

Teledetección y SIG aplicados a la regionalización geomorfológica en el Macizo Nordpatagónico

Emilia Yolanda Aguilera^{1,2}

¹ UNLP - Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Cátedra de Petrología Ignea -

² DAIS - Dirección de Aplicación de Imágenes Satelitarias -

Av. 7 N° 1267 Te: (0221) 429-4926

E-mail: aguilera@dais.mosp.gba.gov.ar

Abstract

The target of this work is the identification of different geomorphic surfaces from little local relief from the analysis and digital processing of satellite images and GIS .Aguilera (2006). The elaboration and handling of digital models of elevation was a fundamental tool for the parametric recognition of geoformas. For study the geomorphic units were adapted and developed techniques of image processing in the field of the Geosciences. The criteria of regionally geomorphologic has been followed proposed by Zinck (1988) in which these units organize based on the characteristics of necessary the space information for its boundary based on the space resolution of the satellite image and the scale of representation. This regionally geomorfologic is showing in the geomorphologic map.

Key words: geomorphic surfaces, satellite images, analysis and digital processing, digital models of elevation, recognition of geoformas, geomorphologic map.

Resumen

El objetivo de este trabajo consistió en la identificación de distintas superficies geomorfológicas de escaso relieve local a partir del análisis y procesamiento digital de imágenes satelitarias y la utilización de Sistemas de Información Geográfica. Aguilera (2006). La elaboración y manejo de modelos digitales de elevación resultó una herramienta fundamental para el reconocimiento paramétrico de geoformas. Desde el punto de vista de la Teledetección, se adaptaron y desarrollaron técnicas de procesamiento de imágenes en el campo de las Geociencias para el estudio de las unidades geomorfológicas.

Se ha seguido el criterio de regionalización geomorfológica propuesto por Zinck (1988) en el que dichas unidades se organizan en función de las características de la información espacial necesaria para su delimitación basado en la resolución espacial de la imagen satelitaria y la escala de representación. La regionalización geomorfológica se muestra en el mapa geomorfológico.

Palabras claves: superficies geomorfológicas, imágenes satelitarias, análisis y procesamiento digital, modelo digital de elevación, reconocimiento de geoformas, mapa geomorfológico.

Introducción

En las últimas décadas con el auge de la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica la Geomorfología se ha convertido en su derivación natural tomando un rol a nivel mundial. Los resultados pueden observarse con la gran cantidad de trabajos vinculados al ordenamiento territorial y medioambiente. La presente contribución forma parte de la tesis doctoral de la autora y pretende mostrar los resultados de la aplicación de estas disciplinas, en un área de extensión regional con escasa expresión topográfica.

“La regionalización geomorfológica nos permite caracterizar, analizar y discretizar el medio biofísico, a través de la interpretación de cartografía, productos de la percepción remota, bibliografía y trabajo de campo, en especial a grandes escalas”. Mendoza M.E., Bocco G. (1998). El elemento que caracteriza a las unidades geomorfológicas frecuentemente corresponde a formas de relieve reconocibles a diferentes escalas.

Este estudio geomorfológico regional asume en su etapa final un carácter cartográfico con la elaboración del mapa geomorfológico a escala 1:250.000, procesado y editado en un Sistema de Información Geográfico.

Ubicación del área de Estudio

La región se localiza en la República Argentina, en el territorio de Río Negro entre los 67° 30' – 70° 30' Longitud oeste y 40° 00' – 42° 00' Latitud sur.

Análisis de las imágenes satelitarias

Procesamiento digital de imágenes de los Sistemas Satelitarios SAC-C y LANDSAT. Los procesamientos realizados fueron: corrección de reflectancia, ecualización y expansión de histogramas, composiciones en falso color, análisis de firmas espectrales, clasificaciones,

transformación de componentes principales, cocientes de bandas, filtros direccionales y realces IHS, generación de sub-escenas, georeferenciación, generación de mosaicos. Chuvieco (1990); Podwysoki (1985); Pontual (1989).

