



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Discriminación litológica utilizando imágenes ASTER en la cordillera de la Costa del Sector Lampa, Santiago.

Raúl Vidal Villalobos^{1,5}, Hernán Arriagada Salamanca^{2,5}, Daniel Pédola Ramírez^{3,5} & Rosmery Liz Arotaipe Quispe^{4,5}.

¹Estudiante de Ingeniería Geológica Pontificia Universidad Católica del Perú, ravidal@pucp.edu.pe

²Licenciado en Geología Universidad de Concepción, herarriagada@udec.cl

³Geólogo Universidad Central de Chile, daniel.pendola@alumnos.ucentral.cl

⁴Ingeniero Geólogo Universidad Nacional de San Agustín, rarotaipeq@unsa.edu.pe

⁵Estudiante en práctica Consultora EGSCIENCES S.A.

RESUMEN

En la Cordillera de la Costa, a la latitud de Santiago de Chile, afloran rocas ígneas, volcánicas y sedimentarias del Mesozoico. Las diferentes litologías han sido discriminadas mediante teledetección, para esto se utilizaron 2 imágenes satelitales del sensor ASTER. Las combinaciones y matemática de bandas 4,6,1; $(2+4)/3, (5+7)/6, (7+9)/8$; 8/7, 4/7 y 9/5, 1/3, 6/3, todas en RGB, permitieron discriminar las unidades litológicas del área. Se delimitaron contactos discrepantes con mapas bibliográficos anteriores en cercanías de mina Lo Aguirre y mina Polpaico. Los productos satelitales son una buena herramienta de trabajo pre-terreno, pero no reemplaza en su totalidad el mapeo geológico y estructural de campo.

INTRODUCCIÓN

El satélite multiespectral ASTER tiene 14 bandas en un rango espectral entre los 0,5 μm a 1,5 μm , divididas en tres grupos. Tres bandas en el espectro visible e infrarrojo cercano (VNIR), seis bandas en el infrarrojo de onda corta (SWIR), y 5 bandas en el rango infrarrojo termal (TIR), con resoluciones espaciales de 15, 30 y 90 metros respectivamente. Mediante matemática y combinaciones de bandas los minerales de las rocas tienen

distintas respuestas lo que hace de la teledetección una herramienta importante del estudio remoto para discriminación litológica, previo a campañas de terreno.

El objetivo del estudio fue realizar un mapa geológico foto interpretado a escala 1 : 50.000 a partir del procesamiento de imágenes ASTER con información bibliográfica complementaria.

La zona de estudio se encuentra en la Región Metropolitana de Chile, en el sector Noroeste de Santiago en la Cordillera de la Costa entre las coordenadas UTM 6294700 - 6.328.000 m N y 310.700 - 333.360 m E.

MARCO GEOLÓGICO

En el área de estudio afloran unidades del Cretácico, desde el Berriasiano hasta el Campaniano (Charrier, 2007). Las rocas más antiguas corresponden a la formación Lo Prado que aflora al oeste de la zona de estudio, conformada por secuencias volcanosedimentarias oceánicas. Es subyacente concordantemente por las andesitas de la Formación Veta Negra, la cual está conformada por los miembros Purehue y Ocoe respectivamente, finalizando con las unidades volcanosedimentarias continentales de Formación Las Chilcas

Las unidades litológicas se encuentran formando un monoclinial en la Cordillera de la Costa, que se formó durante un evento de inversión tectónica desde condiciones de rifting (Lo Prado y Veta Negra) hacia compresión (Las Chilcas), donde los plutones de Caleu-Alto de Lipangue intruyó en el punto de inflexión entre ambos regímenes y continuó enfriándose durante su exhumación causada por la formación de la cordillera (Parada y otros, 2005; Boyce, 2015).

METODOLOGÍA

Con el fin de conocer las unidades presentes en el área de estudio se obtuvieron cartas geológicas y publicaciones con mapas. Se recopiló también bibliografía relacionada a discriminación litológica con el uso de imágenes ASTER.

De la plataforma Earthexplorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) se obtuvieron 2 imágenes ASTER de enero del 2001 para cubrir el área de estudio, fueron procesadas con el software ENVI 5.3., se aplicaron calibraciones radiométricas y correcciones atmosféricas, se aplicó el enmascaramiento de sombras, nubes, zonas urbanas y de vegetación densa. Con ayuda del software SAS planet, se obtiene una imagen de color real del área de estudio.

