  $\mu\text{m}$  a 14,4  $\mu\text{m}$ . Las bandas se caracterizan de la siguiente manera: dos bandas con una resolución nominal de 250 m, con cinco bandas a 500 m y las 29 bandas restantes a 1 km. MODIS mejora la comprensión de la dinámica y procesos globales que ocurren en la Tierra rastreando una gama más amplia de signos vitales que cualquier otro sensor. Los datos obtenidos por Modis pueden ser ajustados según el requerimiento del usuario final (NASA, 2021; NASA, s.f.).

✚ **Productos MODIS (TERRA - AQUA):** MODIS ofrece una mirada sin precedentes a la fenomenología terrestre, atmosférica y oceánica para una amplia y diversa comunidad de usuarios en todo el mundo derivando una amplia serie de productos (Bravo, 2017; NASA, s.f.).

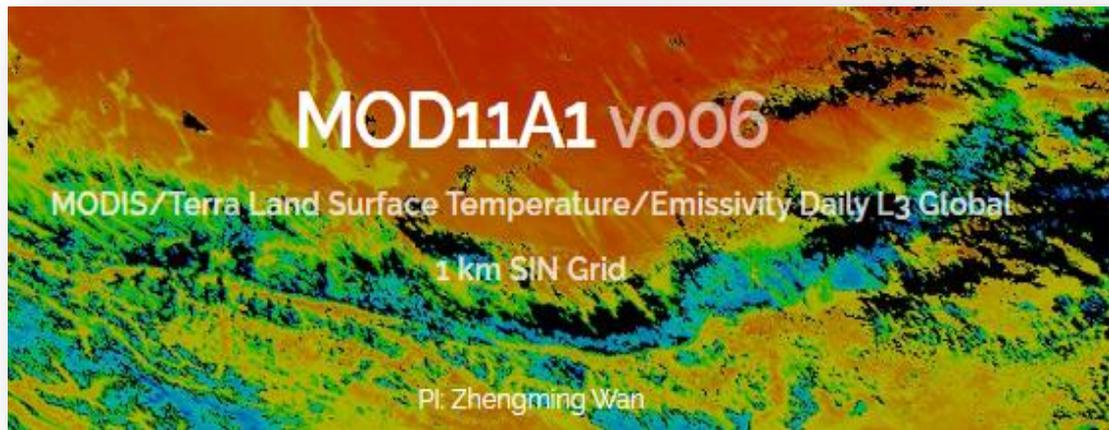
A continuación, se expondrán los productos que se utilizarán en la presente investigación:

**Tabla 7.** MODIS para: Temperatura Superficial, Evapotranspiración y Cobertura del suelo

<b>Producto</b>	<b>Aplicabilidad del producto</b>	<b>Unidad</b>
MOD11A1 v006	Temperatura Superficial	Kelvin/día
MOD11C3 v006	Temperatura Superficial	Kelvin/mes
MYD11C3 v006	Temperatura Superficial	Kelvin/mes
MOD16A2 v006	Evapotranspiración	Kg/m <sup>2</sup> /8 días
MYD16A2GF v006	Evapotranspiración	Kg/m <sup>2</sup> /8días
MOD16A3GF v006	Evapotranspiración	Kg/m <sup>2</sup> /año
MCD12Q1 v006	Cobertura del suelo	Tipos de cobertura

**Fuente:** Los Autores

En particular, los productos MOD11A1 – MOD11C3 - MYD11C3 para temperatura superficial, es necesario realizar un ajuste de escala. Para ello se debe multiplicar la capa que contiene los datos de LST (Land Surface Temperature) por un factor de escala, para la obtención de datos en sus unidades correspondientes en este caso (kelvin). Estos factores de escala varían en función de cada capa y se los puede encontrar en las especificaciones de cada producto en la sección de “LAYERS” por ejemplo:



SDS Name	Description	Units	Data Type	Fill Value	No Data Value	Valid Range	Scale Factor	Additional Offset
LST_Day_1km	Daytime Land Surface Temperature	Kelvin	16-bit unsigned integer	0	N/A	7500 to 65535	0.02	N/A
QC_Day	Daytime LST Quality Indicators	Bit Field	8-bit unsigned integer	N/A	N/A	0 to 255	N/A	N/A
Day_view_time	Local time of day observation	Hours	8-bit unsigned integer	255	N/A	0 to 240	0.1	N/A

**Figura 28.** Imagen de las Capas del Producto

**Fuente:** <https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a1v006/>

Una vez identificado el factor de escala para nuestros productos en función de la capa de interés se procedió a la obtención de información en unidades Kelvin al multiplicar por 0.02. Seguidamente se dio la conversión de unidades a grados Celsius para una mejor comprensión en datos numéricos restando un valor de (273.15), todo este procedimiento se efectuó mediante la calculadora raster del software QGIS.

Ecuación General Aplicada:

$$LTS (^{\circ}C) = (0.02 * \text{capa de } (LST)) - 273.15$$

Otra aclaración importante para los productos Modis, es que antiguamente los datos obtenidos del sensor tenían que ser re-proyectados por medio de herramientas como, ***MODIS Reprojection Tool (MRT)*** y ***MRTSwath***. En ellas se realizaban conversiones de formatos HDF-EOS en formatos compatibles para la aplicación en herramientas SIG, por lo que necesitaban ser transformados y guardados con proyecciones geográficas comunes como UTM (Mercator Transversal Universal) o WGS84. Este concepto operacional se debe al lanzamiento de los satélites Terra y Aqua en 1999 y 2001 respectivamente con sus instrumentos abordo para observar la Tierra en diferentes longitudes de onda y resolución espacial (Rodriguez & Arredondo, 2005). Esta información se corrobora según Mora & Francois (2010) y Morales (2010) en sus trabajos de investigación “*Evaluación de imágenes del sensor Modis para la cartografía de la cobertura del suelo en una región altamente diversa de México*” y “*El protocolo para la obtención de la temperatura de la superficie terrestre a partir de datos Landsat y Modis*” estos documentos investigativos mencionan que la georreferenciación y procesamiento de los datos de MODIS se llevaron a cabo utilizando el programa *MODIS Reprojection Tool (MRT)* y *Land Data Operational Product Evaluation (LDOPE)*, recortando y re proyectando los datos de su proyección original sinusoidal a la proyección universal UTM.

Hoy en día según LP DAAC (2019) se afirma que las herramientas de re-proyección MODIS Reprojection Tool (MRT) y la herramienta MRTSwath se han retirado. Por lo que animan a los usuarios a utilizar la herramienta de conversión descargable HDF-EOS a GeoTIFF mediante HEGTool de la NASA o la plataforma web Aplicación para extraer y explorar muestras listas para análisis (AppEEARS) como alternativas para transformar y trabajar con datos MODIS ya re-proyectados. Es así como actualmente, para algunos productos MODIS desde la plataforma AppEEARS de descarga se puede seleccionar la opción de descargar en el sistema de referencia espacial WGS84, sin embargo, para plataformas como Earthdata y Earth-Explorer se requiere hacer un proceso de conversión para pasar del sistema de referencia sinusoidal propio de MODIS al sistema de referencia de coordenadas geográficas latitud y longitud, y además hacer un cambio de formato de HDF-EOS a GeoTIFF ya que los formatos con los que se descarga regularmente MODIS en estas plataformas no son compatibles en herramientas de georreferenciación como Qgis.

Para mayor información acerca de esta herramienta Rodríguez & Arredondo (2005) en su trabajo de investigación *Manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto MODIS de la NASA ,aplicado en estudios de la Ingeniería Civil* en el capítulo 4 sección 4.3 adjunta un manual con las generalidades , instalación y proceso de conversión de las imágenes en la versión 2.0 de HEGTool; al igual que en [HDF-EOS Tools and Information Center](#) (s.f.) se menciona los usos, guías de usuario y los links de instalación para Windows, Mac, Linux y Solaris en la sección de **Download**.



**Figura 29.** Referencias para la descarga e instalación de la herramienta HEGTool

**Fuente:** <https://hdfeos.org/software/heg.php>

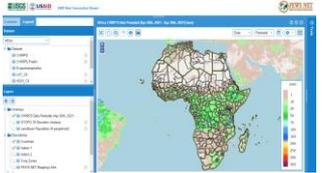
A continuación, en el (**Anexo 1**) se ejemplificará a detalle el proceso de conversión de las imágenes MODIS para un sistema operativo Windows en la versión 2.15 de HEGTool utilizada en esta investigación.

## 3.2 ANÁLISIS DE LA DESCARGA DE IMÁGENES

### 3.2.1 PLATAFORMAS DE DESCARGA DE IMÁGENES SATELITALES

Actualmente existen diversas plataformas para descargar imágenes satelitales de acceso gratuito. La siguiente tabla muestra algunas de estas plataformas.

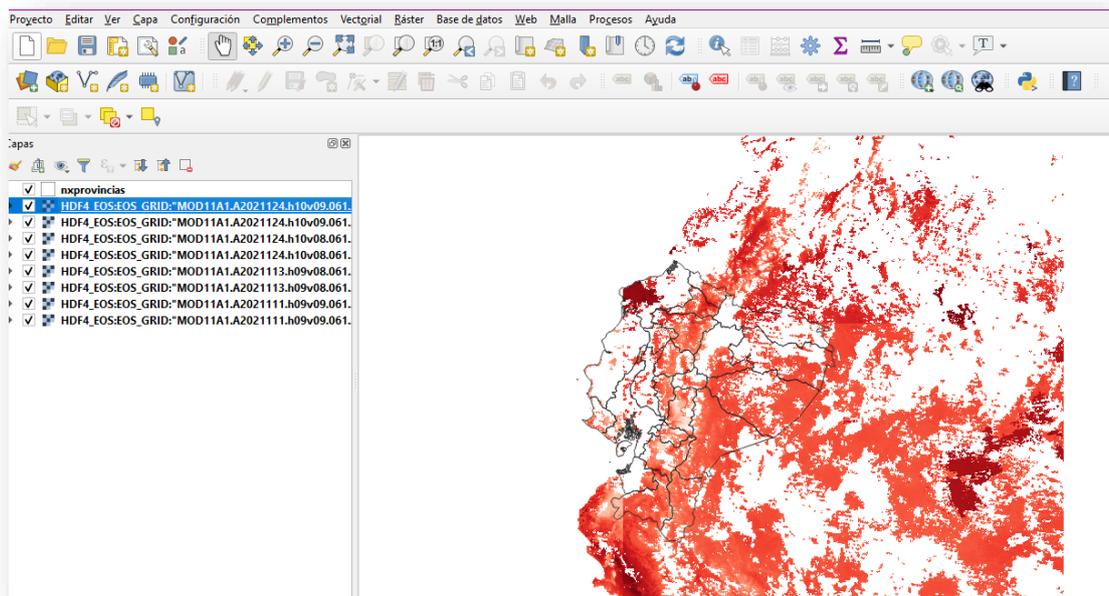
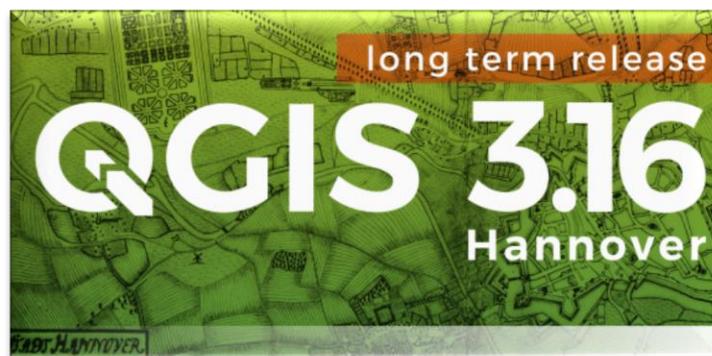
**Tabla 8.** Plataformas de Descarga

Plataforma	Enlace	Imagen
Giovanni	<a href="https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/">https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/</a>	
Early Warning explorer (EWX)	<a href="https://earlywarning.usgs.gov/fews/ewx/index.html">https://earlywarning.usgs.gov/fews/ewx/index.html</a>	
Earthdata	<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	
Earth Explorer	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	
AppEEARS	<a href="https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appears/">https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appears/</a>	

**Fuente:** Los Autores

### 3.2.2 SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES

La disponibilidad de imágenes satelitales está ligado al desarrollo de softwares de alto nivel tanto privado como gratuito capaces de procesar estas imágenes. QGIS es uno de ellos siendo el SIG de escritorio líder de código abierto que proporciona una amplia gama de herramientas para el análisis, procesamiento y tratamiento de imágenes en el campo de la teledetección (Morales, 2012). Esta investigación emplea la versión de QGIS3.16 para su análisis.



**Figura 30.** Imagen del software Qgis 3.16

**Fuente:** Los Autores

Link de descarga del software: <https://qgis.org/es/site/forusers/download.html>

### 3.3 CARACTERIZACIÓN Y PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS-DESCRIPTIVAS DE LOS PRODUCTOS SATELITALES

La estructura de la ficha para documentar la descarga y características de los productos, consta de varias secciones que van desde lo más general a lo más particular:

#### Estructura de la ficha:

- ✓ Datos generales.
- ✓ Información del proyecto
- ✓ Características del producto
- ✓ Usos dentro de la ingeniería civil
- ✓ Sitios web de descarga de imágenes satelitales
- ✓ Visualización y limitaciones.

A continuación, se detalla el contenido de cada sección:

DATOS GENERALES			
TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO/SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
INFORMACIÓN DEL PROYECTO			
DESCRIPCIÓN:			
Objetivo:			

**Figura 31.** Datos Generales

**Fuente:** Los Autores

En esta sección hace referencia a los datos de identificación del producto, acompañada de una breve descripción y objetivo del proyecto al que pertenece, esta sección cuenta con los siguientes elementos:

**Tabla 9.** Datos Generales

<b>Tipo de variable:</b>	Aquí se identifica el nombre de la variable hidrológica a la que pertenece la ficha (precipitación, evapotranspiración, temperatura superficial o cobertura de suelo).
<b>Nombre del proyecto/satélite:</b>	Como su ítem lo describe, es el nombre del proyecto espacial y nombre del satélite del cual se obtiene la imagen satelital.
<b>Fecha de lanzamiento:</b>	En este apartado se colocará la fecha en que fue puesto en órbita el satélite.
<b>Producto:</b>	Se ubica el nombre del producto satelital que se analizará en dependencia de su variable.
<b>Información del proyecto:</b>	Todo proyecto espacial/satélite es puesto en órbita con un propósito, en esta sección se incorporará una breve descripción del proyecto y sus objetivos para cumplir con este propósito.

**Fuente:** Los Autores

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO		
CARACTERÍSTICAS IMAGEN	INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:		
Resolución Espacial:		
Nivel de Procesamiento		
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:		
Información acerca del producto y sus algoritmos		

**Figura 32.** Características del producto

**Fuente:** Los Autores

Esta sección incluye datos relevantes del producto analizado, que son importantes al momento de determinar sus características, esta sección contiene las siguientes partes:

**Tabla 10.** Características del Producto

<b>Características de la imagen:</b>	Aquí se detalla la resolución temporal, resolución espacial y el nivel de procesamiento, estas características variarán para cada uno de los productos satelitales seleccionados.
<b>Instrumentos que forman parte del producto:</b>	Se añade información y descripción de los instrumentos que forman parte del producto y ayudan a generar la imagen satelital.
<b>Descripción:</b>	En este apartado se exponen cualidades del instrumento.
<b>Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:</b>	Se coloca enlaces web que proporcionan información acerca del producto e instrumento a emplear.
<b>Información acerca del producto y sus algoritmos</b>	Se coloca enlaces web con especificaciones del producto y sus algoritmos.

**Fuente:** Los Autores



DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL			
TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE

**Figura 33.** Distintos usos en la Ingeniería Civil

**Fuente:** Los Autores

Esta sección incluye de tres a cuatro referencias bibliográficas de estudios, en los que se halla dado uso del producto en relación a la variable hidrológica que se esté tratando. El propósito de esta sección es mencionar trabajos aplicados en nuestro país, no obstante, en el caso de no poder cumplir con este propósito se mencionarán trabajos aplicados a cualquier región del mundo.

A continuación, se detallará que elementos forman parte de esta sección:

**Tabla 11.** Distintos usos en la Ingeniería Civil

<b>Título:</b>	Se indica el título del estudio que estamos ejemplificando.
<b>Descripción:</b>	Se presenta una breve redacción de objetivo del estudio.
<b>País de referencia:</b>	En este apartado se coloca el nombre del país en donde fue realizado el estudio.
<b>Enlace:</b>	Enlace del estudio que sirve como complemento del usuario en caso de requerir mayor detalle.

**Fuente:** Los Autores

SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES	
SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
	Plataforma:
	1.
	2.
	3.
	4.
CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO	
	EJEMPLOS

**Figura 34.** Sitios web de descarga de

**Fuente:** Los Autores

En este apartado se añadirán vínculos que redirijan a plataformas de descarga de cada producto que se presenta en este trabajo, indicando además el proceso de descarga desde una de las plataformas y la convención de nomenclatura en cuanto al archivo descargado. Esta sección cuenta con las siguientes secciones:

**Tabla 12.** Sitios web de descarga de Imágenes

<b>Sitios web</b>	Se colocan los enlaces web que contienen plataformas para la descarga de imágenes satelitales en función del producto que se está ejecutando.
<b>Proceso de descarga de un sitio</b>	Se elabora una secuencia de los pasos que debe seguir el usuario al momento de realizar la descarga desde una plataforma específica.
<b>Convención de nomenclatura del archivo</b>	En este apartado se identifica cada parte compuesta por la nomenclatura del archivo al momento de su descarga.

**Fuente:** Los Autores

<b>VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES</b>	
ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p>HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN</p>	
IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY

**Figura 35.** Visualización y Limitaciones

**Fuente:** Los Autores

En esta última sección se incluye el vínculo del tutorial de descarga a través del canal de YouTube del IERSE (Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador) conjuntamente con enlaces que dirigen a herramientas de visualización y limitaciones de los productos.

**Tabla 13.** Visualización y Limitaciones

<b>Enlace tutorial del proceso de descarga</b>	Inclusión del vínculo que enseña el proceso de descarga en la plataforma que indica la ficha.
<b>Herramientas de visualización</b>	Son enlaces web que permiten visualizar de manera dinámica productos satelitales, revisar series históricas, eventos que ocurren en el mundo.
<b>Limitaciones del producto</b>	Presentación de los inconvenientes/limitaciones/restricciones que ha tenido el producto satelital ya sea en su acceso o aplicación.
<b>Imagen del Ecuador y de la Provincia del Azuay</b>	Es la visualización de los datos del producto satelital para Ecuador y la provincia del Azuay por medio del software gratuito Qgis.

**Fuente:** Los Autores

### 3.4 PRESENTACIÓN DE LA PLANTILLA FINAL DE LA FICHA TÉCNICA-DESCRIPTIVA

La siguiente imagen muestra la plantilla final que será completada para cada uno de los 12 productos.

TIPO DE VARIABLE		NOMBRE DEL PROYECTO/SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO

**INFORMACIÓN DEL SATÉLITE**

DESCRIPCIÓN:

Objetivo:

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:			
Resolución Espacial:			
Nivel de Procesamiento			
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:			
Información acerca del producto y sus algoritmos			

**Figura 36.** Plantilla Ficha Técnica-Descriptiva

**Fuente:** Los Autores

SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES	
SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
	Plataforma:
	1.
	2.
	3.
	4.
CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO	
	EJEMPLOS

VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES	
ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY

**Figura 37.** Plantilla Ficha Técnica-Descriptiva

**Fuente:** Los Autores

## CAPÍTULO IV

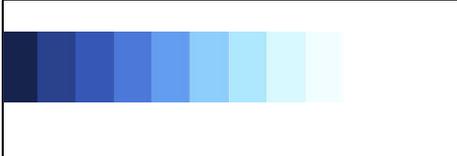
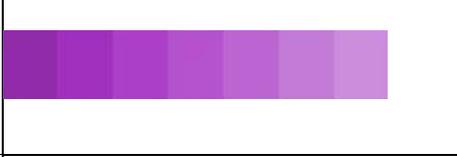
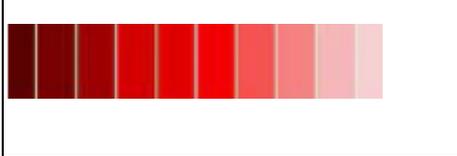
### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez finalizado nuestro marco teórico y aplicado la metodología damos lugar al análisis de resultados que se abordarán de acuerdo al contenido expuesto en capítulos anteriores.

Los resultados se presentan en dos partes:

La primera que consta de todo el registro de información que abordan estas fichas técnicas-descriptivas en donde se identificaron doce productos de libre acceso y doce videos tutoriales en base a un análisis exploratorio, con el cual se extrajeron de manera estandarizada características sobre sensores, proyectos, plataformas y procesos de descarga generando una base de recursos que ofrece información de manera fácil y sencilla para el usuario en función de sus parámetros y objetivos. Estos recursos reportan cuatro variables hidrológicas de precipitación, evapotranspiración, temperatura superficial y cobertura del suelo tomando a modo de ejemplo las regiones de Ecuador y la provincia del Azuay, en donde, cada variable se encuentra representada por una colorimetría.

**Tabla 14.** Representación de la colorimetría en las variables

Variable	Escala de colores	
Precipitación	Azul	
Evapotranspiración	Morado	
Temperatura superficial	Rojo	

Cobertura del suelo	Cobertura del Tipo de suelo	
	Cobertura arbórea	
	Cobertura de cuerpos de agua	

**Fuente:** Los Autores

De esta manera, en esta sección se presentará el contenido de una de nuestras 12 fichas como ejemplo y en la parte inferior se adjuntará un cuadro resumen que consta del nombre de cada ficha, la variable, el producto que evalúan, el número de anexo correspondiente, los URL de descarga y de reproducción del video tutorial para cada una de ellas.

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

## FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

### DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
PRECIPITACIÓN	Global Precipitations Measurements (GPM)	27 de febrero de 2014	IMERG versión 06

### INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** Es una misión científica en cooperación internacional entre Estados Unidos y Japón, en donde participaron sus principales agencias de la NASA y JAXA. GPM es una misión de seguimiento y una extensión exitosa para la detección de lluvias de TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission).

