



Identificación de pliegues y lineamientos para hallar fallas geológicas en el área oeste de P.R utilizando imágenes SLAR

Melanie Luna Rivera y Julián J. Rodríguez
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Geol 4048
enero 13 del 2011

RESUMEN

La isla de Puerto Rico está localizada entre la placa tectónica del Caribe y la de América del Norte, mejor conocida como “microplaca del sandwich”. Entre ambas hay una subducción oblicua creando una compleja deformación alrededor de Puerto Rico y dentro de la isla. El objetivo de esta investigación es la aplicación de percepción remota para analizar y comparar las fallas del área oeste la cual se incluyen las siguientes; Cerro Goden Fault Zone (CGFZ), y Lajas Fault Zone (LFZ). Cerro Goden Fault Zone es una de las fallas más grandes del área oeste, de lo contrario, Lajas Fault Zone es una de las más pequeñas, así que el propósito principal de la investigación fue comprobar cómo identifica SLAR una falla de mayor magnitud vs. una de menor magnitud y de esta manera se determinará si es un sensor viable para la identificación de fallas a diferentes magnitudes. Para lograr nuestro objetivo se utilizó imágenes del sensor SLAR, las cual contiene mosaicos de la isla de Puerto Rico. Varias rutinas utilizadas de procesamiento nos ayudaron a conceguir mejores perspectivas de las regiones de interés. Estas imágenes fueron procesadas utilizando el programa de ENVI versión 4.7. Finalmente se concluyó que es eficiente el uso de SLAR para la identificación de pliegues y lineamientos, pero es bien importante no descartar otro tipo de información e ir al campo para validar los resultados.

Palabras Clave: Fallas, imágenes SLAR y percepción remota.

INTRODUCCIÓN

Remote Sensing

Los enormes avances en información tecnológica y telecomunicaciones permiten el manejo de los sistemas de información de manera eficiente a otra dimensión. Hoy día el uso de remote sensing ha sido clave para la generación de muchos estudios en los últimos años, incluyendo la aplicación de la geología.

Aplicación de Remote Sensing en las cuatro mayores fallas del Oeste de Puerto Rico.

La parte Oeste de Puerto Rico cuenta con una gran cantidad de fallas las cuales entre ellas se destacan cuatro (Figure 1). Las mismas han sido clave para la formación de notables pliegues y lineamientos. La primera de norte a sur y la más grande de las cuatro se le conoce como “Cerro Goden Fault Zone”, la cual está asociada con la cadena de San Francisco y es continua con una falla submarina. La segunda se le conoce como “Falla de Algarrobo”, la tercera como “falla Guanajibo y Arena” y la última la “falla de Lajas. Teniendo en cuenta que hasta ahora el método más viable para la identificación de fallas, utilizando remote sensing son los pliegues o lineamientos, por lo tanto se analizará cuál de estas características es la más útil. La aplicación de remote sensing será la parte esencial de esta investigación utilizando específicamente el sensor SLAR.

Side looking airborne radar (SLAR)

SLAR ilumina el terreno mediante el envío de un haz de energía en un ángulo oblicuo para mejorar las estructuras geológicas, como pliegues y fallas. Las áreas claras y oscuras en la imagen se deben a la alta y baja reflectividad, respetivamente.

Falla mayor vs. falla menor

La primera y la mayor falla del oeste Cerro Goden Fault Zone, y la menor Lajas Fault Zone (Figure 1).

- Cerro Goden coincide con un frente abrupto, de montañas lineales que separa el 270 a 361 m de alto La Cadena de San Francisco desde el suelo de aluvión del valle de Añasco (Cameron, A.,E.).
- El Valle de Lajas está en E - W trending, a 30 km de largo, 1,5 a 9,0 km de ancho, limitada por la depresión lineal frentes abruptas montañas en sus bordes norte y sur y se caracteriza por depresiones de drenaje cerrado de la antigua Laguna Cartagena, Laguna de Guánica, y Ciénaga de El Anegado (Cameron, A.,E.).

