



**Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:  
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



# **DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD NEOTECTÓNICA Y ANÁLISIS PALEOSISMOLÓGICO DE LA FALLA RÍO SECO, SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE VALLEDUPAR-CESAR**

**Luisa León Díaz, Milton Lozada Molina, Frank Lascarro Navarro, Gonzalo Castro Córdoba, Yeison  
Pallares Bastista**

**Fundación Universitaria del Área Andina  
Valledupar, Colombia**

## **Resumen**

En el estudio de las ciencias de la tierra se hace evidente la necesidad de aportar conocimientos geológicos para el desarrollo científico y social en la actualidad, con el fin de determinar la actividad tectónica en un área. El área de estudio que se efectuó en el corregimiento de Río Seco, ubicado a aproximadamente 15 km al noroeste de la ciudad de Valledupar. La investigación revela las principales expresiones morfotectónicas del relieve, como contribución al estudio de la sismicidad moderada del territorio. El objetivo del estudio consiste en la determinación de actividad neotectónica de la Falla Río Seco, sector norte de la ciudad de Valledupar en el departamento del Cesar-Colombia; la metodología comprendió varias etapas, comenzando por una revisión bibliográfica, centrada sobre la paleosismológica, y estudios sobre la geología regional que proporcionó el marco geológico de referencia. Luego se procedió al reconocimiento del área de estudio en el que se identificaron indicios de actividad tectónica. Se procedió a realizar el análisis paleosismológico de los puntos en los cuales se caracterizarán los principales rasgos geomorfológicos y estructurales utilizándose el levantamiento de trincheras. Una vez levantada toda la información del sitio en campo, se continuó con la interpretación neotectónica y paleosismológica. Algunas conclusiones fueron que en la subregión del Norte del Cesar se han registrado cerca de diecisiete (17) sismos asociados a la falla Río Seco desde 1994 hasta septiembre de 2015, los cuales tienen magnitud variable entre 1.3 y 4.4 en la escala de Richter y profundidades entre 0 y 94 km, por lo cual indica que es una falla activa y Geomorfológicamente el área estudiada se encuentra enmarcada en la parte plana y semiplana del norte del municipio del Valledupar, en el cual se encuentran Organales producto de erosión, transporte y sedimentación de partículas, y bloques como resultado de agentes fluviales generados por

Los diferentes arroyos del área como el Arroyo Medio la Vega que va en sentido W-E y El Arroyo Las Palmas con sentido N-S, los cuales se interceptan hacia la parte SE de la zona de trabajo.

**Palabras clave:** neotectónica; morfotectónica; paleosismología

### ***Abstract***

*In the study of Earth Sciences is evident the need to provide geological expertise to scientific and social development today, in order to determine the tectonic activity in an area. The area of study that was performed in the corregimiento of Río Seco, located about 15 km northwest of the city of Valledupar. Research reveals the main expressions morfotectónicas of the relief, as a contribution to the study of the moderate seismicity of the territory. The objective of the study consists of the determination of neotectonic activity of the Río Seco fault, northern part of the city of Valledupar in the Department of Cesar-Colombia; the methodology comprised several stages, beginning with a review of the literature, centered over the paleosismológica, and studies on the regional geology provided the geological frame of reference. Then was the recognition of the study area in which evidence of tectonic activity were identified. It was the analysis paleosismológico of the points in which the main geomorphologic and structural features be characterized using the lifting of trenches. Once lifted the information site in field, continued with the Neotectonics interpretation and paleosismológica. Some conclusions were that in the subregion of Northern Cesar has been about seventeen (17) earthquakes associated with the fault Río Seco from 1994 until September 2015, which have magnitude variable between 1.3 and 4.4 on the scale of Richter and depths between 0 and 94 km, which indicates that it is an active fault and Geomorphologically the studied area is framed in its flat and semiplana in the North of the municipality of the Valledupar, in which Organales are product of erosion, transport and sedimentation of particles, and blocks as a result of fluvial agents generated by different streams of the area as the Middle brook the Vega that goes into sense-w-e and the Arroyo Las Palmas with direction n-s, which intersect the part is from the work area.*

***Keywords:*** neotectonics; morphotectonics; palaeoseismology

## **1. Introducción**

El objetivo general de la presente investigación es realizar la caracterización paleosismológica de indicios de actividad neotectónica en el Norte de la ciudad de Valledupar, en base al registro sísmológico de la ciudad de Valledupar suministrado por el SGC.

