

Todo este proceso indica que el actual régimen de los esfuerzos las áreas I, IV, VI y VII, que representan a estas litologías y las estructuras relacionadas al SFR muestran un σ_1 en dirección NW –SE con cabeceos muy bajos ($< 23^\circ$), que indican una aptitud compresiva sub – horizontal y normal a la disposición del rumbo del SFR. El σ_3 presenta una tendencia NE –SW con cabeceos máximos de 55° , que explicarían en parte la tendencia de la exhumación de las litologías basamentales que se presentan dentro del corredor del SFR, mostrando con esto una aptitud extensiva sub – vertical cuasi paralela a las estructuras que representan a el SFR en este sector del Bloque Norandino.

CONCLUSIONES

Mediante mediciones de estrías de falla en la región se encontraron dos estados de esfuerzo regionales observándose que uno está dado concretamente para aquellas estructuras relacionadas con el SFR y sus esfuerzos están regidos por el estado de compresión en sentido predominantemente NNW – SSW y un régimen extensivo en dirección NE –SW lo que demuestra la acción directa de la transpresión que ejerce BCRPC en este sector sobre la margen NW de Sudamérica.

Se observó que los planos de falla para el SFR mantienen una componente de rumbo inversa con un desplazamiento sinistral. Para el caso del área VII a nivel de microtectónica se observa que las mediciones en terreno revelan un estado de paleoesfuerzos en donde la componente σ_1 refleja un evento compresivo en tendencia NE –SW y un esfuerzo extensivo en tendencia similar indicando un estado de paleoesfuerzos muy posiblemente relacionado a una época previa al acrecionamiento del BCRPC y que posiblemente tenga que ver más con regímenes relacionados de la evolución de la subducción de la placa Paleo – Caribe sobre la margen NW de Sudamérica durante el paleo - neógeno previa al emplazamiento del bloque, de este tema queda por aclarar dudas para futuros trabajos.

El otro campo de esfuerzos predominante en esta región está directamente relacionado a un régimen extensivo WNW – ESE que dio origen al SFVT y SFS y que posiblemente derivan de rotaciones de la placa y esfuerzos intraplaca pre-existentes a nivel intracontinental, en un basamento Proterozoico – Fanerozoico pero que aquí se postula que estén relacionados por el resultado de la activación o reactivación de sistemas tensionales derivados de esfuerzos compresivos verticales con predominio en NNE –SSW y que son producidos por el cambio en la convergencia en la Placa de Nazca en sus segmentos septentrionales una vez se produjo la acreción del BCRPC cuando la placa subducente solevó la litosfera continental junto con la placa paleo – Caribe previamente subductada en este sector de sudamérica por obstrucción del bloque con la placas de Norteamérica y Sudamérica, por lo que este sistema estaría relacionado con asperezas en la zona de subducción como la zona sismogénica de Murindó al norte y la Dorsal de Carnegie al sur. Este evento dio origen a una reactivación de un movimiento normal en estas fallas y a una tendencia rumbo deslizante sinistral entre los $4,5^\circ$ y los 8° N en el SFR acompañado del levantamiento simultáneo de escamas tectónicas del basamento provenientes de litologías oceánicas acrecionadas durante el transcurso del Cretáceo hasta el Paleógeno superior y que por efecto de esfuerzos compresivos verticales se exhumaron a través de estructuras extensivas cuasi paralelas al SFR que sirvieron de elementos estructurales de despegue para el transporte de estas lajas que muy posiblemente derivaron de paleosuturas relacionadas con su acreción Meso- Paleógena en el margen oeste del norte de Sudamérica.

La interacción de estos dos regímenes de esfuerzos entre los $4,5^\circ$ y los $5,5^\circ$ N indican una clara influencia de dos componentes principales en cuanto al origen de los esfuerzos que activan los procesos tectónicos actuales de este sector de los Andes Septentrionales como lo son el BCRPC por un lado, el cual activa las diferentes estructuras del SFR y el Segmento Cauca – Murindó de la Placa de Nazca por el otro que ha activado a los sistemas tectónicos transversales como el SFVT y SFS.

Los datos recogidos en este estudio coinciden con lo mostrados a partir de la inversión de mecanismos focales del CMT mostrados tanto por Ego et al (1996), y Carvajal et al (2001), para los Andes septentrionales, como por Vargas (2001), indica una zona de colisión entre el BCRPC con el NW de Sudamérica, demostrando con esta un engrosamiento cortical litosférico derivado de un exceso de corteza oceánica en este sector.