**Objetivo:** Observar la precipitación global con más frecuencia y precisión que TRMM ya que busca mejorar la comprensión de los pronósticos climáticos, meteorológicos e hidrológicos a nivel mundial.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
<b>Resolución temporal:</b>	Mensual	GMI (Generador de imágenes por microondas)	Diseñado para sentir la precipitación total dentro de todas las nubes capas, incluidas lluvias ligeras y nevadas.
<b>Resolución Espacial:</b>	0.1° x 0.1°	DPR: Precipitación de doble frecuencia radar	Constituido por dos radares; KuPR y KaPR. El instrumento KaPR detecta observaciones sensibles como precipitaciones ligeras y nevadas. La mínima intensidad de precipitación detectable para el radar KuPR y KaPR es 0.5 mm/hr y 0.2 mm/hr respectivamente
<b>Nivel de procesamiento:</b>	L3		
<b>Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GPM_Mission_Brochure.pdf">https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GPM_Mission_Brochure.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/en/index.html">https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/en/index.html</a></li> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/missions/GPM">https://gpm.nasa.gov/missions/GPM</a></li> </ul>	
<b>Información acerca del producto y sus algoritmos:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/data/imerg">https://gpm.nasa.gov/data/imerg</a></li> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/category/keywords/imerg">https://gpm.nasa.gov/category/keywords/imerg</a></li> <li>▪ <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/doc/algorithm/ATBD_DPR_201708_whole_1.pdf">https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/doc/algorithm/ATBD_DPR_201708_whole_1.pdf</a></li> </ul>	

Elaborado por: Andrés Cabrera-Doménica Sánchez

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Evaluación de imágenes satelitales de precipitaciones GPM a escala mensual para el Azuay	Evalúa los datos de imágenes satelitales, con datos proporcionados por pluviómetros en el campo.	Ecuador	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24213/1/TESIS.pdf">http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24213/1/TESIS.pdf</a>
Comparación entre imágenes satelitales GPM (global precipitation Measurement) y TRMM (tropical Rainfall Measuring Mission) para la caracterización de la lluvia en la cuenca del río Paute	Evalúa los datos GPM y TRMM sobre la cuenca del río Paute, mediante la comparativa de las imágenes y la serie de datos proporcionados por el INAMHI.	Ecuador	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34101">http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34101</a>
Evaluación de productos GPM IMERG V03 y TMPA V7 en la detección de crecidas caso de estudio cuenca del río Cañar	Evalúa la aplicabilidad de los productos satelitales, en eventos de crecida en el período marzo 2014-diciembre 2015 para la modelación hidrológica y potencial detección de crecidas en la cuenca del río Cañar	Ecuador	<a href="http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19048">http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19048</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/gpm">http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/gpm</a>	<b>Plataforma: Giovanni</b>
<a href="http://mirador.gsfc.nasa.gov/">http://mirador.gsfc.nasa.gov/</a>	<b>1.-</b> Seleccionamos el tipo de mapa que necesitamos.
<a href="http://giovanni.gsfc.nasa.gov">http://giovanni.gsfc.nasa.gov</a>	<b>2.-</b> Determinamos el rango de fecha a buscar.
<a href="https://maps.disasters.nasa.gov%26nbsp/">https://maps.disasters.nasa.gov%26nbsp/</a>	<b>3.-</b> Ingresamos las coordenadas de nuestro sitio del cual requerimos información.
<a href="https://gpm.nasa.gov/precip-apps">https://gpm.nasa.gov/precip-apps</a>	<b>4.-</b> En "keyword" ingresamos la palabra clave de búsqueda, en este caso es precipitación y pulsamos Search.
	<b>5.-</b> Seleccionamos la imagen que requerimos, teniendo en cuenta las unidades, fuente, res. Temporal, res. Espacial, etc.
	<b>6.-</b> Seleccionamos "plot Data" y se visualiza la imagen y nos presenta opciones de descarga.
	<b>7.-</b> Seleccionamos "download" y podemos ver los distintos formatos de descargas. Para manipulación de datos se recomienda usar el formato GeoTIFF.

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DE ARCHIVOS

**Código:** DataType.satellite.instrument.algorithmName.startDate-SstartTime-Eendtime.sequenceIndicator.VdataVersion. extension

**Ejemplo:** 3B-MO.MS.MRG.3IMERG.20000701-S000000-E235959.06.V06B.HDF5

**DataType:** Indica el nivel de procesamiento y la letra que lo acompaña indica el subnivel (3B), el segundo campo es opcional e indica el tiempo de acumulación (MO- mensual)

**Satellite:** Campo alfanumérico que indica el nombre del satélite/multi- satélite que proporciona la imagen satelital. (MO.MS)

**Instrument:** Campo alfanumérico que contiene un identificador para un instrumento (GMI, DPR, Ku, Ka, generador de imagen/sirena de microondas con sensor especial, etc) (MRG)

**Algorithm-name** Es un nombre corto alfanumérico de tamaño variable o acrónimo con el que el desarrollador desea identificar el algoritmo de procesamiento particular (por ejemplo, algoritmo de creación de perfiles Goddard 2008 [GPROF2008]), (3IMERG)

**StartDate-SstartTime-Eendtime:** Todos los archivos en GPM se nombrarán usando la fecha/hora de inicio del período temporal de los datos contenidos en el producto. El campo tiene dos subcampos separados por un guion, los cuales corresponden a la hora de inicio y hora de fin. (año/mes/día-Shora,min,seg- Hora,min,seg) (20000701-S000000-E235959)

**Sequence-Indicator:** Es un campo en donde el número de dígitos depende del producto. (06)

**VdataVersión:** Campo alfanumérico de tamaño fijo que indica el nivel de procesamiento, los cambios de dígito y letra final depende del nivel de reprocesamiento del producto, ejemplo: 00A, 00B, 01B. (V06B)

**Extensión:** Indica el formato de almacenamiento del archivo

**Enlace de información:**

<https://arthurhou.pps.eosdis.nasa.gov/Documents/FileNamingConventionForPrecipitationProductsForGPMMission.pdf>

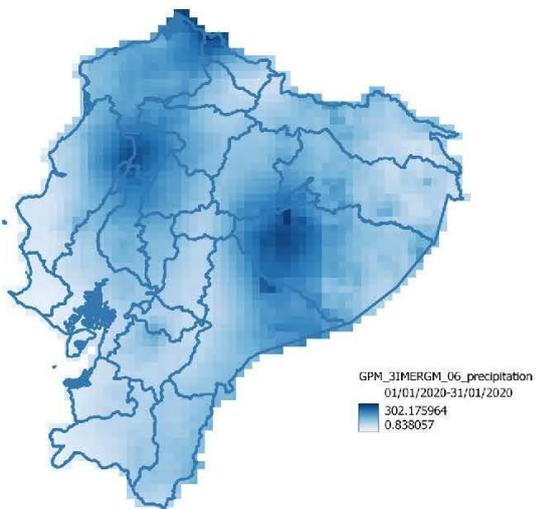
## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=OodIprhV_jg&amp;list=PLHDGRN7ZnE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=11">https://www.youtube.com/watch?v=OodIprhV_jg&amp;list=PLHDGRN7ZnE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=11</a></p>	<p>Dentro de las limitaciones podemos citar es el hecho que mientras sea más pequeña la región de estudio, los datos que nos ofrece son menos precisos, y esto podría ser un factor que conlleve posibles errores al momento de realizar estimaciones en sitios puntuales, por eso es recomendado tener algún otro tipo de datos que nos permita contrastar la información que las imágenes GPM nos brindan.</p>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<p><a href="https://gpm.nasa.gov/data/visualization/global-viewer">https://gpm.nasa.gov/data/visualization/global-viewer</a></p>	<p>Esta plataforma muestra las últimas acumulaciones de precipitación de 30 min, un día y siete días.</p>

Elaborado por: Andrés Cabrera-Doménica Sánchez

<p><a href="https://worldview.earthdata.nasa.gov/">https://worldview.earthdata.nasa.gov/</a></p>	<p>Proporciona la capacidad de explorar de forma interactiva imágenes satelitales globales de resolución completa y luego descargar los datos subyacentes, incluidos los datos de las misiones globales de medición de precipitación.</p>
--	---

IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY
--------------------	----------------------------------



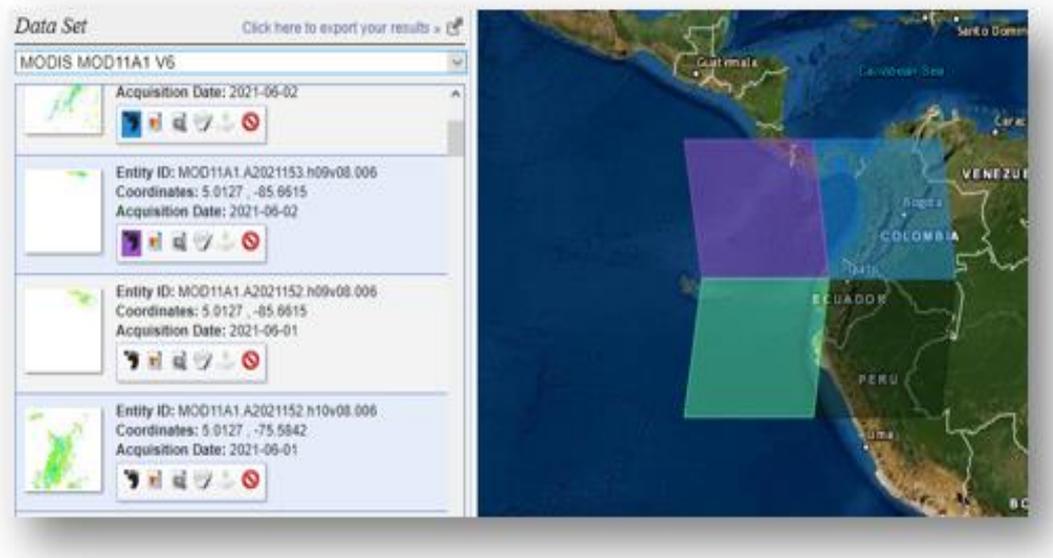
NOMBRE DE LA FICHA	NÚMERO DE ANEXO	URL DE DESCARGA	URL DE REPRODUCCIÓN
Ficha de Precipitación <i>GPM/IMERG</i>	Anexo 2	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-GPM.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-GPM.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=0odiprhV_jg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=11">https://www.youtube.com/watch?v=0odiprhV_jg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=11</a>
Ficha de Precipitación <i>TRMM/3B43</i>	Anexo 3	<a href="https://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-TRMM.pdf">https://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-TRMM.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xY9SLp_lhKY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=9">https://www.youtube.com/watch?v=xY9SLp_lhKY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=9</a>
Ficha de Precipitación <i>CHIRPS</i>	Anexo 4	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/iers/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-CHIRPS.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/iers/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-CHIRPS.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=YXDdJ9Vb5E0">https://www.youtube.com/watch?v=YXDdJ9Vb5E0</a>
Ficha de Evapotranspiración <i>MYD16A2GF</i>	Anexo 5	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MYD16A2GF-AQUA-ET.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MYD16A2GF-AQUA-ET.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=siMAJS8VPKw&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=6">https://www.youtube.com/watch?v=siMAJS8VPKw&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=6</a>
Ficha de Evapotranspiración <i>MOD16A2</i>	Anexo 6	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD16A2-TERRA-ET.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD16A2-TERRA-ET.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=s5piaYBJWYY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=4">https://www.youtube.com/watch?v=s5piaYBJWYY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=4</a>
Ficha de Evapotranspiración <i>MOD16A3GF</i>	Anexo 7	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD16A3GF-TERRA-ET.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD16A3GF-TERRA-ET.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=K8dkvqurVEw&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=2">https://www.youtube.com/watch?v=K8dkvqurVEw&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=2</a>
Ficha de Temperatura Superficial <i>MOD11A1</i>	Anexo 8	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD11A1-TERRA-TS.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD11A1-TERRA-TS.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IDA7dqHOkH4&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=1">https://www.youtube.com/watch?v=IDA7dqHOkH4&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=1</a>

Ficha de Temperatura Superficial <i>MOD11C3</i>	Anexo 9	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD11C3-TERRA-TS.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MOD11C3-TERRA-TS.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=WVTfyTHvhg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=3">https://www.youtube.com/watch?v=WVTfyTHvhg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=3</a>
Ficha de Temperatura Superficial <i>MYD11C3</i>	Anexo 10	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MYD11C3-AQUA-TS.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/MYD11C3-AQUA-TS.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=gGoej_qOWIE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=5">https://www.youtube.com/watch?v=gGoej_qOWIE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=5</a>
Ficha de Cobertura de tipos de suelo <i>MCD12Q1</i>	Anexo 11	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-MODIS.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-MODIS.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=taeHoZjoI9I&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=8">https://www.youtube.com/watch?v=taeHoZjoI9I&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=8</a>
Ficha de Cobertura de cuerpos de agua <i>ASTWBD</i>	Anexo 12	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-ASTER.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-ASTER.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=kCX6FwagKVE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=7">https://www.youtube.com/watch?v=kCX6FwagKVE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=7</a>
Ficha de Cobertura arbórea <i>GFCC30TC</i>	Anexo 13	<a href="http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-measures.pdf">http://gis.uazuay.edu.ec/irse/Teledeteccion-ingenieria-civil/Ficha-measures.pdf</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=aXhO18LMZNc&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=10">https://www.youtube.com/watch?v=aXhO18LMZNc&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=10</a>

En segunda instancia se expondrán los resultados en cuanto a las plataformas de descarga que contribuyeron con el acceso a datos de manera rápida utilizando una interfaz flexible y de un uso sencillo, sin embargo, cada una de ellas presentan cierto tipo de diferencias en cuanto a su manejo es el caso de nuestras 5 plataformas explicadas a continuación:

**Earthdata y EarthExplorer - Productos Modis, Aster y Measures:** Son plataformas que permiten la descarga de las imágenes con una visualización previa a la zona que contiene datos de nuestro sitio de interés, también denominados gránulos, cada gránulo contiene un número de capas específicos en función del producto que se emplee y la elección de la capa dependerá del objetivo que tenga el estudio.

Esta plataforma cuenta con datos obtenidos de sensores MODIS que requieren una re-proyección y conversión del formato HDF-EOS a GeoTIFF, la cual se realizó por medio de la herramienta HEGTool. Sin embargo, esto no sucede con los productos del sensor Aster y el proyecto Measures debido a que al momento de su descarga presentan ya un formato GeoTIFF y cuenta con una proyección establecida en dependencia de la zona escogida.



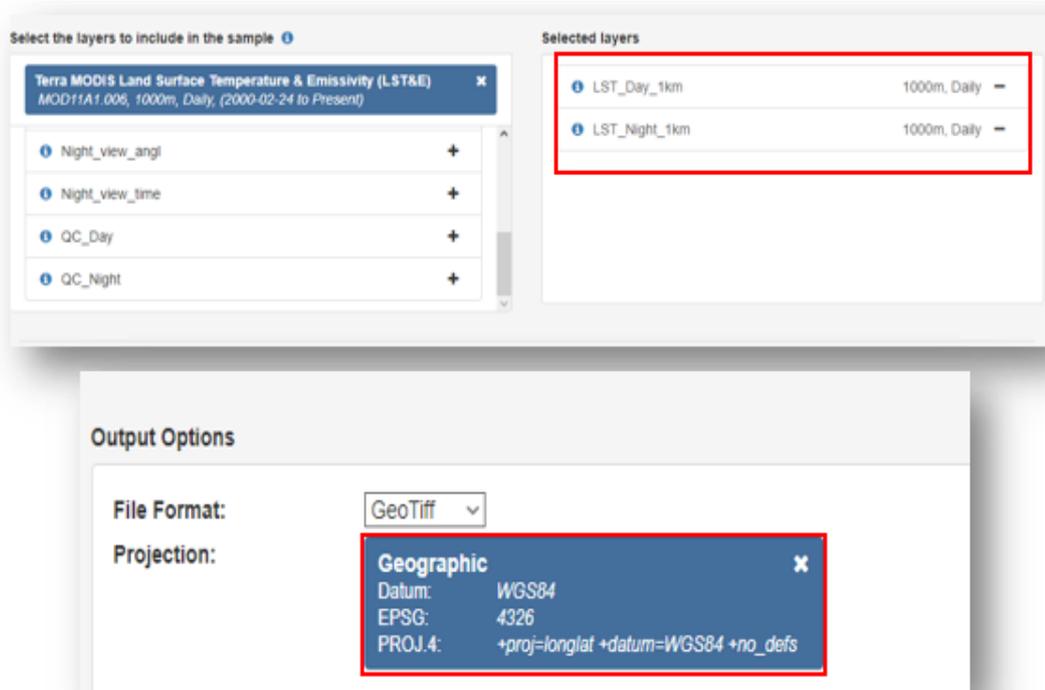


**Figura 38.** Especificaciones de Earthdata y EarthExplorer para productos MODIS antes y después de utilizar la herramienta HEGTool de la NASA

**Fuente:** Los Autores

**AppEEARS - Productos Modis:** Esta plataforma se ejecuta de manera diferente a las plataformas Earthdata y EarthExplorer para productos MODIS, ya que no permite la visualización de imágenes previo a su descarga mediante gránulos, sino que delimita de manera inmediata la zona de interés. De igual forma, no descarga un conjunto de capas ya que facilita la elección directa de la capa que contiene la variable. Una de las ventajas de AppEEARS es que permite seleccionar directamente la opción de descargar en el sistema de referencia espacial WGS84 sin realizar ninguna conversión de formatos ni re-proyecciones ya que se descarga directamente en formato GeoTIFF. Además, cabe mencionar que una de las desventajas que posee esta plataforma es que para poder descargar las imágenes se debe registrar el usuario y esperar la recepción de un correo en la cuenta de registro para, en ese momento, proceder con la descarga.





**Figura 39.** Especificaciones de AppEEARS para productos MODIS

**Fuente:** Los Autores

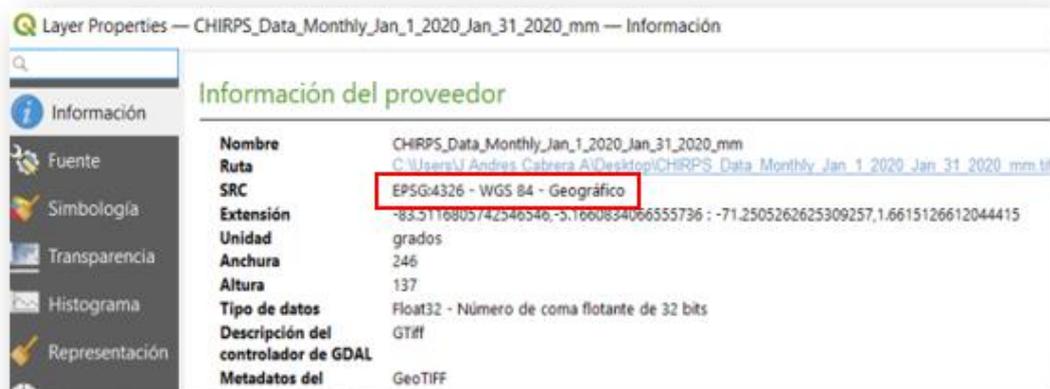
**Giovanni – Productos TRMM, GPM:** Esta plataforma al igual que AppEEARS delimita de manera inmediata la zona por medio de un polígono o permite ingresar de manera directa el nombre de la zona de interés. Del mismo modo, se descarga la capa que contenga la variable en función del objetivo del estudio, y no se realiza ninguna conversión de formato ni re-proyecciones, ya que su formato y proyección es compatible con las herramientas de georreferenciación.



**Figura 40.** Especificaciones de Giovanni en el producto GPM-IMERG

**Fuente:** Los Autores

**Early Warning Explorer (EWX):** Esta plataforma no permite delimitar la zona de interés por polígono ni por topónimo. La forma de descarga de estos datos es centrando nuestra zona de interés en el visualizador que presenta la plataforma, de esta manera la descarga se presentará de todo en cuanto se abarque en el visualizador, procediendo posteriormente a recortar en el software Qgis. Al igual que AppEEARS y Giovanni los datos no necesitan ser re-proyectados ni transformados a formatos compatibles.



**Figura 41.** Especificaciones de Chirps en Early Warning Explorer

**Fuente:** Los Autores

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con base al cumplimiento de los objetivos de esta investigación, se logró potencializar el uso de técnicas de teledetección en el contexto de la ingeniería civil analizando 12 productos satelitales de libre acceso como una herramienta de gran valor en proyectos dentro del campo hidrológico que contribuyen a la obtención de información de factores como precipitación, evapotranspiración, temperatura superficial y cobertura del suelo.
- El contar con este tipo de información detallada para productos satelitales en relación a la hidrología ha sido de gran utilidad tanto para el desarrollo académico como el ámbito profesional ya que permiten optimizar el tiempo en la recolección de datos al evidenciar productos de niveles L4 y L3 que no necesitan de un procesamiento extenso en comparación con otros productos satelitales que requieren de correcciones y pre-procesamientos para la obtención de sus imágenes.
- Con la realización de estas guías (fichas descriptivas y videos tutoriales) también hemos ampliado el aprovechamiento de estas herramientas al convertirlas en una alternativa efectiva para aquellos usuarios que necesiten obtener datos en zonas con limitada información o en proyectos en etapas de pre factibilidad, en donde no es necesario contar con datos exactos, sino más bien contar con datos de referencia o características previas que permitan optimizar sus investigaciones en cuanto a los diferentes fenómenos que influyen en la planificación de sus proyectos, sin ningún costo y con una aplicabilidad y manejo de forma sencilla.
- La generación de estos datos para un proceso de investigación o planificación es una fase fundamental en cuanto a las particularidades que pueden presentar por ello se recomienda tener claro el objetivo del estudio e investigar a profundidad las características del producto que se vaya a ejecutar, con el fin de que su aplicabilidad sea la adecuada debido a que una de las particularidades que se obtuvo en esta investigación al evaluar los productos para la variable de

cobertura del suelo fue que evaluaban distintos datos de cobertura , por ejemplo en el caso del producto Aster evaluaba cobertura de cuerpos de agua, el producto Modis evaluaba cobertura de tipos de suelo y para el proyecto MEaSURES evaluaba cobertura arbórea.

