

# INTRODUCCIÓN A LOS DEM A PARTIR DE PLATAFORMAS ESPACIALES CON FINES AERONÁUTICOS:

CARACTERÍSTICAS, FUENTES Y USOS

RLA/06/901 – Segundo Taller de Implantación PANS-OPS (PANS-OPS/2)  
Lima, Perú, 18 al 22 de septiembre de 2017

Ing. Jorge Taramona Perea  
Maestría en Física  
Inspector de Navegación Aérea

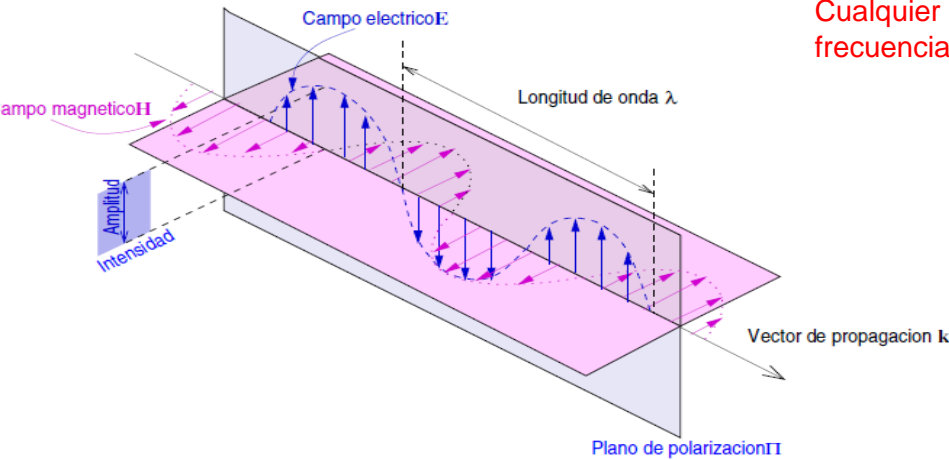
# CONTENIDO

- FISICA DE LA TELEDETECCION
- PLATAFORMAS SATELITALES PARA GENERACIÓN DE DEM
- SENSORES OPTICOS VS SENSORES RADAR
- MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN DEL TERRENO
- DEM: CARACTERISTICAS
- DEM: RESOLUCIONES
- COMPARACIÓN DE DEM POR SRTM, ÁSTER VNIR, ALOS PALSAR, CURVAS DE NIVEL DEL IGN – PERÚ
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

## ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Cualquier señal EM se puede expresar como la suma de señales EM con frecuencias dadas



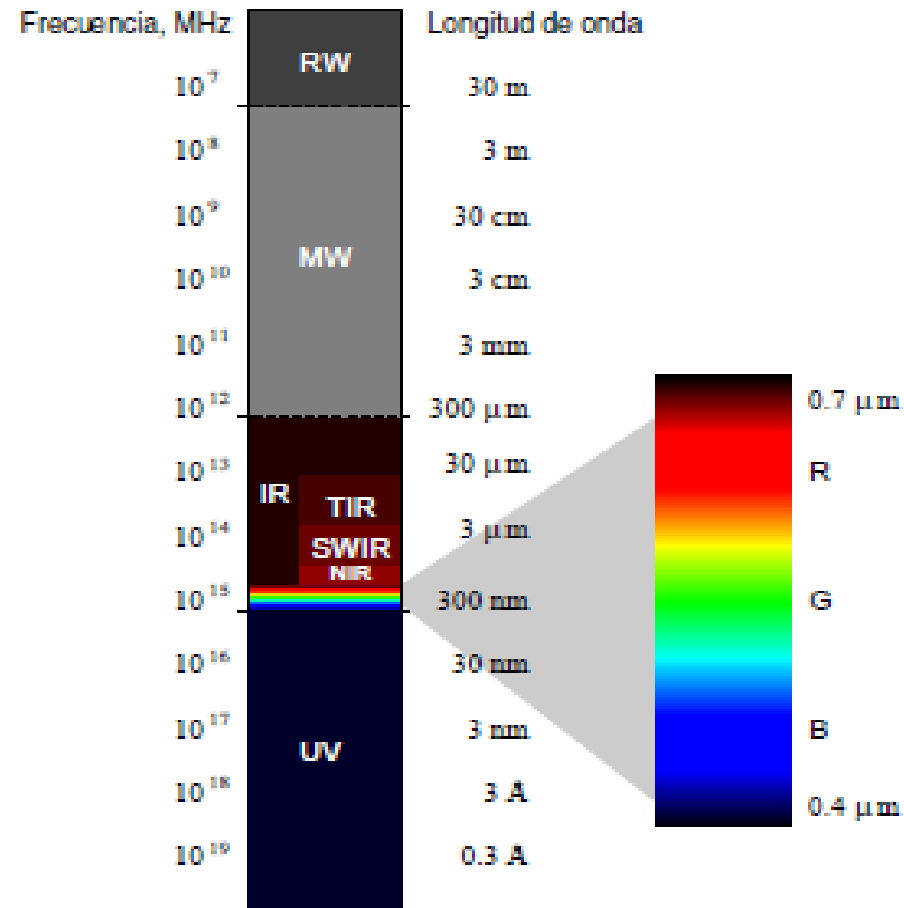
$$\mathbf{E}(\mathbf{x}, t) = \sum_{\nu} \mathbf{E}_{\nu}(\mathbf{x}) \cos(2\pi\nu t + \phi_{\nu})$$

- visible

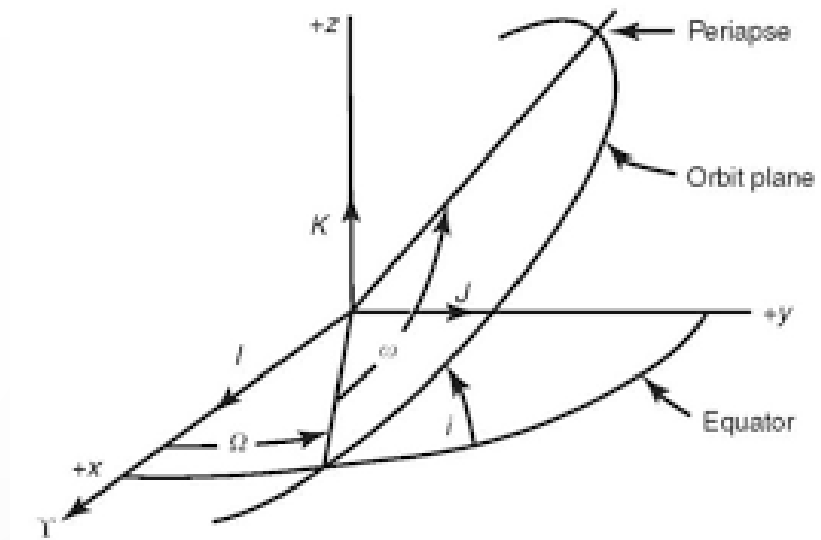
- infrarrojo

- ▶ infrarrojo cercano (NIR)
- ▶ infrarrojo medio (SWIR)
- ▶ infrarrojo lejano/térmico (TIR)
- ▶ ...

- Microondas (RADAR)



# DEM: CARACTERÍSTICAS ORBITALES



SRTM DEM



ASTER DEM

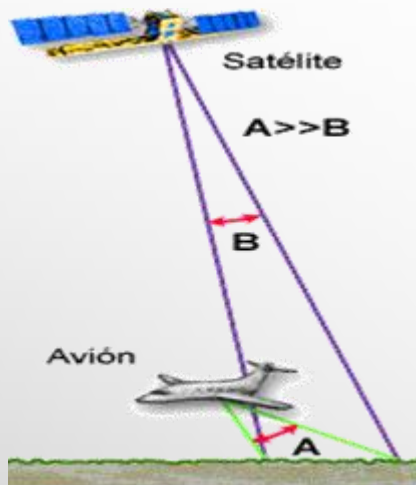


ALOS PALSAR DEM

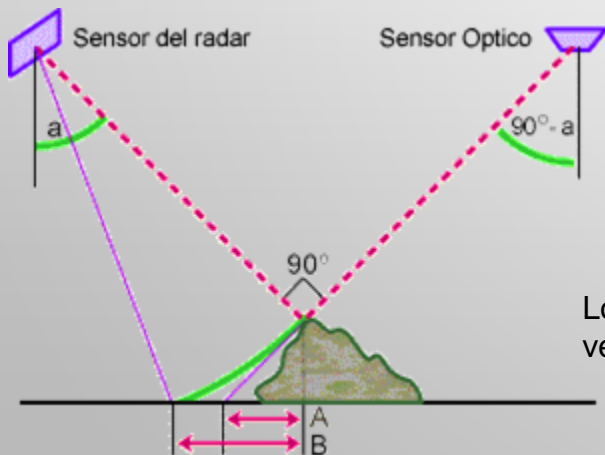
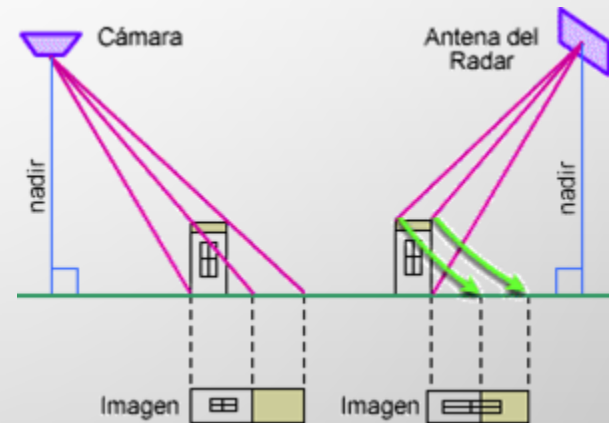


# SENSORES ÓPTICOS VS RADAR

Debido a su mayor altitud, los **ángulos de incidencia** de los satélites varían menos que los ángulos de incidencia de sistemas aerotransportados. Esto conduce a una iluminación más uniforme en imágenes de satélite que en imágenes de radar aerotransportadas.