La zona de estudio cubre un área aproximada de 1 km<sup>2</sup> del corregimiento de Río Seco, dentro de la jurisdicción del municipio de Valledupar en el departamento del Cesar.

Regionalmente, la zona de estudio está compuesta por rocas Vulcano-sedimentarias de la Formación Riolitas de Goleros e Ignimbrita de los Clavos del Jurásico superior y medio respectivamente, igualmente se encuentran depósitos del cuaternario asociados con la dinámica fluvial de los ríos de la región. (INGEOMINAS, 2005) [1], así también como remanentes erosivos a manera de cerros aislados en el oriente del área de investigación.

El marco estructural indica que las principales direcciones de las Fallas tienen sentidos E-O como la Guatapurí y la falla Rio Seco.

## 2. Localización

El estudio se centra en cercanías al corregimiento de Rio Seco, enmarcado dentro de las coordenadas planas Este: 1093000, Norte: 1066000, y Este: 1094000, Norte: 1065000 (Figura 1)

Cuenta con dos vías de acceso, Valledupar-Rio Seco y Ataquez-Rio Seco

El municipio tiene una extensión territorial de 212.04 km<sup>2</sup>, una altitud mínima media de 220 msnm. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de Valledupar, Rio Seco se encuentra con un piso bioclimático como es el Piso Ecuatorial en toda su extensión. (Plan de Ordenamiento Territorial de Valledupar, 2009) [2],

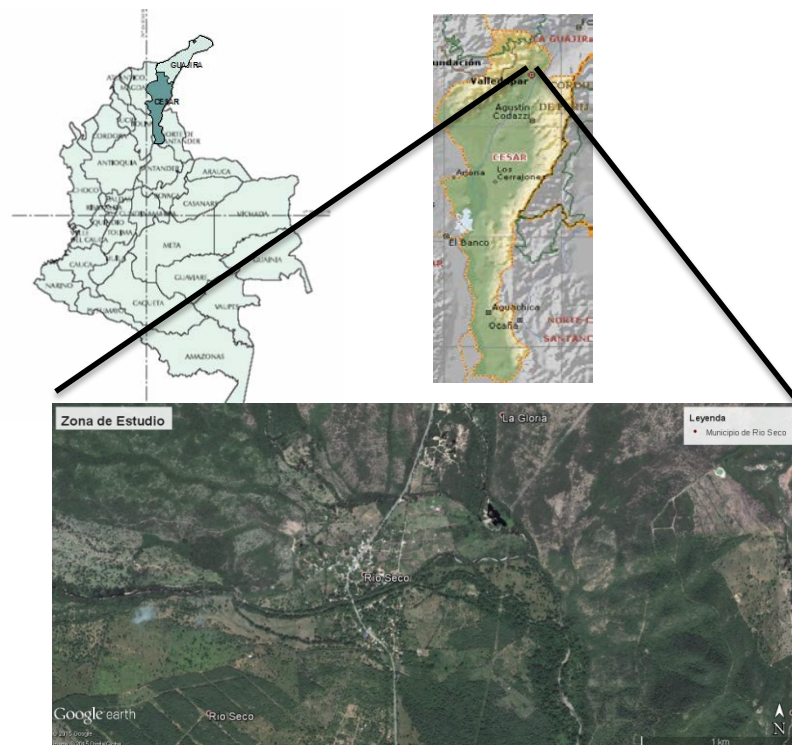


Figura 1. Localización del área de estudio.  
Fuente: Google Earth

### 3. Metodología

La metodología comprendió varias etapas, comenzando por una revisión bibliográfica, centrada sobre la paleosismológica, y estudios sobre la geología regional que proporcionó el marco geológico de referencia. Luego se procederá al reconocimiento del área de estudio en el que se identificarán indicios de actividad tectónica.

Se procederá a realizar el análisis paleosismológico de los puntos en los cuales se caracterizarán los principales rasgos geomorfológicos y estructurales utilizándose la metodología de levantamiento de trincheras.

Una vez levantada toda la información del sitio en campo, se procederá a la interpretación neotectónica y paleosismológica.

### 4. Geología local

El corregimiento de Rio Seco hace parte de flanco más N-E de la unidad geológica de la Sierra Nevada de Santa Marta, que cuenta con presencia de rocas metamórficas, rocas ígneas y rocas sedimentarias, en las cuales se describen las Formaciones más representativas que afloran en la zona.

