

# Elementos Tectónicos en el Valle del Río Cesar, Departamento del Cesar: una aplicación de LANDSAT

JORGE LUIS ARANGO CALAD  
INGEOMINAS, BOGOTÁ.

## RESUMEN

Este trabajo contiene las conclusiones del análisis de la información existente sobre la tectónica de la Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá y Valle del Río Cesar; se adicionan nuevos caracteres tectónicos obtenidos mediante interpretación de imágenes LANDSAT, y se describen sus efectos en el régimen de los ríos y aguas subterráneas del Valle. Se propone la existencia de una interrelación entre rasgos tectónicos de las tres unidades citadas en época reciente. Se obtuvieron, además, trazos de fallas no determinadas anteriormente, posiblemente relacionadas con depósitos de cobre nativo en rocas volcánicas y sedimentarias juratriásicas de las Sierras Nevada y de Perijá.

## ABSTRACT

This paper contains some conclusions based on the analysis of existing information on tectonism in the Sierra Nevada de Santa Marta, the Serranía de Perijá and the Río Cesar Valley and its effect on the regime of the rivers and ground water of the Cesar Valley. An interrelationship of the tectonic characteristics of the three aforementioned features is herein proposed. A study of LANDSAT imagery resulted in the discovery of heretofore undetected fault traces that might possibly be related to deposits of native copper in volcanic rocks and Jura-Triassic sediments of the Sierra Nevada de Santa Marta and the Serranía de Perijá.

## INTRODUCCION

Las imágenes del satélite LANDSAT permiten una visión sinóptica de grandes áreas discriminando las características de reflectividad de la superficie en cuatro bandas espectrales, dos de ellas en el sector infrarrojo del espectro. La in-

formación de forma es de gran utilidad, entre otras aplicaciones, en la identificación y localización de caracteres tectónicos y geológicos que, junto con la respuesta infrarroja de materiales de la superficie, proporcionan claves para la definición de procesos modeladores y sus efectos. En este trabajo se identifican algunos de esos caracteres, en áreas