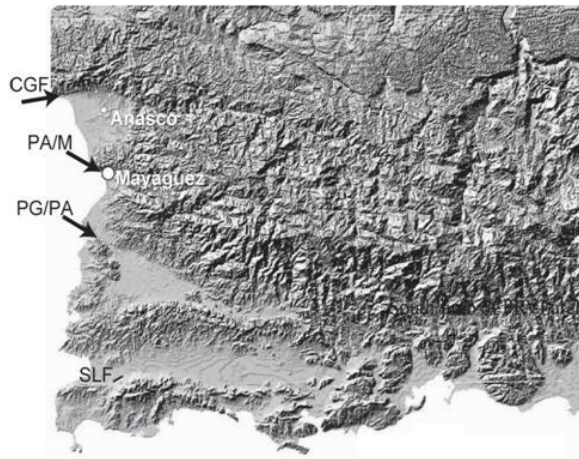


Fig.1 Imagen del oeste de Puerto Rico mostrando las cuatro fallas mayores. (Mann, P., et al.)

OBJETIVO

El propósito de esta investigación es la aplicación de Percepción Remota para comparar la falla Cerro Goden, la cual es una falla grande con la falla de Lajas, la cual es pequeña. De esta manera se comprobará como se ven los pliegues y lineamientos en fallas de diferentes magnitudes, utilizando SLAR.

LOCALIZACIÓN

Parte oeste de la isla de Puerto Rico (fig.2). Las imágenes SLAR de Puerto Rico fueron capturados el 21 de mayo y 23 de 1987, a una altitud de vuelo de 8.230 metros sobre el nivel del mar, en 46 bandas anchas voló a lo largo de 20 kilómetros en línea (Briere, P.R., et al.). El STAR-1 el sistema de radar de apertura sintética fue utilizado en el modo de franja de ancho, con la dirección hacia el este (Briere, P.R., et al.).

Secciones de las tiras de imágenes once y mosaico (figura 2) fotogramétricamente controlado a escala 1:250.000 USGS Universal Transversa de Mercator (UTM) mapas topográficos de Puerto Rico (Briere, P.R., et al.).

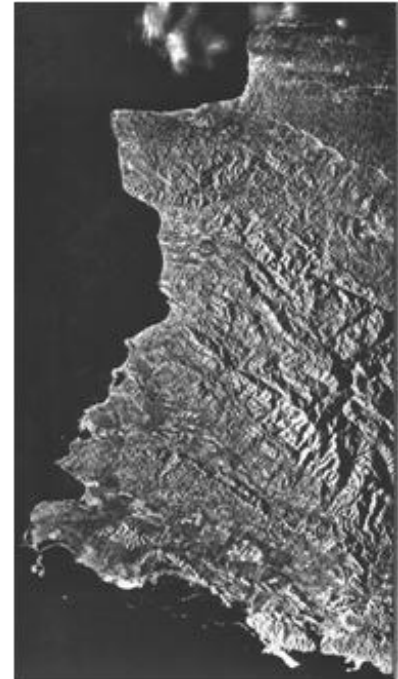


Fig.2 Imagen de SLAR en Puerto Rico, mosaico #14

METODOLOGÍA

Aplicación

Aplicamos los métodos enseñado en el laboratorio de la clase para procesar las imágenes asignadas. Nuestro objetivo es utilizar el mosaico de Puerto Rico de SLAR para hacer análisis de las fallas del área oeste de Puerto Rico específicamente la Falla de Cerro Goden y la Falla de Lajas. El primer paso fue la búsqueda de las imágenes o fotos aéreas necesarias para el estudio. El

siguiente paso es el procesamiento de estos datos utilizando el programa ENVI. Analizar los resultados de ENVI y comparar todos los resultados. Para llevar a cabo la interpretación de los resultados se utilizó mapa de Google Earth, trabajos investigativos sobre las fallas de Puerto Rico para comprobar y comparar los resultados. Como parte de la investigación fuimos al campo para ver la magnitud y la inclinación de la cadena de San Francisco (Fig.13).

Tipos de Procesamientos utilizados

El primer procesamiento fue el de color mapping, inventir las paletas (Figure 3). El Segundo fue invertir las paletas, pero añadiendo color el cual fue Hue Sat Lightness 2 (Figure 4). El tercer procesamiento fue Classification-supervised- (para esto se hizo primero un ROI de 2 regiones, roja y azul) minimum distance (Figure 5) y la cuarta utilizando la herramienta Radar- (Figure 6)

Fig.3 Tabla de color mapping utilizando inversión de paletas.

