

APLICACIONES DE LA TELEDETECCIÓN, EN LA IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL VOLCÁNICO

Robinson Villanueva

Remote Sensing, Natural Resources and Environment & Centro de Estudios Superiores de Materias Primas CESMAT
resenaren_ger@speedy.com.pe; rvillanuevan@unmsm.edu.pe

RESUMEN

Este trabajo de investigación, llevado a cabo en la zona denominada “valle de los volcanes”, (15°32'S; 72°19' W) Arequipa, Perú, a través del procesamiento adecuado de datos satelitales y las técnicas de teledetección ha permitido: identificar materiales volcánicos, construir modelos de elevación digital, discriminar productos volcánicos, evaluar imágenes de emisividad y temperatura y discriminar rocas a través de perfiles espectrales.

Palabras claves: lava, cono piroclástico, Formación Andahua, Teledetección, imágenes de emisividad.

ABSTRACT

This work of investigation, carried out in the denominated zone "valle de loss volcanes" (15°32'S 72°19' W), Arequipa, Peru , through the suitable processing of satellite data and the techniques of Remote Sensing has allowed: to identify volcanic materials, to construct Digital Elevation Models, to discriminate volcanic products, to evaluate images of emissivity and temperature and to discriminate rocks through its spectral profiles.

Key words: *lava, pyroclastic cone, Andahua Formation, Remote Sensing, emissivity images.*

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA

Los grandes terremotos que sacuden los Andes, son debido a movimientos discontinuos de la placa de Nazca. Estos movimientos telúricos a menudo, se producen en las mismas regiones, en consecuencia, se puede decir que aunque remota, existe cierta relación entre volcanismo y terremoto.

Un volcán, es el resultado de una o varias erupciones pasadas, cuyos productos se han acumulado alrededor del cráter y en sectores de dominio de la actividad volcánica, esta particularidad da lugar a que, las imágenes generadas por los satélites o sistemas aerotransportados nos muestren una perspectiva particular de estos recursos y el impacto que, sobre ella, ejercen los seres humanos y la misma naturaleza. El binomio, teledetección - volcanismo, es una herramienta que permite estudiar y prevenir catástrofes naturales generados por terremotos cuyo origen esté relacionado con zonas de subducción

DATOS Y METODOLOGIA

La metodología empleada, consistió de las siguientes etapas: búsqueda de información y datos satelitales en formato digital, ortorectificación, conversión de los números digitales a reflectancia relativa, corrección de los efectos atmosféricos, topográficos e instrumentales, agrupamiento de las bandas VNIR, SWIR y TIR en un único archivo, aplicación de algoritmos e interpretación de los resultados.

CIERTAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA REGION

El valle de Andagua, conocido como “valle de los volcanes” se ubica a unos 20Km al ENE del nevado de Coropuna. El valle lo constituyen conos de escorias y lava cuyas edades varían desde el pre-Holoceno hasta algunos cientos de años (Venturelli et al., 1976; de Silva & Francis, 1990; Hoempler, 1962, 1969).

Geomorfológicamente, las estructuras de la región muestran pendientes extremadamente escarpadas que algunas de las lavas descendieron, produciendo en su recorrido delgados corredores estrechos de este material.

En términos petrográficos, las lavas juveniles suelen ser basaltos-andesitas (Venturelli et al., 1978) con contenido de SiO₂ que varían desde 54,5 a 59,65%. Entre los óxidos se distinguen a la magnetita e ilmenita.; en los domos de lava se muestra el olivino de tipo magnesiano.