- Si bien, esta investigación nos ha permitido corroborar todas estas ventajas que permite innovar la utilización de imágenes satelitales, es importante tomar en cuenta que el uso y generación de estos datos no representan fielmente la realidad, sino que siempre llevan asociado un error de observación o incertidumbre. Es por ello, que se recomienda realizar estudios de validación de estos productos a partir de datos y observaciones de campo una vez que se haya asignado o elegido una zona o área de estudio.
- Finalmente, se motiva a futuras investigaciones a complementar esta investigación con otros productos y proyectos satelitales de libre acceso, como un futuro desarrollo para continuar expandiendo las funcionalidades y contribuciones de este guía con sensores que capturen mayor información y mayor detalle en distintos campos profesionales ya que hoy en día estas herramientas y la tecnología están en constante avance para dar solución a las necesidades que se va presentando la sociedad y el medio ambiente.
- Estas fichas técnicas-descriptivas y los videos tutoriales estarán accesibles en la plataforma del IERSE.

## REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Almeida, A. (2 de Octubre de 2019). Desarrollo de la Teledetección en Ecuador. *periódico opción*, pág. 1. Desarrollo de la Teledetección en Ecuador: <http://periodicoopcion.com/desarrollo-de-la-teledeteccion-en-ecuador/>
- Alonso, C., Moreno, V., & Rodríguez, E. (s.f. de s.f. de 1999). *Teledetección: avances y aportes*. Determinación experimental de la firma espectral de la vegetación: <http://www.aet.org.es/congresos/viii/alb99.pdf>
- Alvarado, P. (s.f. de abril de 2009). *Universidad del Azuay*. Publicación de imágenes satelitales de la cuenca del río Paute en un servidor de mapas: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2384>
- ArcMap. (s.f.). *ArGIS for Desktop*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- Biodiversidad Mexicana. (18 de febrero de 2020). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Monitoreo de la cobertura de suelo: <https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/cobertura-suelo>
- Bravo, N. (2 de junio de 2017). *Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Teledetección Espacial Landsat, Sentinel2, Aster L1T y Modis: [https://acolita.com/wp-content/uploads/2018/01/Teledeteccion\\_espacial\\_ArcGeek.pdf](https://acolita.com/wp-content/uploads/2018/01/Teledeteccion_espacial_ArcGeek.pdf)
- Burgos, V., & Salcedo, A. P. (s.f. de octubre de 2014). *Institución Nacional del Agua*. Modelos digitales de elevación: Tendencias, correcciones hidrológicas y nuevas fuentes de información: [https://www.researchgate.net/publication/274893404\\_Modelos\\_digitales\\_de\\_elevacion\\_Tendencias\\_correcciones\\_hidrologicas\\_y\\_nuevas\\_fuentes\\_de\\_informacion](https://www.researchgate.net/publication/274893404_Modelos_digitales_de_elevacion_Tendencias_correcciones_hidrologicas_y_nuevas_fuentes_de_informacion)
- Campozano, L., Ballari, D., & Célleri, R. (5 de Diciembre de 2014). *Maskana*. Imágenes TRMM para identificar patrones de precipitación e índices ENSO en Ecuador: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/566>

- Carelli, J., & Valdez, C. (3 de enero de 2019). *Universidad Nacional de Tucumán*. Teledetección: <http://www1.herrera.unt.edu.ar/biblcet/wp-content/uploads/2017/06/TELEDETECCIÓN.pdf>
- Castro, E. (s.f. de s.f. de 2014). *Universidad de Cuenca*. Evaluación de imágenes satelitales de precipitaciones (TRMM 3B43 mensual) en región Costa, Sierra y Oriente: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20874>
- Chuvieco, E. (s.f. de s.f. de 2002). *Fundamentos de Teledetección espacial*. <http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.%20Cart.%20y%20Teledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>
- Climate Hazards Center. (s.f. de s.f. de 2021). *Universidad de California ,Santa Bárbara*. CHIRPS: Estimaciones de precipitaciones a partir de observaciones de pluviómetros y satélites: <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
- Dembélé, M., Ceperley, N., J, S., Salvadore, E., Mariethoz, G., & schaepli, B. (s.f. de s.f. de 2020). *ScienceDirect*. Potential of satellite and reanalysis evaporation datasets for hydrological modelling under various model calibration strategies: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917082030230X>
- Domingo, F., Villagarcía, L., & Were, A. (s.f. de s.f. de 2002). *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. ¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración? Estado actual y evolución: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/251>
- Earth Observing System. (s.f.). Combinación de banda pancromática: <https://eos.com/es/make-an-analysis/panchromatic/#:~:text=La%20imagen%20Pancromática%20se%20realiza,una%20parte%20visible%20del%20espectro>.
- EarthData. (23 de agosto de 2019). *Open Access for open Science*. Data Processing Levels: <https://earthdata.nasa.gov/collaborate/open-data-services-and-software/data-information-policy/data-levels>
- EARTHDATA. (29 de enero de 2021). *Open Access for open Science*. Programa de creación de registros de datos del sistema terrestre para su uso en entornos de investigación (MEaSURE): <https://earthdata.nasa.gov/esds/competitive-programs/measures>
- Edmund Optics. (s.f. de s.f. de s.f.). *Worldwide*. Hyperspectral and Multispectral Imaging: <https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/imaging/hyperspectral-and-multispectral-imaging/>

- Educación ambiental. (s.f. de s.f. de s.f.). *Educación ambiental en la República Dominicana*. La hidrología: <https://jmarcano.com/ciencias-tierra/hidrosfera/hidrologia/>
- Espinosa, M. T. (14 de junio de 2019). *International Journal of Digital Earth*. Reviewing the discoverability and accessibility to data and information products linked to Essential Climate Variables: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17538947.2019.1620882>
- Foro de la Industria Nuclear Española. (s.f. de s.f. de s.f.). *Rincón Educativo: Energía y Medio Ambiente*. [https://rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/1nociones\\_basicas\\_sobre\\_radiacin.html](https://rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/1nociones_basicas_sobre_radiacin.html)
- García, A. (s.f. de s.f. de s.f.). *Lansadt*. Sistemas de comunicación vía satélite: [https://www.google.com/search?q=sistemas+de+comunicacion+via+satelite+lansadt+alvaro+garcia&client=opera&hs=imq&ei=646xYJCQOK6Jggej64qIAQ&oq=sistemas+de+comunicacion+via+satelite+lansadt+alvaro+garcia&gs\\_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMyBwghEAoQoAE6BwgAEecQsANQmzNY01N](https://www.google.com/search?q=sistemas+de+comunicacion+via+satelite+lansadt+alvaro+garcia&client=opera&hs=imq&ei=646xYJCQOK6Jggej64qIAQ&oq=sistemas+de+comunicacion+via+satelite+lansadt+alvaro+garcia&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMyBwghEAoQoAE6BwgAEecQsANQmzNY01N)
- Gobierno de México. (30 de marzo de 2021). *Centro Nacional de Prevención de Desastres*. Tecnología espacial y percepción remota en la prevención de desastres: <https://www.gob.mx/cenapred/es/articulos/tecnologia-espacial-y-percepcion-remota-en-la-prevencion-de-desastres?idiom=es>
- Gonzales, M., & Mendoza, E. (s.f. de s.f. de s.f.). NASA. Introducción a la teledetección: [https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/EO4IM\\_Session\\_2\\_Espanol.pdf](https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/EO4IM_Session_2_Espanol.pdf)
- HDF-EOS Tools and Information Center. (s.f. de s.f. de s.f.). *HERRAMIENTA DE CONVERSIÓN DE HDF-EOS A GEOTIFF (HEG)*. <https://hdfeos.org/software/heg.php>
- Humboldt State University. (s.f. de s.f. de 2019). *GPS 216 Introduction to remote sensing*. [https://gsp.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP\\_216\\_Online/lesson3-1/resolution.html](https://gsp.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP_216_Online/lesson3-1/resolution.html)
- Instituto Geográfico Nacional. (s.f. de s.f. de 2004). *Plan Nacional de Teledetección*. <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf#:~:text=La%20teledetección%20es%20la%20técnica,información%20interpretable%20de%20la%20Tierra.>

- Ingenium. (s.f. de s.f. de s.f.). Importancia de la meteorología en la ing. civil:  
<http://camp.ucss.edu.pe/ingenium/index.php/civil/182-importancia-de-la-meteorologia-en-la-ing-civil#:~:text=La%20mayoría%20de%20obras%20de,se%20encuentran%20las%20precipitaciones%20pluviales.&text=El%20conocimiento%20acerca%20de%20las,seguridad%20de%20las>
- Liu, Y., Yu, Y., Yu, Peng, M, F., & f, I. (24 de julio de 2015). *MDPI*. Quality Assessment of : <https://www.mdpi.com/2072-4292/7/9/12215/html>
- LP DAAC. (28 de febrero de 2019). *USGS*. La herramienta de reproyección MODIS (MRT) y la herramienta MRTSwath descargables se han retirado: <https://lpdaac.usgs.gov/news/downloadable-modis-reprojection-tool-mrt-and-mrtswath-tool-have-been-retired/>
- M.Felicisimo, Á. (s.f. de junio de 1994). Modelos digitales del terreno.Introducción y aplicacion en las ciencias ambientales:  
[https://www.researchgate.net/publication/232423519\\_Modelos\\_Digitales\\_del\\_Terreno\\_Introduccion\\_y\\_Aplicaciones\\_en\\_las\\_Ciencias\\_Ambientales](https://www.researchgate.net/publication/232423519_Modelos_Digitales_del_Terreno_Introduccion_y_Aplicaciones_en_las_Ciencias_Ambientales)
- Malvern Panalytical. (s.f. de s.f. de s.f.). *Spectral remote sensing for hyperspectral imagery and multispectral imagery analysis*. Remote sensing:  
[https://www.malvernpanalytical.com/en/products/measurement-type/remote-sensing?campaignid=1357003577&adgroupid=58839429261&creative=338154843339&keyword=&matchtype=b&network=g&device=c&gclid=EAIAIQobChMIhPnsr53t8AIVgoZlCh0rugxrEAAYAAEgIfNPD\\_BwE](https://www.malvernpanalytical.com/en/products/measurement-type/remote-sensing?campaignid=1357003577&adgroupid=58839429261&creative=338154843339&keyword=&matchtype=b&network=g&device=c&gclid=EAIAIQobChMIhPnsr53t8AIVgoZlCh0rugxrEAAYAAEgIfNPD_BwE)
- Martí, Belén, P., Luca, R., Eduard, S., & Hans. (30 de septiembre de 2016). *ResearchGate*. Teledetección de la evapotranspiración y cambio decubiertas en la cuenca del río Locumba, Perú:  
[https://www.researchgate.net/publication/309103085\\_TELEDETECCION\\_DE\\_LA\\_EVAPOTRANSPIRACION\\_Y\\_CAMBIO\\_DE\\_CUBIERTAS\\_EN\\_LA\\_CUENCA\\_DEL\\_RIO\\_LOCUMBA\\_PERU](https://www.researchgate.net/publication/309103085_TELEDETECCION_DE_LA_EVAPOTRANSPIRACION_Y_CAMBIO_DE_CUBIERTAS_EN_LA_CUENCA_DEL_RIO_LOCUMBA_PERU)
- Martínez, C., & Nehme, O. (20 de Diciembre de 2007). *Universidad Carlos III de Madrid*.  
 Radares:  
<http://www.tsc.uc3m.es/docencia/SyCT/docencia/SyCT/2007/RADARES.pdf>

- Mora, O. (s.f. de enero de 2011). *Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá*. Herramientas Conceptuales para el Estudio del Proceso de Evaporación Acoplado con el Comportamiento Mecánico de los Suelos: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1268/ing08.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora, T., & Francois, J. (3 de marzo de 2010). *Evaluación de imágenes del sensor MODIS para la cartografía de la cobertura del suelo en una región altamente diversa de México*. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-33222011000100008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222011000100008)
- Morales, A. (s.f. de s.f. de 2012). *MappingGIS*. 16 programas gratuitos para trabajar con imágenes satelitales: <https://mappinggis.com/2017/12/programas-gratuitos-para-trabajar-con-imagenes-de-satelite/>
- Morales, G. (s.f. de s.f. de 2010). *Instituto de geografía tropical- La Habana*. Protocolo para la obtención de la temperatura de la superficie terrestre a partir de Datos Landsat y Modis: [http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/584/1/Protocolos%20No%206\\_TST%20con%20Landsat%20y%20MODIS.pdf](http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/584/1/Protocolos%20No%206_TST%20con%20Landsat%20y%20MODIS.pdf)
- NASA. (22 de Febrero de 2018). *Goddard Space Flight Center*. Tropical Rainfall Measuring Mission: <https://trmm.gsfc.nasa.gov>
- NASA. (10 de mayo de 2021). *AQUA Project Science*. Misión satelital de observación de la Tierra Aqua: <https://aqua.nasa.gov/>
- NASA. (22 de junio de 2021). *TERRA, The EOS Flagship*. ASTER: <https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/aster>
- NASA. (3 de junio de 2021). *TERRA the EOS Flagship*. <https://terra.nasa.gov/about>
- NASA. (s.f. de s.f. de s.f.). *Introducción a la teledetección*. [https://servirglobal.net/Portals/0/Downloads/Training%20Materials/SERVIR\\_Introduccion\\_Teledeteccion\\_.pdf](https://servirglobal.net/Portals/0/Downloads/Training%20Materials/SERVIR_Introduccion_Teledeteccion_.pdf)
- NASA. (s.f. de s.f. de s.f.). *La Misión Global de Medición de Precipitación (GPM)*. Medición de precipitación global: <https://gpm.nasa.gov/missions/GPM>
- NASA. (s.f. de s.f. de s.f.). *Medición de precipitación global*. La misión de medición de lluvias tropicales (TRMM): <https://gpm.nasa.gov/missions/trmm>
- NASA. (s.f. de s.f. de s.f.). *MODIS*. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer: <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/design.php>

- Pérez, C., & Muñoz, Á. (s.f. de julio de 2006). *Teledetección : Nociones y Aplicaciones*. Google Académico:  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SfrGxbO1DT0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=resoluci%C3%B3n+angular+para+imagenes+de+nivel+1&ots=pFgc\\_y-iBW&sig=mTH37F57uGzQoOH4RQWMduyeMDI#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SfrGxbO1DT0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=resoluci%C3%B3n+angular+para+imagenes+de+nivel+1&ots=pFgc_y-iBW&sig=mTH37F57uGzQoOH4RQWMduyeMDI#v=onepage&q&f=false)
- Pérez, D. (s.f. de octubre de 2012). *Universidad San Francisco de Quito*. Identificación de ecosistemas en la Provincia de Napo- Ecuador mediante análisis digital de imágenes satelitales:  
<file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TESIS/documentos%20de%20leer/104897.pdf>
- Pérez, J. (s.f. de s.f. de s.f.). *Dialnet*. Tradicionalmente la cartografía o mapas eran elaborados únicamente en base a levantamientos topográficos y mediciones de campo. No obstante, el ser humano siempre anhelaba observar al mundo desde el espacio partiendo desde un punto de vista más científico:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=53218>
- Peru Hydraulics. (s.f. de s.f. de s.f.). *Recursos Hídricos y medio ambiente*. Importancia de la hidrología en la ingeniería Civil:  
<http://www.peruhydraulics.com.pe/noticias/p/importancia-de-la-hidrologia-en-la-ingenieria-civil#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20hidrolog%C3%ADa,acci%C3%B3n%20de%20r%C3%ADos%20y%20recreaci%C3%B3n.>
- PODAAC. (s.f.). *PODAAD*. <https://earthdata.nasa.gov/esds/competitive-programs/measures>
- PODAAC. (s.f. de s.f. de s.f.). *Physical Oceanography Distributed Active Archive Center*. Obtenido de Measures: <https://podaac.jpl.nasa.gov/MEaSURES>
- Polanco, A. (14 de agosto de 2011). *Ingeniería y construcción -civilgeeks*. Importancia de la Meteorología en la Ingeniería Civil:  
<https://civilgeeks.com/2011/08/14/importancia-de-la-meteorologia-en-la-ingenieria-civil/>

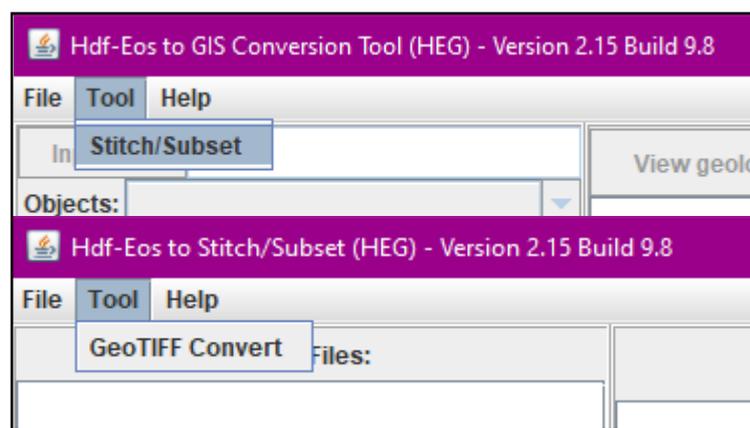
- Ramos, L., & García, F. (4 de septiembre de 2013). *Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú*. Utilidad de la precipitación obtenida por satélite en la modelación hidrológica aplicada a la cuenca del río Júcar:  
[https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTA\\_L\\_TODO=Utilidad+de+la+precipitación+obtenida+por+satélite+en+la+modelación+hidrológica+aplicada+a+la+cuenca+del+río+Júcar](https://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?query=Dismax.DOCUMENTA_L_TODO=Utilidad+de+la+precipitación+obtenida+por+satélite+en+la+modelación+hidrológica+aplicada+a+la+cuenca+del+río+Júcar)
- Reckmann, O. (s.f. de s.f. de s.f.). *Demanda de aguas por parte de los cultivos*. Evapotranspiración:  
[https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7278/NR36473.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Por%20lo%20tanto%2C%20la%20evapotranspiración,la%20atmósfera%20\(Figura%2015\).&text=Figura%2015.&text=Por%20tanto%2C%20la%20ET%20es,terres-%20tre%20y%20la](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7278/NR36473.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Por%20lo%20tanto%2C%20la%20evapotranspiración,la%20atmósfera%20(Figura%2015).&text=Figura%2015.&text=Por%20tanto%2C%20la%20ET%20es,terres-%20tre%20y%20la)
- Rodríguez, O., & Arredondo, H. (s.f. de s.f. de 2005). *Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá*. anual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto MODIS de la NASA aplicado en estudio de Ingeniería Civil:  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7050/tesis123.pdf?sequence>
- Sánchez, P. (s.f. de s.f. de 2012). *Universidad de Cuenca*. LA TELEDETECCION ENFOCADA A LA OBTENCIÓN DE MAPAS:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/779>
- Sherffield, J. (29 de octubre de 2018). *Advancing Earth and space science*. Satellite Remote Sensing for Water Resources Management: Potential for Supporting Sustainable Development in Data-Poor Regions:  
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2017WR022437>
- Soria, M., & Matar de Saquis, M. A. (30 de febrero de 2016). *Universidad Nacional de San Juan*. Nociones sobre teledetección:  
[https://www.google.com/search?q=nociones+sobre+teledeteccion+&client=opera&ei=cTbYPPnC5GVwbkP89CRyA4&oq=nociones+sobre+teledeteccion+&gs\\_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAM6BwgAEEcQsAM6BQghEKABUJJTWptjYK1qaAFwAngAgAGBA4gBjiCSAQQzLTEymAEAoAEBqgEHZ3dzLXdpesgBCMABAQ&scli](https://www.google.com/search?q=nociones+sobre+teledeteccion+&client=opera&ei=cTbYPPnC5GVwbkP89CRyA4&oq=nociones+sobre+teledeteccion+&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAM6BwgAEEcQsAM6BQghEKABUJJTWptjYK1qaAFwAngAgAGBA4gBjiCSAQQzLTEymAEAoAEBqgEHZ3dzLXdpesgBCMABAQ&scli)

- Suárez, J. (s.f. de noviembre de 2017). *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Estudio y caracterización de la enseñanza de la Imagen Satelital: Una revisión documental en los programas profesionales de pregrado de las Universidades públicas de Colombia: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13095/SuarezHernandezJenniferConstanza2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- TecnOcéano. (15 de febrero de 2016). LIDAR Batimetría: <https://blog.tecnocéano.com/lidar-batimetria/>
- Torres, N., & Vivanco, V. (s.f. de agosto de 2018). *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*. Comparación en la estimación de material particulado PM10 usando imágenes satelitales Landsat 7, Landsat 8 y Modis en Quito: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16071>
- Universidad de Murcia. (s.f. de s.f. de s.f.). *Teledetección tema 3 :Plataformas , sensores y canales* . <https://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema03.pdf>
- Valdés, B. (febrero de 2015). *Identificación de lineamiento y minerales asociados a alteraciones hidrotermales en la Bahía de la Paz, Baja California Sur, México mediante imágenes satelitales Landsat ETM*. ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/344333717\\_Identificacion\\_de\\_lineamientos\\_y\\_minerales\\_asociados\\_a\\_alteraciones\\_hidrotermales\\_en\\_la\\_Bahia\\_de\\_la\\_Paz\\_Baja\\_California\\_Sur\\_Mexico\\_mediante\\_imagenes\\_satelitales\\_Landsat\\_ETM](https://www.researchgate.net/publication/344333717_Identificacion_de_lineamientos_y_minerales_asociados_a_alteraciones_hidrotermales_en_la_Bahia_de_la_Paz_Baja_California_Sur_Mexico_mediante_imagenes_satelitales_Landsat_ETM)
- Zhang, Z., & C.Moore, J. (2015). *Fundamentos físicos y matemáticos del cambio climático*. ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/remote-sensing>
- Zipf, L. (s.f. de Octubre de 2014). *Vision spectra*. Hyperspectral Imaging Enables Industrial Applications: [https://www.photonics.com/Articles/Hyperspectral\\_Imaging\\_Enables\\_Industrial/a56804](https://www.photonics.com/Articles/Hyperspectral_Imaging_Enables_Industrial/a56804)

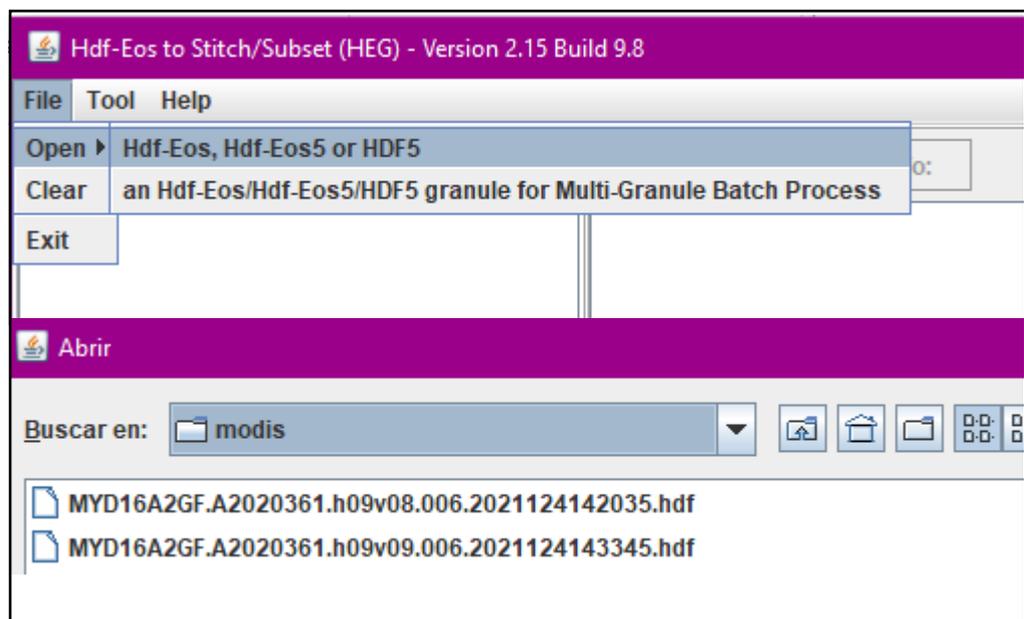
## ANEXOS

### ✚ Anexo 1: Proceso de conversión de las imágenes MODIS en la versión 2.15 de HEGTool

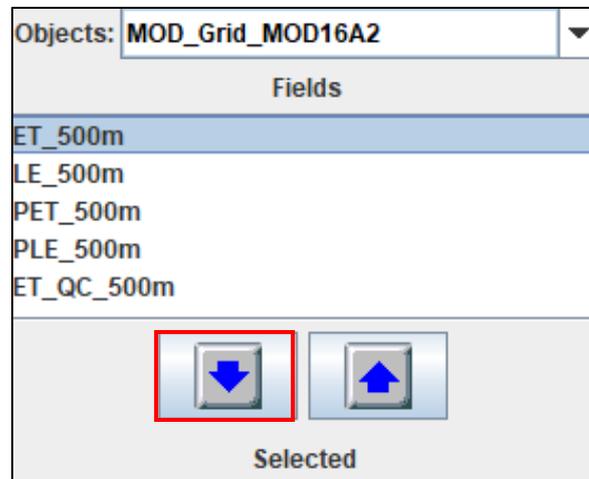
1. Damos clic en Tool y señalamos Stitch/Subset y se generará una nueva ventana que permitirá la conversión de HDF a GeoTIFF. Para verificar que la conversión se dará de forma correcta se puede volver a dar clic en Tool y observar que aparezca el comando “GeoTIFF Convert”.