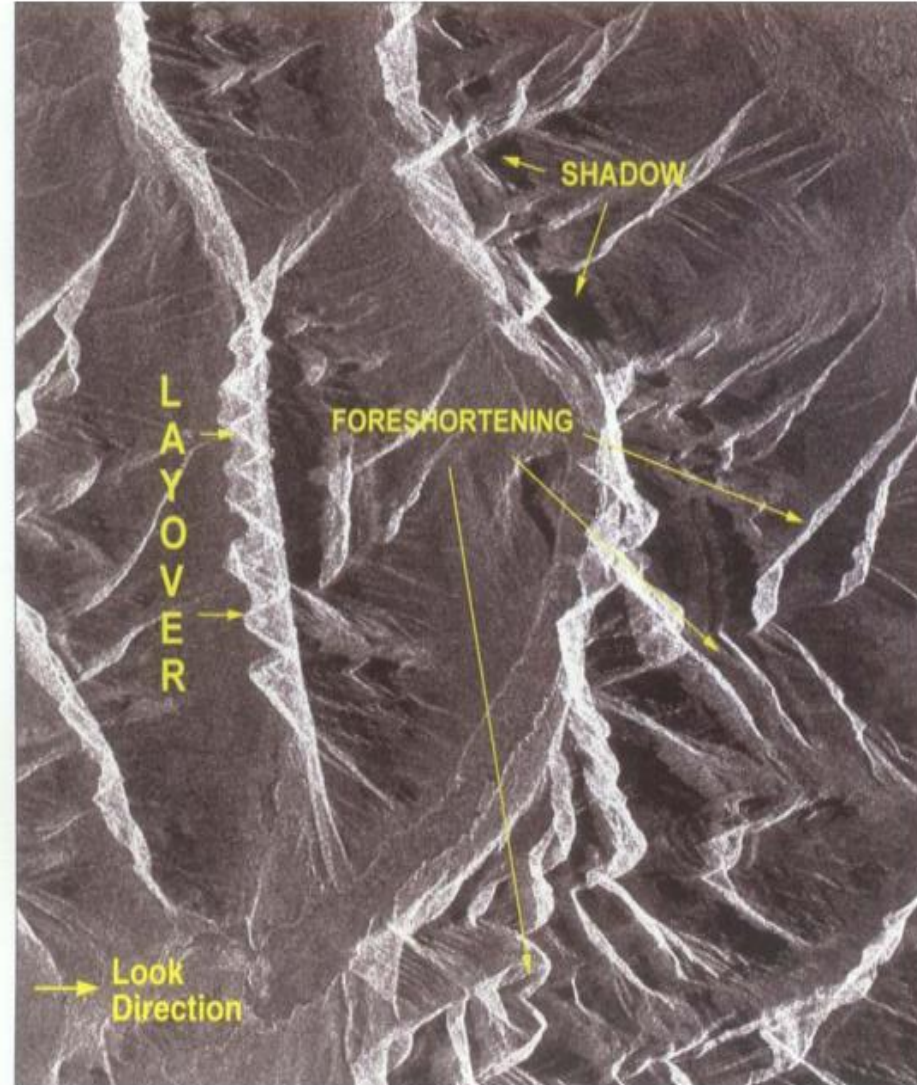
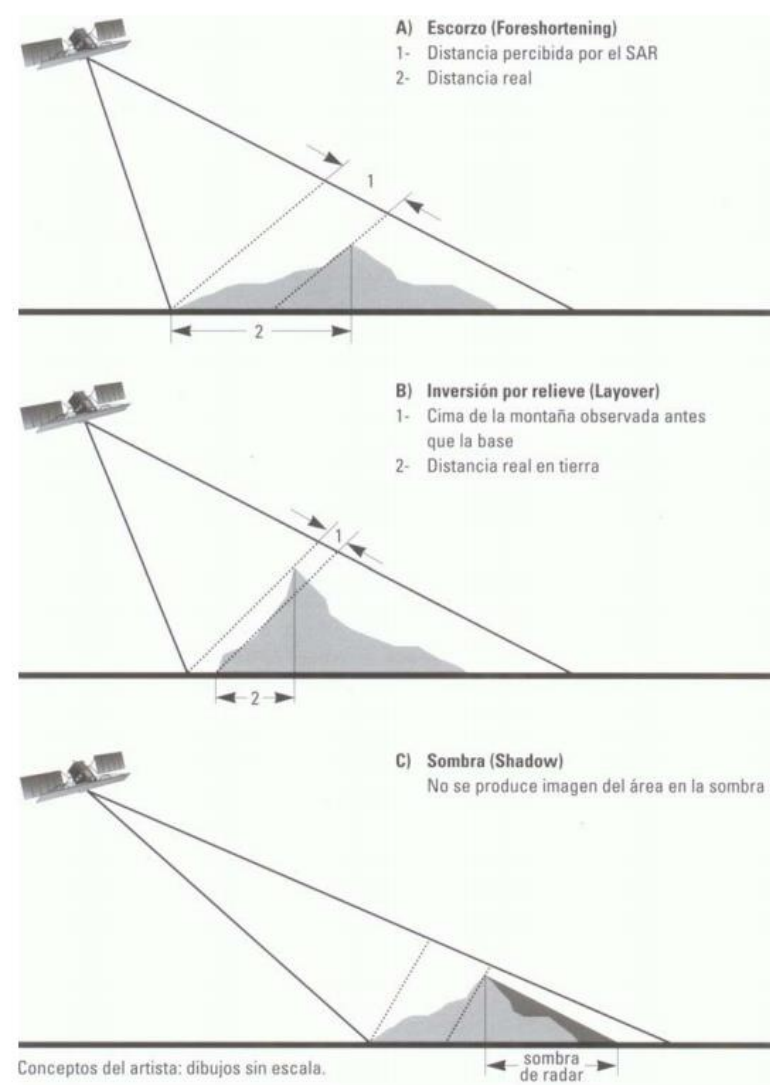


En las **imágenes radar** las partes altas de una estructura pueden reflejar las señales antes que la base, así el desplazamiento del relieve se acerca hacia el nadir. En vez de alejarse como los hacen los satélites cámara.



Los **desplazamientos del relieve** ocurren de forma opuesta en vez de hacer la sombra normal de un satélite de cámara.