Análisis visual y digital de las imágenes a partir del procesamiento y de las imágenes satelitarias, se analizaron las características morfológicas y espectrales de los cuerpos geológicos como alineamientos, fracturas, contactos, las relaciones geométricas de discontinuidades estructurales y litológicas para interpretar su significado geológico-geomorfológico.

El trabajo se complementó con reconocimientos de campo para la delimitación de las diferentes unidades observadas en las imágenes, combinar criterios enfocados a determinar el origen de las diferentes geoformas y efectuar las correcciones y ajustes luego en gabinete.

Materiales y Procedimientos

Procesamiento digital de las Imágenes Satelitarias *Landsat TM5*, con los siguientes pasajes 230/088 fecha de toma: 29-12-1999 - Los Menucos; 230/089 fecha de toma: 13-12-1999 – Maquinchao; 231/088 fecha de toma: 15-01-1998 - Piedra del Aguila y 231/089 fecha de toma: 15-01-2000 - Ing. Jacobacci.

Una vez realizado el análisis banda por banda, se ensayaron diversas combinaciones de bandas con el objetivo de aplicar criterios para discriminar litología, geología y geomorfología. Se analizaron diferentes combinaciones de bandas entre ellas la TM 741 RGB y 732 RGB para discriminación litológica y estructuras. **Figura 1.**

Cocientes entre bandas

Con la técnica de cociente de bandas se diferenciaron unidades con base en la mineralogía y el intemperismo de las distintas unidades de roca. El análisis de firmas espectrales permitió establecer diferencias entre las distintas unidades litológicas, sumado a la comparación de los valores de brillo de cada tipo de roca aplicando el cociente IHS.

Componentes Principales

Mediante la técnica de componentes principales se redujo la redundancia espectral presente entre las distintas bandas, se generó un nuevo conjunto de imágenes cuyas bandas individuales presentan informaciones no disponibles en otras bandas. Esta técnica se implementó mediante el cálculo de los parámetros estadísticos de la transformación, para el desarrollo de un modelo basado en el comportamiento espectral de los materiales de interés y para seleccionar los Componentes Principales. Se despliegan los componentes por separado, se visualizan y ponderan los resultados. Se obtuvieron imágenes en falso color utilizando los componentes 5,2,1 lográndose un mayor contraste entre las diferentes unidades litológicas, lo que ayudó a identificarlas más fácilmente.

Clasificación Digital

Con la clasificación se logró una buena aproximación inicial obteniéndose 7 clases de las cuales dos son de rocas volcánicas, una de rocas ígneas, tres de rocas sedimentarias y una clase para cuerpos lagunares; sin embargo, con esta clasificación se presentaron problemas de

confusiones de clases. Se efectuó reclasificación y generalización de una clasificación mejorada con el conocimiento de campo. **Figura 2.**

Georreferenciación

La fase de georreferenciación o asignación de coordenadas se desarrolló sobre las escenas Landsat TM (1,2,3,4,5,7). Las coordenadas se asignaron a partir de la toma y selección de puntos de control provenientes de la cartografía IGM a escalas 1: 250.000.

Modelo Digital de Elevación

Se generó a partir de la digitalización de las curvas de nivel de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar. Para el análisis geomorfológico, se fusionó el Modelo Digital de Elevación con el mosaico de imágenes satelitarias Landsat TM. El análisis se efectuó desde distintas perspectivas, analizando perfiles y adecuando la exageración de escala que permitiera detectarlas. **Figura 3.**

Resultados y Conclusiones

La aplicación de la teledetección permitió acceder a una visión global de una región muy extensa (57.400 km²) y de escaso o nulo relieve, pudiéndose identificar sobre las imágenes las geoformas objeto de estudio.

La utilización del Modelo Digital de Elevación fusionado con las imágenes satelitarias permitió generar vistas sinópticas de grandes extensiones geográficas proporcionando una perspectiva global y sirvió de base para las descripciones y cuantificaciones de geoformas.