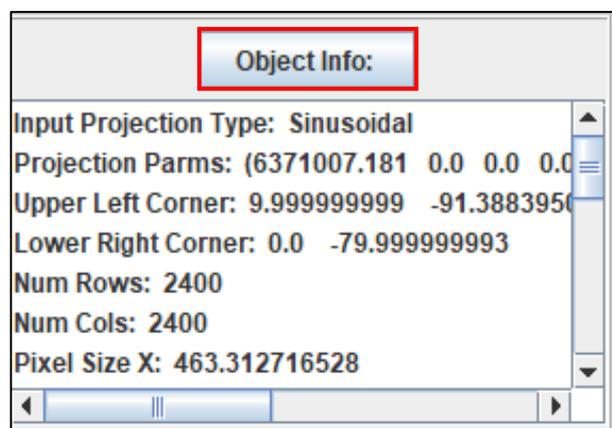
2. A continuación, damos clic en la pestaña File y se desplegará la opción “Open” dentro de ella se señalará la opción (**Hdf –Eos, Hdf –Eos5 or HDF5**) en donde se abrirá una ventana de búsqueda que permitirá al usuario ingresar el archivo que se desee convertir.



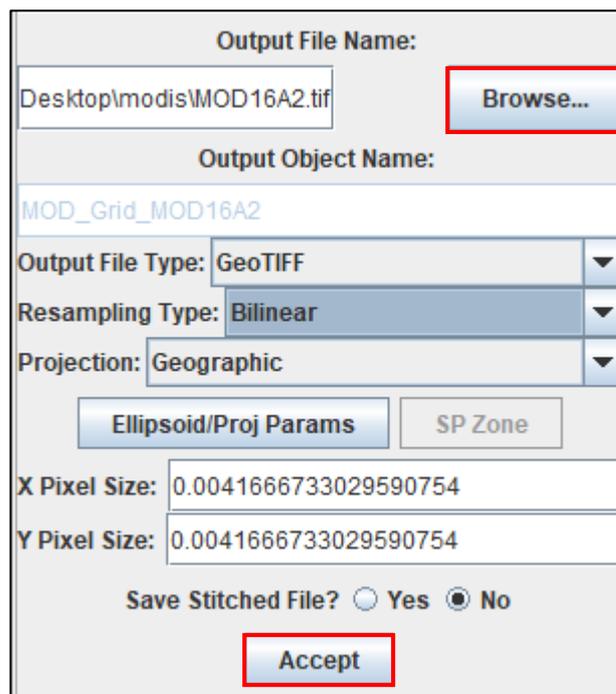
- Una vez ingresado nuestro archivo, se despliega en la ventana “Fields” todos los datos o capas contenidos para que el usuario proceda a la selección de la capa de su interés para que la sea convertida a un formato GeoTIFF. Como se procede a la selección de la capa, va ser por medio del icono de la flecha hacia abajo.



- Ya seleccionada la capa en el panel central en la sección “Object Info” va a estar contenida toda la información sobre la capa que se seleccionó, por ejemplo, el tipo de proyección que en este caso es sinusoidal propio para imágenes Modis, los parámetros de proyección, tamaño del píxel, etc.



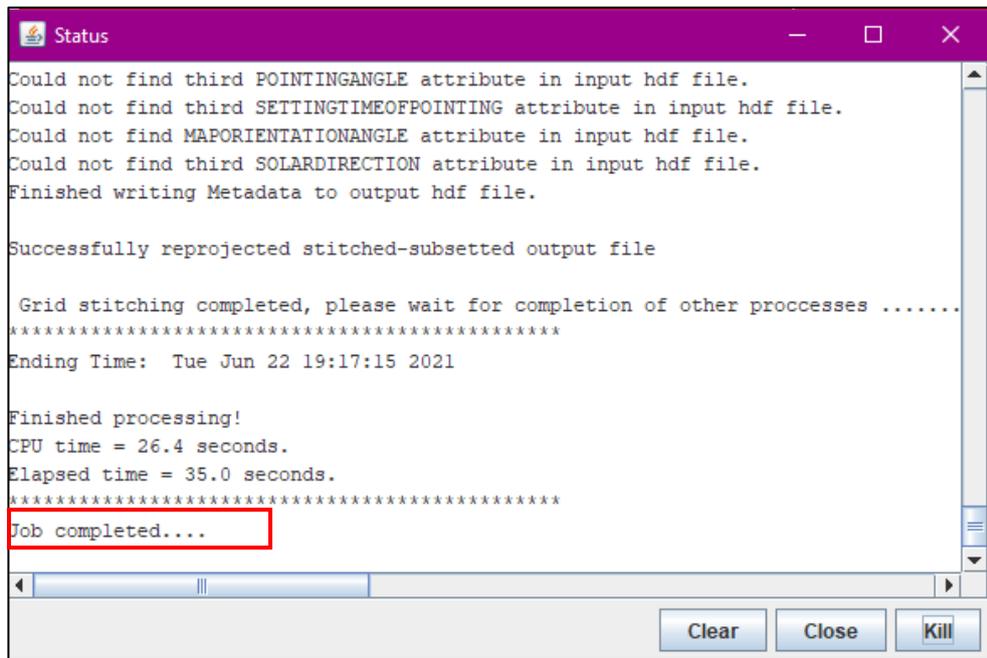
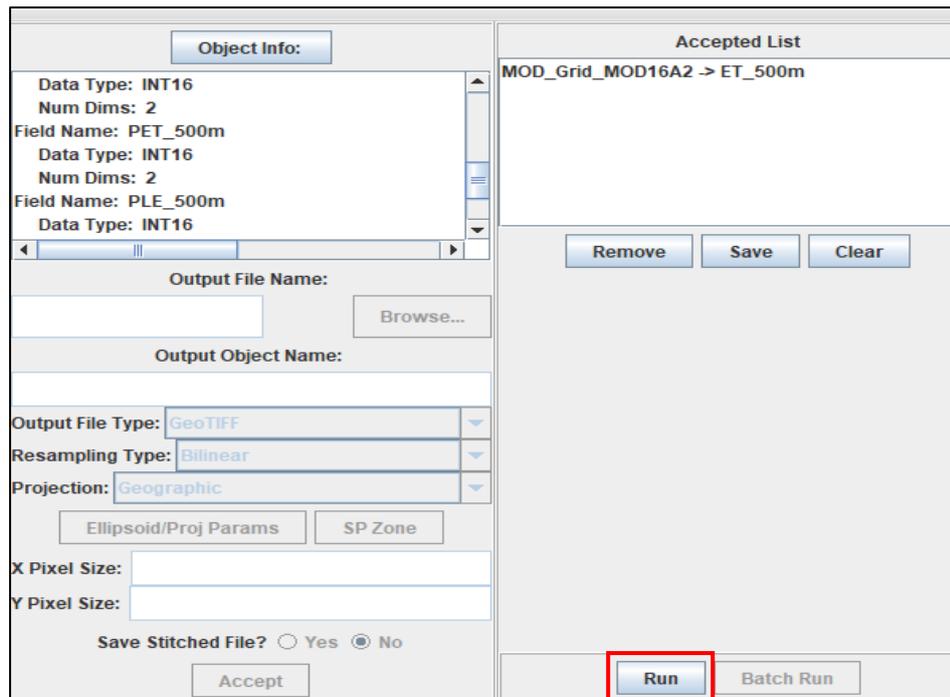
5. Seguidamente el nombre para el archivo de salida aparecerá etiquetado en la ventana “Output file Name” este nombre puede ser editado si el usuario lo desea y puede ser gradado en la carpeta de su preferencia dando clic en “Browse” tomando en cuenta que el nombre del archivo de salida deber terminar en .tif .Posteriormente a ello, se pregunta por el tipo de archivo de salida en “Output File Type” en donde señalaremos GeoTIFF, además del tipo de muestreo “Resamplig Type” que se colocará Bilinear y por último el tipo de proyección que se desea establecer en “Projection” en este caso será Geographic.



The image shows a software dialog box with the following fields and controls:

- Output File Name:** A text box containing "Desktop\modis\MOD16A2.tif" and a "Browse..." button to its right.
- Output Object Name:** A text box containing "MOD\_Grid\_MOD16A2".
- Output File Type:** A dropdown menu set to "GeoTIFF".
- Resampling Type:** A dropdown menu set to "Bilinear".
- Projection:** A dropdown menu set to "Geographic".
- Two buttons: "Ellipsoid/Proj Params" and "SP Zone".
- X Pixel Size:** A text box containing "0.0041666733029590754".
- Y Pixel Size:** A text box containing "0.0041666733029590754".
- Save Stitched File?** Radio buttons for "Yes" and "No", with "No" selected.
- An "Accept" button at the bottom.

6. Finalmente, damos clic en “Accept” y en el panel derecho se agrega nuestra capa con la información requerida señalamos en la parte inferior donde dice “Run” y esperamos un tiempo hasta que se abra una nueva ventana en la cual se procesará el nuevo formato.



## Anexo 2: Ficha Precipitación-GPM/IMERG

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
PRECIPITACIÓN	Global Precipitations Measurements (GPM)	27 de febrero de 2014	IMERG versión 06

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** Es una misión científica en cooperación internacional entre Estados Unidos y Japón, en donde participaron sus principales agencias de la NASA y JAXA. GPM es una misión de seguimiento y una extensión exitosa para la detección de lluvias de TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission).

**Objetivo:** Observar la precipitación global con más frecuencia y precisión que TRMM ya que busca mejorar la comprensión de los pronósticos climáticos, meteorológicos e hidrológicos a nivel mundial.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
<b>Resolución temporal:</b>	Mensual	GMI (Generador de imágenes por microondas)	Diseñado para sentir la precipitación total dentro de todas las nubes capas, incluidas lluvias ligeras y nevadas.
<b>Resolución Espacial:</b>	0.1°x0.1°	DPR: Precipitación de doble frecuencia radar	Constituido por dos radares; KuPR y KaPR. El instrumento KaPR detecta observaciones sensibles como precipitaciones ligeras y nevadas. La mínima intensidad de precipitación detectable para el radar KuPR y KaPR es 0.5 mm/hr y 0.2 mm/hr respectivamente
<b>Nivel de procesamiento:</b>	L3		
<b>Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GPM_Mission_Brochure.pdf">https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/GPM_Mission_Brochure.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/en/index.html">https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/en/index.html</a></li> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/missions/GPM">https://gpm.nasa.gov/missions/GPM</a></li> </ul>	
<b>Información acerca del producto y sus algoritmos:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/data/imerg">https://gpm.nasa.gov/data/imerg</a></li> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/category/keywords/imerg">https://gpm.nasa.gov/category/keywords/imerg</a></li> <li>▪ <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/doc/algorithm/ATBD_DPR_201708_whole_1.pdf">https://www.eorc.jaxa.jp/GPM/doc/algorithm/ATBD_DPR_201708_whole_1.pdf</a></li> </ul>	

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Evaluación de imágenes satelitales de precipitaciones GPM a escala mensual para el Azuay	Evalúa los datos de imágenes satelitales, con datos proporcionados por pluviómetros en el campo.	Ecuador	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24213/1/TESIS.pdf">http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24213/1/TESIS.pdf</a>
Comparación entre imágenes satelitales GPM (global precipitation Measurement) y TRMM (tropical Rainfall Measuring Mission) para la caracterización de la lluvia en la cuenca del río Paute	Evalúa los datos GPM y TRMM sobre la cuenca del río Paute, mediante la comparativa de las imágenes y la serie de datos proporcionados por el INAMHI.	Ecuador	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34101">http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34101</a>
Evaluación de productos GPM IMERG V03 y TMPA V7 en la detección de crecidas caso de estudio cuenca del río Cañar	Evalúa la aplicabilidad de los productos satelitales, en eventos de crecida en el período marzo 2014-diciembre 2015 para la modelación hidrológica y potencial detección de crecidas en la cuenca del río Cañar	Ecuador	<a href="http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19048">http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19048</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/gpm">http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/gpm</a>	<b>Plataforma: Giovanni</b>
<a href="http://mirador.gsfc.nasa.gov/">http://mirador.gsfc.nasa.gov/</a>	1.- Seleccionamos el tipo de mapa que necesitamos.
<a href="http://giovanni.gsfc.nasa.gov">http://giovanni.gsfc.nasa.gov</a>	2.- Determinamos el rango de fecha a buscar.
<a href="https://maps.disasters.nasa.gov%26nbsp/">https://maps.disasters.nasa.gov%26nbsp/</a>	3.- Ingresamos las coordenadas de nuestro sitio del cual requerimos información.
<a href="https://gpm.nasa.gov/precip-apps">https://gpm.nasa.gov/precip-apps</a>	4.- En "keyword" ingresamos la palabra clave de búsqueda, en este caso es precipitación y pulsamos Search.
	5.- Seleccionamos la imagen que requerimos, teniendo en cuenta las unidades, fuente, res. Temporal, res. Espacial, etc.
	6.- Seleccionamos "plot Data" y se visualiza la imagen y nos presenta opciones de descarga.
	7.- Seleccionamos "download" y podemos ver los distintos formatos de descargas. Para manipulación de datos se recomienda usar el formato GeoTIFF.

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DE ARCHIVOS

**Código:** DataType.satellite.instrument.algorithmName.startDate-SstartTime-EendTime.sequenceIndicator.VdataVersion. extension

**Ejemplo:** 3B-MO.MS.MRG.3IMERG.20000701-S000000-E235959.06.V06B.HDF5

**DataType:** Indica el nivel de procesamiento y la letra que lo acompaña indica el subnivel (3B), el segundo campo es opcional e indica el tiempo de acumulación (MO- mensual)

**Satellite:** Campo alfanumérico que indica el nombre del satélite/multi- satélite que proporciona la imagen satelital. (MO.MS)

**Instrument:** Campo alfanumérico que contiene un identificador para un instrumento (GMI, DPR, Ku, Ka, generador de imagen/sirena de microondas con sensor especial, etc) (MRG)

**Algorithm-name** Es un nombre corto alfanumérico de tamaño variable o acrónimo con el que el desarrollador desea identificar el algoritmo de procesamiento particular (por ejemplo, algoritmo de creación de perfiles Goddard 2008 [GPROF2008]), (3IMERG)

**StartDate-SstartTime-EendTime:** Todos los archivos en GPM se nombrarán usando la fecha/hora de inicio del período temporal de los datos contenidos en el producto. El campo tiene dos subcampos separados por un guion, los cuales corresponden a la hora de inicio y hora de fin. (año/mes/día-Shora,min,seg- Ehora,min,seg) (20000701-S000000-E235959)

**Sequence-Indicator:** Es un campo en donde el número de dígitos depende del producto. (06)

**VdataVersión:** Campo alfanumérico de tamaño fijo que indica el nivel de procesamiento, los cambios de dígito y letra final depende del nivel de procesamiento del producto, ejemplo: 00A, 00B, 01B. (V06B)

**Extensión:** Indica el formato de almacenamiento del archivo

**Enlace de información:**

<https://arthurhou.pps.eosdis.nasa.gov/Documents/FileNamingConventionForPrecipitationProductsForGPMMission.pdf>

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=OodiprhV_jg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=11">https://www.youtube.com/watch?v=OodiprhV_jg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=11</a></p>	<p>Dentro de las limitaciones podemos citar es el hecho que mientras sea más pequeña la región de estudio, los datos que nos ofrece son menos precisos, y esto podría ser un factor que conlleve posibles errores al momento de realizar estimaciones en sitios puntuales, por eso es recomendado tener algún otro tipo de datos que nos permita contrastar la información que las imágenes GPM nos brindan.</p>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<p><a href="https://gpm.nasa.gov/data/visualization/global-viewer">https://gpm.nasa.gov/data/visualization/global-viewer</a></p>	<p>Esta plataforma muestra las últimas acumulaciones de precipitación de 30 min, un día y siete días.</p>

<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Proporciona la capacidad de explorar de forma interactiva imágenes satelitales globales de resolución completa y luego descargar los datos subyacentes, incluidos los datos de las misiones globales de medición de precipitación.

IMAGEN DEL ECUADOR

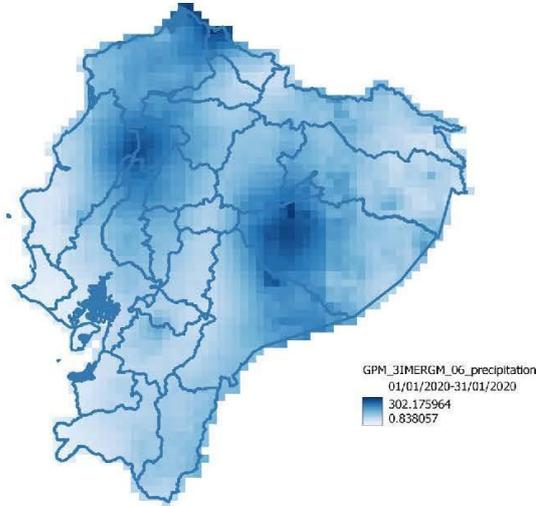
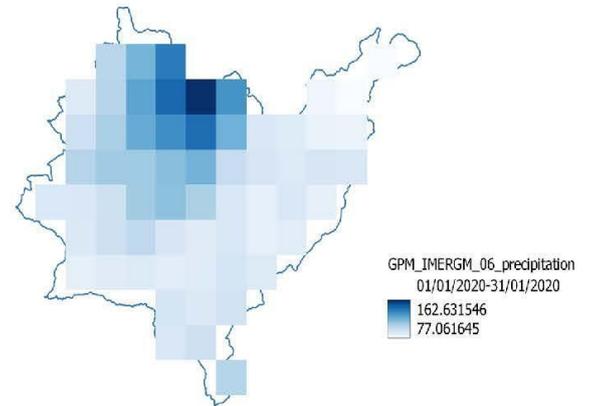


IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 3: Ficha de Precipitación-TRMM/3B43

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO / SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
PRECIPITACIÓN	Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)	28 de noviembre de 1997	TRMM_3B43b versión 7

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** Tropical Rainfall Measuring Mission fue diseñado para mejorar nuestra comprensión de la distribución y variabilidad de la precipitación dentro de los trópicos como parte del ciclo del agua en el sistema climático actual.