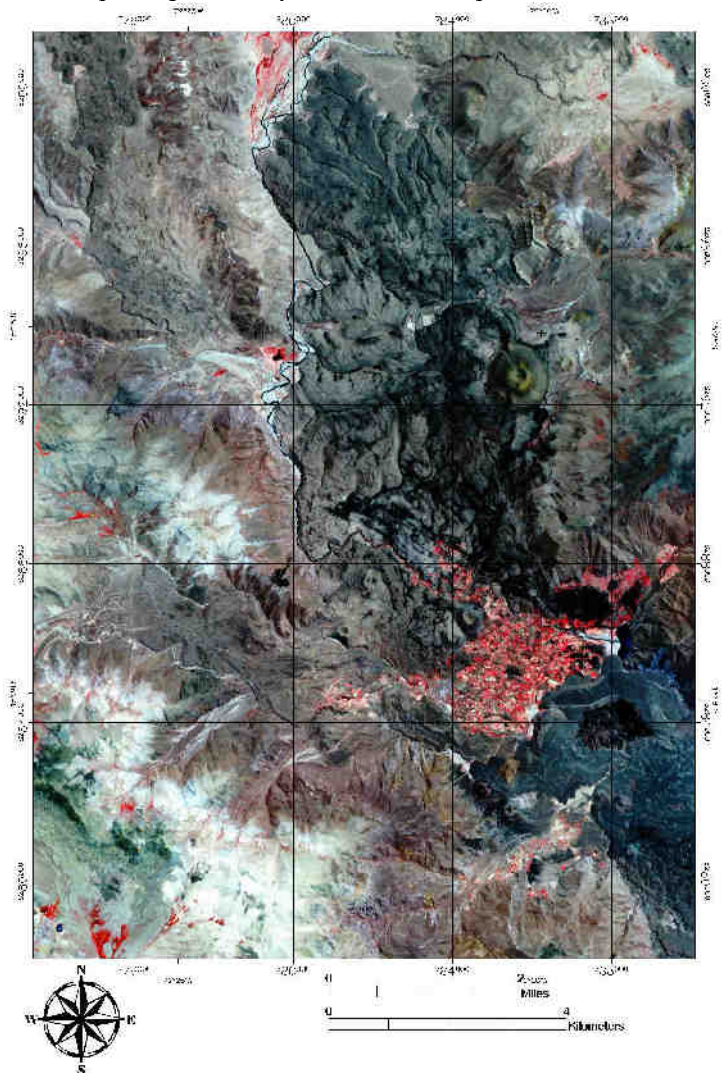
En cuanto a la mineralogía de los productos de erupción, estudiados petrográficos han constatado que las lavas juveniles constan esencialmente de plagioclasas, cuya composición varía desde una oligoclasa (An₂₆) hasta una labradorita (An₆₂). Se observan piroxenos y anfíboles. Las micas son constituidas de biotitas. Los olivinos son de tipo magnesianos y entre los óxidos podemos diferenciar a la magnetita e ilmenita.

PROCESAMIENTO

En la etapa de pre-procesamiento se han eliminado y minimizado los errores instrumentales y de datos (uso de programas de cómputo).

En la etapa de procesamiento se han utilizado diversos algoritmos, desde combinaciones de bandas hasta procesos avanzados.

Figura 1: Imagen CIR.
Se puede diferenciar claramente los cráteres de los volcanes, las lavas, estructuras circulares y litología, la vegetación se observa en tonos rojos.



SEPARACIÓN EMISIVIDAD/TEMPERATURA (TES):

Los valores estimados de la compensación atmosférica: $L_d(\lambda)$, radiación atmosférica del cielo normalizado (downwelling) y $L_u(\lambda)$, radiación de la superficie terrestre (upwelling). Estas estimaciones, se utilizan para separar los efectos de la temperatura y de la emisividad.

Este fenómeno de separación es un problema verdadero porque:

- 1) para cualquier medida espectral de n bandas hay $n + 1$ valores desconocidos (es decir, *las emisividades* y la temperatura);
- 2) los efectos de temperatura y emisividad son no lineales en el componente superficial de la emisión;
- 3) cuando el blanco (target) es parcialmente reflexivo, la radiación reflejada del cielo es desconocida agregada a la emisión superficial.

Gillespie y otros investigadores, han hecho un análisis excelente de los distintos métodos propuestos para solucionar este problema. El algoritmo de TES se compone de cuatro módulos básicos:

1. Ingreso de imágenes →
2. Módulo **NEM** = Método de Emisividad Normalizada →
3. Módulo **RAT** = Ratio →
4. Módulo **MMD** = Diferencia entre el mínimo – máximo →
5. Módulo **QA** = Garantía de calidad

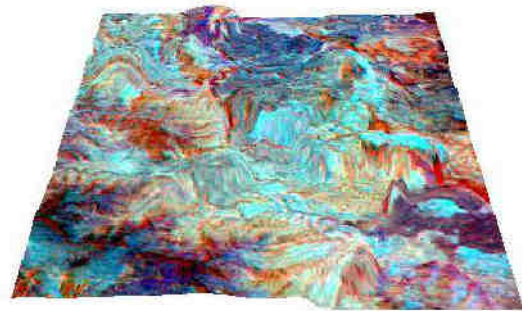
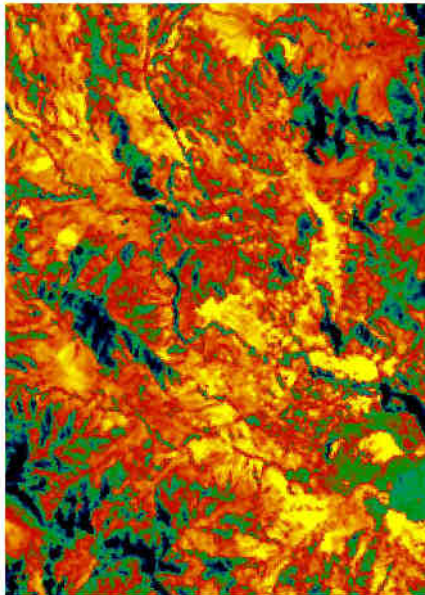