#### Riolita de Golero

La formación Riolita de Golero (Jg) corresponde a una sucesión de rocas volcánicas de composición ácida (riolítica y riodacítica), que presentan texturas porfiríticas, porfiroafaníticas y afaníticas. (INGEOMINAS, 2007) [3]

#### Riodacita de Los Tábanos (Jt)

Con el nombre “Riodacita de Los Tábanos” (Jt) es una secuencia de rocas volcánicas de composición félsica y color rosado, que se encuentra en afloramientos aislados en la margen suroriental de la SNSM. [3]

#### Ignimbrita de Los Clavos (Jlc)

La Ignimbrita de Los Clavos (Jlc), corresponde a la secuencia de rocas vulcanoclásticas (tobas e ignimbritas) de color gris a gris verdoso, de composición félsica a intermedia (traquítica a andesítica), que cubre los intrusivos de edad Jurásica, en los sectores sur y oriental de la SNSM. [3]

#### Abanicos y gravas (Qg)

Son depósitos formados principalmente por gravas redondeadas a sub-redondeadas y bloques de hasta 1 metro de diámetro, derivadas de rocas como granulitas, neises, dioritas, tonalitas y gabros en matriz arenosa y por

depósitos caóticos mal seleccionados producto de flujos súbitos de materiales por inestabilidad de taludes topográficos. [3]

## 5. Marco Tectónico Local

Desde el punto de vista tectónico regional, Río Seco se encuentra afectado por varias fallas, como la Falla Río Seco, Guatapurí, Patillal, y Tierra Nueva.

### Falla Río Seco

Estructura que tiene una extensión de 70 Km con dirección E-W a N70E, en el área de las planchas 26 y 27, siguiendo en parte los cursos de los Río Seco, Los Mangos y San Sebastián. Es una estructura dextral, su tramo más oriental queda sepultado bajo depósitos cuaternarios que se extienden hacia el río Cesar. En su extremo occidental esta estructura termina en una falla inversa N-E de alto ángulo de inclinación y convergencia al N-W que se extiende por unos 10 Km. [3]

### Falla Guatapurí

Es una estructura con dirección N-E, curvada hacia el E, con la convexidad hacia el N-W. Los rasgos cartográficos indican que en su porción S-W es una falla dextro-lateral, con desplazamientos menores de 500 m. La porción norte de la Falla Guatapurí parece prolongarse hacia el este, bajo los sedimentos Cuaternarios. [3]

### Falla Patillal

Estructura que se extiende con un trazo arqueado sinuoso por 16 Km en sentido NE, y termina en una falla inversa de poca magnitud con convergencia al este. [3]

### Falla Tierra Nueva

Estructura que se desprende en el bloque sur de la Falla Río Seco, a la altura del Río Guatapurí, con dirección suroeste, con un trazo curvado y convexidad hacia el este y un rumbo que varía de N80E en su tramo sur a N30E en el tramo norte, extendiéndose por 42 km en las planchas 26 y 27, desde el Río El Templado hasta el Río Ariguaní. [3]

## 6. Composición del Abanico

El área de estudio está constituida principalmente por depósitos cuaternarios de gran magnitud provenientes de abanico aluvial que hace parte de la unidad geológica de la sierra nevada de santa marta, en esta área específica de estudio se encuentran rocas ígneas que han sufrido gran transporte, de composición basáltica, andesítica, Sienita, latítica y riolítica probablemente proveniente de las formaciones cercanas como Riolitas de Goleros, Ignimbrita de los clavos y Riodacita de los Tabanos, encontradas en dicho abanico, en el cual los cantos se encontraron de forma redondeadas y sub-redondeadas. (Ver Figura 2)



Figura 2: Diferentes rocas encontradas en el abanico del área estudiada.

## 7. Geomorfología

Geomorfológicamente el área de estudio se encuentra enmarcada en la parte plana y semiplana del norte del municipio del Valledupar, en el cual el río del corregimiento de Río Seco realiza una incisión tanto vertical como horizontal en el abanico aluvial, direccionado por la falla con el mismo nombre, en la zona se encuentran Organales producto de erosión, transporte y sedimentación de sedimentos y bloques producto de agentes fluviales generados por los diferentes arroyos del área como el Arroyo Medio la Vega que va en sentido W-E y El Arroyo Las Palmas con sentido N-S, los cuales se interceptan hacia la parte SE de la zona de trabajo.

En la intercepción se puede observar una laguna, la cual es relacionable con la falla Río Seco por ser un rasgo morfotectónicos. Con el tiempo estos han ido profundizándose en el terreno; muestra de ello son las terrazas que se observan a los lados de cada río.