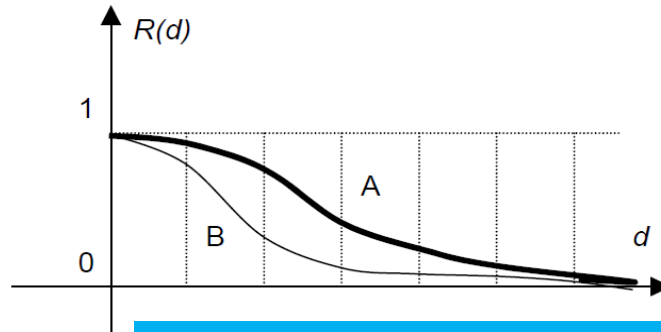
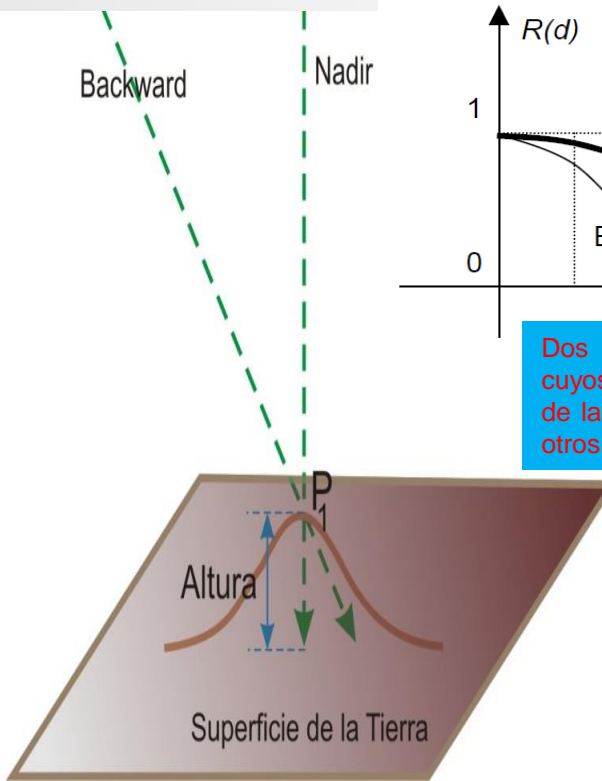
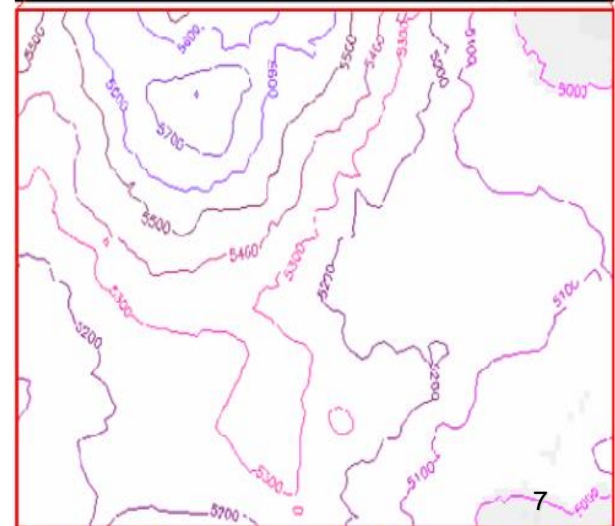
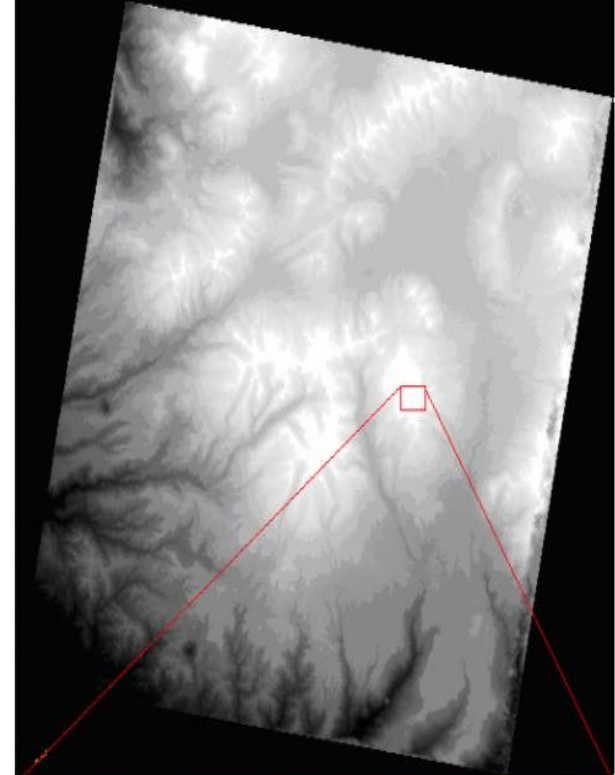
# EFFECTOS DEL RELIEVE DEL TERRENO EN LA GEOMETRÍA DE VISADA



# Modelos de Elevación Digital

Un modelo es un objeto o un concepto que es usado para representar algo más. Es una realidad a escala y que es convertida a una forma que podamos comprender (Meyer, 1985).

Un modelo de elevación digital (DEM) es un modelo digital o representación 3D de la superficie de un terreno - comúnmente para un planeta (incluyendo la Tierra), la luna o un asteroide - creado a partir de datos de elevación del terreno, Wikipedia.



Dos funciones de correlación automática, cuyos valores disminuyen con un aumento de la distancia entre puntos de 1 a 0, (Li y otros, 2004).

Los continentes ocupan alrededor de unos 150 millones de km<sup>2</sup>, aproximadamente un 29.2% de la superficie terrestre

DEM extraído a partir de imágenes ASTER con sus respectivas curvas.

# DEM: CARACTERÍSTICAS

## SRTM DEM

- 90M RESOLUCIÓN
- ALCANCE GLOBAL
- BAJO EN ERROR VERTICAL
- NO AFECTADO POR NUBES (MICROONDAS VEN A TRAVÉS DEL ATMÓSFERA)
- 4 VERSIONES, LA ÚLTIMA SIENDO LA MEJOR

## ASTER DEM

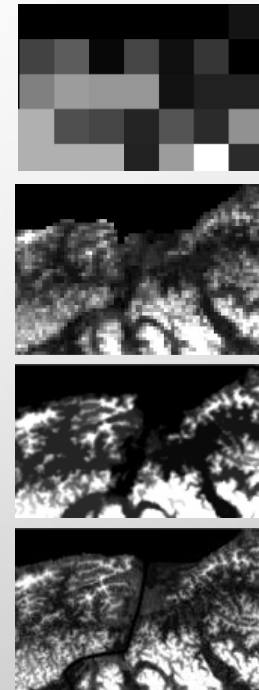
- 30M RESOLUCIÓN
- ALCANCE DE ESCENA SATELITAL
- ALTO EN ERROR VERTICAL
- AFECTADO POR NUBES (ONDAS ÓPTICAS REFLEJAN EL ATMÓSFERA)
- TANTAS VERSIONES COMO HAY ESCENAS SATELITALES

Pero la elevación es un constante sobre tiempo, ¿verdad?

Pensar: cuerpos de agua

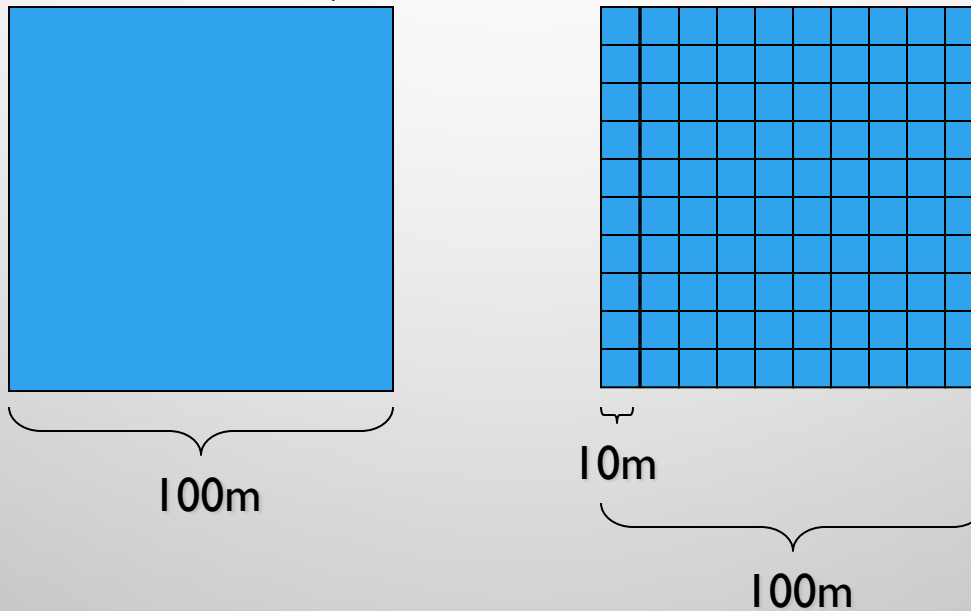
# DEM: FUENTES Y RESOLUCIONES

- Diferentes versiones de varias fuentes y resoluciones
  - GTOPOGlobal Topographic Data, 30" (~1 km)
  - SRTM
    - Shuttle Radar Topography Mission, 90m
  - ASTER GDEM
    - DEM derivado por el sensor "Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer," 30m
  - ALOS PALSAR
    - The Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR)