**Objetivo:** Contribuir a las investigaciones sobre el sistema climático, y la predicción de inundaciones para prevenir desastres.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Mensual	PR (radar de precipitación)	Perfil de precipitación en 3D. Medición cuantitativa de la precipitación sobre el océano y la Tierra
Resolución Espacial:	0.25°x0.25°	TMI (sensor de imágenes de microondas TRMM)	Tasa de lluvia sobre el océano
Nivel de procesamiento	L3	VIRS (escáner visible e infrarrojo)	Distribución en la nube
		CERES (nubes y sistema de energía radiante de la tierra)	Energía de radiación atmosférica
		LIS (sensor de imágenes de rayos)	Distribución de rayos
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/about/mechanism/ceres/ceres_e.htm">https://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/about/mechanism/ceres/ceres_e.htm</a></li> <li>▪ <a href="https://global.jaxa.jp/projects/sat/trmm/">https://global.jaxa.jp/projects/sat/trmm/</a></li> <li>▪ <a href="https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/trmm-tropical-rainfall-measuring-mission">https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/trmm-tropical-rainfall-measuring-mission</a></li> <li>▪ <a href="https://gpm.nasa.gov/missions/trmm">https://gpm.nasa.gov/missions/trmm</a></li> <li>▪ <a href="https://trmm.gsfc.nasa.gov/">https://trmm.gsfc.nasa.gov/</a></li> </ul>	
Información acerca del producto y sus algoritmos:		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://arthurhou.pps.eosdis.nasa.gov/ppsddocuments.html">https://arthurhou.pps.eosdis.nasa.gov/ppsddocuments.html</a></li> </ul>	

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Evaluación de Imágenes Satelitales de Precipitaciones (TRMM 3B43 mensual) en Región Costa, Sierra y Oriente del Ecuador	Este estudio constituye la evaluación de las estimaciones de precipitación del algoritmo TRMM 3B43 a escala mensual utilizando series de datos de catorce pluviómetros provenientes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) distribuidos en las regiones Costa, Sierra y Oriente del territorio ecuatoriano durante los años 1998 y 2010.	Ecuador	<a href="https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20874/1/TESIS.pdf">https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20874/1/TESIS.pdf</a>
Evaluación de los productos Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) y Global Precipitation Measurement (GPM) en el modelamiento hidrológico de la cuenca del río Huanané, Perú	Este estudio evalúa los productos grillados de precipitación de la Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) y de la Global Precipitation Measurement (GPM), en el modelamiento hidrológico en la cuenca del río Huanané, del Altiplano peruano	Perú	<a href="https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6504611.pdf">https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6504611.pdf</a>
Imágenes TRMM para identificar patrones de precipitación e índices ENSO en Ecuador	Este estudio busca utilizar imágenes satelitales de la Misión de Observación de Precipitación Tropical (Tropical Rainfall Measuring Mission - TRMM) para identificar patrones espacio-temporales de precipitaciones en el Ecuador y su relación con índices ENSO.	Ecuador	<a href="https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21368/3/IC_18_Campozano%20et%20al.pdf">https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21368/3/IC_18_Campozano%20et%20al.pdf</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/gpm">http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/gpm</a>	<b>Plataforma: Giovanni</b>
<a href="http://mirador.gsfc.nasa.gov/">http://mirador.gsfc.nasa.gov/</a>	1.- Seleccionamos el tipo de mapa que necesitamos.
<a href="http://giovanni.gsfc.nasa.gov">http://giovanni.gsfc.nasa.gov</a>	2.- Determinamos el rango de fecha a buscar.
	3.- Ingresamos las coordenadas de nuestro sitio del cual requerimos información.
	4.- En "keyword" ingresamos la palabra clave de búsqueda, en este caso es precipitación y pulsamos Search.
	5.- Seleccionamos la imagen que requerimos, teniendo en cuenta las unidades, fuente, resolución temporal, resolución espacial, etc.
	6.- Seleccionamos "plot Data" y se visualiza la imagen y nos presenta opciones de descarga.
	7.- Seleccionamos "download" y podemos ver los distintos formatos de descargas. Para manipulación de datos se recomienda usar el formado GeoTIFF.

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DE ARCHIVOS

**Código:** mission\_9x99\_VdataVersion\_variable. StartDate-SstartTime-EendTime. extension

**Ejemplo:** TRMM\_3B43\_7\_precipitation.20050101-20050131.83W\_4S\_67W\_11N.TIF

**Mission:** Identifica a que misión pertenece la imagen satelital.

**9X99:** El primer dígito (marcador de posición 9) indica el nivel de procesamiento. El nivel 1 es el primer nivel de procesamiento en el campo de visión del instrumento (IFOV), el nivel 2 es el procesamiento de recuperación en IFOV y el nivel 3 indica recuperaciones en cuadrículas de espacio y tiempo.

Para los niveles 2 y 3, el primer carácter alfabético indica si los datos provienen de un solo instrumento o de varios en el caso que sea un instrumento se denomina A y para varios instrumentos B.

El producto de texto cuadrículado especial utilizó la letra G para indicar "cuadrículado" y los productos de calefacción utilizaron la letra H para indicar "heating".

El primer dígito que sigue a la letra indica qué instrumento se utilizó en el producto:

- 0 - Escáner visible e infrarrojo (VIRS)
- 1 - Generador de imágenes de microondas TRMM (TMI)
- 2 - Radar de precipitación (PR)
- 3 - PR y TMI combinados
- 4 - TRMM y otros combinados

El último dígito en la parte de identificación del nombre indica cuál de quizás varios productos del instrumento estaban contenidos en el archivo.

**VdataVersión:** Campo numérico de tamaño fijo que indica el nivel de procesamiento, los cambios de dígito depende del nivel de reprocesamiento del producto.

**Variable:** Indica que tipo de variable hidrológica de la imagen satelital.

**StartDate-SstartTime-EendTime:** Todos los archivos en TRMM se nombrarán usando la fecha/hora de inicio del período temporal de los datos contenidos en el producto. El campo tiene dos sub-campos separados por un guion, los cuales corresponden a la hora de inicio y hora de fin. (Año/ mes/día-Shora, min, seg- Ehora, min, seg).

**Extensión:** Indica el formato de almacenamiento del archivo

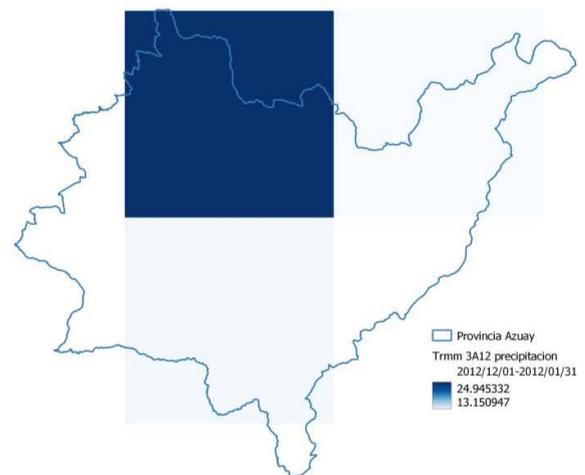
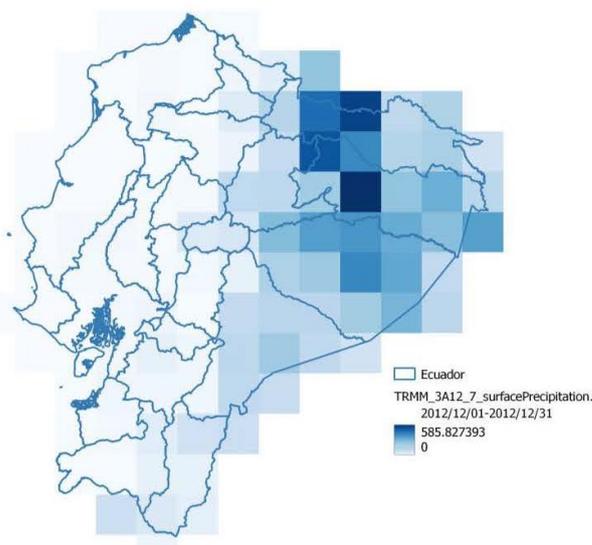
**Enlace de información:** <https://disc.gsfc.nasa.gov/information/documents?title=TRMM%20file%20naming>

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=xY9SLp_lhKY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=9">https://www.youtube.com/watch?v=xY9SLp_lhKY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=9</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El algoritmo de radar de precipitación TRMM probablemente subestima la precipitación en: regiones de convección intensa sobre Tierra y latitudes más altas.</li> <li>▪ TRMM necesita algoritmos complejos para traducir mediciones satelitales indirectas y poco frecuentes en estimaciones de precipitación en cuadrículas de alta resolución a intervalos de tiempo regulares.</li> <li>▪ Como registro de datos climáticos con cobertura global, debería preferirse GPCP sobre TRMM para estudios de variabilidad climática a gran escala.</li> </ul>

HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<p><a href="https://worldview.earthdata.nasa.gov/">https://worldview.earthdata.nasa.gov/</a></p>	<p>Esta plataforma proporciona la capacidad de explorar de forma interactiva imágenes satelitales globales de resolución completa y luego descargar los datos subyacentes, incluidos los datos de las misiones globales de medición de precipitación.</p>

IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY
--------------------	----------------------------------



## Anexo 4: Ficha Precipitación-CHIRPS

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
PRECIPITACIÓN	Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS)	Se creo en 1999 Generando datos desde 1981 hasta la actualidad	CHIRPS

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** Este proyecto estima la precipitación sobre tierra basada en conjuntos de datos cuasi-globales, desde 1981 hasta la actualidad.

**Objetivo:** Fortalecer los esfuerzos internacionales de reducción del riesgo de desastres mediante el avance de la ciencia de alerta temprana de sequías.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Mensual	TMPA 3B42 v7	CHIRPS utiliza el Análisis de precipitación multisatélite de la misión de medición de lluvia tropical versión 7, para calibrar la duración global de las nubes frías.
Resolución Espacial:	0.05°x0.05°		
Nivel de procesamiento:	L3		
Información acerca del producto y sus algoritmos:		<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.nature.com/articles/sdata201566">https://www.nature.com/articles/sdata201566</a></li> <li><a href="https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps">https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps</a></li> <li><a href="https://wiki.chc.ucsb.edu/CHIRPS_FAQ">https://wiki.chc.ucsb.edu/CHIRPS_FAQ</a></li> </ul>	

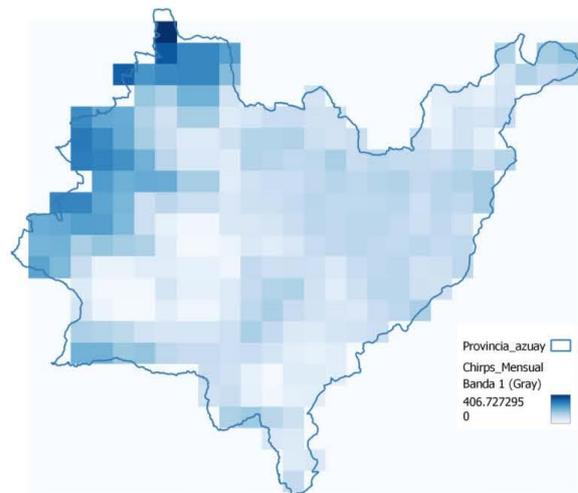
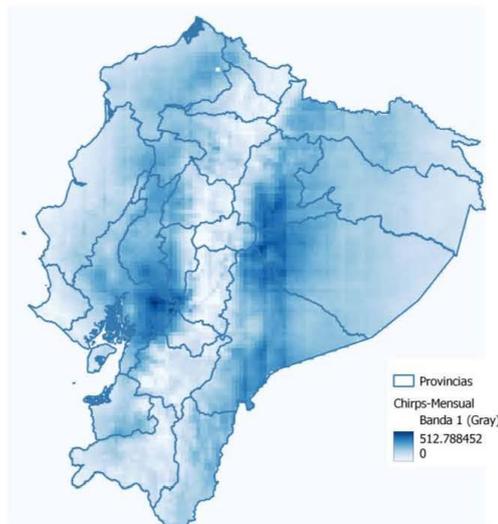
## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Validación del satélite meteorológico Chirps en la cuenca Rurrenabaque-Bolivia	Este estudio se basa en la validación de los datos de precipitación obtenidos con el satélite CHIRPS v2.0 para la cuenca del río Rurrenabaque hasta la estación hidrométrica del mismo nombre.	Bolivia	<a href="https://www.researchgate.net/publication/328791198_VALIDACION_DEL_SATELITE_METEOROLOGICO_CHIRPS_EN_LA_CUENCA_RURRENABAQUE-BOLIVIA">https://www.researchgate.net/publication/328791198_VALIDACION_DEL_SATELITE_METEOROLOGICO_CHIRPS_EN_LA_CUENCA_RURRENABAQUE-BOLIVIA</a>
Evaluation of Climate Hazards group infrared precipitation station (CHIRPS) satellite-based rainfall estimates over Finchaa and Neshe watersheds, Ethiopia.	Este estudio evalúa el rendimiento de los productos de lluvia basados en satélites CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation Station) en las cuencas hidrográficas de Finchaa y Neshe de la cuenca del Nilo Azul.	Etiopía	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eng2.12338">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eng2.12338</a>
Estimación de la variabilidad espacial y temporal de la escorrentía en microcuencas que drenan los páramos del Ecuador	Este estudio pretende estimar la variabilidad espacial y temporal de la escorrentía en microcuencas que drenan los páramos en el Ecuador mediante la selección del modelo más apropiado entre cinco modelos simples del balance hídrico.	Ecuador	<a href="https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20479/1/CD%209966.pdf">https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20479/1/CD%209966.pdf</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://earlywarning.usgs.gov/fews/ewx/index.html">https://earlywarning.usgs.gov/fews/ewx/index.html</a>	<b>Plataforma: <u>EWX Next Generation Viewer</u></b>
<a href="https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_DAILY">https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_DAILY</a>	1. En Dataset seleccionamos que conjunto de datos deseamos obtener.
<a href="https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/">https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/</a>	2. Seleccionamos el tipo de dato que deseamos obtener y el periodo de análisis (mensual, bimensual, trimestral)
<a href="https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_PENTAD">https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_PENTAD</a>	3. Ubicamos nuestro punto de interés en el mapa y damos clic, se nos abre una ventana donde podemos observar un gráfico estadístico de la lluvia suscitada en la zona seleccionada. También podemos cambiar el periodo de análisis y la fecha de visualización de datos.
	4.  Daremos clic sobre el icono para realizar la descarga de la imagen satelital. Escogiendo el formato que sea de nuestro interés.

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=YXDdJ9Vb5EQ">https://www.youtube.com/watch?v=YXDdJ9Vb5EQ</a></p>	<p>Como principal observación podemos decir que la información del proyecto no es fácil de encontrar, así mismo, la interfaz de la base de datos no es amigable con el usuario, pese a esto los datos son muy buenos y brindan gran información.</p>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<p><a href="https://climateserv.servirglobal.net/">https://climateserv.servirglobal.net/</a></p>	<p>Con esta herramienta, los responsables de la toma de decisiones pueden descargar, ver, representar gráficamente e interpretar los datos de pronóstico estacional de CHIRPS, MODIS NDVI y NMME en una interfaz de usuario basada en la web.</p>
IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 5: Ficha de Evapotranspiracion-MYD16A2GF

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ AQUA	4 de mayo del 2002	MYD16A2GF Versión 6

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** AQUA es una misión satelital de las ciencias de la Tierra de la NASA llamada así por la gran cantidad de información que la misión está recopilando sobre el ciclo del agua en la Tierra. AQUA fue diseñado para una vida útil de 6 años, y consta de 6 instrumentos los cuales son:

1. The Atmospheric Infrared Sounder (**AIRS**).
2. The Clouds and the Earth's Radiant Energy System (**CERES**).
3. The Humidity Sounder for Brazil (**HSB**).
4. La The Advance Microwave sounding Unit (**AMSU-A**).
5. The Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS (**AMSR-E**).
6. The Moderate- Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**).

**Objetivo:** Recopilar y transmitir una variedad de conjuntos de datos de alta calidad de manera global, por medio de cuatro de sus seis instrumentos AIRS, AMSU, CERES Y MODIS debido a que AMSR-E sufrió una anomalía en octubre del 2011, continuó transmitiendo datos de calidad reducida hasta que se apagó en marzo del 2016, y HSB recopiló aproximadamente 9 meses de datos de alta calidad pero falló en febrero del 2003.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	8 Días	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la Tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y visualiza toda la superficie de la Tierra cada uno o dos días. Además proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 $\mu\text{m}$ a 14.4 $\mu\text{m}$ adquiriendo datos en tres resoluciones espaciales :250 m , 500 m y 1 km.
Resolución Espacial:	500 m		
Nivel de procesamiento:	L4		

<p><b>Sitios web con información adicional del satélite y del instrumento:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/">https://aqua.nasa.gov/</a></li> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/content/about-aqua">https://aqua.nasa.gov/content/about-aqua</a></li> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/content/instruments">https://aqua.nasa.gov/content/instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://lta.cr.usgs.gov/DD/modis_68lot.html#entity_id">https://lta.cr.usgs.gov/DD/modis_68lot.html#entity_id</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
<p><b>Información acerca del producto y sus algoritmos:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php</a></li> <li>▪ <a href="https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MYD16A2GF%27">https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MYD16A2GF%27</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/myd16a2gfv006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/myd16a2gfv006/</a></li> <li>▪ <a href="https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1631983465-LPDAAC_FCS.html">https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1631983465-LPDAAC_FCS.html</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/494/MOD16_User_Guide_V6.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/494/MOD16_User_Guide_V6.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/93/MOD16_ATBD.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/93/MOD16_ATBD.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/filespec/MODIS/6/MYD16A2GF">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/filespec/MODIS/6/MYD16A2GF</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
<p>Estimación de la tasa de evapotranspiración a partir de datos satelitales MODIS</p>	<p>En este estudio se propuso una variante en la técnica de Venturini y otros para la estimación de la densidad de calor latente ET en escala regional basada únicamente en percepción remota, introduciendo una nueva expresión para el cálculo de la evapotranspiración relativa.</p>	<p>Argentina</p>	<p><a href="https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/26315">https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/26315</a></p>
<p>Rainfall-runoff simulation and flood dynamic monitoring based on CHIRPS and MODIS-ET</p>	<p>En este estudio, los productos meteorológicos satelitales se utilizaron como fuente de datos importantes para lograr la simulación de escorrentía de lluvia y el monitoreo dinámico de inundaciones en la cuenca del río Songhua (debajo del estuario Sancha) en el noreste de China. Los productos de precipitación por satélite CHIRPS (el Grupo de Riesgos Climáticos de Precipitación Infrarroja con Estaciones) y los productos de evapotranspiración por satélite MODIS-ET (el Espectrorradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada-Evapotranspiración) se recolectaron para el área de estudio durante 2010-2015.</p>	<p>China</p>	<p><a href="https://www.researchgate.net/publication/339023953_Rainfall-runoff_simulation_and_flood_dynamic_monitoring_based_on_CHIRPS_and_MODIS-ET">https://www.researchgate.net/publication/339023953_Rainfall-runoff_simulation_and_flood_dynamic_monitoring_based_on_CHIRPS_and_MODIS-ET</a></p>
<p>A comprehensive Evaluation of two MODIS evapotranspiration products over the conterminous United States: Using point and gridded FLUXNET and water balance ET</p>	<p>En este estudio, dos productos de ET de 1 km de MODIS mensuales, ET global de MODIS (MOD16) y ET de balance energético de superficie simplificado operacional (SSEBop), se validan en los Estados Unidos continentales a escalas puntuales, la validación de la escala de puntos se realizó mediante covarianza de remolinos.</p>	<p>Estado Unidos</p>	<p><a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425713002253">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425713002253</a></p>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	<b>Plataforma:</b> <b>NASA EARTHDATA Search</b>
<a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order</a>	1. Crear una cuenta <a href="#">Earthdata Login</a>
<a href="https://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLA/MYD16A2GF.006/">https://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLA/MYD16A2GF.006/</a>	2. Ingreso al sitio web con la cuenta de registro
<a href="https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/">https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/</a>	3. Búsqueda y selección del producto
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	4. Identificar el área o sitio de interés
<a href="https://opendap.cr.usgs.gov/opendap/hyrax/MYD16A2GF.006/contents.html">https://opendap.cr.usgs.gov/opendap/hyrax/MYD16A2GF.006/contents.html</a>	5. Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono.
	6. Selección del mosaico o gránulos que cubran el área.
	7. Generación de datos (descarga)

### CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO

**Código:** MYD16A2GF.AYYYYDDD.hHHvVV.CCC.YYYYDDDDHHMMSS.hdf

**YYYYYDDD :** Año y día de adquisición

**hHH :** Número de mosaico horizontal

**vVV :** Número de mosaico vertical

**YYYDDDDHHMMSS:** Fecha juliana de producción

**CCC :** Número de colección

**Hdf:** Formato de datos

**Ejemplo:** MYD16A2GF.A2021361.h10v08.006.2021361144403063.hdf

### VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=SIMAJ8VPKW&amp;LIST=PLHDGRN7ZHE_YJM97STWODZ_A23FLXUZN4&amp;INDEX=6">HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=SIMAJ8VPKW&amp;LIST=PLHDGRN7ZHE_YJM97STWODZ_A23FLXUZN4&amp;INDEX=6</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/ga_www/getsummary.cgi?esdt=mod16&amp;type=c6&amp;_ga=2.49274991.876871130.1622549466-784240445.1618331613">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/ga_www/getsummary.cgi?esdt=mod16&amp;type=c6&amp;_ga=2.49274991.876871130.1622549466-784240445.1618331613</a></li> </ul>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACION	
<a href="https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeid=default-theme&amp;totime=2021-05-05t22%3a17%3a19.226z">https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeid=default-theme&amp;totime=2021-05-05t22%3a17%3a19.226z</a>	EO browser es un servicio web fácil de dominar con una selección decente de imágenes de satélite gratis de resolución media. Una de sus ventajas es la capacidad de analizar y visualizar datos de imágenes MODIS.
<a href="https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response">https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response</a>	

IMAGEN DEL ECUADOR

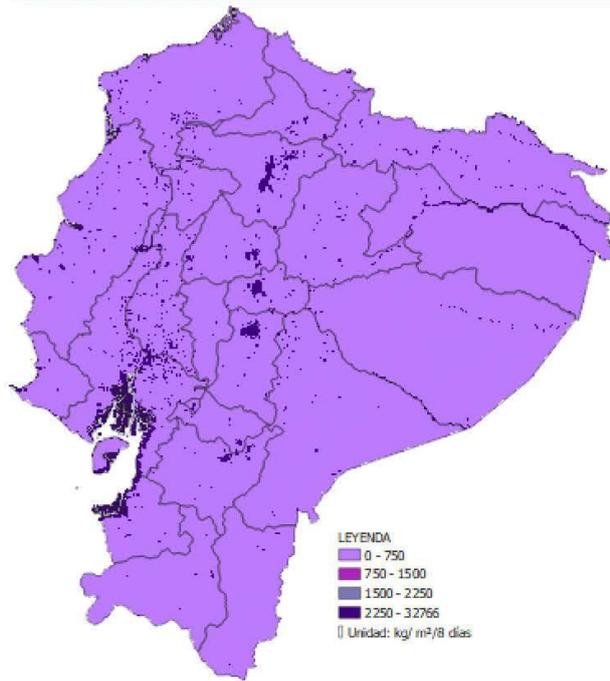
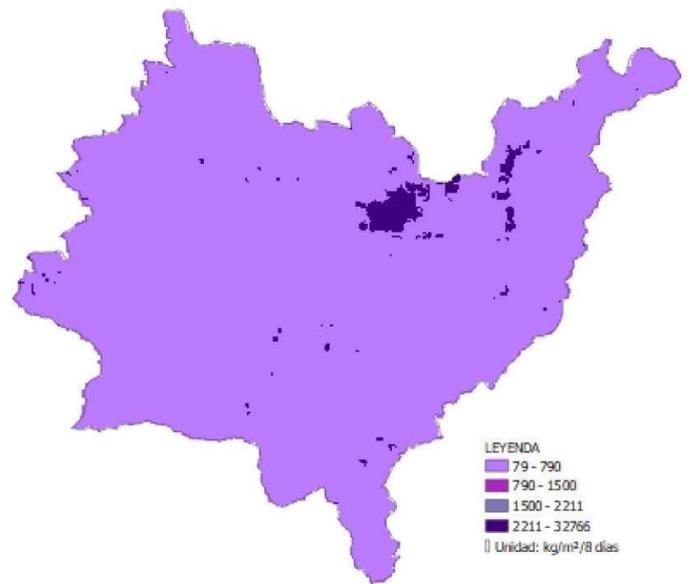


IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 6: Ficha de Evapotranspiración-MOD16A2

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO/SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/TERRA	18 de diciembre de 1999	MOD16A2 v006

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** El satélite Terra es el primero del programa Earth Observing System (EOS) y forma parte de un proyecto multinacional y multidisciplinario con la participación de las agencias espaciales de EEUU, Canadá y Japón. Terra fue el primer satélite en observar la ciencia del sistema terrestre con cinco sensores dedicados a observar la tierra, el agua y la atmósfera.