## 8. Actividad Sísmica

En la subregión del Norte del Cesar se han registrado cerca de diecisiete (17) sismos asociados a la falla Rio Seco desde 1994 hasta septiembre de 2015, los cuales tienen magnitud variable entre 1.3 y 4.4 en la escala de Richter y profundidades entre 0 y 94 km. (Ver Tabla 1)

<i>Fecha</i>	<i>Magnitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Latitud</i>	<i>Profundidad (km)</i>
28/09/2001	3.3	-73.175	10.579	40
16/07/2010	2.5	-73.224	10.598	0
06/11/2011	1.5	-73.42	10.571	90.5
20/04/2012	2.4	-73.312	10.648	70
16/07/2012	2	-73.478	10.569	20.4
13/12/2012	2.4	-73.338	10.649	0
25/08/2013	3.9	-73.306	10.594	89.9
29/08/2013	1.7	-73.248	10.572	83.1
14/01/2014	1.3	-73.261	10.597	89.3
16/01/2014	1.3	-73.425	10.602	71.3
27/02/2014	1.9	-73.431	10.609	77.1
16/03/2014	1.7	-73.216	10.664	14.4
23/03/2014	4.4	-73.404	10.639	8
21/09/2014	2.1	-73.231	10.562	33.6
01/11/2014	1.3	-73.358	10.639	83.9
02/05/2015	1.4	-73.181	10.582	87.2
15/06/2015	2.3	-73.221	10.634	94

Tabla 1. Sismos asociados a la falla Rio Seco, modificado del registro sismológico de Valledupar (SGC 2015) [4].

## 9. Análisis Neotectónica

En la zona se observaron una serie de lineamientos que presentan una expresión fisiográfica muy clara sobre los depósitos del cuaternario. En general se ven cambios abruptos en la pendiente del terreno, estos aspectos están relacionados con la presencia de geo-formas que determinan la actividad tectónica reciente.

A partir de la información anterior, se seleccionaron lugares estratégicos y de fácil acceso para llevar a cabo la comprobación e interpretación de los rasgos identificados previamente. Además se observaron rasgos menores y se tomaron datos de estos, como son:

### Laguna de Falla

Una pequeña laguna alineada con el río, la cual posiblemente fue generada por represamientos de los drenajes antecesores, debido a movimientos diferenciales del terreno en la horizontal como en la vertical. En el río la vega del medio, se presenta una laguna la cual coincide con el trazo de la falla y con el cambio de dirección del río que era S-N y paso a ser E-W, también se encontraba que el bloque derecho de la laguna ubicándose con una vista en la dirección de corriente del río presenta una componente de falla normal, estas asociaciones se hacen relevantes sobre curvaturas que presenta la falla.

## 10. Realización de la Trinchera

Con base a la cartografía de la zona en donde se observa el trazado de la falla y por medio de campaña de campo se pudo definir el sitio más favorable para realizar la trinchera. Para esta labor se tuvo en cuenta ciertas condiciones (Audemard, 2003 [5]; Audemard, 2004 [6]) que se deben cumplir para hacer la excavación de la trinchera factible y provechosa:

- La ubicación de la trinchera debe tener la mayor probabilidad de encontrar indicadores y estructuras que permitan verificar la actividad de la Falla Rio Seco.
- Debe ser un sitio en donde haya material del cuaternario, es decir, acumulación de sedimentos
- El nivel freático no debe estar muy somero, ya que el agua puede afectar las paredes de la trinchera
- En el sitio donde se va a excavar no debe tener influencia antrópica ni tampoco vegetación que se pueda deteriorar
- Por último, se debe contar con el permiso de los propietarios para ejecutar la excavación.

Primeramente, en la revisión de la cartografía se pudo escoger dos puntos para realizar la trinchera. Durante la campaña de campo se visitaron las dos posibilidades teniendo en cuenta las condiciones ya mencionadas.

Se tomó la decisión de realizar la trinchera al este de una laguna de falla ya que es un sitio apto que cumple con las condiciones y además nos indica la actividad de la falla, en la laguna se puede notar que no ha sufrido cambios por acción antrópica. (Ver Figura 4 y Figura 5)

La trinchera fue ubicada perpendicular al trazo de la falla, de tal manera de cortar los sedimentos y así encontrar los indicadores de actividad. Se programó una trinchera de dimensiones 2 metros de largo, 1 metro de ancho y 2 metros de profundidad.

