



al suroeste de Aguazul, sobre la carretera principal. La deformación de los conglomerados es muy intensa, presentando cantos fracturados y cizallados, sugiriendo que la magnitud de los esfuerzos tectónicos que generaron esta deformación fue particularmente intensa. Dicha deformación pudo haberse originado durante rupturas superficiales asociadas a sismos sucesivos a lo largo de la falla Yopal.

La dirección de σ_1 en el Sistema de fallas de la Sabana de Bogotá y del Magdalena, es relativamente homogénea y cercana a E-SE. Esta dirección podría sugerir una ligera componente lateral izquierda a lo largo de algunas trazas de falla, cuya dirección es norte-sur, tales como la Falla del Alto del Trigo, en la proximidad de Vianí, y la Falla de Mulatos cerca a Lérida. Los movimientos de los diversos sistemas de falla, que afectan la Cordillera Oriental, indican un acortamiento notable de dirección media E-SE.

1.1.5 Síntesis de resultados

Los resultados de este estudio indican que las fallas de mayor potencial sismogénico están situadas en la región Suroriental y hacen parte del sistema del Piedemonte Llanero. Varios segmentos de las fallas de Servitá-Santa María, Guaicáramo y Yopal presentan valores estimados de MMP superiores a 7 Ms con períodos de retorno del orden de 600 años (suponiendo una tasa de actividad de 3 mm/año). Algunos de ellos están situados a una distancia de 50 - 100 km de Santafé de Bogotá por lo cual representan fuentes sismogénicas particularmente

peligrosas para la ciudad. Estas fallas, cuyo movimiento predominante es de tipo inverso, tienen una actividad dentro del rango moderado - alto.

Cabe resaltar los segmentos activos de Guayuriba y Servitá, cuya distancia media a Bogotá es inferior a 80 km y cuya ubicación coincide con una zona de sismicidad anormalmente baja a lo largo del Sistema de Piedemonte Llanero. Esta zona podría corresponder a un silencio sísmico en el cual se está acumulando energía elástica que se liberaría durante un evento sísmico mayor.

La región Noroccidental presenta fallas cuyas magnitudes máximas probables no exceden el valor de 7 Ms. Cabe destacar la falla de Ibagué, considerada como la más activa de este sector, cuyos indicios y evidencias de actividad lateral derecha se siguen prácticamente a lo largo de toda la traza. El plano de falla de Ibagué está alineado con la ciudad de Bogotá y es de esperarse que, tratándose de una falla de rumbo, los efectos de un movimiento sísmico sean particularmente notorios en Bogotá. En efecto, la amplitud de las ondas de cizalla es mayor en dirección paralela al sentido de movimiento sobre el plano de falla. Este efecto de direccionalidad puede acentuarse si la propagación de la ruptura se hace en dirección N-NE (hacia Bogotá).

Otras fallas de importancia en la región Noroccidental son las de Cambao Sur, Honda, Doima, Cocora y Cucuana cuyos valores de MMP son superiores a 6.0 y cuyo rango

SISTEMA	No	NOMBRE DE LA FALLA	LONGITUD TOTAL (KM)	LONGITUD CON RASGOS NEOTECTÓNICOS (km)				TAS	TIPO DE FALLA	AZIMUT; BUZAMIENTO	(MS) MMP
				FUERTE	MODERADO	DEBIL	TOTAL				
Romeral	1(*)	Armenia	60	3	10	9	22	A-IA	ID	30;W	6,8
	3(*)	Montenegro	45	10	10		20	A-IA	ID	45;W	6,7
Ibagué	8(*)	Cocora	60	8	25		33	I	D	65;V	6,9
	9(*)	Ibagué	45	35	5		40	A	D	75;V	7,0
	10(+)	Piedras	20		6	8	14	I	DI	55;V	6,4
Samaria-La Colorada	13(*)	Doima	35	5	9	2	16	A	ID	30;E	6,7
Noroeste	23(*)	El Palmar	20	1	8		9	I	S	150;V	6,2
Servitá-Santa María	24	Colepato	40(*)		18		18	I	I	50;30W	6,7
	25	Servitá	60(*)		26		26	I-A	I	45;40W	6,9
	27	Guayuriba	60(*)	11	18		29	A	ID	45;40W	7
	30	Acacias	30(*)	4	9		13	I	I	30;30W	6,6
Guaicáramo	33	Guaicáramo Centro	80(*)	24	20		44	A	ID	35;35W	7,2
	34	Guaicáramo Sur	65(*)	3	5		8	I	I	35;35W	7,1
	37	Pajarito	60(*)	5	9		14	I	ID	30;50W	6,7
Yopal	38	Yopal	65(*)	12	12		24	A	I	40;40W	7,1
	39	San Pedro	80(*)		38		38	A	I	40;30W	7,2

TABLA 1.1 CARACTERIZACIÓN NEOTECTÓNICA DE FALLAS DE LAS REGIONES NOROCCIDENTAL Y SURORIENTAL.