El Sistema de Información Geográfica (SIG) permitió relacionar la información con la distribución espacial y temporal de estas superficies geomorfológicas.

En este trabajo se destaca la utilización TM **732 RGB** de óptimos resultados para discriminación litológica y estructuras. La variable que se ha potenciado en este triplete, es la incorporación de la banda 3, por tratarse de regiones prácticamente ausentes de cobertura vegetal que no ofrece señal vinculada a dicha cobertura, en cambio destaca regiones de la imagen con detallada variación litológica.

En litologías volcánicas se logró identificar: Lavas modernas con textura muy rugosa que constituyen escoriales como es el caso del cerro Volcán, los conos, el tipo de colada (pahoehoe), estructuras como tumulis y la dirección del flujo lávico. Lavas más antiguas, con texturas menos rugosas, edificios volcánicos tipo cono de escoria y sus coladas. Volcanes monogénicos. Forma y estado de conservación de los conos (aportillamiento). En base a la gruesa textura y respuesta espectral se han identificado coladas traquíticas lobuladas y domos extrusivos, en forma de lenguas lobuladas de pared abrupta, con albardones y derrames laterales, contrastando su litología frente a coladas riolíticas, flujos ignimbriticos y basaltos. En las coladas más modernas se observan superficies muy disectadas por drenaje dendrítico y fino, presentan texturas gruesas, estructuras primarias conservadas tonos oscuros con laderas verticales y uniformes. Se reconocieron litologías andesíticas, caracterizadas espectralmente, textura gruesa y alta disección por red de drenaje. Se ha seleccionado un sector próximo al bajo de Carrilauquen, para contrastar las características espectrales del vulcanismo de tipo hawaiano de la meseta de Somuncurá con el stromboliano del vulcanismo post-meseta. Se

observa el cerro Trayen Niyeu que representa un centro eruptivo que se eleva sobre la meseta (vulcanismo post-meseta) puede reconocerse la distribución de sus lavas en el extremo noroeste del plateau basáltico, en el tramo de ruta que une Maquinchao con Los Menucos. En este volcán podemos observar los derrames lávicos en su parte basal (de color oscuro) y en la parte superior (en color más rojizo) las facies piroclásticas. Los materiales piroclásticos se ubican hacia el sur y se vinculan con episodios strombolianos. Los conos de escoria esbozan forma cónica, están formado por escoria, bloques y bombas de variado tamaño, cementados por lava. En algunos se observa que sus laderas se encuentran abiertas – aportillamiento- por arraste de la lava. Extensas superficies de lavas fluídas constituyen mesetas con su correspondiente ladera que se identifica por niveles de desmoronamientos con una red de drenaje local y cerros testigos (ej. cerro Crespo) de erosión incompleta.

Vulcanismo del Pillahuincó Grande y Pillahuincó Chico: pudieron analizarse sus campos lávicos , la distribución de sus coladas, la formación de ventanas lávicas, direcciones de flujo controladas por relieve previo, aportillamiento e identificación de relieve invertido. Contraste litológico entre el vulcanismo del Cerro Mulliar y los antiguos pedimentos (en la región de Ingeniero Jacobacci). Las coladas escoriáceas generan una textura rugosa en la imagen. El color que se visualiza para esta combinación es rojizo oscuro y contrasta con los colores azulados de los fanglomerados que constituyen antiguos abanicos aluviales que se hallan disectados por el drenaje actual. En color ocre gravas, arenas, limos y arcillas de origen fluvial y aluvial, los sedimentos lagunares se destacan en colores muy claros. El análisis litológico fue confrontado con la cartografía geológica del Servicio Geológico. Cucchi (1998), Cucchi et al. (1999), Gonzales et al. (1999), Remesal et al. (1999). La evaluación resultó de confiabilidad.