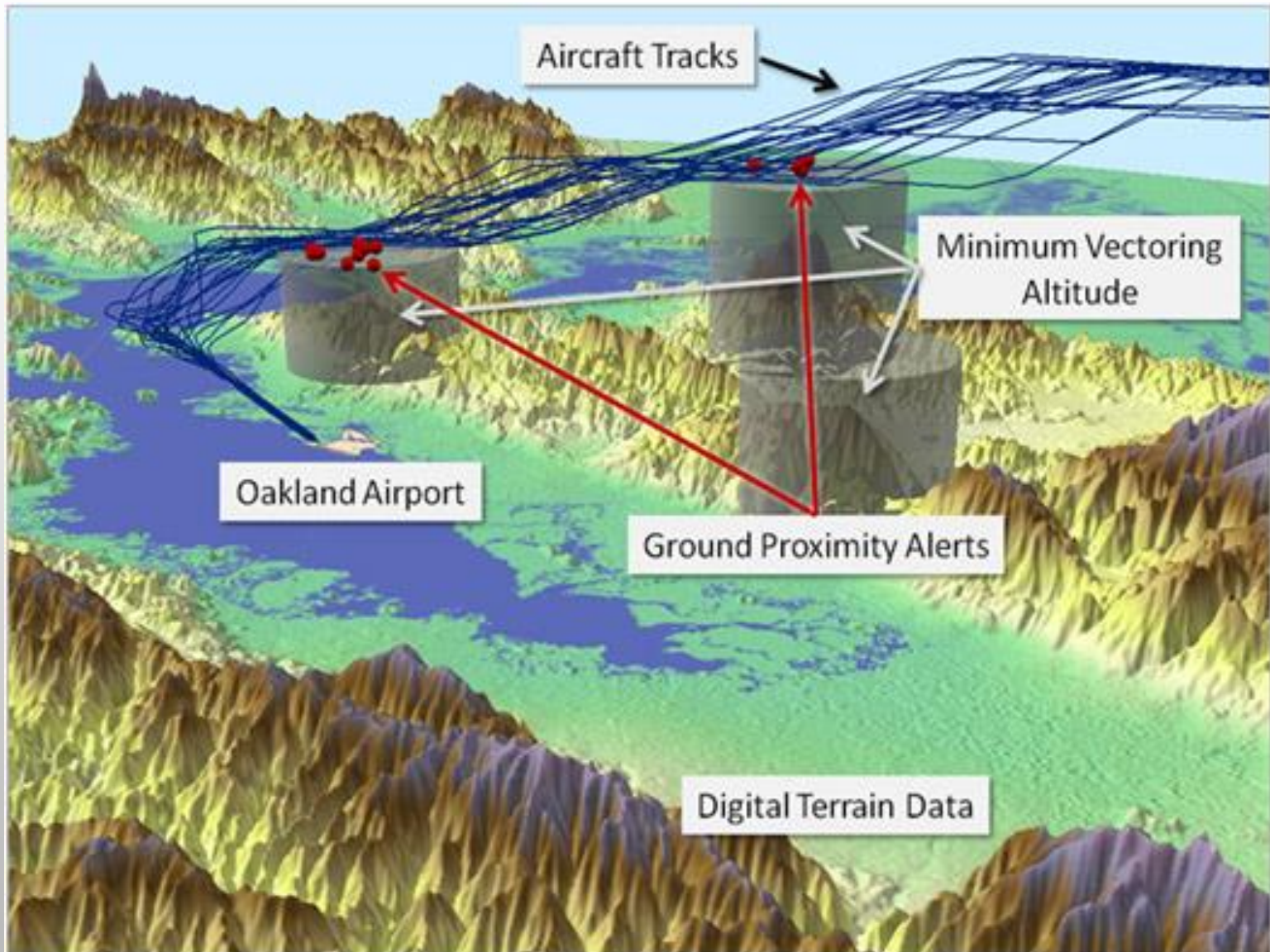


# LECCIÓN RÁPIDA EN RESOLUCIÓN ESPACIAL

- LA DIFERENCIA ENTRE UNA RESOLUCIÓN ESPACIAL DE 100M Y DE 10M NO ES UN FACTOR DE 10, SINO UN FACTOR DE  $10^2 = 100$



# DATOS ELECTRÓNICOS DEL TERRENO Y OBSTÁCULOS ETOD (CONCEPTO)



# PROCESAMIENTO DE MODELOS DE ELEVACION DIGITAL

## Descarga MINEDU: CURVAS DE NIVEL IGN

<http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>

### Software para procesamiento

- ArcGis
- QGis
- ENVI + IDL

Descarga de información espacial del MED  
Aplicativo para la descarga de instituciones educativas, centros poblados y cartografía base - Versión 2.0.

Opciones

- Locales Escolares e Instituciones Educativas

- Locales escolares.  
Pueden ser de 2 tipos según su fuente de procedencia:
  - Locales escolares urbanos, en principales ciudades, que son ubicadas según su dirección en base a planos de gobiernos regionales, municipalidades, cartografía urbana del INEI y a través de imágenes satélite.
  - Locales escolares rurales, que son georreferenciados (GPS) por el MINEDU desde el año 2010.

Formato: cobertura espacial tipo shape (\*.shp)

- Padrón de instituciones educativas asociados a los locales escolares ubicados.  
Instituciones educativas por código modular que deben vincularse a los locales escolares con el campo "CODLOCAL".  
Formato: dBase (\*.dbf)

Descarga de Locales Escolares  
Actualizado al 30/12/2016

Centros Poblados  
Cartografía Base  
Leyenda

Nombre 33-s :: AREQUIPA  
Zona 19  
Haz click para descargar la hoja 33-s.zip

Google

MED Datos de mapas ©2017 Google 20 km L Terminos de uso

10:02 a.m.  
28/08/2017

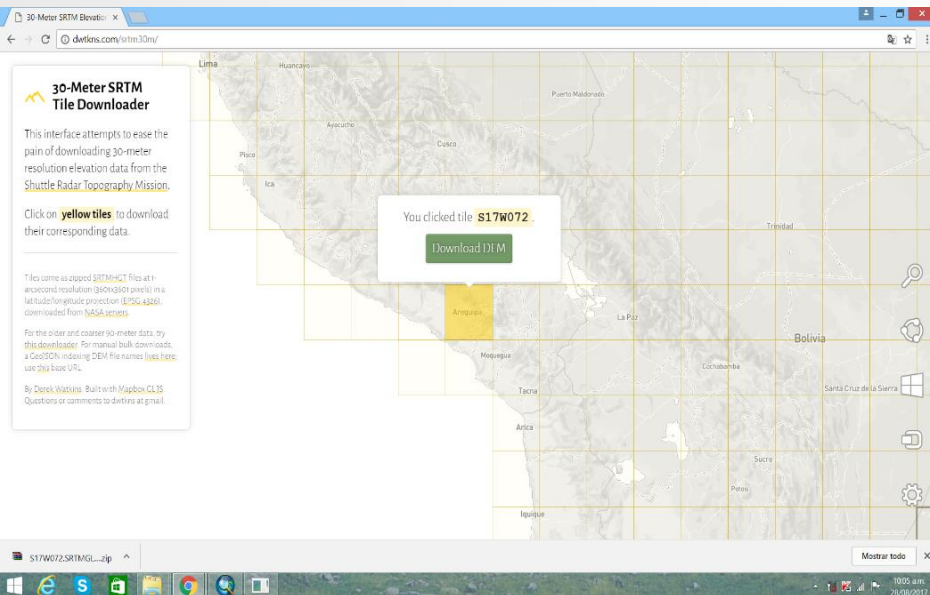
# DESCARGA: GDEM ASTER

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

The image displays two overlapping screenshots of the EarthData Search website. The top screenshot shows the search interface with a map of Peru and Bolivia. The search bar contains the text "Type any topic, collection, or place name". The left sidebar lists "Browse Collections", "Features" (Map Imagery, Near Real Time, Subsetting Services), "Keywords", "Platforms", and "Instruments". The bottom screenshot shows the "EARTHDATA LOGIN" page. It includes a "Username" field, a "Password" field, and "LOG IN" and "REGISTER" buttons. A "REGISTER FOR A PROFILE" button is located at the bottom. A text box explains that the Earthdata Login provides a single mechanism for user registration and profile management for all EOSDIS system components (DAACs, Tools, Services). It also states that EOSDIS data are openly available to all and free of charge except where governed by international agreements. The bottom of the page features a "Report a metadata problem" button and a "Learn More" link. The footer includes "Earthdata Access: A Section 508 accessible alternative" and "U.S. - USA.gov". The system tray at the bottom shows the date and time as 08:00 p.m. on 29/08/2017.

## DESCARGA: SRTM-30 m

<http://dwtkns.com/srtm30m/>



**30-Meter SRTM Tile Downloader**

This interface attempts to ease the pain of downloading 30-meter resolution elevation data from the Shuttle Radar Topography Mission. Click on **yellow tiles** to download their corresponding data.