ORIENTE	1(-)	Bogotá	50			10	10	B	I	10;E	6,4
SUR	6(*)	La Cajita	35	5		5	10	I	ID	10;E	6,4
	7(+)	Río Tunjuelito	35		5	5	10	I	I	5;W	6,4

TABLA 1.2 CARACTERIZACIÓN NEOTECTÓNICA DE FALLAS DE LA REGIÓN CENTRAL.

MMP: Magnitud máxima probable
TAS : Tasa de actividad semicuantitativa

D: Dextral
S: Sinistral
N: Normal
I: Inversa

TAS:
A: alta
I: intermedia
B: baja

(*): Falla activa
(+): Falla potencialmente activa
(-): Actividad incierta

de actividad es moderado - alto. La distancia media de todas estas fallas a Santafé de Bogotá es de 80 a 120 km.

La región Central está caracterizada porque la mayoría de las fallas presenta actividad baja a moderada cuyas magnitudes estimadas son inferiores a 6.5 Ms. Los rasgos neotectónicos son de menor contundencia sugiriendo una actividad sísmica muy inferior a las otras regiones, con períodos de retorno más largos. Sin embargo, la actividad potencial de estas fallas es de gran interés debido a la cercanía entre los tramos potencialmente activos y la ciudad de Santafé de Bogotá. Se destaca la falla de la Cajita por su característica de falla activa, con una MMP de 6.4 y sismo histórico probable asociado.

Tal como se mencionó anteriormente en las tablas 1.1 y 1.2 se presenta la caracterización neotectónica de las diferentes regiones citadas.

1.1.6 Zonificación Sismotectónica Preliminar

El conocimiento de la tasa de actividad y del tipo de movimiento a lo largo de las diferentes fallas analizadas permite subdividir la región de estudio en función del estilo y la intensidad de la actividad neotectónica.

El estilo de la deformación está determinado por el régimen de esfuerzos tectónicos a escala regional. La orientación y la magnitud relativa de los esfuerzos principales determina la dirección y el sentido de movimiento sobre los planos de falla.

Para efectos de caracterizar la zona se definen tres regímenes de esfuerzos fundamentalmente distintos (Ritz et al, 1993):

1) El régimen compresivo, caracterizado por un eje extensivo σ_3 vertical y los dos ejes restantes (σ_1, σ_2) de

dirección horizontal. La deformación asociada está caracterizada por fallas inversas de dirección perpendicular a la compresión.

2) El régimen de rumbo, caracterizado por un eje intermedio σ_2 vertical y los dos ejes restantes (σ_1, σ_3) de dirección horizontal. Se observan generalmente fallas de rumbo conjugadas relativamente inclinadas.

3) El régimen extensivo, caracterizado por un eje compresivo σ_1 vertical y los dos ejes restantes (σ_2, σ_3) de dirección horizontal. Asociado usualmente al funcionamiento de fallas normales de dirección perpendicular a la extensión.

La Figura 1.8 ilustra la zonificación sismotectónica preliminar de la región de estudio. Las zonas caracterizadas por un régimen compresivo, de rumbo o extensivo están indicadas en azul, verde o rojo, respectivamente. La intensidad del color es proporcional a la intensidad de los esfuerzos desviadores principales de dirección horizontal que varían de acuerdo con el régimen considerado. Se asume que este parámetro es indicativo del grado de actividad sismotectónica en distintos sectores. En cada caso se indican los valores correspondientes al esfuerzo horizontal máximo y mínimo ($\sigma_{hmax}, \sigma_{hmin}$) con respecto al valor promedio de los esfuerzos principales (esfuerzo diferencial o desviador).

A manera de ejemplo, el régimen compresivo está caracterizado por un valor de esfuerzo diferencial $\sigma_{hmax} = \sigma_1$ relativamente elevado y un valor de $\sigma_{hmin} = \sigma_2$ despreciable.