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue el resultado de la practica de campo para el curso de Sismotectónica, postgrado en Geología, Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede en Bogotá. Se agradece muy especialmente a los estudiantes de la Universidad de Caldas que se encontraban realizando su trabajo de Grado sobre el SFR y SFVT en las vecindades de Manizales; a los funcionarios del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales - INGEOMINAS e igualmente a los Geólogos Jaime Guzmán y Margarita Ochoa de la Corporación Autonoma Regional de Risaralda - CARDER en Pereira por sus valiosos comentarios y aclaraciones sobre las observaciones en campo y disposición de los sistemas estudiados. Del mismo modo a los estudiantes y profesores que laboran en el Observatorio Sismológico del Quindío - Universidad del Quindío en Armenia, a ellos que su empeño consiga fortalecerse para el bien de la región, y un reconocimiento especial al profesor Luis Castillo del Departamento de Geociencias, postgrado en Geofísica de la Universidad Nacional en Bogotá, por sus comentarios y ayuda en la toma de datos de campo.

REFERENCIAS

- ALLMENDINGER, R. W. 1999; Introduction to Structural Geology: GEOL 326, Cornell University, Spring 1999, 279 p.
- ALVARADO, A., BES DE BERC, S., DUMONT, J. F., SEBRIER, M. & BELLIER, O. 1999; Transtensive Tectonic complications in the Western Border of the Ecuadorian Andes: The example of Mindo: Fourth ISAG, Goettingen, Germany, Extended Abstracts, 17-20.
- ANGELIER, J. 1994; Fault slip Analysis and Palaeostress Reconstruction, IN: Continental Deformation, Paul L. Hancock Ed. 53 -100.
- AVÉ - LALLEMANT, H.G. 1997; Transpression, displacement partitioning, and exhumation in the eastern Caribbean / South American plate boundary: Tectonics, 16, 2, 272-289.
- BOHORQUEZ, O., GONZÁLEZ, L. Y JARAMILLO, C.M. 2001; Estudio Neotectónico Multidisciplinario, Caso de Estudio: Falla Villamaría - Termales: VIII Cong. Col. Geol. Mem (En CD).
- BOTT, M. H. P. 1959; The Mechanism of oblique - slip faulting: Geol. Mag. 96, 109 -117.
- BOURGOIS, J., TOUSSAINT, J.F., GONZALES, H., ORREGO, A., AZEMA, J., CALLE, B., DESMET, A., MURCIA, A., PABLO, A., PARRA, E., et TOURNON, J. 1985; Les Ophiolites des Andes de Colombie: Evolution Estructurale et Signification Geodynamique; On: Geodynamique des Caraïbes; Simposium, Paris; Ed. Technip, 27, 475-493.
- BOWLAND, C. L. 1993; Depositional history of the western Colombian Basin, Caribbean Sea, revealed by seismic stratigraphy: Geol. Soc. Am. Bull. 105, 1321-1345.
- CARVAJAL, C., MORA, H., GUARNIZO, F. y SALGADO, K. 1988; Análisis de las Medidas de Deformación Efectuadas en el Volcán Nevado del Ruiz, Colombia, Octubre 1985 - Marzo 1988: Ingeominas, Bol. Geol. 29, 3, 21 -32.
- CARVAJAL, C., VARGAS, C. y MORA, H. 2001; Estado actual de Deformación en El Territorio colombiano: VIII Cong. Col. Geol. Mem (En CD).
- CEPEDA, H. 1989; Investigaciones Petrológicas en el ámbito de las Planchas 429 - Pasto y 410 - La Unión, con especial énfasis en el Complejo Volcánico del Galeras. Ingeominas, Bol. Geol. 30, 1, 43 -113.
- CSN. 1998; Proyecto Sigma, Análisis del Estado de esfuerzos tectónicos, reciente y actual en la Península Ibérica: CSN Colección Otros Documentos 10. 1998, 241 p.
- CLOOS, M. 1992 a; Thurst - type subduction - zone earthquakes and seamount asperities: A physical model for