You clicked tile **S17W072**.  
[Download DIM](#)

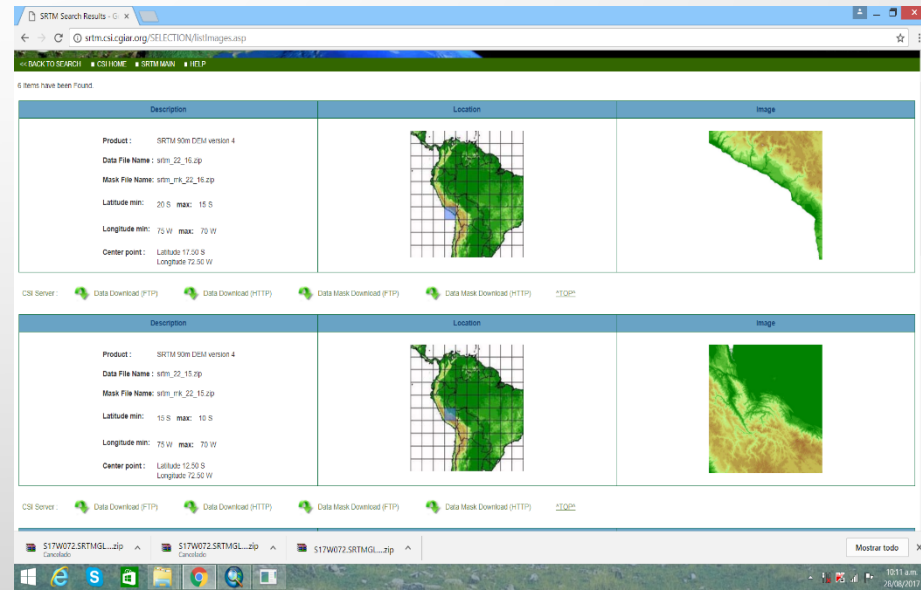
Tiles come as zipped SRTM-HGT files at 1 arc-second resolution (30m x 30m pixels) in a latitude/longitude projection (EPSG:4326), downloaded from NASA servers.

For the older and coarser 90-meter data, try [90m downloads](#). For manual bulk downloads, a [GeoJSON](#) indexing DEM file names lives here, use this base URL.

By Derek Watkins. Built with Mapbox GLJS. Questions or comments to [dwt@dwtkns.com](mailto:dwt@dwtkns.com).

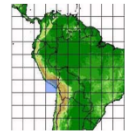
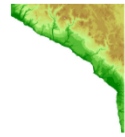
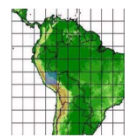
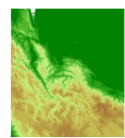
## DESCARGA: SRTM-90 m

<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>



SRTM Search Results

6 items have been found:

Description	Location	Image
<b>Product:</b> SRTM 90m DEM version 4 <b>Data File Name:</b> srtm_22_15.zip <b>Mask File Name:</b> srtm_rh_22_15.zip <b>Latitude min:</b> 20.5 max: 15.5 <b>Longitude min:</b> 75 W max: 70 W <b>Center point:</b> Latitude: 17.50 S Longitude: 72.50 W		
<b>Product:</b> SRTM 90m DEM version 4 <b>Data File Name:</b> srtm_22_15.zip <b>Mask File Name:</b> srtm_rh_22_15.zip <b>Latitude min:</b> 15.5 max: 10.5 <b>Longitude min:</b> 75 W max: 70 W <b>Center point:</b> Latitude: 12.50 S Longitude: 72.50 W		

CSI Server: [Data Download \(FTP\)](#) [Data Download \(HTTP\)](#) [Data Mask Download \(FTP\)](#) [Data Mask Download \(HTTP\)](#) [CSIP](#)

## DESCARGA: ALOS-PALSAR

<https://vertex.daac.asf.alaska.edu/#>

The screenshot displays the Vertex ASF's Data Portal interface. The main content area shows details for a specific dataset:

- Dataset:** ALOS
- Granule:** ALPSRP212396850
- Granule Details:** ALOS PALSAR
  - Acquisition Date: 2010-01-19
  - Beam mode: FBS
  - Path: 103
  - Frame: 6850
  - Ascending/Descending: Ascending
  - Polarization: HH
  - Off Nadir Angle: 34.3°
  - Faraday rotation: -0.10°
  - Absolute Orbit: 21239
  - Frequency: L-Band

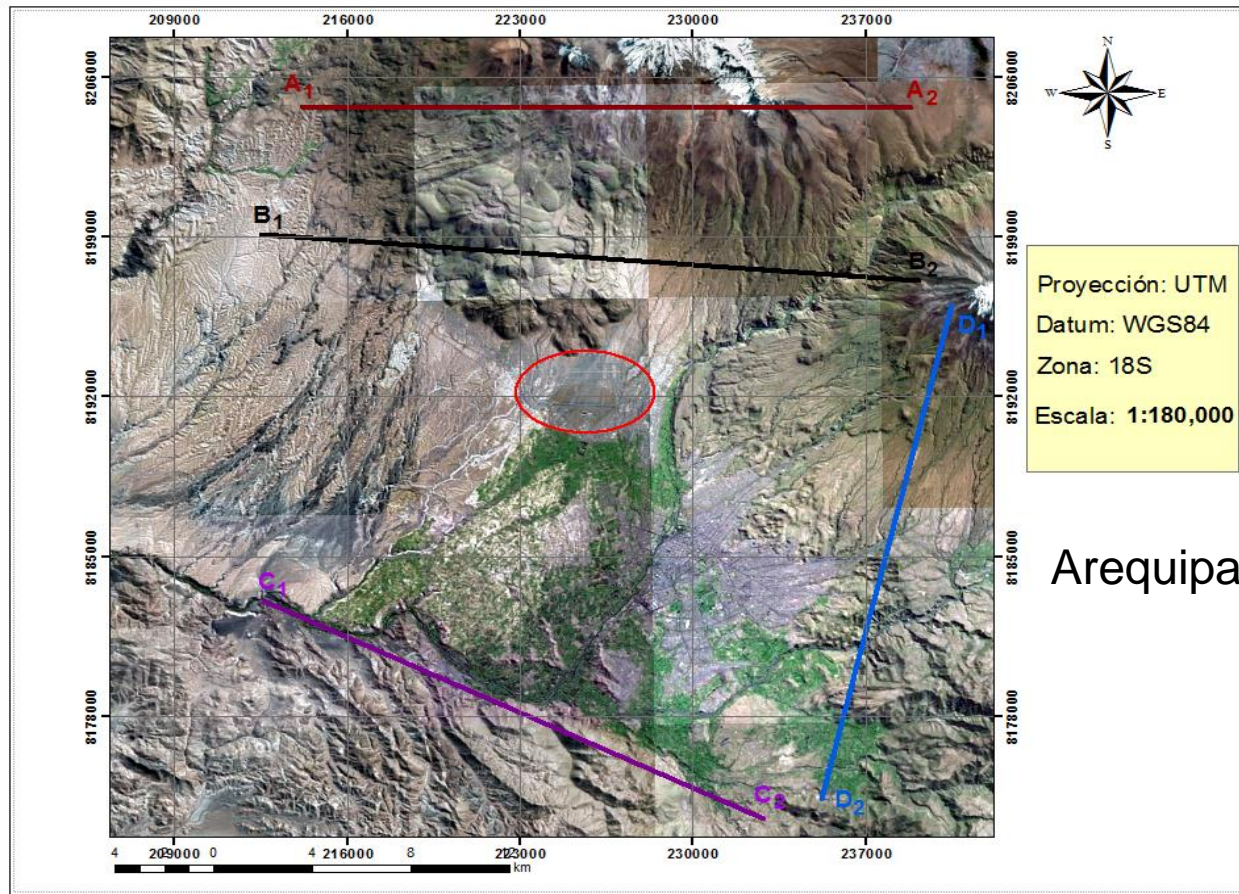
Below the details, there is a section for **Products** with download options:

- Level 1.0 (433.89 MB) [Queue] [Download]
- Level 1.5 Image (183.60 MB) [Queue] [Download]
- Hi-Res Terrain Corrected (265.35 MB) [Queue] [Download]
- Low-Res Terrain Corrected (53.94 MB) [Queue] [Download]
- GoogleEarth KMZ (6.25 MB) [Queue] [Download]