Se observa que el contexto tectónico de la región se sitúa entre el régimen compresivo y el régimen de rumbo. El sector del Piedemonte Llanero presenta la mayor actividad tectónica en compresión, la cual disminuye

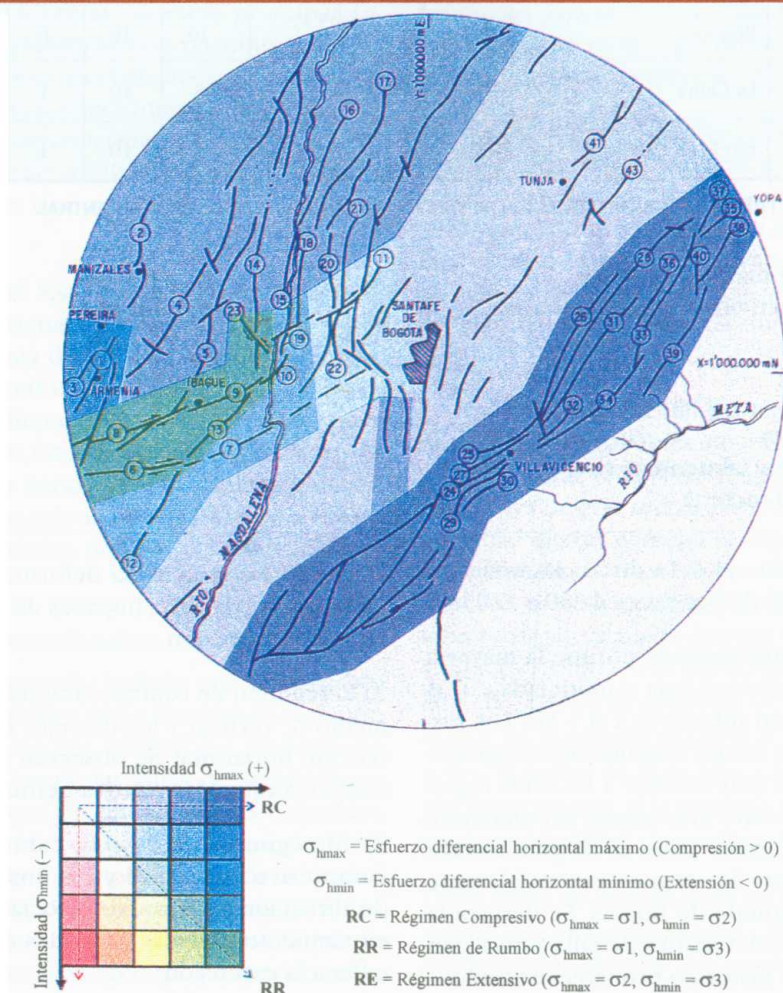


FIGURA 1.8 MAPA PRELIMINAR DE ZONIFICACIÓN SISMOTECTÓNICA

abruptamente en dirección del cratón. La zona axial de la Cordillera Oriental presenta un nivel bajo de actividad tectónica compresiva con un ligero aumento al sur de Bogotá.

El valle del Magdalena, al norte, registra un nivel intermedio de actividad tectónica compresiva. La intensidad de la actividad tectónica aumenta progresivamente hacia el sur (zona de Armenia, Ibagué) y los esfuerzos cambian de régimen compresivo a régimen de rumbo. Esta transición se manifiesta en el aumento progresivo de la componente de rumbo con respecto a la componente inversa de movimiento sobre las fallas, en dirección del sistema de Ibagué.

La zona de régimen de rumbo se extiende desde la Cordillera Central hacia la Sabana de Bogotá englobando fallas de rumbo como las de Vianí y Facatativá. Se observa una disminución progresiva de la intensidad de la actividad tectónica y un aumento de la componente inversa en dirección de la Sabana.

1.2 CATÁLOGO DE SISMOS

Para la identificación de las fuentes sismogénicas y la caracterización de su actividad, la evaluación de la amenaza sísmica requiere el uso de distintos tipos de estudios: geológicos y tectónicos, históricos e instrumentales. Los resultados que proporcionan estos estudios son complementarios, en cuanto existe un compromiso entre el grado de detalle que pueden aportar (respecto a tiempo de ocurrencia, tamaño mínimo detectable y la localización del evento) y el período de tiempo de cubrimiento. Los datos geológicos proporcionan información sobre los patrones de esfuerzos regionales y las tasas de liberación de energía sísmica a largo plazo, mientras que los datos históricos e instrumentales permiten la ubicación más precisa de las fuentes sismogénicas y la estimación de la frecuencia de ocurrencia en los últimos cientos de años. De manera que el mejoramiento en la calidad de la información disponible en estos campos y su manejo cuidadoso contribuyen a una estimación más robusta de la amenaza sísmica.