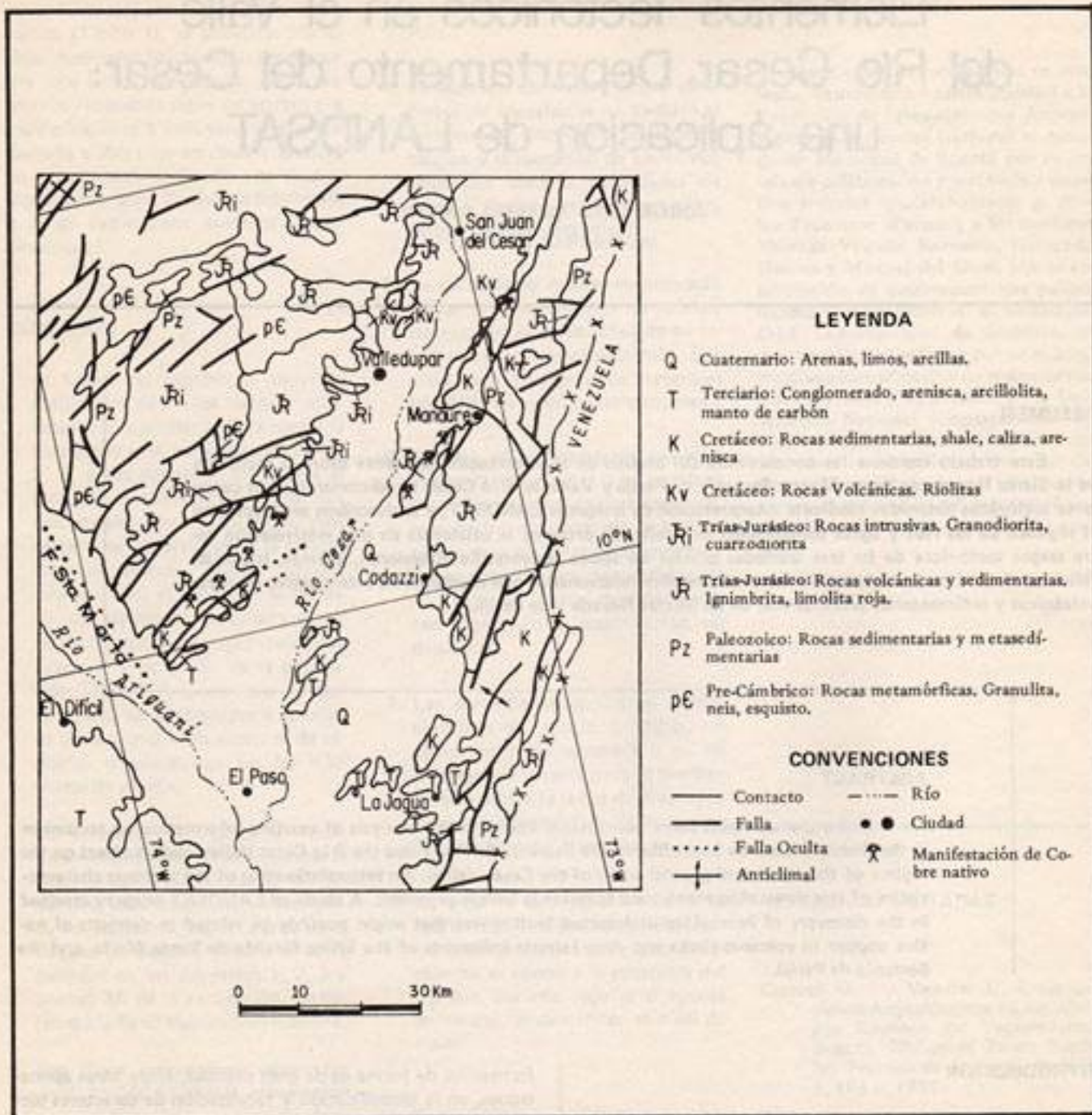


FIGURA 1. Mapa Geológico Generalizado del área cubierta por la imagen de la portada (Tomado de Arango, J. L. y otros 1976).

de la Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Río Cesar y Serranía de Perijá, localizados en el extremo norte de Colombia.

## GEOLOGIA Y TECTONICA DEL AREA

La figura 1 muestra un esbozo de la geología de la parte suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta y del extremo noroccidental de la Serranía de Perijá. La Sierra Nevada de Santa Marta se caracteriza, tectónicamente, por presentar una serie de fallas con dirección dominante E-NE. No es clara en la cartografía existente (Tschanz, et al, 1969) el tipo de movimiento en estas fallas aunque la observación de algunas unidades geológicas (Precámbricos y Juratriásico al NW de Valledupar, por ejemplo (Figura 1), sugiere un componente vertical y un movimiento dextral en sentido rumbo E-W; este último tipo de movimiento es similar a los movimientos que se presentan relacionados con la Falla de Oca (Miller, 1959), cuyo trazo pasa más al norte, fuera de los límites de este estudio. Del análisis de la imagen LANDSAT de la portada se deduce que las fallas no se presentan discontinuas como aparecen en el Mapa Geológico, sino hacen parte de extensos sistemas, donde las fallas y fracturas se intercomunican entre sí (Figura 2), ocasionando un claro control estructural sobre el drenaje y el desarrollo geomórfico; tal es el caso del sistema de las Fallas Nevada - Mamancanaca - Atimaqueo en la parte central de la Sierra y el de las Fallas Las Minas - Maízmorochó-Golero en el extremo sur de la misma. El primer sistema se encuentra intersectado por dos grandes fallas, la Falla Don Diego y la Falla Guatapurí de rumbo subparalelo a la Falla Santa Marta, (Fig. 1). Estos rasgos tectónicos no habían sido detectados en estudios anteriores (Miller, 1950). Rasgos tectónicos continuos de dirección N-NE han sido detectados también en el extremo NW de la Sierra, fuera del área de este estudio.

