

Figura 10. Velocidad relativa de las estaciones GPS de las campañas de 1991, 1994, 1996 y 1998 (Trenkamp et al, 2002)

Se puede apreciar que al este de la fosa colombo-ecuatoriana, las estaciones costeras de Ecuador y la estación costera de Colombia TUMA (16 mm/año) tienen vectores con significativo componente hacia el este, aunque mucho más pequeños que el vector de velocidad medido para la subducción de la placa de Nazca, mientras que otras estaciones, localizadas en la costa pero más al norte, tales como BUEN y BHSL tienen componentes al este mucho más pequeñas, del orden de 4, 5 y 3,6 mm/año respectivamente. Las estaciones localizadas al norte y este de la estación TUMA, presentan vectores de velocidad con una componente norte más representativa, como se aprecia en las estaciones PAST, CALI, BUEN, MZAL y BOGO. Otras estaciones localizadas más al norte, por encima de los 6° de latitud, como RION, MONT, CART, y en Colombia, así como la estación URIB en Venezuela, presentan una sustancial componente mayor hacia el este, lo cual es bastante significativo si se considera la distancia con respecto a la trinchera colombiana asociada a la subducción de la placa de Nazca. Adicionalmente, las estaciones VDUP y BUCM, distantes alrededor de 500 km de la zona de colisión Panamá-Colombia, muestran componentes mayores en este, pero la componente norte es significativa dentro de los respectivos vectores.

ESTACION	ID ESTACION	LONG W	LAT N	ESTE	NORTE	RESULT	AZIMUT °	σ (E)	σ (N)
				mm (Año)				mm (Año)	
BAHIA SOLANO	BHSL	-77.39	6.20	12.67	3.62	13.18	74.05	3.85	1.64
BOGOTA	BOGO	-74.08	4.87	5.78	1.29	5.92	77.42	1.99	1.14
BUCARAMANGA	BUCM	-73.18	7.12	9.27	2.22	9.53	76.53	2.32	1.14
BUENAVENTURA	BUEN	-76.99	3.82	4.51	4.49	6.36	45.13	3.2	1.42
CALI	CALI	-76.36	3.50	0.08	5.13	5.13	0.89	2.29	1.20
CARTAGENA	CART	-75.50	10.36	15.10	-2.34	15.28	98.81	3.24	1.32
MALPELO	MALS	-81.61	4.00	53.62	1.43	53.64	88.47	2.09	1.21
MONTERIA	MONT	-75.68	8.89	16.51	-0.86	16.53	92.98	2.43	1.24
MANIZALES	MZAL	-75.47	5.03	17.92	4.75	18.54	75.15	3.58	1.73
PASTO	PAST	-77.26	1.22	4.86	3.51	5.99	54.16	3.20	1.41
POPAYAN	PPYN	-76.58	2.48	0.47	5.25	5.27	5.12	4.70	2.33
RIONEGRO	RION	-75.43	6.18	14.09	2.38	14.29	80.41	6.11	2.76
SAN ANDRES	SANA	-81.73	12.52	19.18	-4.49	19.70	103.18	1.65	1.11
TUMACO	TUMA	-78.75	1.81	16.08	-0.42	16.09	91.50	3.76	1.91
VALLEDUPAR	VDUP	-73.25	10.44	10.10	4.02	10.87	68.30	3.14	1.30
VILLAVICENCIO	VILL	-73.38	4.07	0.00	-2.53	2.53	180.00	2.94	1.29

Tabla 1. Vectores de velocidad relativos a Suramérica como marco de referencia fijo expresados en ITRF96 (Modificado de Trenkamp et al, 2002)

La magnitud y dirección de la colisión Panamá-Colombia tiene su expresión en el comportamiento y vectores de cinco estaciones en Panamá y tres vectores en Costa Rica, dejando entrever dichos resultados, la traslación relativa uniforme del Bloque Panamá, los cuales tienen componentes en la dirección este en el rango de 22 a 32 mm por año, en contraste con la muy baja componente en dirección norte. De hecho, Panamá y la parte norte de Colombia son la única oportunidad para estudiar la cinemática y mecánica de una zona de colisión activa entre un arco de islas y continente. El límite del área colombo-panameña es una región tectónicamente compleja que se encuentra entre el Cinturón Deformado del Norte de Panamá y la trinchera colombo-ecuatoriana, donde más de 60 sismos de magnitud 5 o mayor ocurrieron entre 1963 y 1981, potencial sísmico que fue estudiado por Camacho y Viquez (1993).

El Bloque Norte de los Andes está delimitado por las fallas del Borde Oriental y Boconó al este, la trinchera colombo-ecuatoriana y Panamá al oeste, y el Cinturón Deformado del Caribe sur al norte. La velocidad de la estación BOGO con relación a Suramérica es del orden de 6 ± 2 mm/año, lo cual es interpretado como una aproximación a la velocidad del Bloque Norte de los Andes relativo a la estable

Suramérica. Sin embargo, este valor es menor que el promedio de la tasa de movimiento transcurrente para el Plioceno medida mediante observaciones geomorfológicas por Tibaldi y León (2000).