Con las imágenes ASTER corregidas y enmascaradas se evalúan ratios y combinaciones de bandas más aptos para la discriminación litológica de las unidades del área.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La reflectancia espectral de las imágenes ASTER permitió el reconocimiento de la mayoría de diferentes unidades en la zona de estudio, pudiendo comparar los límites en relación a los mapas realizados anteriormente en la zona.

Algunas unidades no pudieron ser fácilmente diferenciables con combinaciones de bandas, especialmente entre los intrusivos y las rocas sedimentarias, por lo que algunos límites están basados en los grosores y límites propuestos por Wall y otros (1999).

Para la Formación Veta Negra, la combinación 4, 6, 1 RGB de DiTomasso (2017) la resalta en color azul verdoso y la diferencia de otras unidades. La Formación Las Chilcas aparece en color guinda y naranja con la combinación (2+4)/3,(5+7)/6, (7+9)/8 RGB de Amer y otros (2010). Los Gran-

itoides del Cordón Caleu se diferencian de las formaciones Veta Negra y Las Chilcas con las combinaciones 8/6, 8/7, 4/7 y 9/5, 1/3, 6/3 RGB respectivamente, ambas combinaciones de Gad y Raef (2012).

La tonalidad azulada de Veta Negra y la facie de dioritas del Caleu demuestran una absorción baja en las bandas 1 y 6 y casi nula en la banda 4 en rocas de composición andesítica que puede ser útil para su identificación.

El mapa geológico obtenido tiene contactos que difieren de publicaciones anteriores. En mina Lo Aguirre, el contacto entre formaciones Lo Prado y Veta Negra se ubica más hacia el W que lo considerado por la Hoja Tilttil - Santiago (Wall et al., 1999), esto coincide con las propuestas de Saric y Charrier que indican que el techo de Lo Prado es en realidad parte del miembro Purehue de Veta Negra.

El miembro Ocoe aflora en toda la falda este del Cerro Macho Quemado en contraste con el afloramiento de Las Chilcas al norte, en verde amarillento, que es explicado por el desplazamiento sinestral de la falla Bustamante (Saric, 2003) (figura 1). En el mapa de Wall y otros, (1999) al sureste del Cerro Los Tres Morros hay un afloramiento de la formación Las Chilcas con un buzamiento de 22° que explican con un adelgazamiento abrupto del miembro Ocoe.

Un límite recto entre Veta Negra y Lo Prado al este permitió el reconocimiento de una falla de rumbo dextral que explica la aparición de Las Chilcas en la zona sin afectar el grosor de Veta Negra (figura 1).

Al sureste de la mina Cerro Blanco de Polpaico afloran, según Wall y otros (1999), las dioritas del Caleu-Alto de Lipangue. Sin embargo, las rocas en la zona corresponden a facies calcáreas y volcánicas correspondientes a la parte superior de Las Chilcas.

Con teledetección se ve una clara diferencia entre este intrusivo, en color celeste en RGB: 9/5,1/3,6/3 (Gad & Raef, 2012), y las supuestamente equivalentes unidades dioríticas en la Cordillera de la Costa (en color rosado). En este estudio se interpreta que el intrusivo corresponde a un conjunto de intrusivos hipabisales del Oligoceno, que intruyen a la formación Lo Valle a poca distancia al este del área de estudio (figura 2).