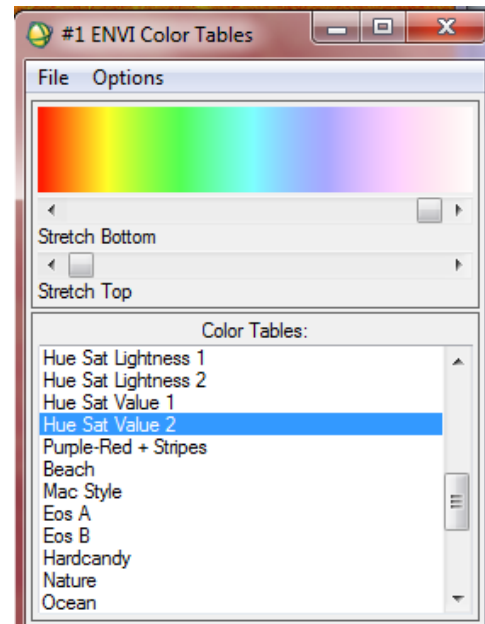


Fig.4 Tabla de color mapping utilizando Hue Sat Value 2.

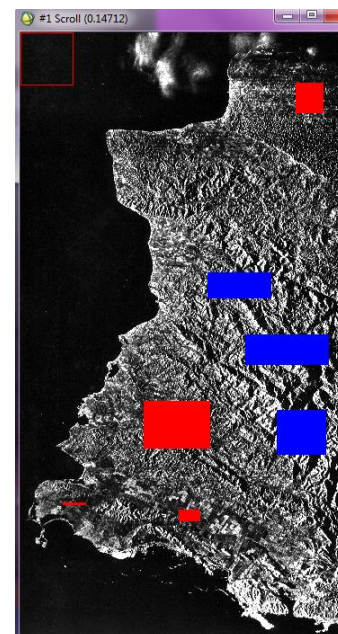
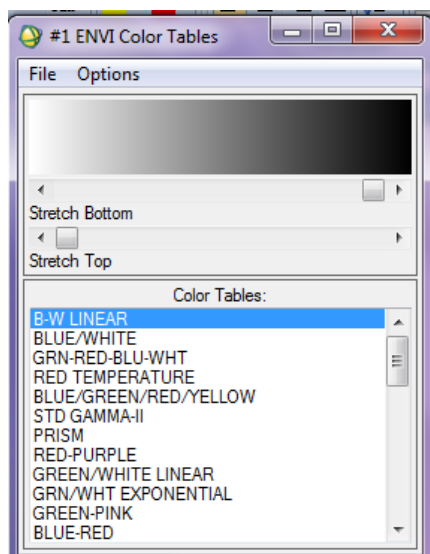


Fig.5 ROI para hacer Minimun Distance

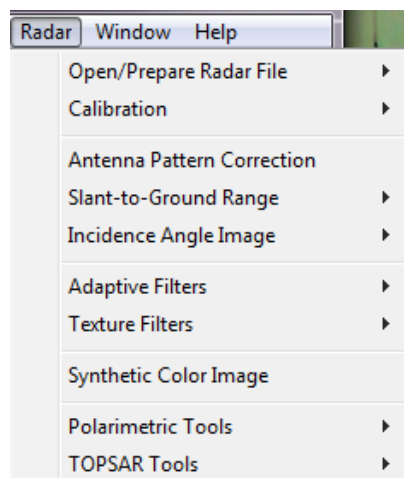
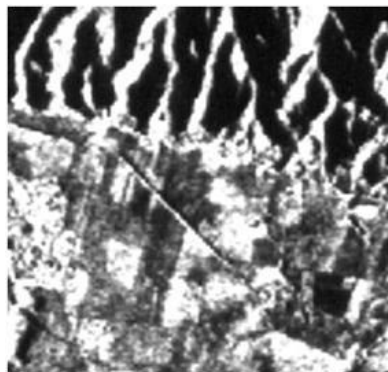


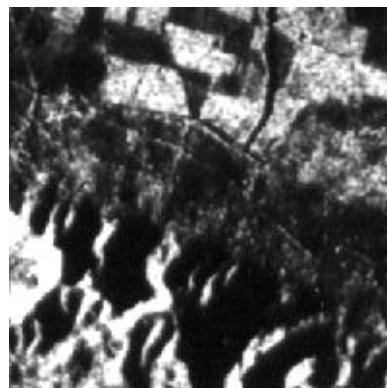
Fig.6 Menú de la herramienta radar.

RESULTADOS

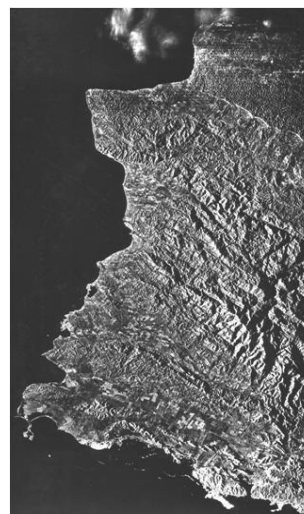
Fig. 7a Muestra el zoom de CGFZ, 7b el zoom de LFZ sucesivamente y 7c el mosaico 14. Estas imágenes están sin procesar.