1. Advanced Space Thermal Emission and Reflection Radiometer (**ASTER**)
2. Clouds and Earth's Radiant Energy System (**CERES**)
3. Multi-angle Imaging Spectroradiometer (**MISR**)
4. Measurements of Pollution in the Troposphere (**MOPITT**)
5. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**)

**Objetivo:** El principal objetivo de la misión es contribuir con las investigaciones sobre la dinámica atmosférica global y sus interacciones con la superficie terrestre y el océano.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	8 Días	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y visualiza toda la superficie de la Tierra cada uno o dos días. Además proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 µm a 14.4 µm adquiriendo datos en tres resoluciones espaciales :250 m , 500 m y 1 km.
Resolución Espacial:	500m		
Nivel de Procesamiento	L4		
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about">https://terra.nasa.gov/about</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/data">https://terra.nasa.gov/data</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments">https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> </ul>	

Elaborado por: Andrés Cabrera-Doménica Sánchez

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php</a></li> <li>▪ <a href="https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/modis">https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/modis</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
<b>Información de acerca del producto y sus algoritmos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD16">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD16</a></li> <li>▪ <a href="https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD16&amp;commit=Search">https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD16&amp;commit=Search</a></li> <li>▪ <a href="https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_006_MOD16A2#bands">https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_006_MOD16A2#bands</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/mod16a2v006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/mod16a2v006/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD16A2/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD16A2/</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/93/MOD16_ATBD.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/93/MOD16_ATBD.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/MOD16UsersGuideV2.02019.pdf">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/MOD16UsersGuideV2.02019.pdf</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Evaluación del producto de evapotranspiración MOD16A2 en una zona agrícola de Argentina, región pampeana.	Este estudio evalúa la versión 006 del producto MOD16A2 de Evapotranspiración Potencial (ETp) y Evapotranspiración Real (ETa) en la región Pampeana Argentina (APR) ya que la productividad primaria está directamente relacionada con la disponibilidad de agua. La información proporcionada por las misiones satelitales va a permitir monitorear la variabilidad espacial y temporal de la ET comparando con la Evapotranspiración del Cultivo (ETc), calculada con mediciones locales de la <i>Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA)</i> , y los datos del Coeficiente de Cultivo (Kc) (función de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)) en siete estaciones en la APR de 2009 a 2018.	Argentina	<a href="https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1110982319303667?token=2D21B35A3206A62511F278F623113E54FCA1BA2163D57C6DDD10B626EFC93FCEB0CE02E796E47B746B631A99661BFBCB&amp;originRegion=us-east-1&amp;originCreation=20210511182705">https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1110982319303667?token=2D21B35A3206A62511F278F623113E54FCA1BA2163D57C6DDD10B626EFC93FCEB0CE02E796E47B746B631A99661BFBCB&amp;originRegion=us-east-1&amp;originCreation=20210511182705</a>
Validation of Global Evapotranspiration product (MOD16) using Flux Tower Data in the African Savanna, South Africa.	El objetivo de este estudio es validar el producto MOD16 ET utilizando datos de dos torres de flujo de covarianza de remolinos ya que la información espacialmente explícita precisa sobre et es rara en el país debido a la falta de herramientas adecuadas.	Sudáfrica	<a href="https://www.mdpi.com/2072-4292/6/8/7406">https://www.mdpi.com/2072-4292/6/8/7406</a>
Evaluation of MOD16 algorithm over irrigated Rice paddy using Flux Tower Measurements in Southern Brazil.	En este estudio se evaluó las estimaciones del producto de ET de superficie terrestre del Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada MODIS en dos áreas de arrozal en el sur de Brasil usando la técnica de covarianza de remolino en adelante.	Brasil	<a href="https://www.mdpi.com/2073-4441/11/9/1911?utm_source=TrendMD&amp;utm_medium=cpc&amp;utm_campaign=Water_TrendMD_0">https://www.mdpi.com/2073-4441/11/9/1911?utm_source=TrendMD&amp;utm_medium=cpc&amp;utm_campaign=Water_TrendMD_0</a>

Elaborado por: Andrés Cabrera-Doménica Sánchez

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/">https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/</a>	<b>Plataforma:</b> <b>AppEEARS</b>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	1. Crear una cuenta en <a href="#">Earthdata Login</a>
<a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order</a>	2. Ingresar al sitio web con la cuenta de registro
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">https://earthexplorer.usgs.gov</a>	3. Dar clic en <b>Extract</b> y seleccionar <b>Area Sample</b>
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	4. Ingresar a <b>Start a new request</b>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/opensdap/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/opensdap/</a>	5. Introducimos el nombre que identifique el área o sitio de interés
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/</a>	6. En <b>selected file</b> se delimita el sitio de interés por medio de un polígono colocando la fecha de interés para la adquisición de las imágenes conjuntamente con la selección del producto, capas y proyección que se desee.
	7. Dar clic en <b>Submit</b> y generar los datos
	8. Por último ingresar al Gmail con el que se registraron en la cuenta de la NASA y esperar a que AppEEARS envíe un link para efectuar la descarga de las capas.

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO

**Código:** MOD16A2.AYYYYDDD.hHHvVV.CCC.YYYYDDHHMMSS.hdf

**YYYYDD** : Año y día de adquisición

**hHH** : Número de mosaico horizontal

**vVV** : Número de mosaico vertical

**YYYYDDHHMMSS** : Fecha juliana de producción

**CCC** : Número de colección

**Hdf**: Formato de datos

**Ejemplo:** MOD16A2.A2021113.h08v10.006.2021113031049.hdf

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

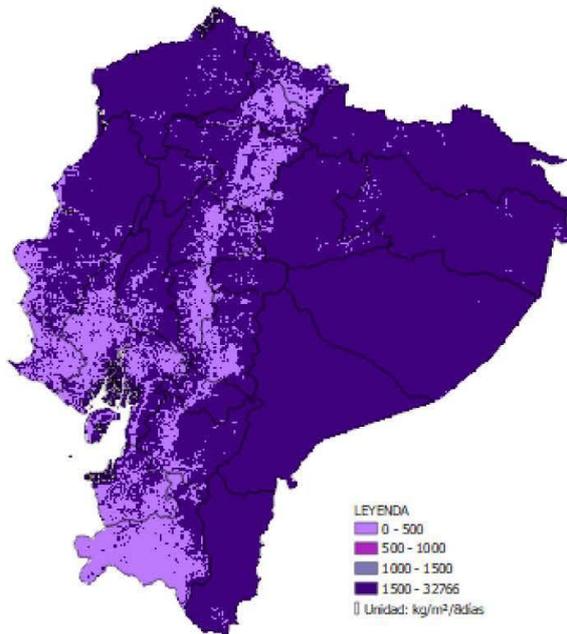
ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=s5piaYBJWYY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=4">https://www.youtube.com/watch?v=s5piaYBJWYY&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=4</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD16&amp;type=C6&amp;ga=2.45681517.876871130.1622549466-784240445.1618331613">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD16&amp;type=C6&amp;ga=2.45681517.876871130.1622549466-784240445.1618331613</a></li> </ul>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/</a>	LDOPE desarrolla y mantiene una serie de herramientas de software diseñadas para manipular, visualizar y analizar datos MODIS. Un subconjunto de herramientas LDOPE QA está disponible para la comunidad de usuarios para ayudar a analizar e interpretar las capas de QA Science Dataset (SDS).

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&lat=41.9&lng=12.5&themeld=DEFAULT-THEME&toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z>

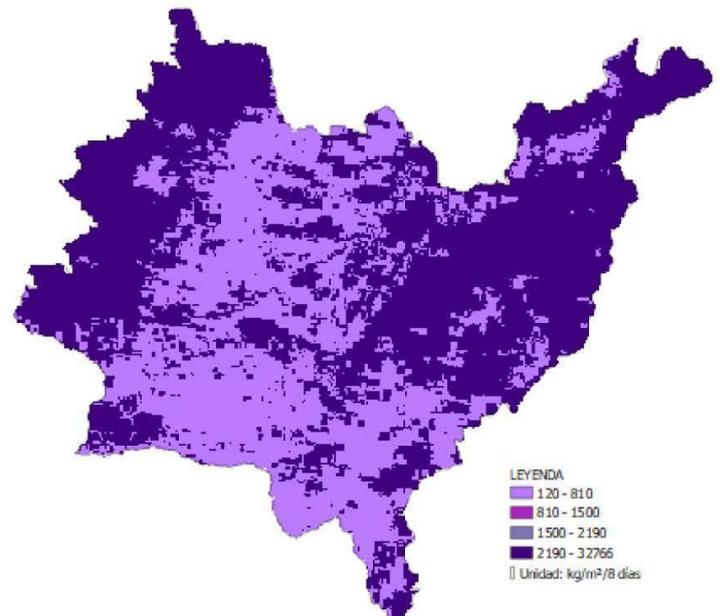
EO Browser es un servicio web fácil de dominar con una selección decente de imágenes de satélite gratis de resolución media. Una de sus ventajas es la capacidad de analizar y visualizar datos de imágenes.

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response>

#### IMAGEN DEL ECUADOR



#### IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 7: Ficha de Evapotranspiración-MOD16A3GF

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO/SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/TERRA	18 de diciembre de 1999	MOD16A3GF v006

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** El satélite Terra es el primero del programa Earth Observing System (EOS) y forma parte de un proyecto multinacional y multidisciplinario con la participación de las agencias espaciales de EEUU, Canadá y Japón. Terra fue el primer satélite en observar la ciencia del sistema terrestre con cinco sensores dedicados a observar la Tierra, el agua y la atmósfera.

1. Advanced Space Thermal Emission and Reflection Radiometer (**ASTER**)
2. Clouds and Earth's Radiant Energy System (**CERES**)
3. Multi-angle Imaging Spectroradiometer (**MISR**)
4. Measurements of Pollution in the Troposphere (**MOPITT**)
5. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**)

**Objetivo:** El principal objetivo de la misión es contribuir con las investigaciones sobre la dinámica atmosférica global y sus interacciones con la superficie terrestre y el océano.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Anual	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y visualiza toda la superficie de la Tierra cada uno o dos días. Además proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 µm a 14.4 µm adquiriendo datos en tres resoluciones espaciales :250 m , 500 m y 1 km.
Resolución Espacial:	500m		
Nivel de Procesamiento	L4		
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about">https://terra.nasa.gov/about</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/data">https://terra.nasa.gov/data</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments">https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/modis">https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/modis</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
<b>Información de acerca del producto y sus algoritmos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod16.php</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD16">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD16</a></li> <li>▪ <a href="https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD16A3GF">https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD16A3GF</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ET.html">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ET.html</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/mod16a3gfv006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/mod16a3gfv006/</a></li> <li>▪ <a href="https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1631982992-LPDAAC_ECS.html">https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1631982992-LPDAAC_ECS.html</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/494/MOD16_User_Guide_V6.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/494/MOD16_User_Guide_V6.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/600/MOD16GF_vs_NTSG.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/600/MOD16GF_vs_NTSG.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/93/MOD16_ATBD.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/93/MOD16_ATBD.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/</a></li> <li>▪ <a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/OA_WWW/forPage/MOD16GF_vs_NTSG.pdf">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/OA_WWW/forPage/MOD16GF_vs_NTSG.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/filespec/MODIS/6/MOD16A3GF">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/filespec/MODIS/6/MOD16A3GF</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Testing Evapotranspiration estimates based on MODIS satellite data in the assessment of the groundwater recharge of karst aquifers in southern Italy.	En esta investigación, se muestran las estimaciones de la evapotranspiración real y la recarga de las aguas subterráneas utilizando datos de teledetección recogidos por el satélite Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) en el período 2000-2014 para los acuíferos kársticos del sur de los Apeninos.	Italia	<a href="https://www.mdpi.com/2073-4441/13/2/118">https://www.mdpi.com/2073-4441/13/2/118</a>
Spatiotemporal patterns of terrestrial Evapotranspiration in response to climate and vegetation coverage changes across the Chinese loess plateau.	En este estudio, se evalúa los patrones espaciales de ET, la variabilidad interanual de ET, sus relaciones con la variabilidad climática y los cambios de cobertura de vegetación en la escalas de tiempo de la temporada de crecimiento activo anual, analizando exhaustivamente un conjunto de datos derivados de MODIS, AED y NDVI.	China	<a href="https://www.mdpi.com/2073-4441/11/8/1625">https://www.mdpi.com/2073-4441/11/8/1625</a>
Coupled estimation of 500 m and 8-day resolution global evapotranspiration and gross primary production in 2002–2017	En este estudio se estima la ET global de 8 días y la producción primaria bruta (GPP) a una resolución de 500 m desde julio de 2002 hasta diciembre de 2017 utilizando un modelo biofísico de diagnóstico acoplado (llamado PML-V2) que, construido con Google Earth Engine, toma datos MODIS junto con los datos de forzamiento meteorológico GLDAS como entradas del modelo.	—	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003442571830590X?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003442571830590X?via%3Dihub</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	<b>Plataforma:</b> <b>NASA EARTHDATA Search</b>
<a href="https://lpdaacsvs.cr.usgs.gov/appeears/">https://lpdaacsvs.cr.usgs.gov/appeears/</a>	1. Crear una cuenta <b>Earthdata Search</b>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	2. Ingreso al sitio web con la cuenta de registro
<a href="https://opendap.cr.usgs.gov/opendap/hyrax/">https://opendap.cr.usgs.gov/opendap/hyrax/</a>	3. Búsqueda y selección del producto
	4. Identificar el área o sitio de interés
	5. Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono.
	6. Selección del producto
	7. Generación de datos

CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO
<b>Código:</b> MOD16A3GF.AYYYYDDD.hHHvVV.CCC.YYYDDDDHHMMSS.hdf
<b>YYYYYDDD :</b> Año y día de adquisición
<b>hHH :</b> Número de mosaico horizontal
<b>vVV :</b> Número de mosaico vertical
<b>YYYDDDDHHMMSS :</b> Fecha juliana de producción
<b>CCC :</b> Número de colección
<b>Hdf:</b> Formato de datos
<b>Ejemplo:</b> MOD16A3GF.A2021113.h08v10.006.2021113031049.hdf

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=K8dkvqurVEw&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=2">https://www.youtube.com/watch?v=K8dkvqurVEw&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=2</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/OA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD16&amp;type=C6&amp;ga=2.49333103.876871130.1622549466-784240445.1618331613">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/OA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD16&amp;type=C6&amp;ga=2.49333103.876871130.1622549466-784240445.1618331613</a></li> </ul>

HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<a href="https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeld=DEFAULT-THEME&amp;toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z">https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeld=DEFAULT-THEME&amp;toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z</a>	EO Browser es un servicio web fácil de dominar con una selección decente de imágenes de satélite gratis de resolución media. Una de sus ventajas es la capacidad de analizar y visualizar datos de imágenes.
<a href="https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response">https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response</a>	

IMAGEN DEL ECUADOR

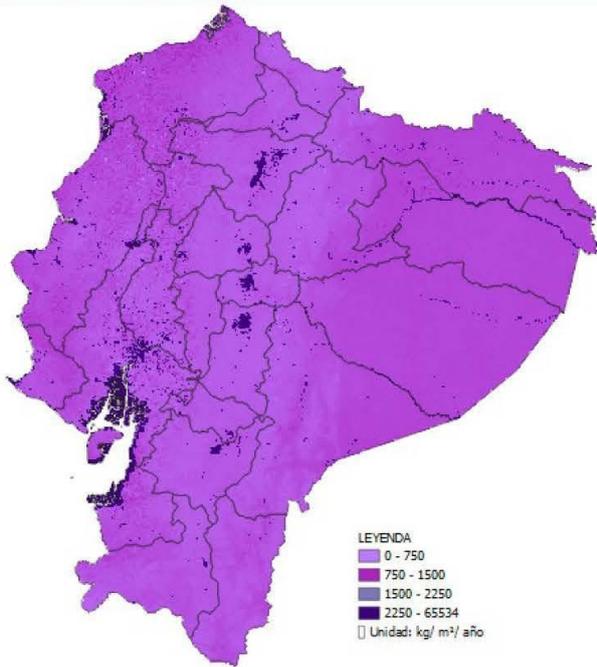
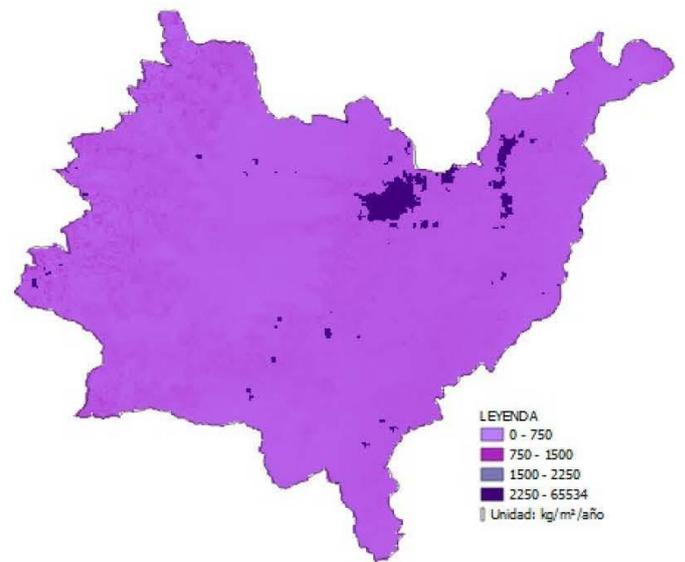


IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 8: Ficha de Temperatura Superficial-MOD11A1

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO/SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
TEMPERATURA SUPERFICIAL (LST)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ TERRA	18 de diciembre de 1999	MOD11A1 v006

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** El satélite Terra es el primero del programa Earth Observing System (EOS) y forma parte de un proyecto multinacional y multidisciplinario con la participación de las agencias espaciales de EEUU, Canadá y Japón. Terra fue el primer satélite en observar la ciencia del sistema terrestre con cinco sensores dedicados a observar la Tierra, el agua y la atmósfera.

1. Advanced Space Thermal Emission and Reflection Radiometer (**ASTER**)
2. Clouds and Earth's Radiant Energy System (**CERES**)
3. Multi-angle Imaging Spectroradiometer (**MISR**)
4. Measurements of Pollution in the Troposphere (**MOPITT**)
5. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**)

**Objetivos:** El principal objetivo de la misión es contribuir con las investigaciones sobre la dinámica atmosférica global y sus interacciones con la superficie terrestre y el océano.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Diario	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la Tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y visualiza toda la superficie de la Tierra cada uno o dos días. Además proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 $\mu\text{m}$ a 14.4 $\mu\text{m}$ adquiriendo datos en tres resoluciones espaciales :250 m , 500 m y 1 km.
Resolución Espacial:	1000m		
Nivel de Procesamiento	L3		
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about">https://terra.nasa.gov/about</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/data">https://terra.nasa.gov/data</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments">https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
<b>Información acerca del producto y sus algoritmos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/temp.html">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/temp.html</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD11">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD11</a></li> <li>▪ <a href="https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD11A1">https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD11A1</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD11A1/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD11A1/</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a1v006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11a1v006/</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6">https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6</a>.</li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/119/MOD11_ATBD.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/119/MOD11_ATBD.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/filespec/MODIS/6/MOD11A1">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/filespec/MODIS/6/MOD11A1</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
A combined Terra and Aqua MODIS Land Surface Temperature and meteorological station data product for China from 2003 to 2017.	Este artículo presenta un conjunto de datos LST único con una resolución temporal mensual para China del 2003 al 2017 que aprovecha al máximo las ventajas de los datos MODIS y los datos de las estaciones meteorológicas para superar los defectos de la influencia de las nubes a través de un modelo de reconstrucción.	China	<a href="https://essd.copernicus.org/articles/12/2555/2020/">https://essd.copernicus.org/articles/12/2555/2020/</a>
Downscaling MODIS Land Surface Temperature product using an adaptive random forest regression method and Google Earth Engine for a 19-years spatiotemporal trend analysis over Iran.	Este estudio, desarrolló un método de regresión forestal aleatorio para la reducción de LST a escala nacional, además, proporcionó un marco para pasar de la reducción de escala de conjuntos de imágenes de tiempo único a extensas series de tiempo de imágenes de LST MOD11A1 en un enfoque operativo (es decir, un análisis de la tendencia espacio-temporal de LST de 19 años en Irán), utilizando la plataforma de computación en la nube Google Earth Engine (GEE).	Irán	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/document/9321543">https://ieeexplore.ieee.org/document/9321543</a>
Validation of Collection 6 MODIS Land Surface Temperature product using in situ measurements	Este estudio demuestra la validez de utilizar la temperatura de la superficie terrestre (LST) del Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS) para estimar la temperatura superficial a una alta resolución del río Yangtze, encontrando que la LST diurna está altamente correlacionada con la temperatura máxima del aire, y los coeficientes de regresión lineal varían con el tipo de superficie terrestre.	China	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425719300756?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425719300756?via%3Dihub</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://lpdaacsvcr.usgs.gov/appeears/">https://lpdaacsvcr.usgs.gov/appeears/</a>	<b>Plataforma: AppEEARS</b>
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	1. Crear una cuenta en <a href="#">Earthdata Login</a>
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">https://earthexplorer.usgs.gov</a>	2. Ingresar al sitio web con la cuenta de registro
<a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order</a>	3. Dar clic en <b>Extract</b> y seleccionar <b>Area Sample</b>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	4. Ingresar a <b>Start a new request</b>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/opendap/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/opendap/</a>	5. Introducimos el nombre que identifique el área o sitio de interés
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/</a>	6. En <b>selected file</b> se delimita el sitio de interés por medio de un polígono, colocando la fecha de interés para la adquisición de las imágenes conjuntamente con la selección del producto, capas y proyección que se desee.
	7. Dar clic en <b>Submit</b> y generar los datos
	8. Por último ingresar al Gmail con el que se registraron en la cuenta de la NASA y esperar a que AppEEARS envíe un link para efectuar la descarga de las capas.