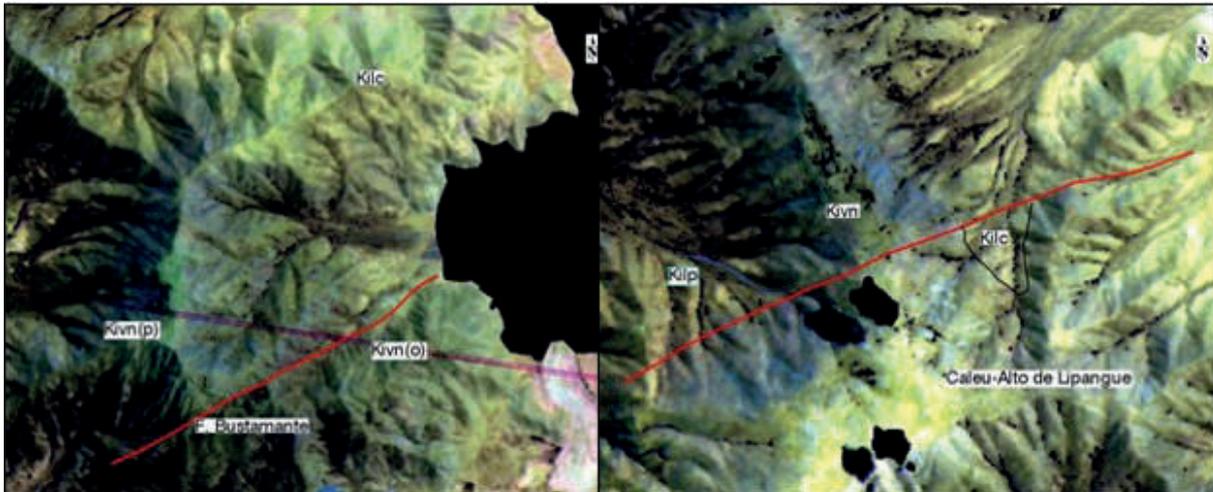


Figura 1. Imagen de absorción RGB:4,6,1 en las zonas de los cerros Macho Quemado y Bustamante (izquierda) y los cerros Los Tres Morros y Alto de Lipangue (derecha). Klp = Formación Lo Prado, Kivn = Formación Veta Negra, Kivn(p) = Miembro Purehue, Kivn(o) = Miembro Ocoe, Klc = Formación Las Chilcas.