(fig.7a)

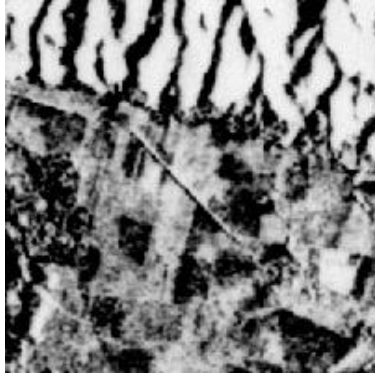


(Fig.7b)

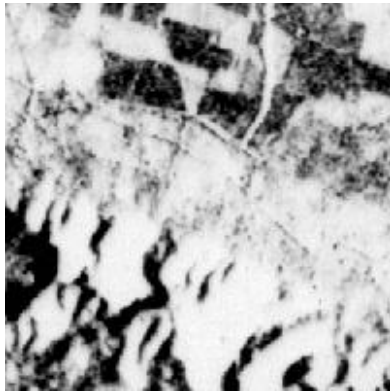


(fig.7c)

Fig. 8a Muestra el zoom de CGFZ, 8b el zoom de LFZ sucesivamente y 8c el mosaico 14. Estas imágenes tienen paletas invertidas.



(fig.8a)

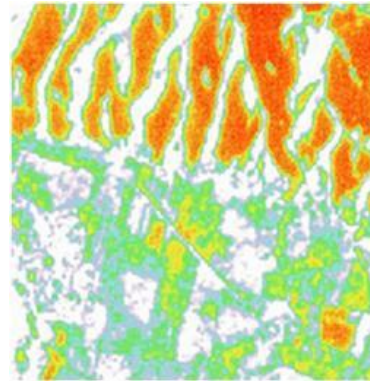


(fig.8b)

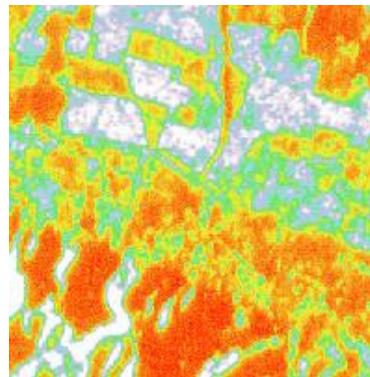


(fig.8c)

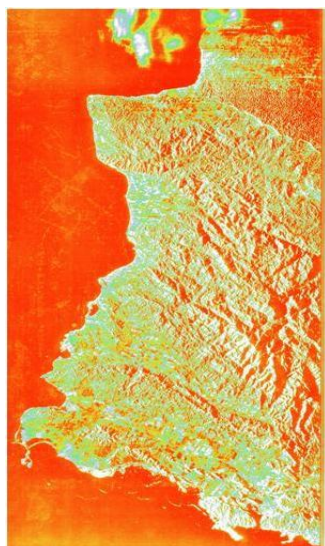
Fig. 9a Muestra el zoom de CGFZ, 9b el zoom de LFZ sucesivamente y 9c el mosaico 14. Estas imágenes tienen paletas invertidas y con color Hue Sat Lightness 2.



(Fig.9a)

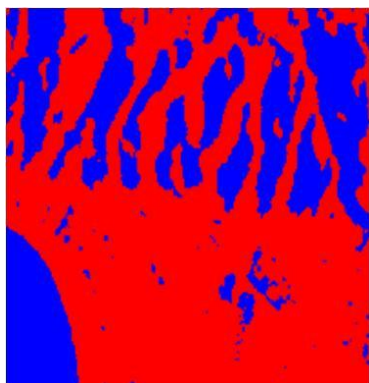


(Fig.9b)

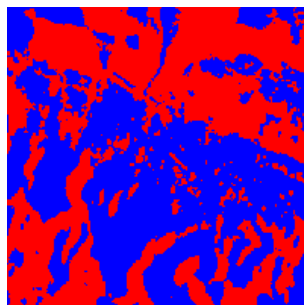


(Fig.9c)

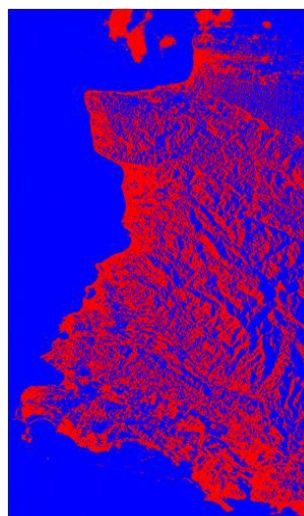
Fig. 10a Muestra el zoom de CGFZ, 10b el zoom de LFZ sucesivamente y 10c el mosaico 14. Estas imágenes están procesadas con Minimum Distance.