Además de las litologías volcánicas, pudo discriminarse litologías correspondientes a basamento y a sustrato sedimentario. En el análisis visual e interpretativo de las imágenes satelitarias las rocas graníticas se destacan en color rosado, con formas redondeadas más acentuada en las cabeceras de los cursos de agua, con reticulado de tonos oscuros por efectos de fracturación (mayor contenido de humedad) y sombra. La morfología desarrollada en los afloramientos de las rocas graníticas se manifiesta con rasgos específicos que constituyen un paisaje particular denominado Paisaje Granítico. Vidal Romaní, Yopez Temiño (2004) que se describe por primera vez para esta región. “Muchas de las formas del paisaje y conjunto de formas que se desarrollan sobre los granitos son lo suficientemente distintivas que sería posible estudiarlas por Teledetección” Vidal Romaní y Twidale (1998).

Las distintas unidades geomorfológicas reconocidas se volcaron en un mapa geomorfológico a escala 1:250.000. **Figura 4.**

Agradecimientos

Mi agradecimiento al Dr. Jorge Rabassa, al Lic. Rubén Aguglino y al Dr. Eugenio Aragón por haber dirigido mi investigación. A mis compañeros de la Dirección de Aplicación de Imágenes Satelitarias (DAIS) por su incondicional asistencia.

Bibliografía

Aguilera, E. Y. **Identificación y distribución e distintas superficies geomorfológicas de escaso relieve local, por medio de sensores remotos en el área del macizo Nordpatagónico, provincia de Río Negro.** 2006-285 p. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. (inédito).

Chuvieco, E. **“Fundamentos de Teledetección Espacial”**. Edic. Rialp. S.A. Madrid- 1990-

Chuvieco, E. y Alonso M. **Teledetección y Medio Ambiente-** Guía Didáctica- Vicerrectorado de Metodología, Medios y Tecnología. Universidad Nacional de Educación a Distancia. UNED.-1995-

Cucchi R.J. **Descripción geológica de la Hoja 4169-I Piedra del Aguila.** Instituto de Geología y Recursos Minerales. Bol. Serv. Geol. Min. Arg., 242, 74p. Bs. Aires. 1998 a-

Cucchi R.J., Busteros A. y Lema H. **Descripción geológica de la Hoja 4169-II Los Menucos.** Inst. de Geología y Recursos Minerales. Serv. Geol. Min. Arg., Bs. Aires. - 1999-

Gonzalez Diaz, E.F., Malagnino, E. C. **Geomorfología**, Capítulo 1-13; pp. 347-364, Geología y Recursos Naturales de la Prov. de Río Negro -Relatorio del IXº Congr. Geol. Arg. 1984

Gonzalez P., Coluccia A. y Franchi M. **Descripción geológica de la Hoja 4169-III Ing. Jacobacci.** Inst. de Geol. y Rec. Min., Serv. Geol. Min. Arg., Bs. Aires. -1999-

Mendoza M.E. y Bocco G. **La regionalización geomorfológica como base geográfica para el ordenamiento del territorio: una revisión Bibliográfica.** Inst. Geog, Univ. Nal. Autón. México. Serie Varia (5): 25-55-1998-

Podwysocki, M., Power, M.S., Jones, O. **“Preliminary Evaluation of the Landsat-4 Thematic Mapper Data for Mineral Exploration”**, Adv. Space Res. Vol. 5, pp. 13-20. - 1985 –

Pontual, A. **“Investigations of the Cerro Colorado Pluton, Northern Chile, Using Enhanced Landsat Thematic Mapper Images”** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 27, Nº 6, pp 746 – 753- 1989.