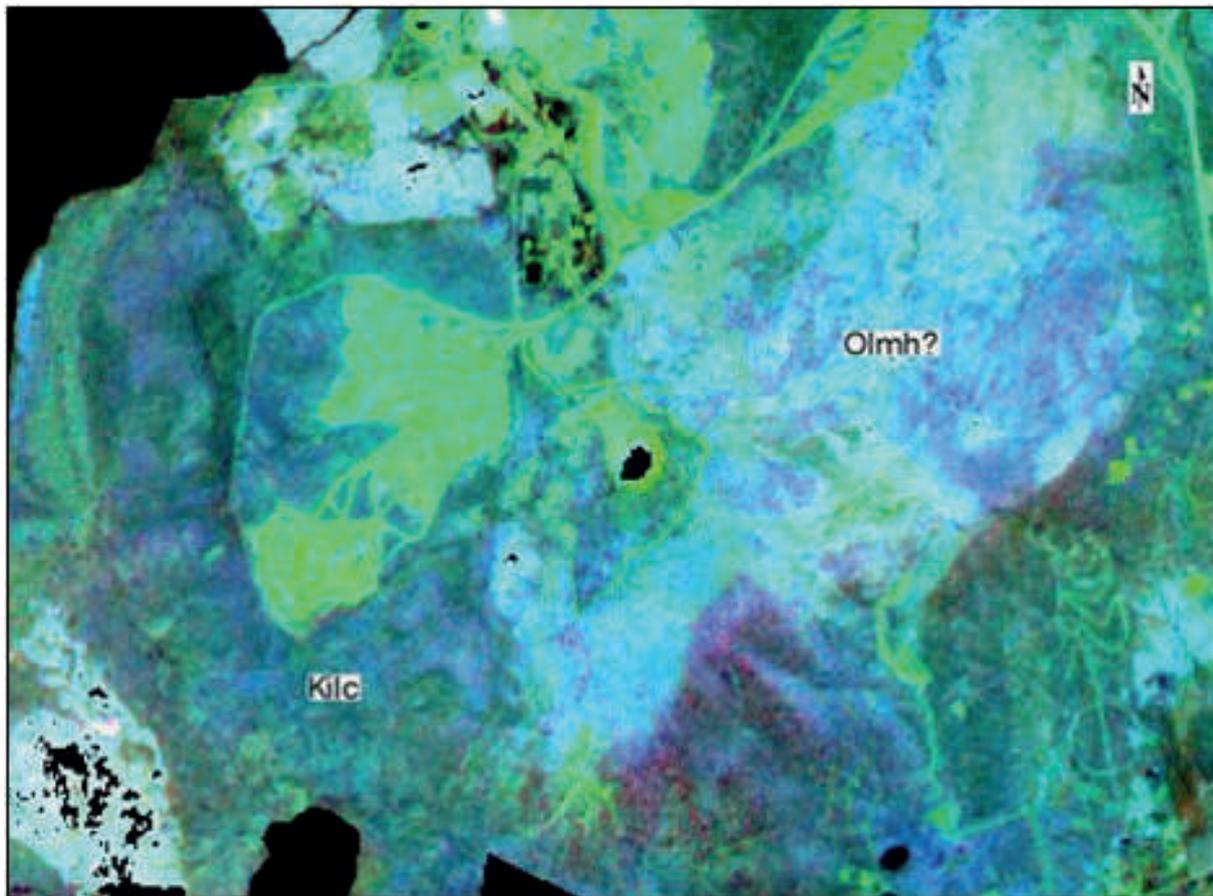


Figura 2. Intrusivo en Cerro Blanco de Polpaico en combinación de bandas RGB: 9/5,1/3,6/3 (Gad & Raef, 2012). Klc = Formación Las Chilcas, Olmh = Intrusivos hipabisales del Oligoceno.

CONCLUSIÓN

La fotointerpretación y la utilización de imágenes satelitales nos brindan una serie de ventajas para este tipo de investigaciones, entre ellos, nos permite obtener datos o información de áreas de difi-

cil acceso o incluso inaccesibles en algunas ocasiones.

Por otro lado, ASTER proporciona considerables mejoras respecto a los sensores multispectrales como Landsat en cuanto a resoluciones espacia-

les, espectrales y radiométricas. Las imágenes ASTER al ser imágenes de libre acceso, los costes utilizados para el desarrollo de este tipo de investigaciones son muy bajas, lo que hace más atractivo el uso de estas imágenes y técnicas respecto al resultado obtenido.

La reflectancia espectral de las imágenes ASTER nos permitió discriminar diferentes tipos de cobertura existentes en el área de estudio, utilizando distintas combinaciones de bandas a partir de diferentes autores, se pudieron determinar las diversas unidades litológicas presentes en el área de interés y definir nuevos contactos y desplazamientos, demostrando la utilidad de la fotointerpretación como respaldo a la geología de campo para identificar la composición de intrusivos, límites geológicos y desplazamientos causados por fallas. La distinción entre unidades no siempre es posible, por lo que la fotointerpretación debe ser una herramienta de respaldo que no reemplaza al mapeo geológico y estructural en campo.

REFERENCIAS

- Amer, R., Kusky, T., & Ghulam, A. (2010). Lithological mapping in the Central Eastern Desert of Egypt using ASTER data. *Journal of African Earth Sciences*, 56(2-3), 75-82.
- Boyce Marto, D. (2015). Modelo de evolución tectónica y paleogeográfica del margen andino en Chile Central durante el cretácico medio - tardío: El registro estructural y sedimentario en la formación Las Chilcas (Tesis de maestría). Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/136442>
- Charrier, R., Pinto, L., & Rodríguez, M. P. (2007). Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. En T. Moreno, & W. Gibbons *The Geology of Chile* (pp. 21-114). The Geological Society of London. doi:10.1144/goch.3
- Di Tommaso, I., & Rubinstein, N. (2007). Hydrothermal alteration mapping using ASTER data in the Infiernillo porphyry deposit, Argentina. *Ore Geology Reviews*, 32(1-2), 275-290.
- Gad, S., & Raef, A. (2012). Factor analysis approach for composited ASTER band ratios and wavelet transform pixel-level image fusion: lithological mapping of the Neoproterozoic Wadi Kid area, Sinai, Egypt. *International journal of remote sensing*, 33(5), 1488-1506.
- Parada, M. A., Féraud, G., Fuentes, F., Aguirre, L., Morata, D., & Larrondo, P. (2005). Ages and cooling history of the Early Cretaceous Caleu pluton: testimony of a switch from a rifted to a compressional continental margin in central Chile. *Journal of the Geological Society*, 162(2), 273-287. doi:10.1144/0016-764903-173
- Saric, N., Kreft, C., & Huete, C. (2003). Geología del yacimiento Lo Aguirre, Chile. *Revista Geológica de Chile*, 30(2), 317-331. doi:10.4067/S0716-02082003000200010
- Wall, R., Sellés, D., & Gana, P. (1999). Área Tiltill-Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile), Mapas Geológicos, Santiago.