Figura 2. La imagen de la izquierda corresponde a niveles de temperatura, donde las zonas amarillas son las más calientes y las negras las más frías. La imagen de la derecha es una combinación de imágenes de emisividad donde los sectores de color rojizo representan a las dacitas, en gris oscuro a las coladas andesíticas y en cyan las cenizas y bloques volcánicos.

CARTOGRAFIADO DE MINERALES: La Figura 3, muestra el cartografiado de rocas, plumas de azufre y óxidos de hierro

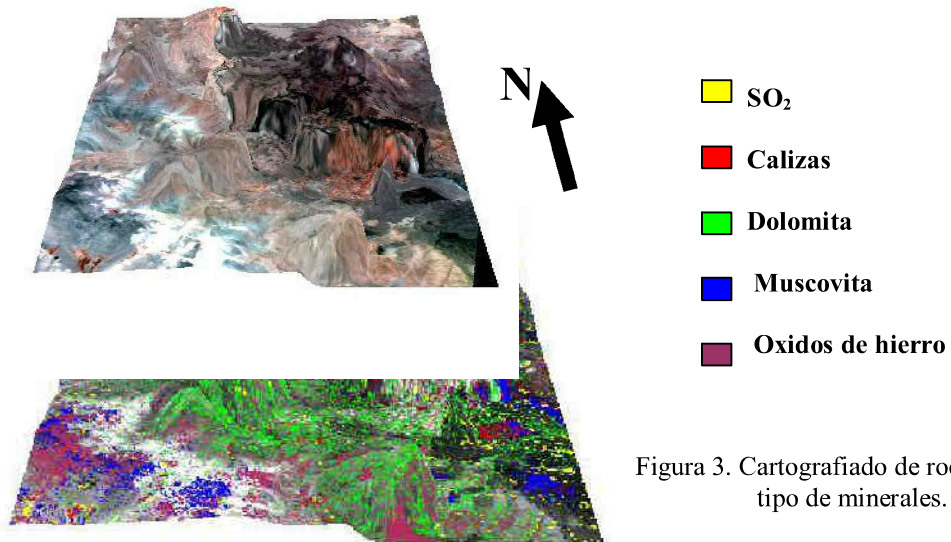
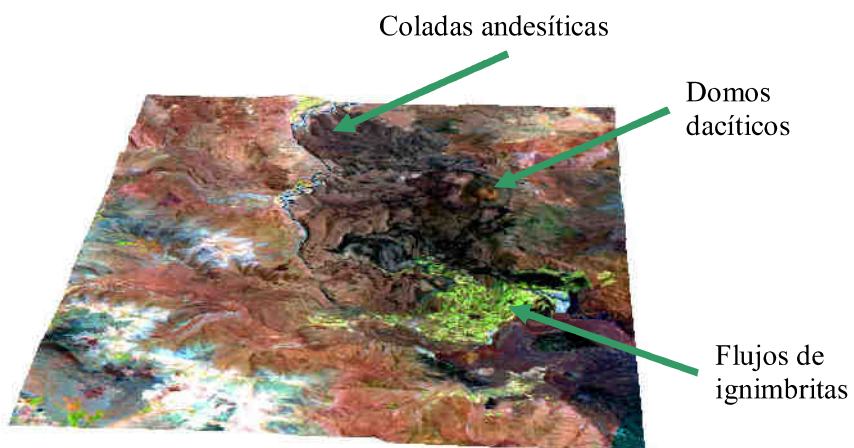
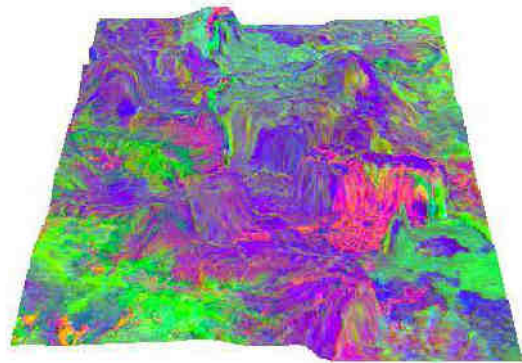


Figura 3. Cartografiado de rocas y cierto tipo de minerales.