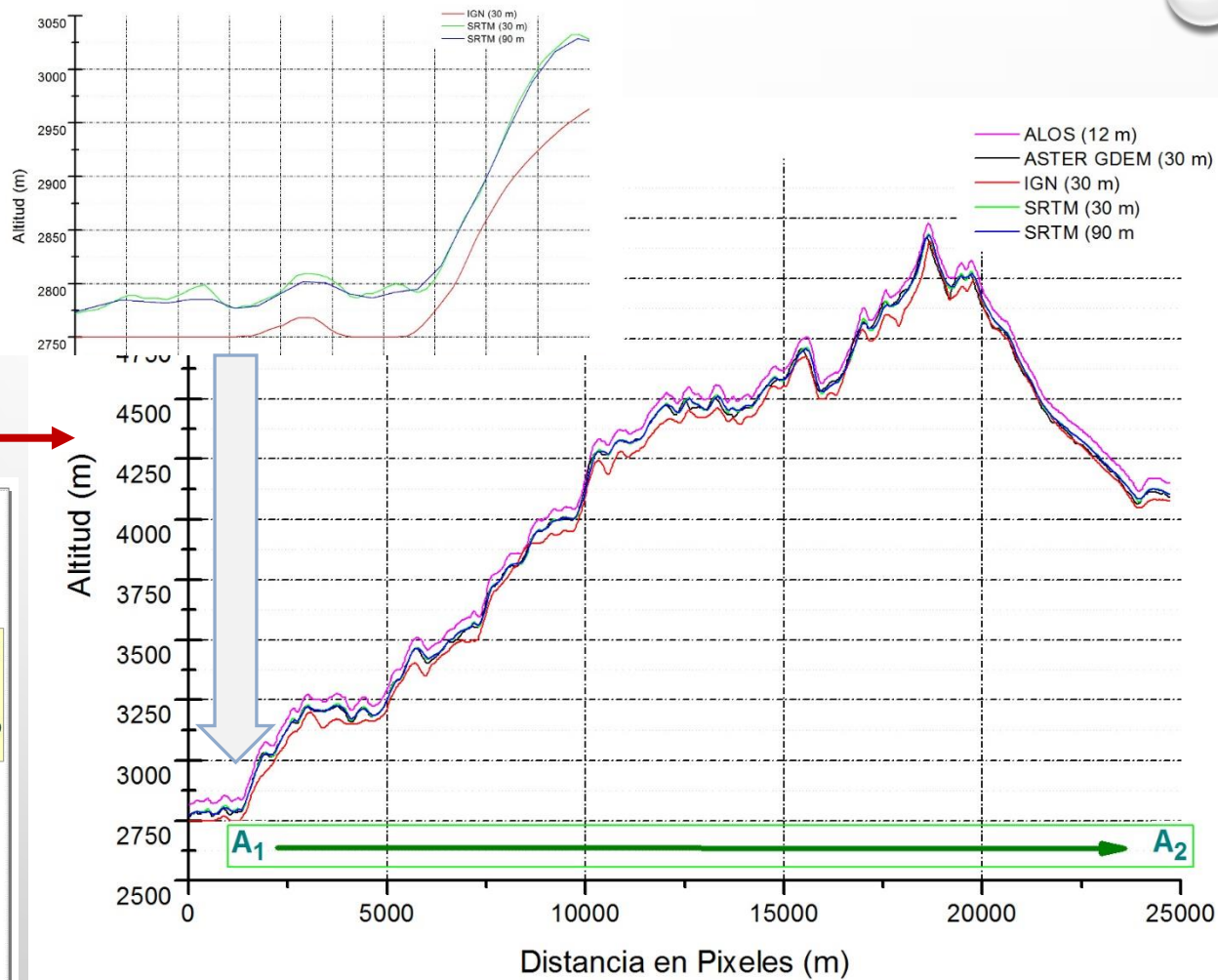
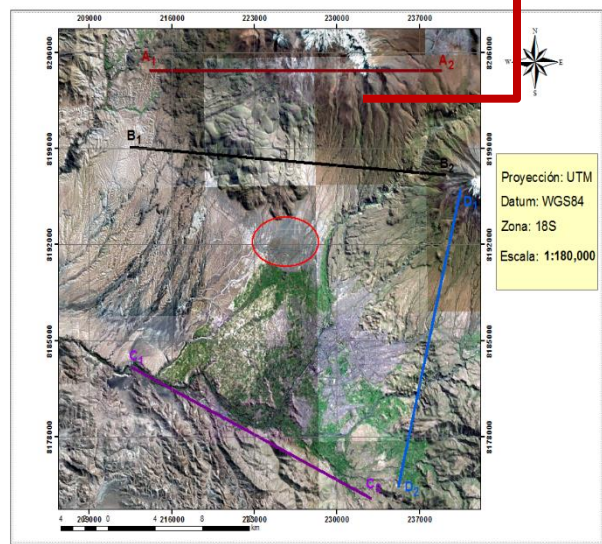
A central image shows a grayscale terrain map with the text "Full Resolution Browse Image" below it. At the bottom of the modal, there are buttons for "View in Baseline Tool..." and "Dismiss".

The background interface includes a search bar, filters for "Geographic Region" and "Date", and a list of search results on the right side. The NASA logo and copyright information are visible at the bottom left.

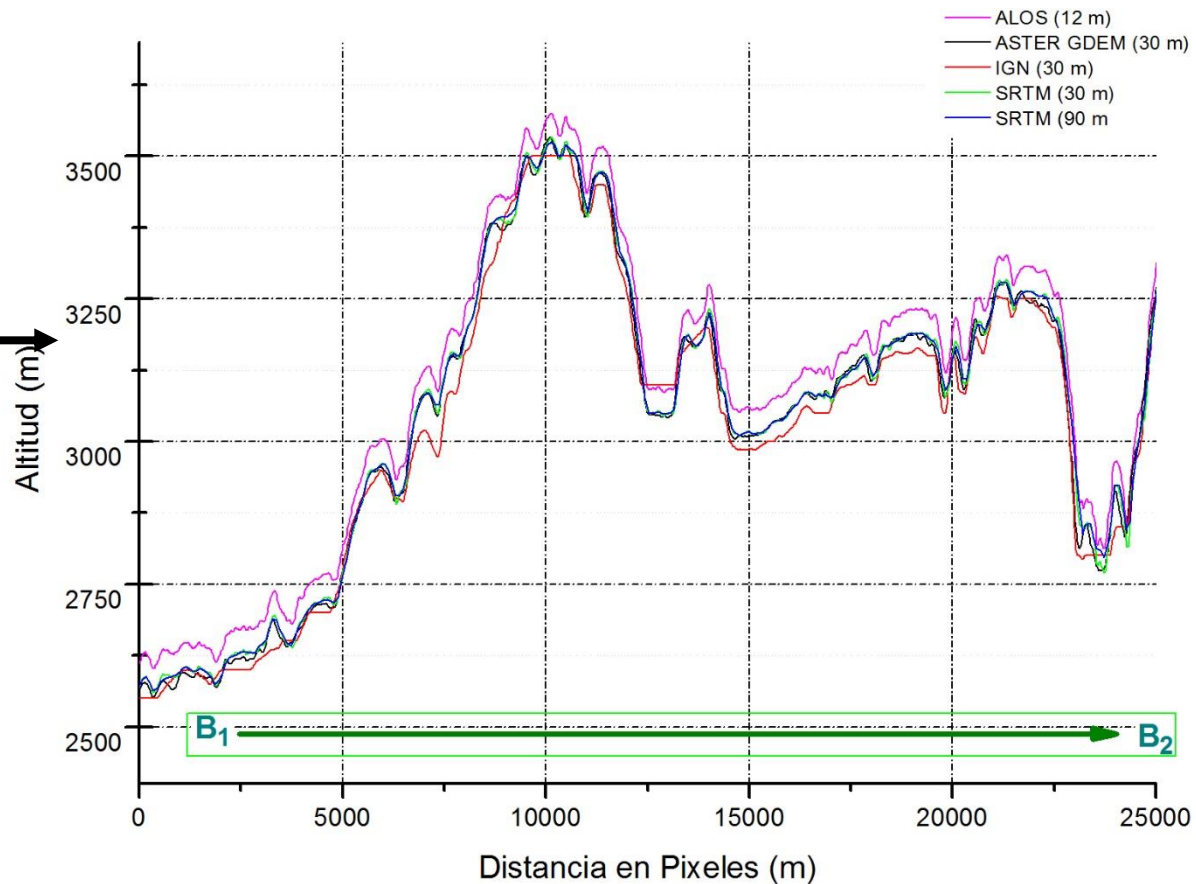
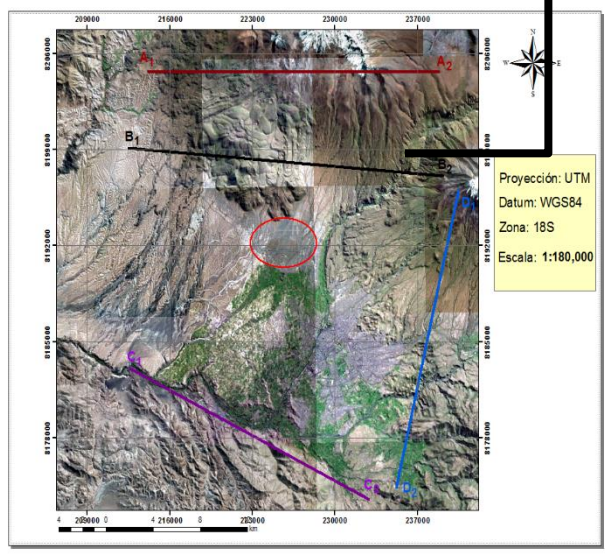
# TRANSECTAS PARA CALCULAR PERFILES DE ALTURA SEGÚN PÍXEL