(Fig.10a)

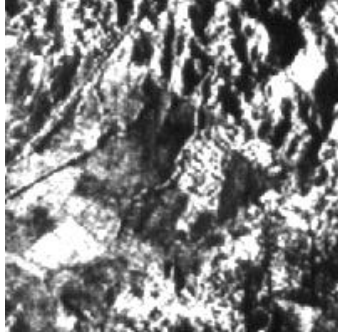


(fig.10b)

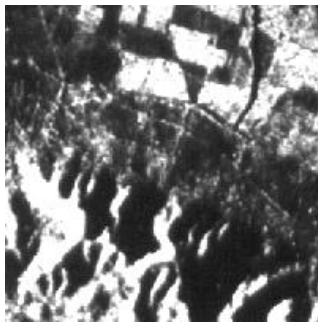


(fig.10c)

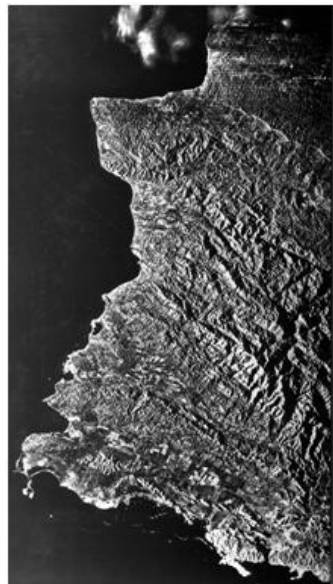
Fig. 11a Muestra el zoom de CGFZ, 11b el zoom de LFZ sucesivamente y 11c el mosaico 14. Estas imágenes están procesadas con la herramienta Radar-Antenna Pattern Correction.



(Fig.11a)

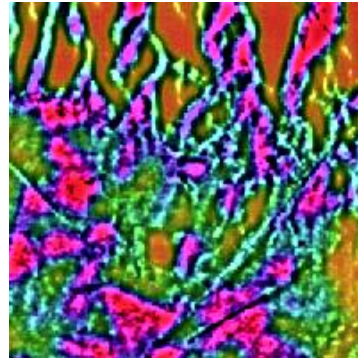


(Fig.11b)

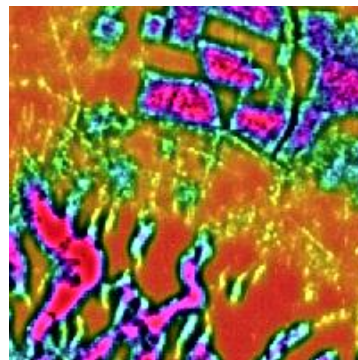


(Fig.11c)

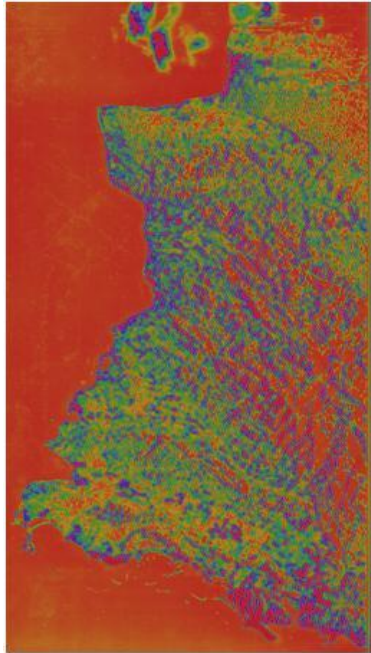
Fig. 12a Muestra el zoom de CGFZ, 12b el zoom de LFZ sucesivamente y 12c el mosaico 14. Estas imágenes están procesadas con la herramienta Radar-Synthetic Color Image.