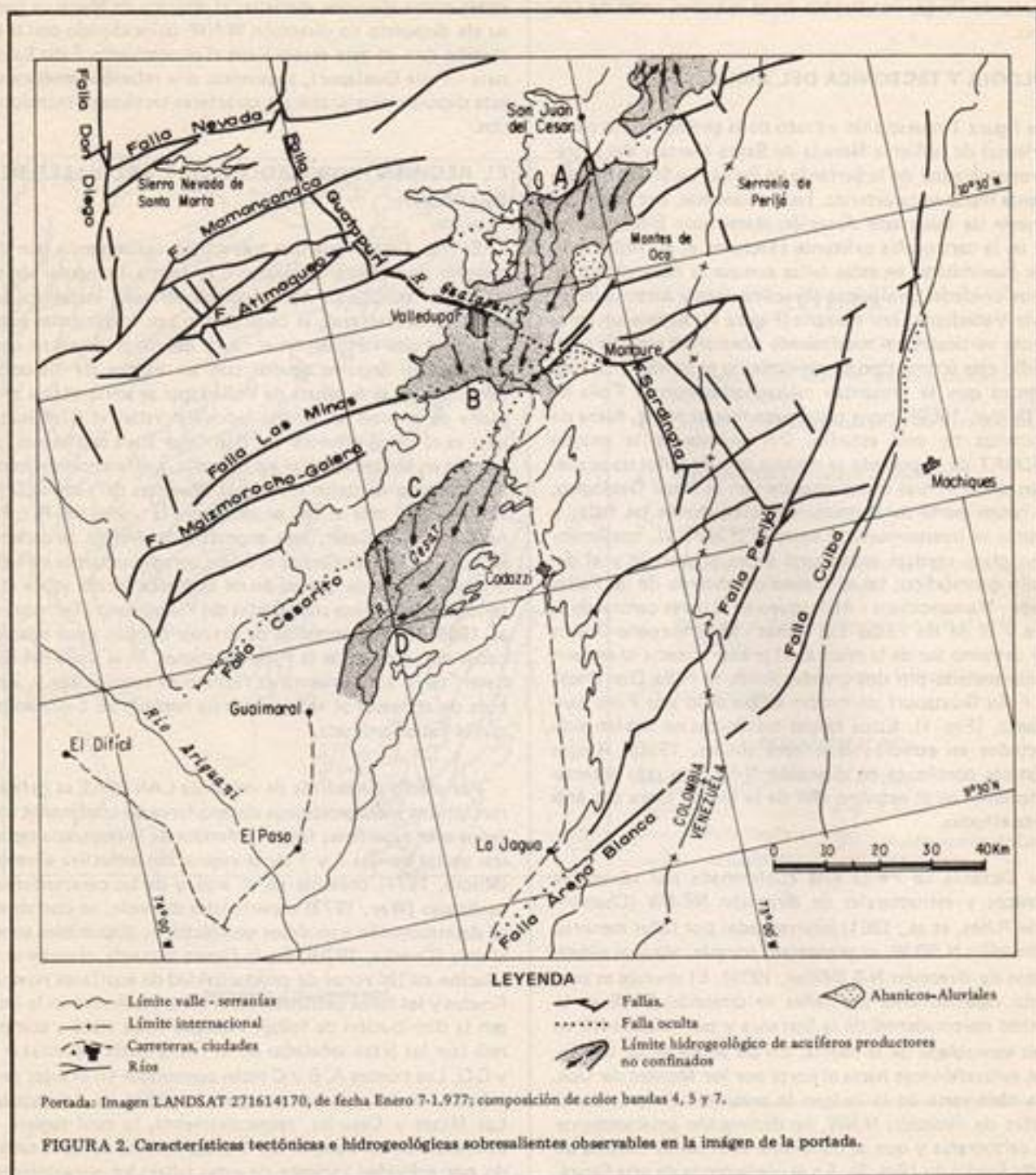
La Serranía de Perijá está conformada por caracteres tectónicos y estructurales de dirección NE-SW (Champetier de Ribes, et al., 1961) interceptadas por fallas menores de dirección N 50 W; se presentan, además, algunos alineamientos de dirección N-S (Miller, 1959). El drenaje es controlado especialmente por fallas de dirección E-NE en la vertiente noroccidental de la Serranía y por fallas N-NE en el área venezolana de la misma. En un sector al SE de Manaure, extendiéndose hacia el norte por los Montes de Oca, puede observarse en la imagen la presencia de un sistema de fallas de dirección N-NW, no distinguido anteriormente en la cartografía y que se denomina aquí como sistema de la Falla Sardinata (Fig. 2). En el piedemonte de esta Sierra, a la altura de Manaure y en Urumita, al este de Valledupar,