Remesal M.B. Salani F. y Franchi M. **Descripción geológica de la Hoja 4169-IV Maquinchao.** Inst. de Geol. y Rec. Min. Serv. Geol. Min. Arg., Buenos Aires-1999-

Vidal Romaní J.R. y Twidale C.R. **Formas y Paisajes Graníticos.** Serv. Publ. Univ da Coruña, Serie Monografías, 55. A Coruña. 411pp. -1998-

Vidal Romaní, J. R.; Yepes Temiño, J. **Historia de la Morfogénesis Granítica.** Caderno Lab. Xeolóxico de Laxe- Coruña, 2004, Vol 29, pp. 331-360-2004-

Zinck, J.A.- **Physiography and Soils.** Soil Survey Course. ITC. Enschede, the Netherlands: 156p. -1988-

Figura 1- Combinaciones de bandas para discriminación litológica y estructuras

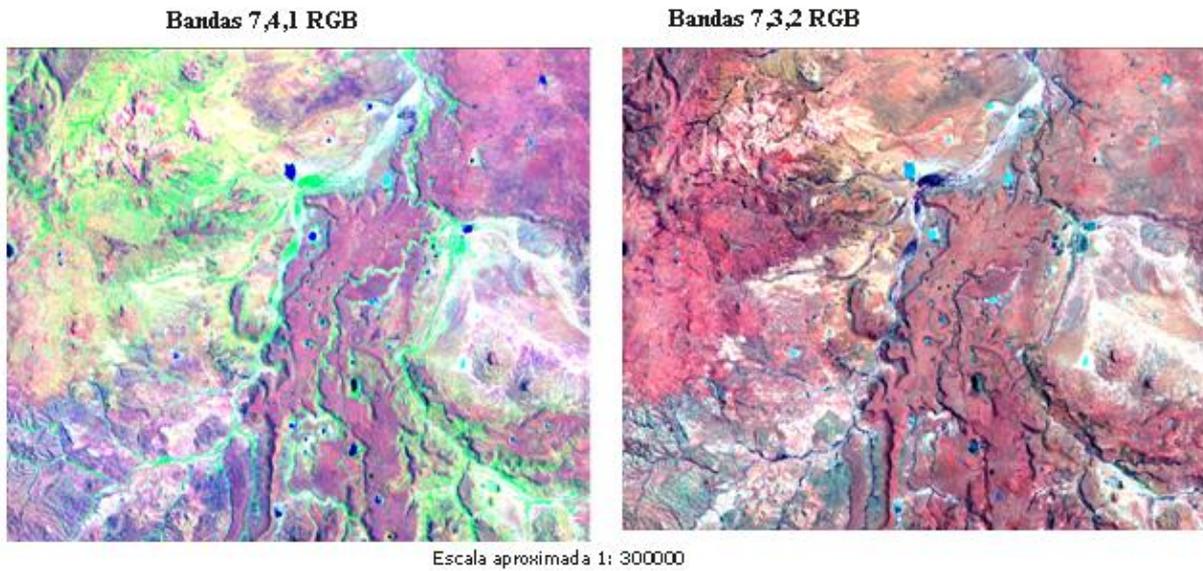
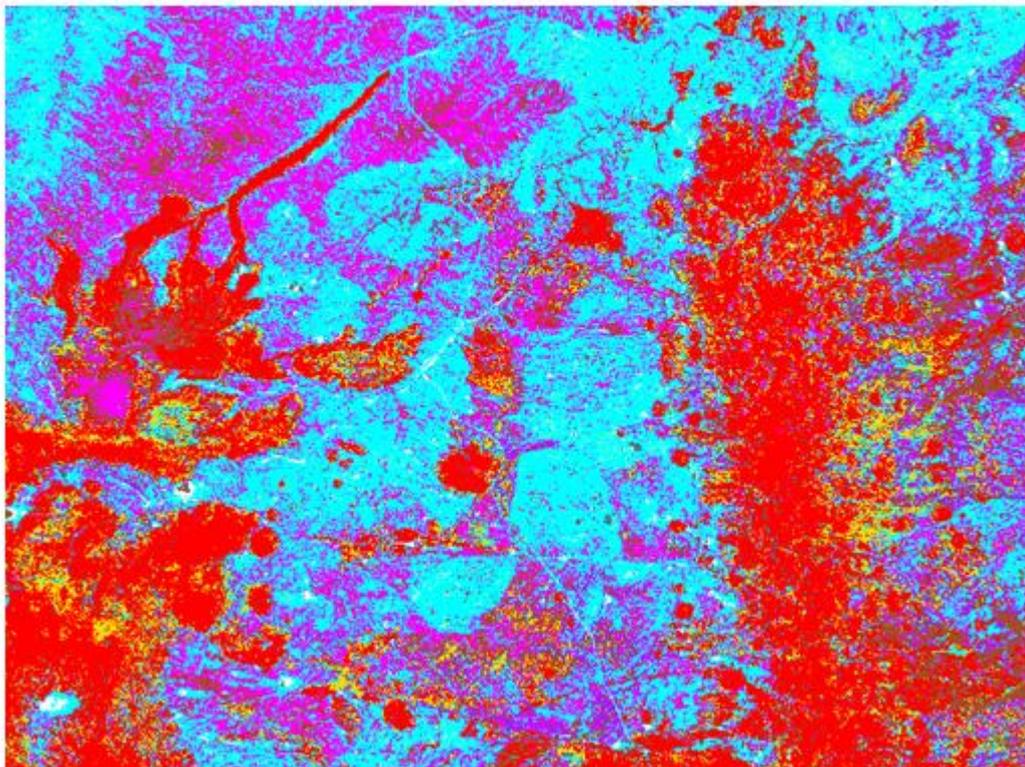