La excavación se realizó con herramientas manuales, lo que dificultó llegar a 2 metros de profundidad, además no se tuvo en cuenta la presencia de la parte gruesa del abanico aluvial. Este material grueso reduce la posibilidad de encontrar aquellos aspectos que permitan identificar paleo-sismológicamente la actividad de la falla; Se logró excavar hasta 0,8 m por lo antes mencionado.

Por medio de la trinchera no se obtuvo el potencial sísmológico de la Falla Rio Seco, porque no se alcanzó la debida profundidad pensada, ya que se encontró con un estrato de conglomerado no consolidado con cantos grueso, tal vez al profundizar se pueden encontrar un estrato de arcilla que permitan observar indicadores esperados.

### Perfil de suelos

Se logró describir los siguientes tipos de suelos. (Ver Figura 3)



- Es un suelo tipo histosol ya que presenta una coloración marrón oscuro y con un contenido moderado de materia orgánica.
- Es un suelo aridisol, porque, son característicos de zonas muy áridas como lo es la zona de estudio y es de color marrón pardusco producto de bajo contenido de minerales ferromagnesianos.
- Es un suelo tipo entisol, resultado de que presenta bajo grado de evolución y muestra en la parte superior una organización por efecto de la materia orgánica y actividad biológica.



Figura 3: Evidencia de los tres tipos de suelos

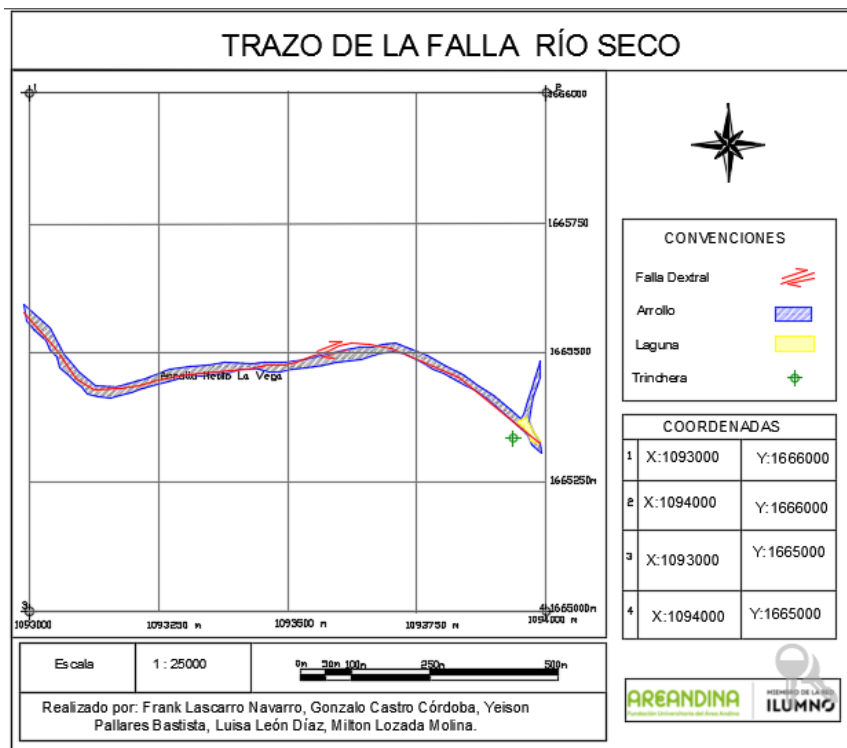


Figura 4: Mapa en el cual se observan la flexión que genera la falla Rio Seco sobre el Arrollo Medio la Vega