se reconocen dos geformas sobresalientes (Fig. 2), identificadas como abanicos aluviales; el abanico de Manaure tiene su eje dispuesto en dirección W-NW coincidiendo con la dirección que en este sector tiene el alineamiento Falla Sardinata - Falla Guatapurí, sugiriendo una relación genética de este depósito aluvial con los caracteres tectónicos mencionados.

## EL REGIMEN HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL RIO CESAR

El Río Cesar sigue una trayectoria consecuente que determina una bisectriz general a la forma triangular de su valle. Los tributarios siguen cursos normales instalados sobre extensas terrazas; se caracterizan por trayectorias semi-circulares que rematan en el cauce del río principal en confluencias en ángulos agudos con un vértice de dirección SW, (Fig. 3). A la altura de Valledupar se advierte una anomalía de drenaje en ambos lados del valle: el Río Guatapurí es el único afluente del Río Cesar cuya confluencia se efectúa en ángulo recto al eje del valle, a diferencia del comportamiento de todos los demás afluentes del sistema (Fig. 3). Un poco más al NE se encuentra la unión del Río Pereira y el Río Cesar; esta anomalía de drenaje se caracteriza por ser el Río Pereira el único curso insecuente en toda el área, a pesar de que su cauce está establecido sobre materiales homogéneos aterrazados del Pleistoceno (Tschanz, et al, 1969). Estas anomalías de drenaje pueden estar relacionadas con efectos de la Falla Guatapurí en el Valle del Río Cesar, cuyo alineamiento es fácilmente reconocible y, después de atravesar el valle, continúa hacia el SE hasta unirse con la Falla Sardinata.

Por medio de análisis de imágenes LANDSAT se definieron límites hidrogeológicos de acuíferos no confinados cercanos a la superficie; fueron inferidos de la respuesta espectral en las bandas 5 y 7 de la vegetación arbustiva silvestre (Moore, 1977) presente en el área y de las características texturales (Way, 1973) superficiales del valle; se corroboró su determinación con datos geoeléctricos disponibles sobre el área (Csonka, 1970). En la Figura 2 puede observarse la relación de las zonas de productividad de acuíferos no confinados y las fallas existentes en el área. Obsérvese en la imagen la distribución de follaje vigoroso (rojo vivo) y compárese con las áreas señaladas en la Fig. 2 entre las letras A-B y C-D. Los puntos A, B y C están contenidos en el lugar geométrico de los alineamientos de las fallas de Atimaqueo, Las Minas y Cesarito, respectivamente, lo cual sugiere la existencia de un control del drenaje interno del valle causado por actividad reciente de estas fallas; los alineamientos se continúan hacia el interior de la Serranía de Perijá, don-



de se unen con alineamientos claramente distinguibles, en el área de Manaure.

### LAS MANIFESTACIONES DEL COBRE NATIVO

El extremo SE de la Sierra Nevada de Santa Marta y la parte central de la Serranía de Perijá presentan abundantes manifestaciones de cobre nativo (Fig. 1) en rocas volcánicas básicas de edad jurásico Medio a Superior (Viteri, 1978; Tschanz, et al., 1970; Champetier de Ribes et al., 1961) y manifestaciones supergénicas en sedimentos asociados. Es-

tudios detallados de algunas manifestaciones en el área venezolana, sugieren que su emplazamiento posiblemente tuvo lugar al final del Mesozoico, durante el último evento metamórfico (Viteri, 1978). Un estudio semidetallado (Horikoshi et al, 1966) demostró la existencia de dos tipos de diques mineralizados; una de cuyas direcciones coincide con la dirección NW de fracturamiento deducida del análisis LANDSAT, en las áreas de Cerrito, El Ojo y Campo Florido, localidades situadas al SE de San Juan del Cesar. Cerca a Manaure, en el área de San Diego y Colina de El Ovejo, el emplazamiento de la mayoría de los filones de dirección E-W (Champetier de Ribes, et al., 1961). La coincidencia de