La única estación existente sobre la Placa Caribe, y por consiguiente el único vector, correspondiente a la estación SANA, sugiere que continúa la lenta subducción de la Placa Caribe bajo el norte de Colombia y Panamá, con un valor mayoritario de la componente este.

Finalmente, con respecto a la zona del Eje Cafetero colombiano, los datos que se presentan, de carácter preliminar, arrojan información por primera vez en Colombia, de análisis de información intraplaca antes y después de la ocurrencia de un sismo de gran incidencia en el país, como lo fue el sismo del Quindío del 25 de Enero de 1999, a partir de información geodésica. Es básicamente un resultado de un trabajo sistemático que ha continuado el INGEOMINAS, como prolongación del proyecto CASA en una red a la cual se le ha denominado GEORED (Geodesia: red de estudios de deformación), la cual ha sido concebida de manera amplia, con cobertura incluso en las zonas volcánicas del Ruiz y Galeras.

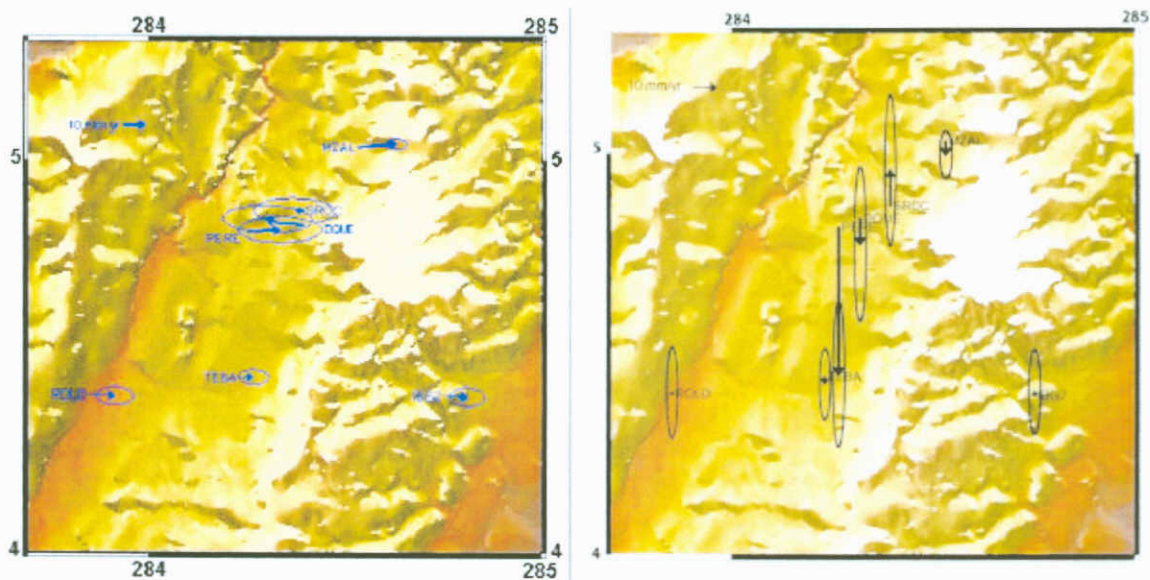


Figura 11. Vectores relativos de velocidades horizontal y vertical para el período 1994-1998.

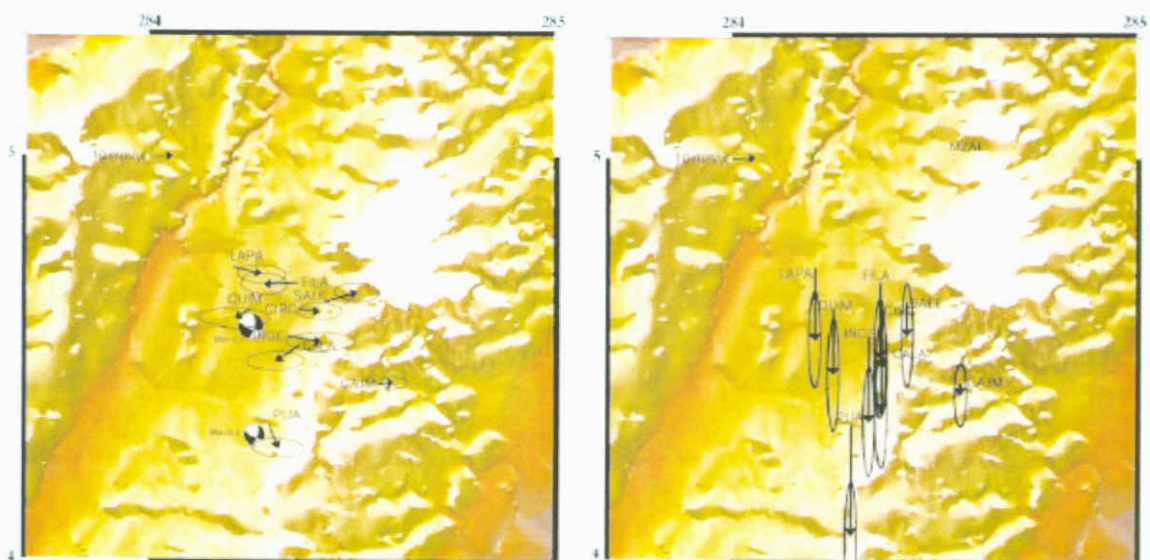


Figura 12. Vectores relativos de velocidades horizontal y vertical para las mediciones 1996-1998.