Figura 4. La imagen muestra en RGB los algoritmos correspondientes a óxidos de hierro en rojo, al índice de cuarzo en verde y al de carbonatos en azul.



CONCLUSIONES

- El procesamiento adecuado de la escena ASTER ha permitido cartografiar materiales relacionados a la actividad volcánica y a puesto en evidencia estructuras geológicas de interés científico.

- El algoritmo de separación emisividad/temperatura permite estudiar los niveles de temperatura en el área de estudio, en el momento en que se tomó el dato. Del mismo modo las imágenes de emisividad permiten poner en evidencialos índices de cuarzo y carbonatos
- Se recomienda seguir con estos estudios, de preferencia tomar medidas con radio-espectrómetros en la zona de las microondas y elaborar una base de datos de estos perfiles espectrales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adams, J.B., 1975. Interpretation of visible and near-infrared diffuse reflectance spectra of pyroxenes and other rock-forming minerals, in *Infrared and Raman Spectroscopy of Lunar and Terrestrial Minerals*, Academic Press, New York, p. 94-116.
- Agar B. & Villanueva R. 1997. Aplicaciones de las Imágenes Multiespectrales en la Exploración de Yacimientos. *Sistemas Landsat y GER DAIS 63*. Sociedad Geológica del Perú.
- Cabrera M. & Thouret J.-C. 2000. Volcanismo monogenético en el sur del Perú. X Congr. Peruano de Geología, SGP Lima, Res. p. 186.
- Caldas J., La Torre V., Lajo A., Díaz J. & Umpire L. 2001. Mapa geológico del cuadrángulo de Orcopampa (actualizado) 1 : 100 000 (digital). INGEMMET.
- Delacour A. 2002. Etude pétrogénétique des laves des centres quaternaires mineurs dans les régions d'Andahu-Orcopampa, de Huambo et du Cerro Nicholson (Andes Centrales, Perou). DEA "Processus magmatiques et métamorphiques — Volcanologie" & Univ. B. Pascal, Clermont Ferrand, p. 48.
- Hoempler A. 1962. Valle de volcanes de Andahu, Arequipa. Segundo Congr. Nac. de Geología Soc. Geol., vol. 37, p. 59-69.
- Hunt, G.R., Salisbury, J.W. & Lenhoff, C.J. 1973. Visible and near infrared spectra of minerals and rocks. VI. Additional silicates, *Mod. Geology* 4, p. 85-106.
- Jara L.A., Thouret J.-C., Siebe C. & Dávila J. 2000. The AD 1600 eruption of Huaynaputina as described in early Spanish chronicles. *Bol. Soc. Geol. Perú*, vol. 90, p. 121-132.
- Mering C. i in. 1996. New data on the geodynamics of southern Peru from computerized analysis of SPOT and Sar Ers-1 images. *Tectonophysics*, vol. 259, p. 153-169.
- Moscol M. 2001. La vegetación del Holoceno y los cambios climáticos en Arequipa, Cordillera Occidental, Perú. *Proyecto Arqueol. Condesuyos*, 1, Andes. Univ. Varsovia, vol.3, p. 241-245.
- Portocarrero A. 1960. Reconocimiento geológico del Valle de Andahu. Tesis de maestro. UNSA Arequipa.
- Thouret J.-C., Gourgaud A., Uribe M., Rodriguez A., Guillaude R. & Salas G. 1995. Geomorphological and geological survey, and spot remote sensing of the current activity of Nevado Sabancaya stratovolcano (south Peru): assessment for hazard-zone mapping. *Z. Geomorph. N.F.*, Berlin — Stuttgart, vol. 39, n°4, p. 515-535.
- Venturelli G., Frangipane M., Weibel M. & Antiga D. 1978. Trace element distribution in the Cainozoic lavas of Nevado Coropuna and Andagua Valley, Central Andes of Southern Peru. *Bull. Volcanol.*, vol. 41, n°3, p. 213-228.
- Weibel M. & Fejér Z. 1977. El Nevado Coropuna, Departamentode Arequipa. *Bul. de la Soc. Geol. del Peru.*, p. 57-58: p. 87-98