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO

**Código:** MOD11A1.AYYYYDDD.hHHvVV.CCC.YYYDDDDHHMMSS.hdf

**AAAAA:** Año y día de adquisición

**hHH:** Número de mosaico horizontal

**vVV:** Número de mosaico vertical

**YYDDDDHHMMSS:** Fecha juliana de producción

**CCC:** Número de colección

**Hdf:** Formato de datos

**Ejemplo:** MOD11A1.A2021113.h10v09.006.2021113031049.hdf

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

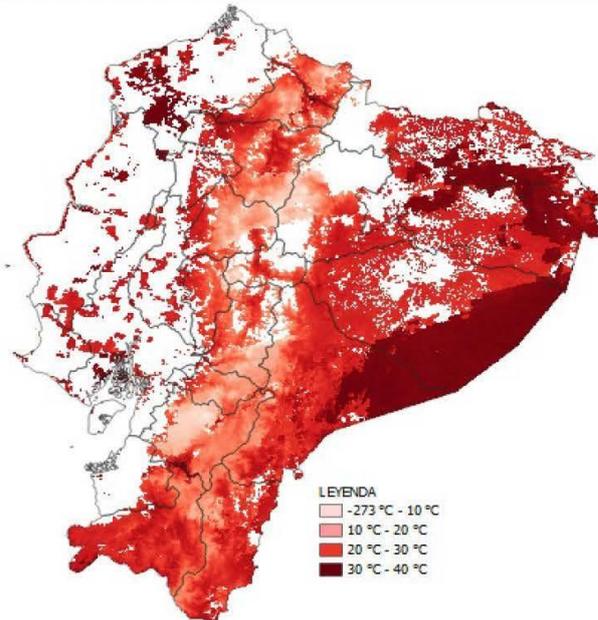
ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IDA7dqH0kH4&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=1">https://www.youtube.com/watch?v=IDA7dqH0kH4&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=1</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD11&amp;type=C6">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD11&amp;type=C6</a></li> </ul>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/</a>	LDOPE desarrolla y mantiene una serie de herramientas de software diseñadas para manipular, visualizar y analizar datos MODIS. Un subconjunto de herramientas LDOPE QA está disponible para la comunidad de usuarios para ayudar a analizar e interpretar las capas de QA Science Dataset (SDS).

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&lat=41.9&lng=12.5&themeld=DEFAULT-THEME&toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z>

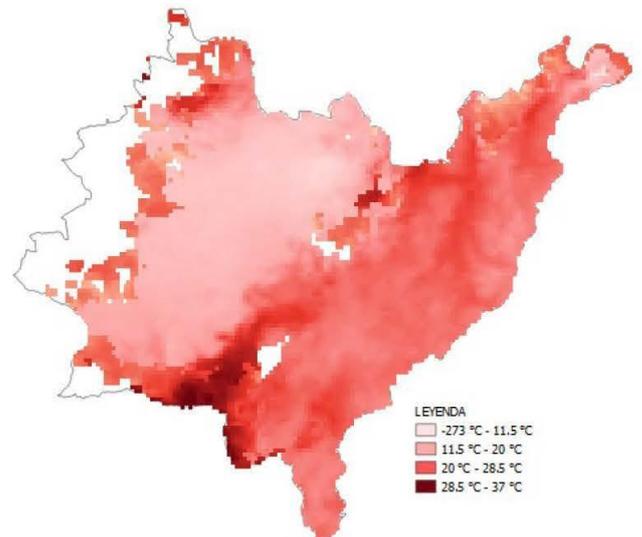
EO Browser es un servicio web fácil de dominar con una selección decente de imágenes de satélite gratis de resolución media. Una de sus ventajas es la capacidad de analizar y visualizar datos de imágenes.

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response>

#### IMAGEN DEL ECUADOR



#### IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 9: Ficha de Temperatura Superficial-MOD11C3

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY

# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO/SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
TEMPERATURA SUPERFICIAL (LST)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ TERRA	18 de diciembre de 1999	MOD11C3 v006

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** El satélite Terra es el primero del programa Earth Observing System (EOS) y forma parte de un proyecto multinacional y multidisciplinario con la participación de las agencias espaciales de EEUU, Canadá y Japón. Terra fue el primer satélite en observar la ciencia del sistema terrestre con cinco sensores dedicados a observar la Tierra, el agua y la atmósfera.

1. Advanced Space Thermal Emission and Reflection Radiometer (**ASTER**)
2. Clouds and Earth's Radiant Energy System (**CERES**)
3. Multi-angle Imaging Spectroradiometer (**MISR**)
4. Measurements of Pollution in the Troposphere (**MOPITT**)
5. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**)

**Objetivos:** El principal objetivo de la misión, es contribuir con las investigaciones sobre la dinámica atmosférica global y sus interacciones con la superficie terrestre y el océano.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Mensual	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la Tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 $\mu\text{m}$ a 14.4 $\mu\text{m}$ .
Resolución espacial:	5.5 km (CMG <sup>1</sup> )		
Nivel de Procesamiento:	L3		

<sup>1</sup> Un gránulo de CMG es una cuadrícula geográfica con 7.200 columnas y 3.600 filas que representan todo el mundo.

<p><b>Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about">https://terra.nasa.gov/about</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/data">https://terra.nasa.gov/data</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments">https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/imagenes/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/imagenes/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
<p><b>Información de acerca del producto y sus algoritmos:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/temp.html">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/temp.html</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD11">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD11</a></li> <li>▪ <a href="https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD11C3&amp;commit=Search">https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=%E2%9C%93&amp;affiliate=all&amp;query=MOD11C3&amp;commit=Search</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/resources/e-learning/getting-started-modis-version-6-land-surface-temperature-data-part-3-interpreting-quality-information/">https://lpdaac.usgs.gov/resources/e-learning/getting-started-modis-version-6-land-surface-temperature-data-part-3-interpreting-quality-information/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD11C3/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD11C3/</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11c3v006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/mod11c3v006/</a></li> <li>▪ <a href="https://icess.eri.ucsb.edu/modis/LstUsrGuide/usrguide.html">https://icess.eri.ucsb.edu/modis/LstUsrGuide/usrguide.html</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/119/MOD11_ATBD.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/119/MOD11_ATBD.pdf</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
<p>Estimación de la temperatura del aire mensual mediante teledetección en una región con topografía muy variable y escaso monitoreo en los Andes del sur del Ecuador.</p>	<p>Este estudio busca estimar la distribución espacial de la temperatura del aire mensual en la cuenca del río Paute para el período (2014-2017), utilizando métodos estadísticos y geo-estadísticos para regiones con topografía muy variable como el caso de Ecuador.</p>	<p>Ecuador</p>	<p><a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-021-03583-3">https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-021-03583-3</a></p>
<p>Protocolo para la obtención de la temperatura de la superficie terrestres a partir de datos LANDSAT y MODIS.</p>	<p>Este estudio tiene como objetivo servir de guía metodológica para determinar las variaciones de la temperatura de la superficie terrestre (TST) en los puntos de monitoreo definidos para Ciénaga de Zapata y Jardines de la Reina; a partir de su obtención con el empleo de imágenes térmicas de la serie Landsat y de MODIS.</p>	<p>CUBA</p>	<p><a href="http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/584/1/Protocolos%20No%206_TST%20con%20Landsat%20y%20MODIS.pdf">http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/584/1/Protocolos%20No%206_TST%20con%20Landsat%20y%20MODIS.pdf</a></p>
<p>Contribution of MODIS satellite image to estimate the daily air temperature in the Casablanca city, Morocco.</p>	<p>Este estudio busca establecer la relación entre las temperaturas diurnas y nocturnas de la superficie terrestre a partir de los datos MODIS y las mediciones diarias de la temperatura adquirida entre (2011 – 2012) proporcionadas por el Departamento de Meteorología Nacional de Casablanca, Marruecos.</p>	<p>Marruecos</p>	<p><a href="https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W1/3/2016/">https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W1/3/2016/</a></p>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	Plataforma: <b>NASA EARTHDATA Search</b>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	1. Crear una cuenta <a href="#">Earthdata Login</a>
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">https://earthexplorer.usgs.gov</a>	2. Ingreso al sitio web con la cuenta de registro
<a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order</a>	3. Búsqueda y selección del producto
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/</a>	4. Identificar el área o sitio de interés
	5. Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono.
	6. Selección del mosaico o gránulos que cubran el área.
	7. Generación de datos (descarga)

### CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO

**Código:** MOD11C3.AYYYYDDD.CCC.YYYDDDDHHMMSS.hdf

**AAAAAYDDD :** Año y día de adquisición

**CCC :** Número de colección

**YYYDDDDHHMMSS :** Fecha juliana de producción

**Hdf:** Formato de datos

**Ejemplo:** MOD11C3.A2021091.006.2021123171745.hdf

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=WVTfqyTHvhg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=3">https://www.youtube.com/watch?v=WVTfqyTHvhg&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=3</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD11&amp;type=C6">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MOD11&amp;type=C6</a></li> </ul>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/l dope/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/l dope/</a>	LDOPE desarrolla y mantiene una serie de herramientas de software diseñadas para manipular, visualizar y analizar datos MODIS. Un subconjunto de herramientas LDOPE QA está disponible para la comunidad de usuarios para ayudar a analizar e interpretar las capas de QA Science Dataset (SDS).
<a href="https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeld=DEFAULT-THEME&amp;toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z">https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeld=DEFAULT-THEME&amp;toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z</a>	EO Browser es un servicio web fácil de dominar con una selección decente de imágenes de satélite gratis de resolución media. Una de sus ventajas es la capacidad de analizar y visualizar datos de imágenes.
<a href="https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response">https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response</a>	

IMAGEN DEL ECUADOR

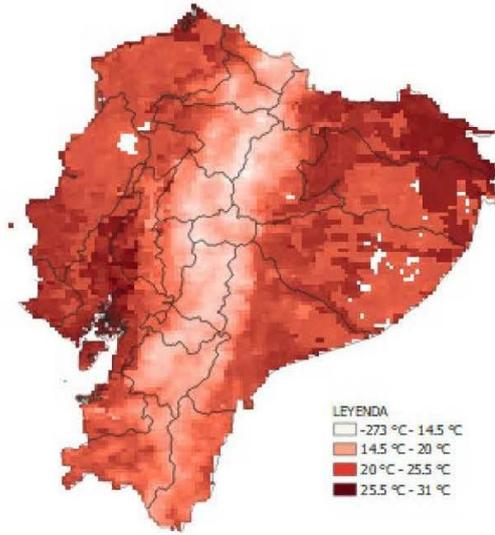
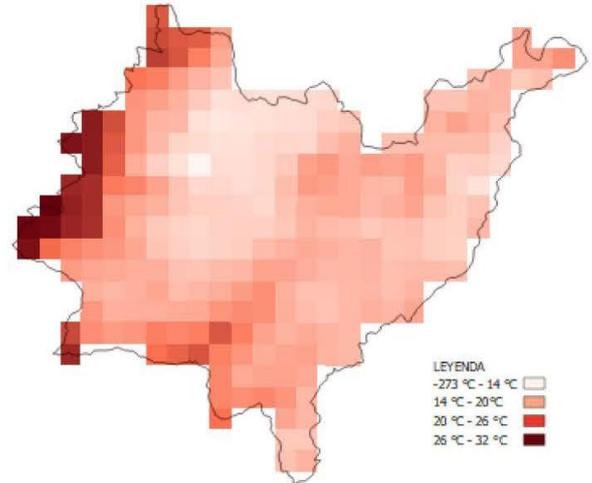


IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 10: Ficha de Temperatura Superficial-MYD11C3

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
TEMPERATURA SUPERFICIAL (LST)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ AQUA	4 de mayo del 2002	MYD11C3 v006

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** AQUA es una misión satelital de las ciencias de la Tierra de la NASA llamada así por la gran cantidad de información que la misión está recopilando sobre el ciclo del agua en la Tierra. AQUA fue diseñado para una vida útil de 6 años, consta de 6 instrumentos los cuales son:

1. The Atmospheric Infrared Sounder (**AIRS**)
2. The Clouds and the Earth's Radiant Energy System (**CERES**).
3. The Humidity Sounder for Brazil (**HSB**).
4. The Advance Microwave sounding Unit (**AMSU-A**).
5. The Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS (**AMSR-E**).
6. The Moderate- Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**).

**Objetivo:** Recopilar y transmitir una variedad de conjuntos de datos de alta calidad de manera global, por medio de cuatro de sus seis instrumentos AIRS, AMSU, CERES Y MODIS debido a que AMSR-E sufrió una anomalía en octubre del 2011, continuó transmitiendo datos de calidad reducida hasta que se apagó en marzo del 2016, y HSB recopiló aproximadamente 9 meses de datos de alta calidad pero falló en febrero del 2003.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Mensual	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la Tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y visualiza toda la superficie de la Tierra cada uno o dos días. Además proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 µm a 14.4 µm.
Resolución Espacial:	5.5 km (CMG <sup>1</sup> )		

<sup>1</sup> Un gránulo de CMG es una cuadrícula geográfica con 7.200 columnas y 3.600 filas que representan todo el mundo.

Nivel de procesamiento:	L3
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/">https://aqua.nasa.gov/</a></li> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/content/about-aqua">https://aqua.nasa.gov/content/about-aqua</a></li> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/content/instruments">https://aqua.nasa.gov/content/instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
Información acerca del producto y sus algoritmos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD11&amp;_ga=2.220178205.588851406.1621432479-1196095767.1616539115">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MOD11&amp;_ga=2.220178205.588851406.1621432479-1196095767.1616539115</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/resources/e-learning/getting-started-modis-version-6-land-surface-temperature-data-part-3-interpreting-quality-information/">https://lpdaac.usgs.gov/resources/e-learning/getting-started-modis-version-6-land-surface-temperature-data-part-3-interpreting-quality-information/</a></li> <li>▪ <a href="https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=√&amp;affiliate=all&amp;query=MYD11C3">https://nasasearch.nasa.gov/search?utf8=√&amp;affiliate=all&amp;query=MYD11C3</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MYD11C3/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MYD11C3/</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/myd11c3v006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/myd11c3v006/</a></li> <li>▪ <a href="https://ices.eri.ucsb.edu/modis/LstUsrGuide/usrguide.html">https://ices.eri.ucsb.edu/modis/LstUsrGuide/usrguide.html</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/118/MOD11_User_Guide_V6.pdf</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/119/MOD11_ATBD.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/119/MOD11_ATBD.pdf</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Comparación de los productos de temperatura superficial del mar L3 generado a partir de los sensores AVHRR y MODIS frente al Golfo San Jorge, Argentina.	Este estudio pretende generar el uso de dos metodologías para el análisis comparativo de la temperatura superficial del mar (TSM) entre los productos de las dos bases de datos satelitales.	Argentina	<a href="https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/43563">https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/43563</a>
Analysis of the Spatiotemporal Change in Land surface temperature for a Long-Term Sequence in Africa (2003-2017).	Este estudio construyó un modelo de reconstrucción basado en la serie temporal LST del espectrorradiométrico de imágenes de resolución moderada MODIS y los datos de la estación terrestre para refactorizar el conjunto de datos LST (2003- 2017), para obtener un conjunto de datos completo y continuo sobre las variaciones espacio-temporales en LST en África.	África	<a href="https://www.mdpi.com/2072-4292/12/3/488">https://www.mdpi.com/2072-4292/12/3/488</a>
Global Land Surface Temperature change (2003-2017) and its relationship with climate drivers: AIRS, MODIS, and ERA5-LAND based analysis.	Este estudio investigó los cambios a largo plazo de LST durante 2003-2017 por pixel utilizando 3 conjuntos de datos diferentes derivados de AIRS, MODIS Y ERA5. Los 3 productos a nivel mundial mostraron una tendencia alcista en el LST promedio anual durante 2003-2017, pero con variaciones espaciales considerables.	China	<a href="https://www.mdpi.com/2072-4292/13/1/44">https://www.mdpi.com/2072-4292/13/1/44</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	<b>Plataforma:</b> <a href="#">NASA EARTHDATA Search</a>
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	1. Crear una cuenta <a href="#">Earthdata Login</a>
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	2. Ingreso al sitio web con la cuenta de registro
<a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/order</a>	3. Búsqueda y selección del producto
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/</a>	4. Identificar el área o sitio de interés
	5. Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono.
	6. Selección del mosaico o gránulos que cubran el área.
	7. Generación de datos (descarga)

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO

**Código:** MYD11C3.AYYYYDDD.CCC.YYYYDDDDHHMMSS.hdf

**AAAAA:** Año y día de adquisición

**CCC:** Número de colección

**YYYYDDDDHHMMSS:** Fecha juliana de producción

**Hdf:** Formato de datos

**Ejemplo:** MYD11C3.A2021063.h10v09.006.2021068082150.hdf

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=gGoej_qOWIE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=5">https://www.youtube.com/watch?v=gGoej_qOWIE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_yJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=5</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MYD11&amp;type=C6&amp;ga=2.158867571.876871130.1622549466-784240445.1618331613">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QA_WWW/getSummary.cgi?esdt=MYD11&amp;type=C6&amp;ga=2.158867571.876871130.1622549466-784240445.1618331613</a></li> </ul>

## HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN

<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/l dope/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/l dope/</a>	LDOPE desarrolla y mantiene una serie de herramientas de software diseñadas para manipular, visualizar y analizar datos MODIS. Un subconjunto de herramientas LDOPE QA está disponible para la comunidad de usuarios para ayudar a analizar e interpretar las capas de QA Science Dataset (SDS).
<a href="https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeld=DEFAULT-THEME&amp;toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z">https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=10&amp;lat=41.9&amp;lng=12.5&amp;themeld=DEFAULT-THEME&amp;toTime=2021-05-05T22%3A17%3A19.226Z</a>	EO Browser es un servicio web fácil de dominar con una selección decente de imágenes de satélite gratis de resolución media. Una de sus ventajas es la capacidad de analizar y visualizar datos de imágenes.

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/rapid-response>

IMAGEN DEL ECUADOR

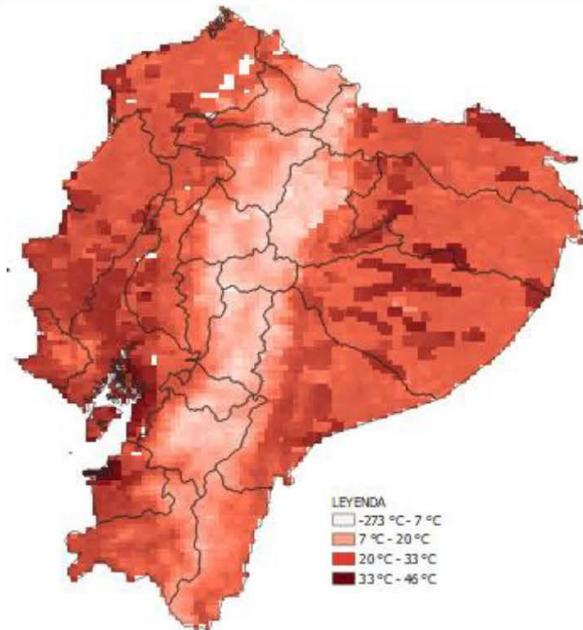
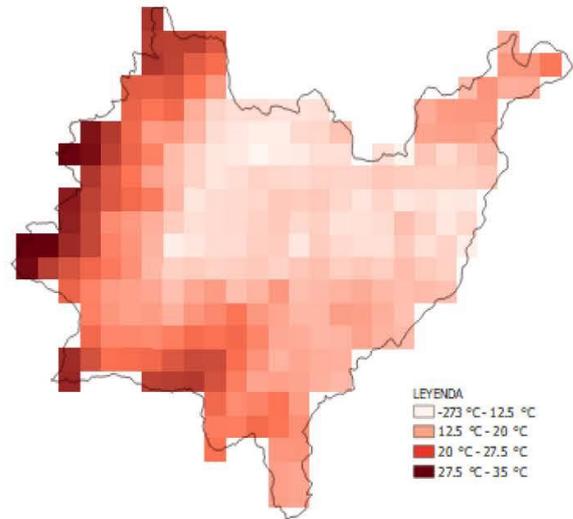


IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 11: Ficha de Cobertura de tipos de suelo-MCD12Q1

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO / SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
COBERTURA DEL SUELO (C. tipos de suelo)	Combinación Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ TERRA y Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ AQUA	18 de diciembre de 1999 (Terra) 4 de mayo de 2002 (Aqua)	MCD12Q1 v006

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** El satélite Terra es el primero del programa Earth Observing System (EOS) y forma parte de un proyecto multinacional y multidisciplinario con la participación de las agencias espaciales de EE. UU., Canadá y Japón. Terra fue el primer satélite en observar la ciencia del sistema terrestre con cinco sensores dedicados a observar la tierra, el agua y la atmósfera. Del mismo modo, Aqua es una misión satelital de las ciencias de la Tierra de la NASA llamada así por la gran cantidad de información que la misión está recopilando sobre el ciclo del agua en la Tierra. AQUA fue diseñado para una vida útil de 6 años.