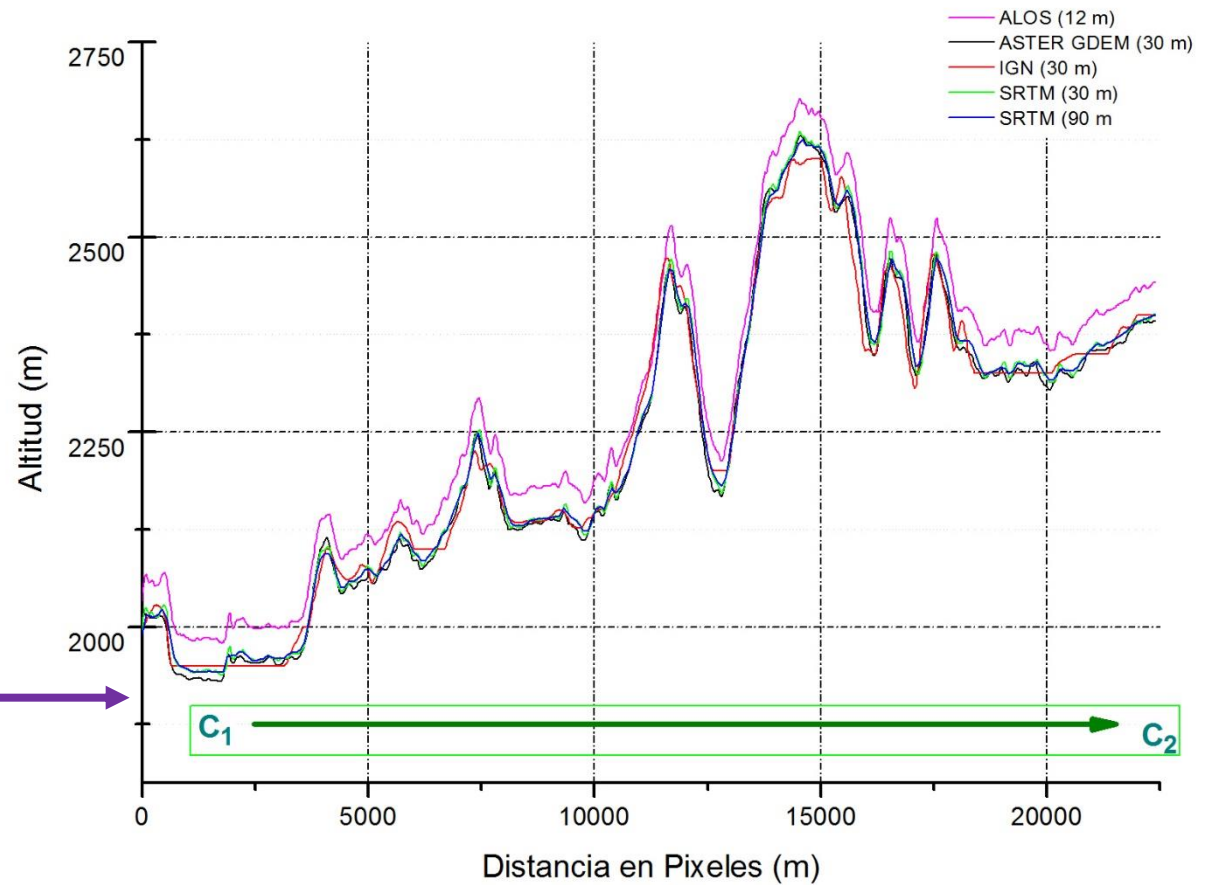
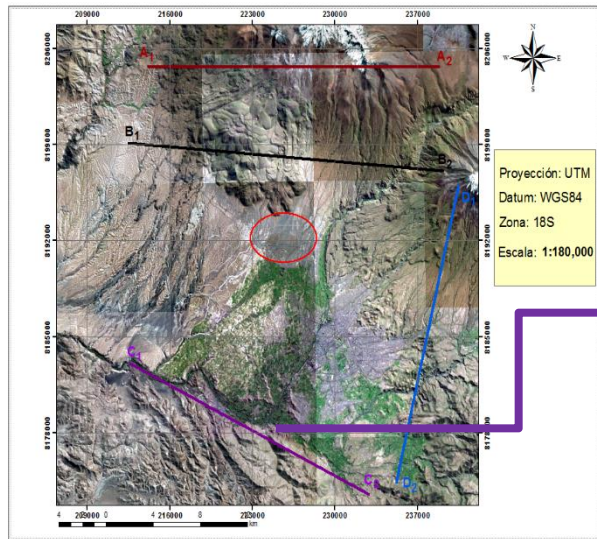
# Transecto de $A_1 \rightarrow A_2$



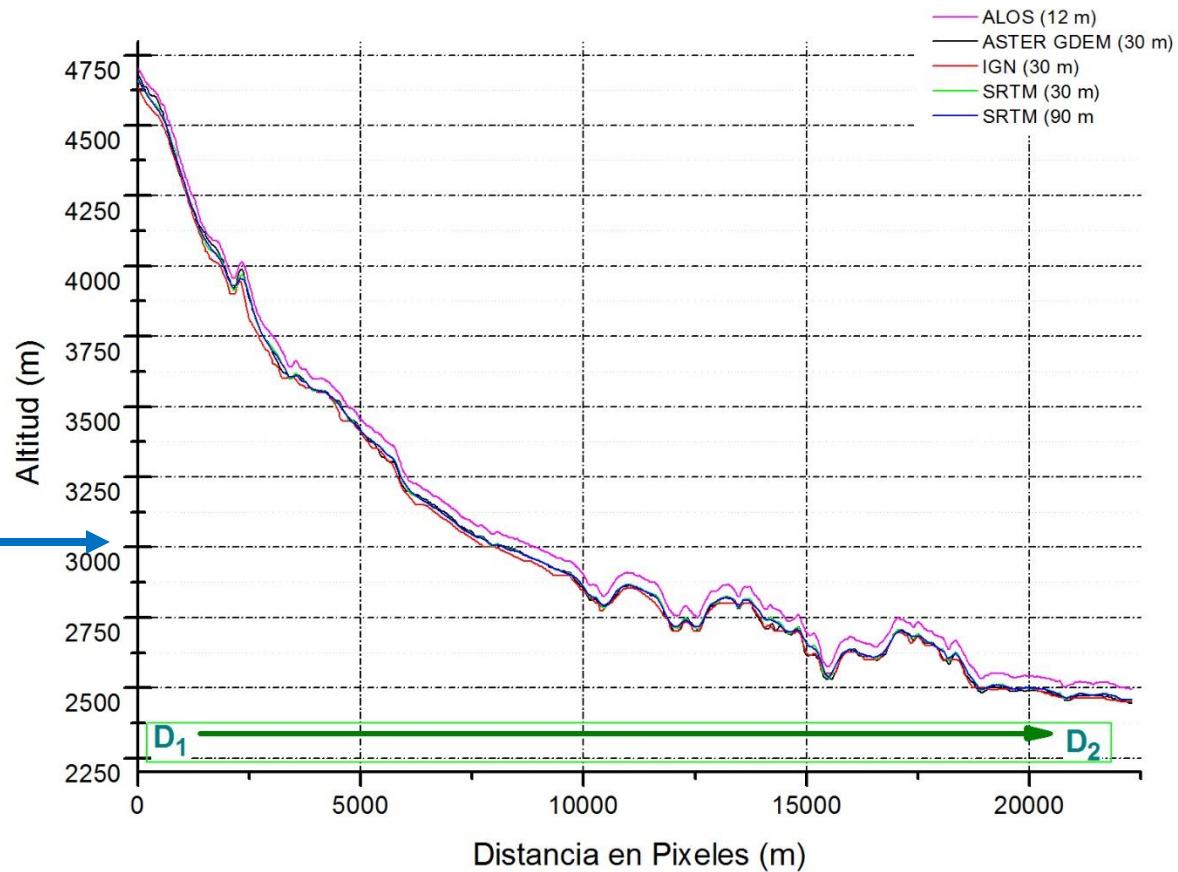
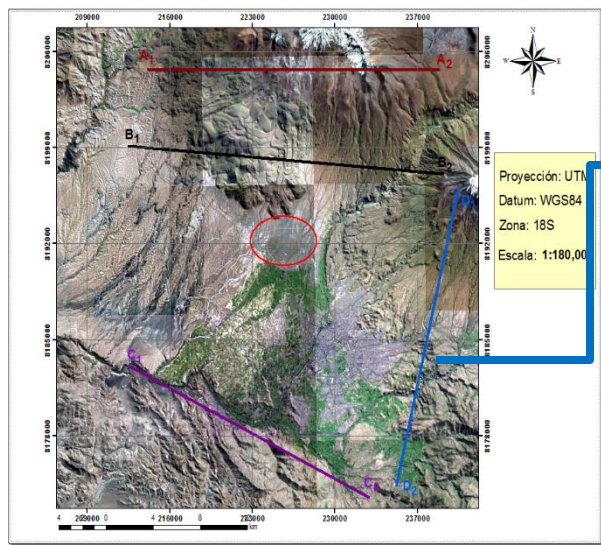
# Transecto de $B_1 \rightarrow B_2$