Figura 2. Imagen Clasificada 230-088, se destaca en cyan el basamento, en rojo basalto, en magenta sedimentitas y en amarillo depósitos coluviales.



**Figura 3. Modelo Digital de Elevación
Factor de exageración vertical 10**

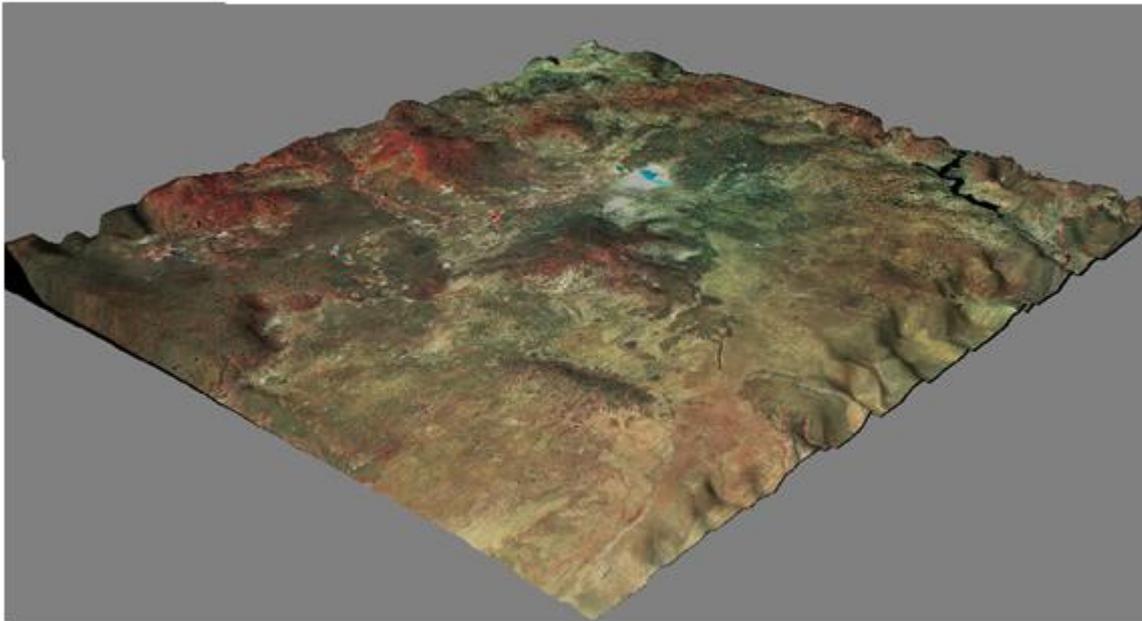


Figura 4. Mapa Geomorfológico Escala 1:250.000