**Objetivo:** El principal objetivo de la misión Terra es contribuir con las investigaciones sobre la dinámica atmosférica global y sus interacciones con la superficie terrestre y el océano. Mientras que el objetivo de Aqua es recopilar y transmitir una variedad de conjuntos de datos de alta calidad de manera global, por medio de cuatro de sus seis instrumentos AIRS, AMSU, CERES Y MODIS.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Anual	MODIS	Modis describe características que mejoran la comprensión de la dinámica y los procesos globales que ocurren en la Tierra, los océanos y la atmósfera. Consta de una franja de visualización de 2.330 km y visualiza toda la superficie de la Tierra cada uno o dos días. Además proporciona una alta sensibilidad radiométrica (12 bits) en 36 bandas espectrales con longitudes de onda de 0.4 µm a 14.4 µm adquiriendo datos en tres resoluciones espaciales :250 m , 500 m y 1 km.
Resolución Espacial:	0.05°x 0.05°		
Nivel de procesamiento	L3		
Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about">https://terra.nasa.gov/about</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/data">https://terra.nasa.gov/data</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments">https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/">https://aqua.nasa.gov/</a></li> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/content/about-aqua">https://aqua.nasa.gov/content/about-aqua</a></li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://aqua.nasa.gov/content/instruments">https://aqua.nasa.gov/content/instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/about/">https://modis.gsfc.nasa.gov/about/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/data/">https://modis.gsfc.nasa.gov/data/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/">https://modis.gsfc.nasa.gov/tools/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/">https://modis.gsfc.nasa.gov/sci_team/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/">https://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/news/">https://modis.gsfc.nasa.gov/news/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis.gsfc.nasa.gov/related/">https://modis.gsfc.nasa.gov/related/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/MODLAND_val.html?_ga=2.51074409.113773689.1623424732-784240445.1618331613">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/MODLAND_val.html?_ga=2.51074409.113773689.1623424732-784240445.1618331613</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/modis/</a></li> <li>▪ <a href="https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf">https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/aplicacionesMODIS.pdf</a></li> </ul>
<b>Información acerca de los producto y sus algoritmos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/landcover.html">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/landcover.html</a></li> <li>▪ <a href="https://www.bu.edu/lcsc/data-documentation/">https://www.bu.edu/lcsc/data-documentation/</a></li> <li>▪ <a href="https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MCD12&amp;_ga=2.243997125.113773689.1623424732-784240445.1618331613">https://modis-land.gsfc.nasa.gov/ValStatus.php?ProductID=MCD12&amp;_ga=2.243997125.113773689.1623424732-784240445.1618331613</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd12q1v006/">https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd12q1v006/</a></li> <li>▪ <a href="https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MCD12Q1/">https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MCD12Q1/</a></li> <li>▪ <a href="https://lpdaac.usgs.gov/documents/101/MCD12_User_Guide_V6.pdf">https://lpdaac.usgs.gov/documents/101/MCD12_User_Guide_V6.pdf</a></li> </ul>

## DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Evaluación de imágenes del sensor MODIS para la cartografía de la cobertura del suelo en una región altamente diversa de México	Pretende contribuir en el conocimiento sobre el tipo de datos más idóneo para generar información de cobertura de suelo, y los métodos que permiten obtener más detalle conservando una fiabilidad aceptable	México	<a href="https://www.redalyc.org/pdf/943/94319372008.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/943/94319372008.pdf</a>
Caracterización del uso/cobertura del suelo en Uruguay a partir de series temporales de imágenes MODIS	Desarrollar clasificaciones rápidas y de bajo costo del uso/cobertura del suelo en Uruguay.	Uruguay	<a href="http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2301-15482014000200011">http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2301-15482014000200011</a>
Escenarios futuros de uso de suelo para el análisis del efecto del cambio global en los recursos hídricos aplicado al acuífero de la mancha oriental	Generar escenarios de uso del suelo con horizonte al 2030, acoplando información multidisciplinar para su aplicación en los estudios del efecto potencial del cambio climático en los recursos hídricos del acuífero de la Mancha Oriental.	España	<a href="https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15479/TFM_Lenin_Henriquez_2011.pdf?sequence=1">https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15479/TFM_Lenin_Henriquez_2011.pdf?sequence=1</a>

## SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	Plataforma: <b>EARTH EXPLORER</b>
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	1.- Crear una cuenta en el sistema EROS
<a href="https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/">https://lpdaacsvc.cr.usgs.gov/appeears/</a>	2.- Ingreso al sitio web con la cuenta de registro.
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	3.- Búsqueda y selección del producto
<a href="https://opendap.cr.usgs.gov/opendap/hyrax/">https://opendap.cr.usgs.gov/opendap/hyrax/</a>	4.- Identificar el área o sitio de interés
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/</a>	5.- Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono
	6.- Selección del mosaico o gránulos que cubran el área
	7.- Generación de datos (Descarga)

## CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DE ARCHIVOS

**Código:** MCD12Q1.AYYYYDDD.hHHvVV.CCC.YYYYDDHHMMSS.hdf

**YYYYDDD :** Año y día de adquisición

**hHH :** Número de mosaico horizontal

**vVV :** Número de mosaico vertical

**YYYDDHHMMSS :** Fecha juliana de producción

**CCC :** Número de colección

**Hdf:** Formato de datos

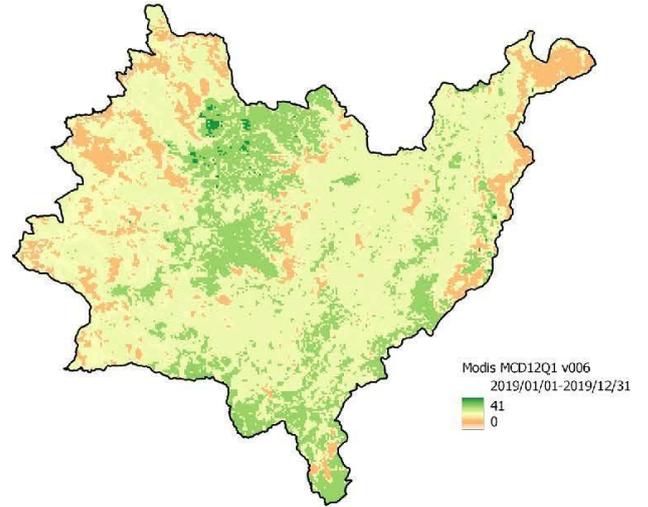
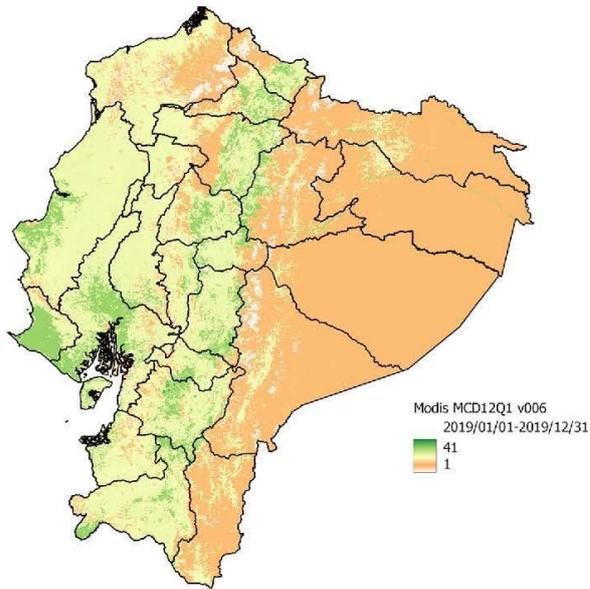
**Ejemplo:** MCD12Q1.A2020120.h10v09.006.2020120062039.hdf

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=taeHoZj0l9I&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=8">https://www.youtube.com/watch?v=taeHoZj0l9I&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=8</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QS/new/pages.cgi?name=known_issues&amp;sensor=MODIS&amp;sat=AMBAS%20COSAS">https://landweb.modaps.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/QS/new/pages.cgi?name=known_issues&amp;sensor=MODIS&amp;sat=AMBAS%20COSAS</a></li> </ul>
HERRAMIENTA DE VISUALIZACIÓN	
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/ldope/</a>	LDOPE desarrolla y mantiene una serie de herramientas de software diseñadas para manipular, visualizar y analizar datos MODIS. Un subconjunto de herramientas LDOPE QA está disponible para la comunidad de usuarios para ayudar a analizar e interpretar las capas de QA Science Dataset (SDS).

IMAGEN DEL ECUADOR

IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 12: Ficha de Cobertura de cuerpos de agua-ASTWBD

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE LANZAMIENTO DEL SATÉLITE	PRODUCTO
COBERTURA DEL SUELO (C. cuerpos de agua)	Sistema de observación de la Tierra (EOS)/ TERRA	18 de diciembre de 1999	ASTWBD v001

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** El satélite Terra es el primero del programa Earth Observing System (EOS) y forma parte de un proyecto multinacional y multidisciplinario con la participación de las agencias espaciales de EE. UU., Canadá y Japón. Terra fue el primer satélite en observar la ciencia del sistema terrestre con cinco sensores dedicados a observar la tierra, el agua y la atmósfera.

1. Advanced Space Thermal Emission and Reflection Radiometer (**ASTER**)
2. Clouds and Earth's Radiant Energy System (**CERES**)
3. Multi-angle Imaging Spectroradiometer (**MISR**)
4. Measurements of Pollution in the Troposphere (**MOPITT**)
5. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (**MODIS**)

**Objetivo:** El instrumento ASTER proporciona la próxima generación en capacidades de imágenes de teledetección en comparación con el antiguo Landsat Thematic Mapper y el escáner JERS-1 OPS de Japón.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
<b>Resolución temporal:</b>	Multianual	Visible and Near Infrared (VNIR)	Opera en tres bandas espectrales en longitudes de onda visibles e infrarrojas cercanas, con una resolución de 15 m.
<b>Resolución Espacial:</b>	0.003° x 0.003°	Shortwave Infrared (SWIR)	Opera en seis bandas espectrales en la región del IR cercano a través de un solo telescopio que apunta al nadir que proporciona una resolución de 30 m.
<b>Nivel de procesamiento:</b>	L3	Thermal Infrared (TIR).	Opera en cinco bandas en la región de infrarrojos térmicos utilizando un telescopio único, de posición fija y de nadir con una resolución de 90 m.
<b>Sitios web con información adicional del satélite y el instrumento:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about">https://terra.nasa.gov/about</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/data">https://terra.nasa.gov/data</a></li> <li>▪ <a href="https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments">https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments</a></li> <li>▪ <a href="https://asterweb.jpl.nasa.gov/">https://asterweb.jpl.nasa.gov/</a></li> </ul>	

**Información acerca del producto y sus algoritmos:**

- <https://lpdaac.usgs.gov/products/astwbdv001/>
- [https://lpdaac.usgs.gov/documents/436/ASTWBD\\_User\\_Guide\\_V1.pdf](https://lpdaac.usgs.gov/documents/436/ASTWBD_User_Guide_V1.pdf)

**DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Correcciones de una imagen satelital ASTER para estimar parámetros de vegetaciones en la cuenca del río Mirta, Aisén	Este estudio evalúa el efecto de diferentes procedimientos de corrección de una imagen satelital ASTER sobre la estimación de la fracción de cobertura vegetal (VCF) y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en la cuenca del río Mirta, localizada en la comuna de Cisnes, Región de Aisén, Chile.	Chile	<a href="https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v28n2/art09.pdf">https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v28n2/art09.pdf</a>
Comparación de Técnicas para el Mapeo de Cobertura Glaciar con Imágenes LANDSAT y ASTER en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú	En este estudio se usa dos técnicas de mapeo utilizando imágenes LANDSAT y ASTER, los mismos que han sido comparados para evaluar su efectividad	Perú	<a href="https://www.researchgate.net/publication/242100894_Comparacion_de_Tecnicas_para_el_Mapeo_de_Cobertura_Glaciar_con_Imagenes_LANDSAT_y_ASTER_en_la_Cordillera_Blanca_Ancash_Peru">https://www.researchgate.net/publication/242100894_Comparacion_de_Tecnicas_para_el_Mapeo_de_Cobertura_Glaciar_con_Imagenes_LANDSAT_y_ASTER_en_la_Cordillera_Blanca_Ancash_Peru</a>
Primera aproximación a la utilización de las Imágenes de satélite Aster para la determinación Automática la leyenda corine Land cover	Una de las pretensiones de este proyecto es la actualización de una leyenda común de usos de suelo basándose en Corine Land Cover.	Sur de Europa	<a href="http://tig.age-geografia.es//docs/XII_2/066%20-%20Guillen%20Climent%20et%20al.pdf">http://tig.age-geografia.es//docs/XII_2/066%20-%20Guillen%20Climent%20et%20al.pdf</a>

**SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES**

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	<b>Plataforma: EARTH EXPLORER</b>
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	1.- Crear una cuenta en el sistema de EROS
<a href="https://gbank.gsj.jp/madas/?lang=en">https://gbank.gsj.jp/madas/?lang=en</a>	2.- Ingreso al sitio web con la cuenta de registro.
<a href="https://ssl.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/">https://ssl.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/</a>	3.- Búsqueda y selección del producto
	4.- Identificar el área o sitio de interés
	5.- Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono
	6.- Selección del mosaico o gránulos que cubran el área
	7.- Generación de datos (Descarga)

**CONVENCIÓN DE NOMENCLATURA DEL ARCHIVO**

**Código:** ShortName.VdataVersion\_X99X99\_XXX.extension

**Ejemplo:** ASTWBD.V001\_N40W100\_XXX.tif

**Short-name:** Nombre corto del producto.

**VdataVersión:** Campo alfanumérico de tamaño fijo que indica el nivel de procesamiento, los cambios de dígito y letra final los cuales dependen del nivel de reprocesamiento del producto, ejemplo: 00A, 00B, 01B.

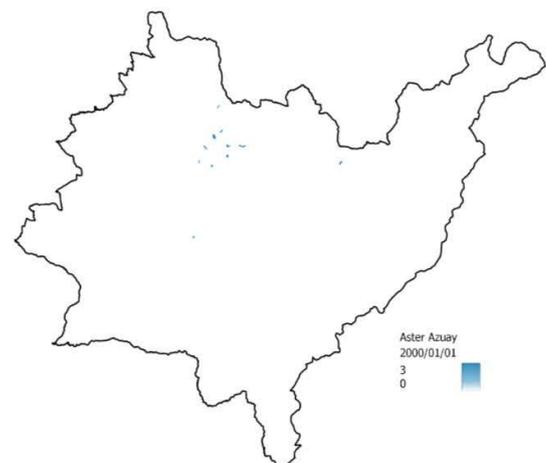
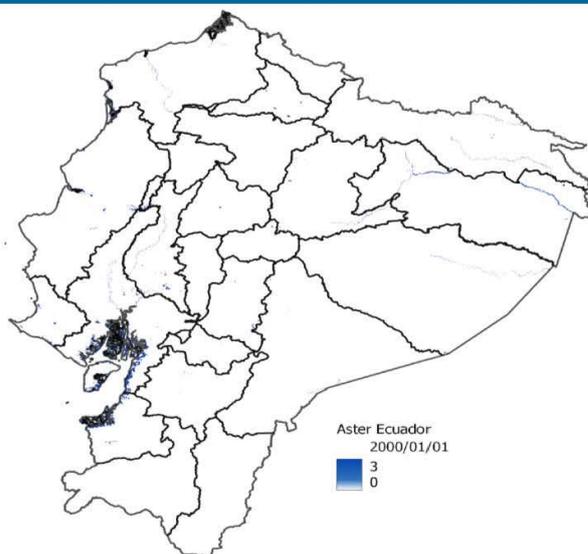
**X99X99:** Coordenadas de la imagen, el primer dato (X99) a llenar es si el hemisferio norte o sur y su latitud tomada desde el borde inferior izquierdo, y el que se encuentra posterior a este, es el hemisferio este u oeste con su longitud tomada desde el borde inferior izquierdo.

**XXX:** Tipo de archivo de datos, puede ser DEM o ATT.

**Extensión:** Indica el formato de almacenamiento del archivo.

**VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES**

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=kCX6FwagKVE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=7">https://www.youtube.com/watch?v=kCX6FwagKVE&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=7</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los datos no están libres de presentar errores, especialmente en las zonas de alta reflectividad como masas nubosas, áreas cubiertas de neblina, masas de agua, zonas encharcadas, arenales, obras asfaltadas y áreas cubiertas de hielo.</li> </ul>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<p><a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a></p>	<p>Proporciona una búsqueda en línea, visualización de navegación, exportación de metadatos y descarga de datos de satélites, aeronaves y otros inventarios de teledetección.</p>
IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY



## Anexo 13: Ficha de Cobertura arbórea-GFCC30TC

Universidad del Azuay  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Ingeniería Civil y Gerencia en Construcciones



# FICHA TÉCNICA DESCRIPTIVA

## DATOS GENERALES

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DEL PROYECTO /SATÉLITE	FECHA DE CREACIÓN DE PRODUCTO	PRODUCTO
COBERTURA DEL SUELO (C. arbórea)	Making Earth System Data Records for Use in Research Environments (MEaSURES)	27 de julio de 2018	GFCC30TC v003

## INFORMACIÓN DEL SATÉLITE

**Descripción:** NASA Earth Science Program está dedicado a promover la teledetección de la Tierra y ser pionero en el uso científico de las mediciones satelitales para mejorar la comprensión humana de nuestro planeta. MEaSURES brinda una oportunidad para que la comunidad investigadora participe en el desarrollo y generación de productos de datos, que complementan y aumentan las ciencias de la Tierra que ya están disponibles para la comunidad investigadora.

**Objetivo:** Generación de productos, la disponibilidad y la utilidad de los registros de datos del sistema terrestre (ESDR). Un ESDR se define como un conjunto unificado y coherente de observaciones de un parámetro dado del sistema de la Tierra, que está optimizado para cumplir con requisitos específicos al abordar cuestiones científicas.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

CARACTERÍSTICAS IMAGEN		INSTRUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
Resolución temporal:	Multianual	Landsat 5 Thematic Mapper (TM)	El satélite Landsat 5 orbitaba la Tierra en una órbita casi polar sincrónica con el sol, a una altitud de 705 km (438 millas), inclinada a 98,2 grados, y rodeaba la Tierra cada 99 minutos.
Resolución Espacial:	0.003° x 0.003°	Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM +)	El sensor Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM +) a bordo del satélite Landsat 7 ha adquirido imágenes de la Tierra de forma casi continua desde julio de 1999, con un ciclo de repetición de 16 días
Nivel de procesamiento	Nivel 3		

Sítios web con información adicional del satélite y el instrumento:

- [https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-4-5-thematic-mapper-tm-level-1-data?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-4-5-thematic-mapper-tm-level-1-data?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)
- [https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-7-enhanced-thematic-mapper-plus-etm?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-7-enhanced-thematic-mapper-plus-etm?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)

**Información acerca del producto y sus algoritmos:**

- <https://lpdaac.usgs.gov/products/gfcc30tcv003/>
- [https://lpdaac.usgs.gov/documents/145/GFCC\\_User\\_Guide\\_V1.pdf](https://lpdaac.usgs.gov/documents/145/GFCC_User_Guide_V1.pdf)
- [https://lpdaac.usgs.gov/documents/146/GFCC\\_ATBD.pdf](https://lpdaac.usgs.gov/documents/146/GFCC_ATBD.pdf)
- [https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1540118694-LPDAAC\\_ECS.html](https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1540118694-LPDAAC_ECS.html)

**DISTINTOS USOS EN LA INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	PAÍS DE REFERENCIA	ENLACE
Distribución espacial y cobertura arbórea de los bosques de laderas y quebradas en Uruguay: los desafíos del mapeo de ecosistemas irregulares	Este estudio evalúa la distribución espacial del «bosque serrano y de quebrada», una formación parcheada y en transición con los pastizales serranos, utilizando imágenes de Landsat (30x30 m) de 2014 y 2015, e imágenes de alta resolución de Google Earth.	Uruguay	<a href="http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2301-15482019000200135&amp;lng=es&amp;nrm=iso">http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S2301-15482019000200135&amp;lng=es&amp;nrm=iso</a>
Finer-Resolution Mapping of global Land Cover: Recent Developments, Consistency analysis and prospects.	Los objetivos de este estudio fueron (1) revisar los desarrollos recientes relacionados con los productos actuales GLC de resolución fina, (2) comparar los mapas GLC de 30 m disponibles y cuantificar su consistencia espacial, y (3) resumir las tendencias y perspectivas para mapeo GLC de alta resolución.	China	<a href="https://spj.sciencemag.org/journals/remotesensing/2021/5289697/#references">https://spj.sciencemag.org/journals/remotesensing/2021/5289697/#references</a>
Environmental cooling provided by urban trees under extreme heat and cold waves in U.S. cities.	Este estudio presenta la capacidad de enfriamiento de los árboles urbanos en respuesta a los extremos térmicos en las ciudades de los Estados Unidos contiguos.	Estados Unidos	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425719301154?via%3Dihub">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425719301154?via%3Dihub</a>

**SITIOS WEB DE DESCARGA DE IMÁGENES**

SITIOS WEB	PROCESO DE DESCARGA DE UN SITIO
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	Plataforma: <b>EARTH EXPLORER</b>
<a href="https://search.earthdata.nasa.gov/search">https://search.earthdata.nasa.gov/search</a>	1.- Crear una cuenta en el sistema EROS
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/daac2diskscripts/</a>	2.- Ingreso al sitio web con la cuenta de registro.
<a href="https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/">https://lpdaac.usgs.gov/tools/data-pool/</a>	3.- Búsqueda y selección del producto
	4.- Identificar el área o sitio de interés
	5.- Delimitación del sitio de interés por medio de un polígono
	6.- Selección del mosaico o gránulos que cubran el área
	7.- Generación de datos (Descarga)

## VISUALIZACIÓN Y LIMITACIONES

ENLACE TUTORIAL DEL PROCESO DE DESCARGA	LIMITACIONES DEL PRODUCTO
<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=aXhQI8LMZNo&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=10">https://www.youtube.com/watch?v=aXhQI8LMZNo&amp;list=PLHDGRN7ZhE_vJM97stWoDZ_A23FLXuzn4&amp;index=10</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este producto al utilizar imágenes Landsat 7 nos presenta problemas de bandeo, aunque no es un problema severo genera líneas inclinadas con ausencia de información.</li> </ul>
HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN	
<p><a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a></p>	<p>Proporciona búsqueda en línea, visualización de navegación, exportación de metadatos y descarga de datos de satélites, aeronaves y otros inventarios de teledetección.</p>
IMAGEN DEL ECUADOR	IMAGEN DE LA PROVINCIA DEL AZUAY