(Fig.12a)



(Fig.12b)



(Fig.12c)

DISCUCCIÓN

Analizando las imágenes sin procesar se observan bastante bien los pliegues en la zona central del mosaico. Cuando se le da zoom a la imagen de CGFZ se puede distinguir bien entre lo que es un valle y lo que es la cadena de montañas conocidas como La Cadena de San Francisco y además también se puede ver la lineación. Cuando se le da zoom a la LFZ vemos que es más difícil diferenciar los pliegues y las lineaciones. Con las paletas invertidas al darle zoom a CGFZ se puede distinguir bien

entre lo que es el valle y la Cadena de San Francisco, los pliegues son bastante notables y la lineación también. Cuando se le da zoom a la LFZ se puede notar algún tipo de pliegues, pero difícil identificar la lineación en el lugar. Cuando se analiza la imagen con paletas invertidas, pero con color aplicado, vemos en el zoom de CGFZ y de LFZ que hay una variedad de colores la cual limitó la identificación de pliegues y lineamientos y aunque se pudo reconocer mejor en CGFZ no se contó con la misma suerte en el caso de LFZ, ya que es confuso a la hora de identificar los pliegues y los lineamientos en el área. En el caso del procesamiento con minimum distance se entrenó el programa de forma tal que se limitara a dos colores, los cuales fueron rojo y azul, esto fue útil para la identificación de CGFZ ya que se puede apreciar perfectamente el lineamiento entre el valle de Añasco y la Cadena de San Francisco, de la misma manera los pliegues, pero al momento de analizar el zoom de LFZ no se pudo identificar nada. Con el procesamiento de la herramienta Radar se procesó una foto con Antenna y otra con Synthetic. El de Antenna no mostró un cambio notable a la imagen sin editar, por lo tanto los resultados son los mismos. En la synthetic se puede ver una gran cantidad de colores el cual dificulta el resultado, pero aun así la mejor falla que se pudo identificar fue la de LFZ.

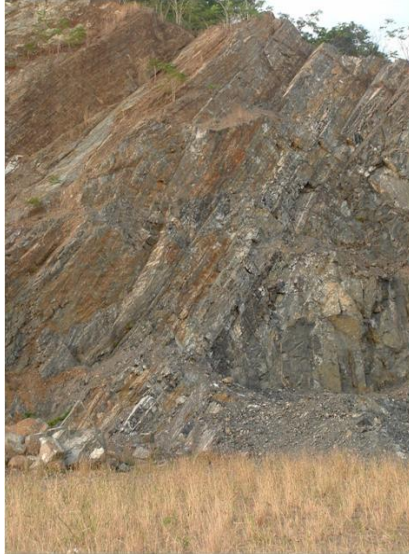


Fig. 13 Inclinación Cadena de San Francisco en Añasco, Puerto Rico.

CONCLUSIÓN

Este estudio de reconocimiento presenta varias observaciones básicas de la imagen SLAR en la parte oeste de Puerto Rico la cual revela severos lineamientos y pliegues en el área. El lineamiento que más se destaca es la parte sur de la cadena de San Francisco. Al comparar las imágenes ya procesadas con las no procesada se hizo más fácil identificar la CGFZ en minimum distance ya que se distingue claramente el lineamiento entre el valle de Añasco y la Cadena de San Francisco y de igual manera los pliegues. Para LFZ nunca fue tan claro las identificaciones, pero en el zoom de la cruda fue más notable el lineamiento y en el la de paletas invertidas lo más notables fueron los pliegues. La falla mayor se pudo reconocer más en casi todos los procesamientos, de lo contrario la falla menor es más difícil reconocer e incluso se puede confundir con otras estructuras geológicas que no son necesariamente fallas.

Por lo tanto, se concluye que es eficiente el uso de SLAR para la identificación de pliegues y lineamientos, pero es bien importante no descartar otro tipo de información e ir al campo para validar los resultados.

REFERENCES

Briere, P.R. and Scanlon, K.M., *Lineaments and Lithology Derived from a Side-Looking Airborne Radar Image of Puerto Rico*.

Cmeron, A.E., *Landsat TM processing in the investigation of active fault zones, South Lajas Valley Fault Zone and Cerro Goden Fault Zone as an example*, p.g, 1-7.

Mann, P., Prentice, C.S., Hippolyte, J.-C., Grindlay, N.R., Abrams, L. J., and Laó-Dávila, D., 2005, *Reconnaissance study of Late Quaternary faulting along Cerro Goden Fault Zone, western Puerto Rico*, in Mann, P., ed., *Active tectonics and seismic hazard of Puerto Rico, the Virgin Island, and offshore areas: Geological Society of America Special Paper 385*, p.151-138. For permission to copy, contact editing@geosociety.org. © 2005 Geological Society of America.