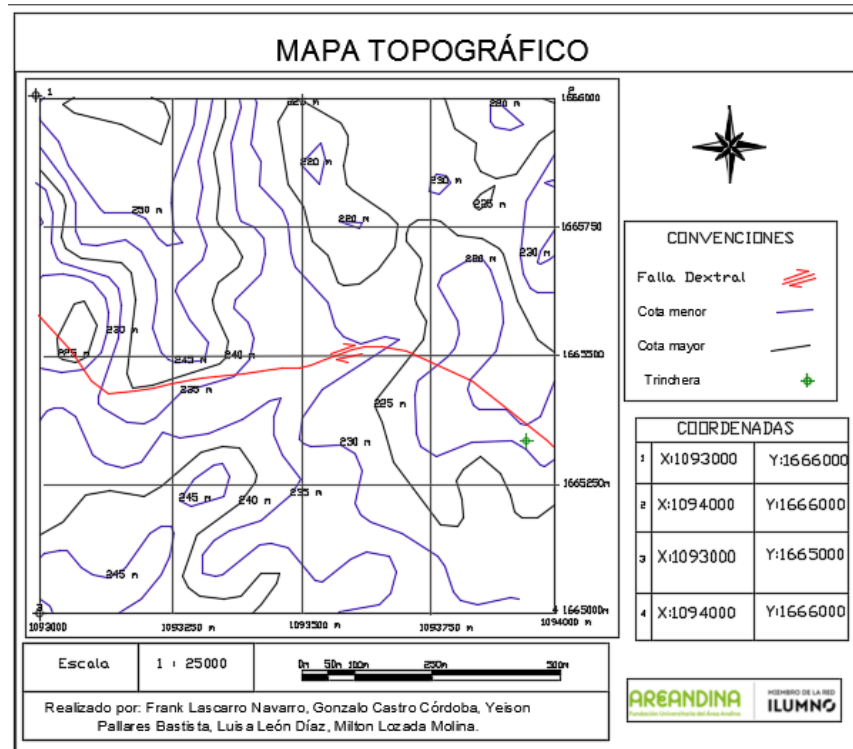


Figura 5: Mapa topográfico en el cual se observa la diferencias de altitud sobre el trazo de la Falla

## 11. Discusión

La zona de estudio se caracterizó por no tener la traza bien definida, debido a que la falla está cortando los depósitos cuaternarios; sin embargo en los rasgos geomorfológicos como la Laguna de Falla, la deflexión en la intercepción de los arroyos, y las terrazas, permitieron corroborar una cinemática dextral con componente de buzamiento (INGEOMINAS, 2007).

Se logró comprobar la existencia de la Falla Río Seco y determinación de un segmento que en la Plancha 27 de la Sierra Nevada de Santa Marta es inferida, y en este artículo se estableció que la falla es activa.

Se propone un componente de buzamiento de movimiento normal por la existencia de la Laguna de Falla, la cual se originó por un posible curvamiento que tiene la Falla Río Seco en este sector, esto comúnmente se asocia con fallas normales. (Anexo 1)

## 12. Conclusiones

- Geomorfológicamente el área estudiada se encuentra enmarcada en la parte plana y semiplana del norte del municipio del Valledupar, en el cual se encuentran Organales producto de erosión, transporte y sedimentación de partículas, y bloques como resultado de agentes fluviales generados por los diferentes arroyos del área como

el Arroyo Medio la Vega que va en sentido W-E y El Arroyo Las Palmas con sentido N-S, los cuales se interceptan hacia la parte SE de la zona de trabajo.

- En la subregión del Norte del Cesar se han registrado cerca de diecisiete (17) sismos asociados a la falla Rio Seco desde 1994 hasta septiembre de 2015, los cuales tienen magnitud variable entre 1.3 y 4.4 en la escala de Richter y profundidades entre 0 y 94 km, por lo cual indica que es una falla activa
- En la zona se encontraron algunos aspectos que están relacionados con la presencia de geo-formas que determinan la actividad tectónica reciente, como lo es la Laguna de Falla, las Terrazas, en la que se evidencia la presencia de una componente de falla normal.
- Por medio de la trinchera no se obtuvo el potencial sismológico de la Falla Rio Seco, porque no se alcanzó la debida profundidad pensada, ya que se encontró con un estrato de conglomerado no consolidado con cantos grueso, que no permitieron observar los indicadores esperados.

### 13. Bibliografía

[1] INGEOMINAS, Geología de la Plancha 27- Valledupar; Mapa geológico (escala 1:100.000).

[2] Plan de Ordenamiento Territorial de Valledupar (2009), Libro tercero; diagnóstico de dimensiones y atributos urbano-rural

[3] INGEOMINAS (2007); geología de la planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 33, 34 y 40. Proyecto: evolución geohistórica de la sierra nevada de santa marta”

[4] Servicio Geológico Colombiano (SGC); Red Sismológica Nacional De Colombia; actividad sísmica del municipio de Valledupar- Cesar

[5] Audemard, F. A., (2003). Geomorphic and geologic evidence of ongoing uplift and deformation in the Mérida Andes, Venezuela. Quaternary International 101-102C, pp. 43-65.

[6] Audemard, F. A., (2004). Paleoseismology in Venezuela: objectives, methods, applications, limitations and perspectives. Tectonophysics (in press).

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)