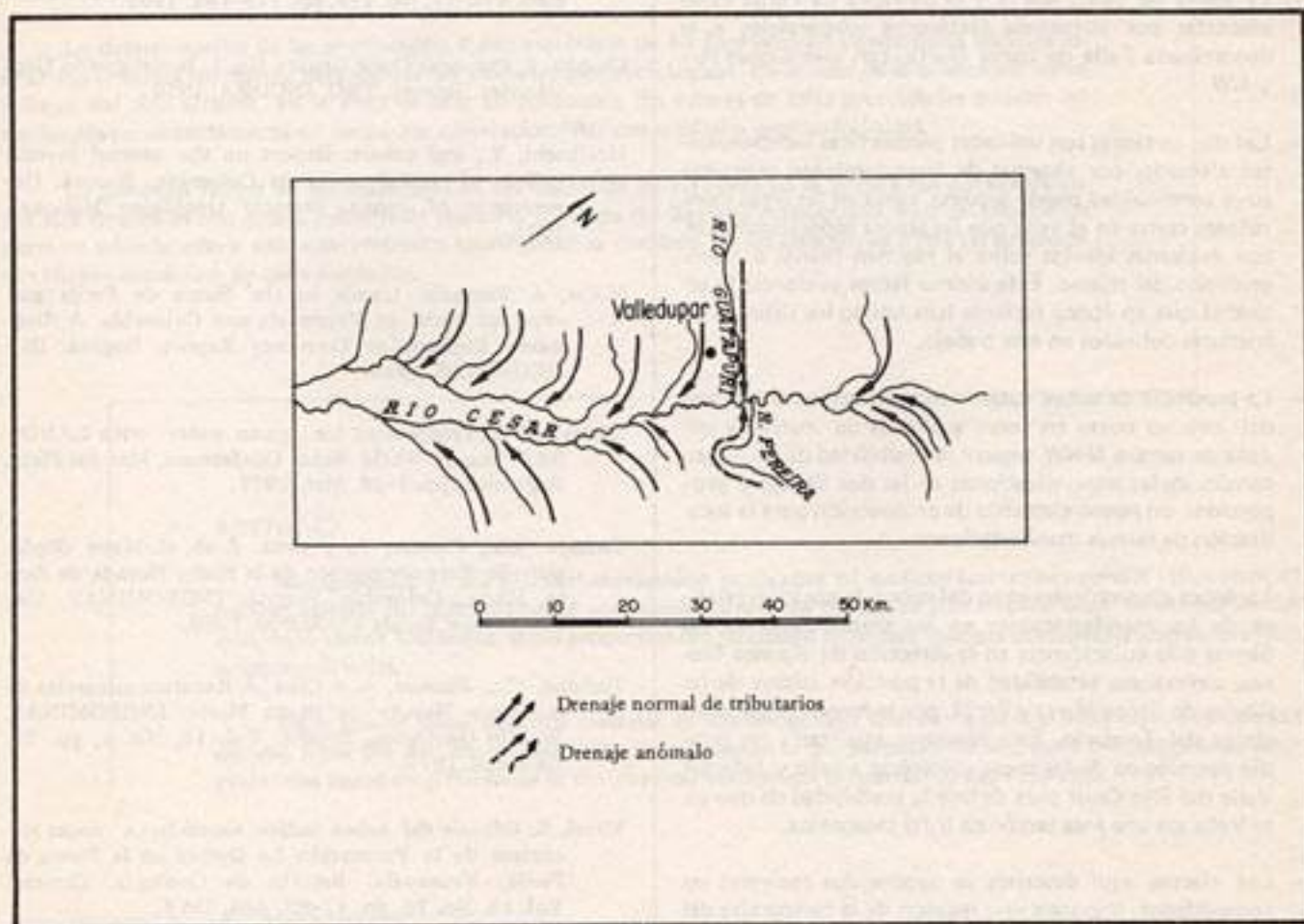


FIGURA 3. Régimen de drenaje del valle del Río Cesar

estas direcciones de mineralización y los nuevos alineamientos obtenidos con LANDSAT, proporciona un nuevo elemento de prospección, además de los utilizados convencionalmente.