- seismic Rupture: *Geology*, 20, 601–602.
- CLOOS, M. 1992 b; Lithospheric Bouyancy and Collisional orogenesis; Subduction of oceanic plateaus, continental margins, island arcs, spreading ridges, and seamounts: *Geol. Soc. Am. Bull.* 105, 715-737.
- COATES, A. G., JACKSON, J. B., COLLINS, L. S., CRONIN, T. M., DOWSETT, H. J., BYBELL, L.M., JUNG, P. & OBANDO, J.A. 1992; Closure of the Isthmus of Panama: The near – shore marine record of Costa Rica and western Panama: *Geol. Soc. Am. Bull.* 104, 814–828.
- COLLOT, J. Y., CHARVIS, P., TABOADA, A. y AGUDELO, W. 2001; Estructuras Interplaca del margen de subducción de Colombia – Ecuador: Resultados Preliminares de la campaña sísmica profunda: VIII Cong. Col. Geol. (Sin Pub.).
- DEHANSHUTTER, J. 1985; Lineaments in the Northern Andes and their bearing on the Geodynamic Evolution in the Leading corner of South America Plate: VI Cong. Lat Geol. Mem, 1, 52–57.
- DENIAUD, Y., BABY, P., BASILE, Ch., ORDOÑEZ, M., MASCLE, G. & MONTENEGRO, G. 1999; Neogene Evolution of the main Ecuadorian Fore – Arc Sedimentary Basins and Sediments Mass Balance Inferences: Fourth ISAG Goettingen, Germany, Extended Abstracts, 201-205.
- DOBLAS, M., MAHECHA, V., HOYOS, M. & LOPEZ – RUIZ, J. 1997; Slickenside and Fault Surface Kinematic indicators on Active Normal faults of the Alpine Betic cordilleras, Granada, Southern Spain: *Jour. Struc. Geol.* 19, 2, 159–170.
- DUEÑAS, H. y DUQUE – CARO, H. 1981; Geología del Cuadrángulo F-8: Ingeominas, *Bol. Geol.* 24, 1, 1-35.
- DUQUE – CARO, H. 1990 a; Estratigrafía, Paleoceanografía y Paleogeografía de la Cuenca del Atrato y la evolución del Istmo de Panamá: Ingeominas, *Bol. Geol.* 31, 1, 3–46.
- DUQUE – CARO, H. 1990 b; El Bloque Choco en el Noroccidente Suramericano: Implicaciones Estructurales, Tectonoestratigráficas y Paleogeográficas: Ingeominas, *Bol. Geol.* 31, 1, 47–71.
- EGO, F., SÉBRIER, M., LAVENU, A., YEPES, H. & EGUES, A. 1996; Quaternary state of stress in the Northern Andes and the restraining bend model for the Ecuadorian Andes: *Tectonophysics*, 259, 101-116.
- FRISCH, W., MESCHÉDE, M. & SICK, M. 1992; Origin of the Central American ophiolites: Evidence from paleomagnetism results: *Geol. Soc. Am. Bull.* 104, 1301–1314.
- GOMÉZ, H. 1991; La paleomegacizalla Transversal de Colombia, Base de un Nuevo Esquema Geotectónico: *Rev. CIAF*, 12, 1, 49–61.
- GOMEZ, L. A., RAMÍREZ, J.R. y ESCOBAR, R. 1996; Estratigrafía de Secuencias Sísmicas en el sector sur de la Cuenca Chocó – Pacífico, Colombia: VIII Cong. Col. Geol. Mem. 3, 239-255.
- GUZMAN, J., FRANCO, G. Y OCHOA, M. 1997; Proyecto de Mitigación del Riesgo Sísmico de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal- Evaluación Neotectónica: CARDER.
- HERD, D. G., YOUNG, T. L., MEYER, H., ARANGO, J. L., PERSON, W. J. & MENDOZA, C. 1981; The Great Tumaco, Colombia Earthquake of 12 December 1979: *Science*, 211, 4481, 441-445.
- HINCAPIE, J. O., VILLARRAGA, M. R. y MESA, M. I. 1996; Un Modelo de Convergencia de Placas para el noroccidente colombiano con base en datos Sismológicos: VII Cong. Col. Geol. Mem. 3, 142-151.
- INGEOMINAS. 1997; Mapa geológico digital de Colombia, Escala 1: 500000, Versión 1.0., Bogotá, 1997.
- JAMES, M. E. 1986; Evidencia de Colisión entre la Miniplaca Bloque Andino y la Placa Norteamericana desde el Mioceno Medio: VI Cong. Lat. Geol. Mem. 1, 58-75.