Las figuras 11 y 12 muestran los vectores intersísmicos que se tienen hasta ahora en virtud de las ocupaciones de estaciones realizadas, y algunos de ellos dependen solamente de medidas sencillas efectuadas en 1994 ó 1996, y las correspondientes efectuadas en 1998.

La Figura 13 muestra los vectores de las estaciones que muestran claramente una respuesta sísmica mediante técnicas de geodesia satelital. Como los sismos principales ocurrieron el 25 de Enero de 1999, las velocidades intersísmicas para los 9-10 meses previos al sismo, están por tanto inmersas en la señal, teniendo en cuenta que la campaña de GPS de 1998 se realizó durante los meses de febrero y marzo.

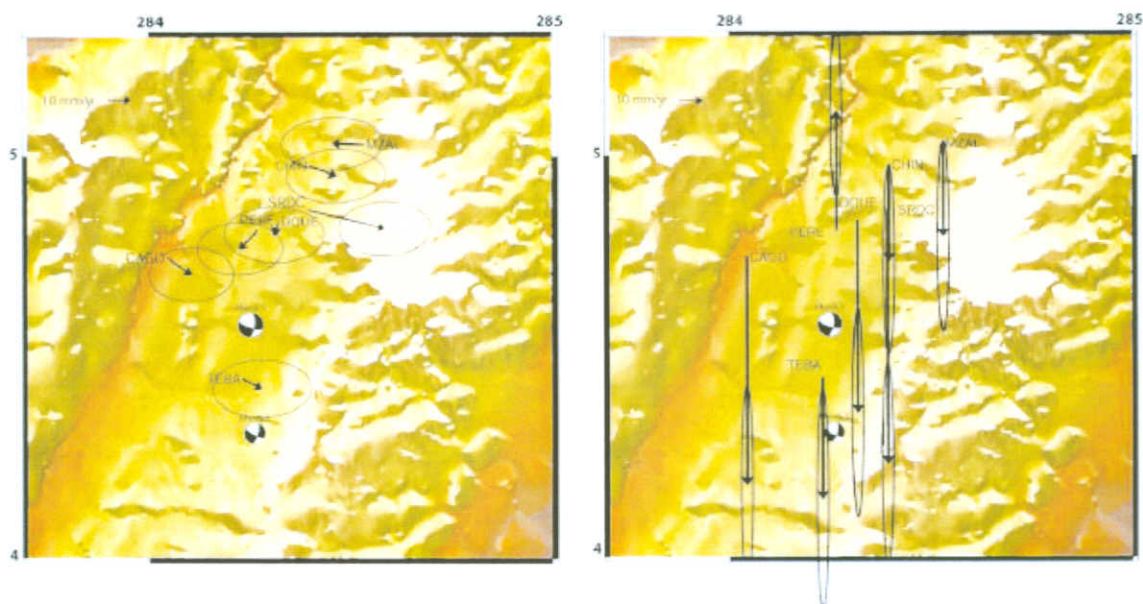


Figura 13. Vectores relativos de velocidades horizontal y vertical para las mediciones 1998-1999.

Los vectores de la Figura 13 muestran fundamentalmente un vector de campo controlado por movimiento vertical de bloque de ángulo alto durante el sismo del Quindío. Lamentablemente no se tiene un buen conjunto de datos de velocidades intersísmicas en esta área. El área es un poco ambigua porque es la zona transicional entre la parte suroeste de Colombia, donde se tiene alta deformación acumulada en la costa, y un movimiento del Bloque Norte de los Andes claramente definido en sentido general oeste al este, similar a los patrones que se observan en el norte del Ecuador, así como acción de la zona de colisión de Panamá-Colombia, cuyos efectos podrían estar afectando el comportamiento de la estación MZAL, altamente confiable, por ser la estación y el vector mejor constreñidos.

La Tabla 2 muestra los vectores de desplazamientos horizontales y verticales de algunas estaciones localizadas en la zona del Eje cafetero colombiano. El primer conjunto de estaciones arroja información entre 1994-1998, y corresponden al análisis de las estaciones que fueron ocupadas en las campañas efectuadas en 1994, 1996 y 1998. El segundo conjunto corresponde al cálculo correspondiente a los desplazamientos ocurridos en virtud de las ocupaciones entre 1996 y 1998, lo cual constituye un simple dato de comparación entre dos épocas diferentes, lo cual no es aconsejable para análisis geodinámico. El tercer conjunto de estaciones corresponde a aquellas que permiten hacer comparaciones entre las ocupaciones efectuadas en 1998, y las efectuadas con posterioridad a la ocurrencia del evento sísmico del 25 de Enero de 1999.