## CONCLUSIONES

Las anteriores consideraciones permiten llegar a algunas conclusiones sobre el marco geológico del área:

- La dirección predominante E-W de los alineamientos y la disposición de los contactos geológicos sugiere una relación genética de aquellos con el tipo de movimiento y efectos de la Falla Oca.
- La Sierra de Santa Marta y la Serranía de Perijá están afectadas por elementos tectónicos subparalelos a la denominada Falla de Santa Marta, con direcciones N-S y NW.
- Las dos serranías son unidades geomórficas independientes afectadas por sistemas de fracturamiento comunes, cuya continuidad puede seguirse tanto en las áreas montañosas como en el valle que las separa geográficamente, con evidentes efectos sobre el régimen fluvial e hidrogeológico del mismo. Este último factor evidencia la actividad que en época reciente han tenido los sistemas de fracturas definidos en este trabajo.
- La presencia de cobre nativo tanto en vesículas de lavas del Jurásico como en venas y filones de cuarzo y epidota de rumbo N-NW sugiere la posibilidad de un origen común de las mineralizaciones en las dos Sierras y proporciona un nuevo elemento de prospección para la localización de nuevas manifestaciones.
- La época de emplazamiento del cobre, la posición relativa de las manifestaciones en los piedemontes de las Sierras y la coincidencia en la dirección de algunos filones, sugiere una estabilidad de la posición relativa de las Sierras de Santa Marta y Perijá, por lo menos desde principios del Terciario. Esta hipótesis implicaría un estudio petrológico de las rocas volcánicas a lado y lado del Valle del Río Cesar para definir la posibilidad de que este Valle sea una fosa tectónica (rift) mesozoica.
- Los efectos aquí descritos en sedimentos recientes no consolidados, imponen una revisión de la cartografía del Valle del Río Cesar con énfasis en el origen y procesos que dieron lugar a la depositación de los abanicos aluviales de Manaure y Urumita.

## REFERENCIAS

- Mapa Geológico de Colombia. Arango, J., Kassem, T. y Duque, H. Bogotá. INGEOMINAS. Una hoja. Color. Escala 1:1'500.000. 1976.
- Champetier De Ribes, G., Pagnacco, P., Radelli, L. y Weecksteen, G. Geología y mineralizaciones cupríferas de la serranía de Perijá entre Becerril y Villanueva. Servicio Geológico Nacional. Boletín Geológico. Vol. 11, No. 1-3, pp. 133-188. 1961.
- Csonka, J. Proyecto Cesar Guajira No. 1. Investigación Geoeléctrica. Bogotá. TNO, INCORA. 1970
- Horikoshi, Y., and others. Report on the second investigation of ore deposits in Colombia. Bogotá. Government of Japan. Servicio Geológico Nacional. 1976.
- Miller, J. Tectonic trends in the Sierra de Perija and adjacent parts of Venezuela and Colombia. A Richmond Exploration Company Report. Bogotá. INGEOMINAS. 1959.
- Moore, G. K. Prospecting for ground water with LANDSAT images. World Water Conference, Mar del Plata, Argentina. pp. 1-16. Mar. 1977.
- Tschanz, Ch., Jimeno, A. y Cruz, J. et. al. Mapa Geológico de Reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Bogotá. INGEOMINAS. Una hoja. Color. Escala 1:200.000. 1969.
- Tschanz, Ch., Jimeno, A. y Cruz, J. Recursos minerales de la Sierra Nevada de Santa Marta. INGEOMINAS. Boletín Geológico. Bogotá. Vol. 18, No. 1, pp. 55. Un mapa. 1970.
- Viteri, E. Génesis del cobre nativo asociado a rocas volcánicas de la Formación La Quinta en la Sierra de Perijá, Venezuela. Boletín de Geología. Caracas. Vol. 13. No. 24. pp. 47-82. Ago. 1978.
- Way, D. Terrain Analysis. Stroudsburg. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. pp. 392. 1973.