# Transecto de $C_1 \rightarrow C_2$

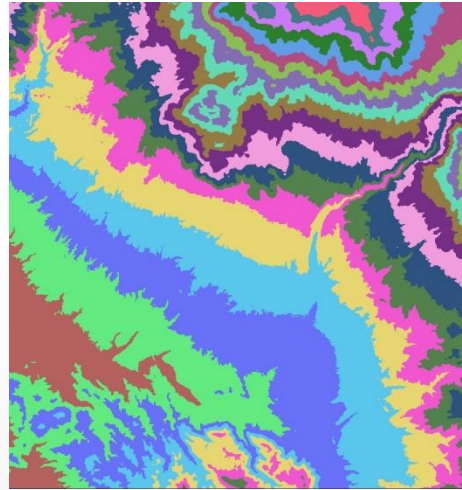


# Transecto de $D_1 \rightarrow D_2$





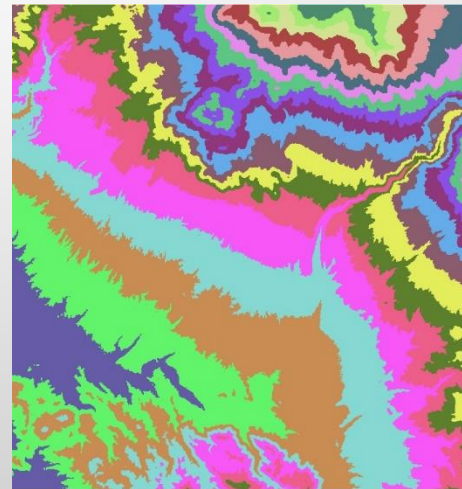
**IGN**



**ASTER  
GDEM**



**SRTM  
30m**



**ALOS  
PALSAR**

## Cuadro de datos máximo y mínimos de diferentes DEM para los transectos elegidos

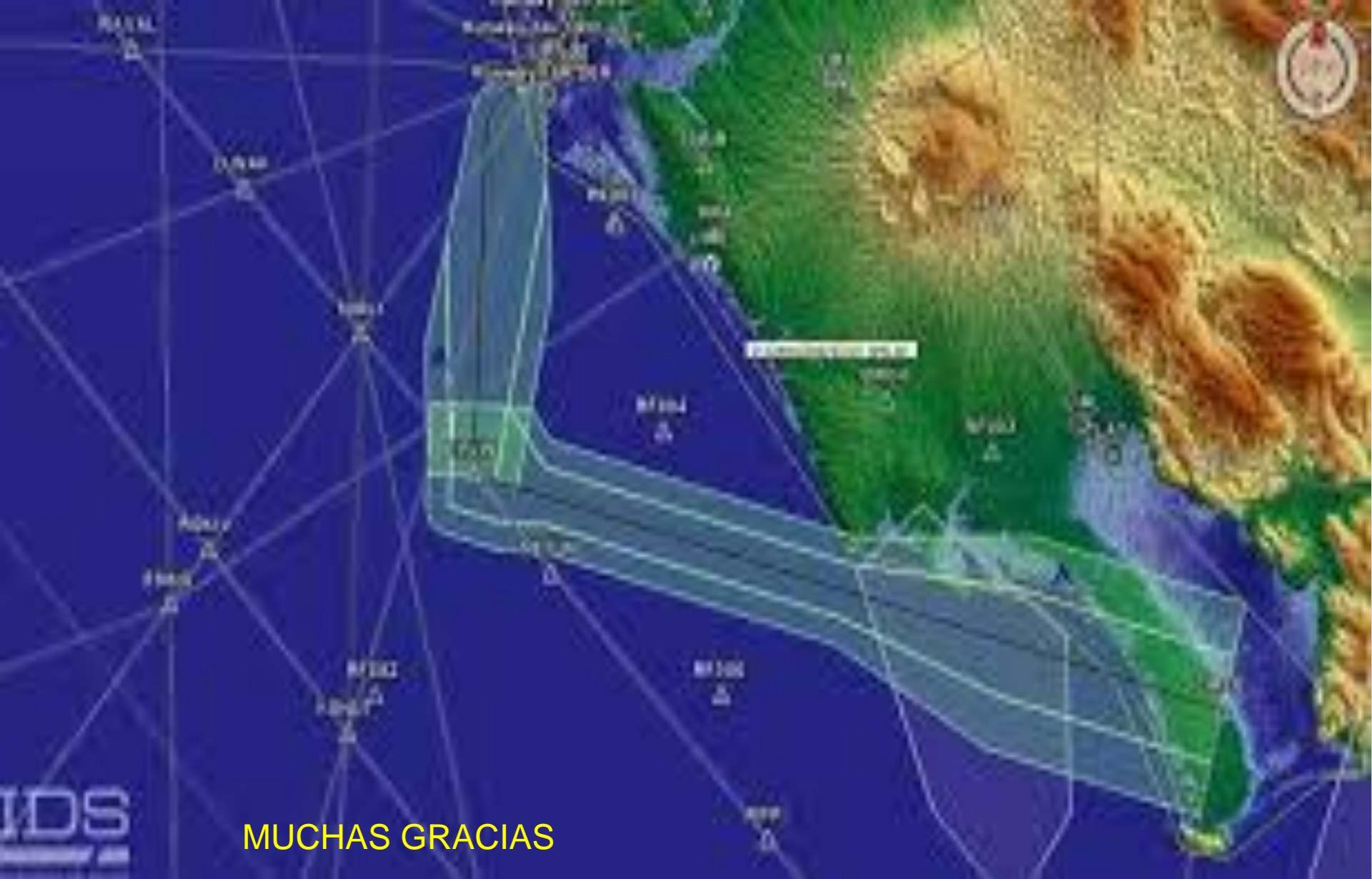
DEM	Resolución espacial	Altura Máxima	Altura Mínima	Altura Máxima Corregida	Altura Mínima Corregida
IGN	30 m	5918 m	1800 m	---	----
ALOS	12 m	6030 m	1818 m	6030 m	1820 m
GDEM ASTER	30 m	6053 m	1761 m	6053 m	1769 m
SRTM	30 m	6069 m	1774 m	6069 m	1778 m
SRTM	90 m	5965 m	1792 m	5965 m	1793 m

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las plataformas satelitales INSAR tienen la ventaja de poder trabajar en casi cualquier condición atmosférica, esencialmente no es afectada por la nubosidad en relación a las imágenes ópticas.
- Las plataformas RADAR pueden trabajar, tanto de noche como de día, mientras que, los sistemas ópticos trabajan con la luz diurna.
- La misión SRTM de la NASA, con participación la DLR de Alemania y al ASI de Italia, es única, puesto que fue llevada en un transbordador espacial, que vuela a nivel sub-orbital (235km de altura) y además es tripulado, lo que hoy prácticamente es imposible de llevar a cabo.
- Los sistemas ópticos, cuyas imágenes se distribuyen de forma gratuita, estudiadas aquí, tienen ciertas limitaciones, tal como las mencionadas arriba, sin embargo, en condiciones atmosféricas con cobertura nubosa tenue, ofrecen buenos productos. A Los sistemas INSAR, como el SRTM pueden sufrir distorsiones debido a la propagación de ondas a esas frecuencias, y además su procesamiento suele ser muy complejo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (cont.)

- Se recomienda llevar a cabo un análisis de transectos como el descrito en esta presentación, y tratar de combinar los productos, tanto INSAR como ópticos, así como el análisis de vecinos para hacer las correcciones necesarias, mediante proceso de filtrado de ruidos y así poder obtener elevaciones del terreno confiables. Si se requiere mayor precisión, o hay dudas, será necesario una verificación en campo mediante algún relevamiento geodésico de detalle.
- Finalmente, cabe enfatizar, que el procesamiento y tratamiento de imágenes es una tarea especializada, y que requiere mucho conocimiento de física, de geografía, y de matemáticas (matrices, algebra vectorial y análisis funcional), así como mucha experiencia del especialista.



**MUCHAS GRACIAS**

Fuente: [https://www.idscorporation.com/wp-content/uploads/2017/07/FPDAM\\_Sample-Standard-Instrument-Departure-1024x544.jpg](https://www.idscorporation.com/wp-content/uploads/2017/07/FPDAM_Sample-Standard-Instrument-Departure-1024x544.jpg)