

Estado estructural actual del Área de Miramar (León, Nicaragua)

Por:

Tupak E. Obando Rivera*

*Ingeniero en Geología. Doctorado, y Master en Geología, y Gestión Ambiental por la Universidad Internacional de Andalucía UNÍA (Huelva, España)

I.- Introducción

El estado de fracturación de los materiales geológicos presentes en el área de Miramar tiene su origen en los esfuerzos tectónicos regionales que generan las Placas Cocos y Caribe. Ellos determinan la orientación de fracturas tectónicas vistas en superficie y su desarrollo preferente en los materiales geológicos.

Sin embargo, la distribución y/o surgimiento del conjunto de fracturas aquí evaluadas para áreas relativamente amplias como Tiscuco, La Cruz, San Antonio, San José de Limón y Ojo de Agua están en función de la litología presente, su resistencia mecánica y condición física, descritas más adelante.

II.- ¿En qué se fundamenta un estudio de fracturas tectónicas?

En el estudio de la orientación de dichas fracturas se recurrió a histogramas, diagramas de rosas (permitió representar un gran número de medida de orientación de forma cuantitativa) y proyecciones esféricas como se ilustra en la **Ilustración N° 1**. Se tomaron 83 datos de rumbos y buzamientos, en las diferentes fracturas tectónicas, las cuales se graficaron en la red estereográfica (Ilustración 9), donde se observan dos

máximos estadísticos muy claros, 110 y 120 grados con orientaciones preferenciales Noroeste y Sureste.

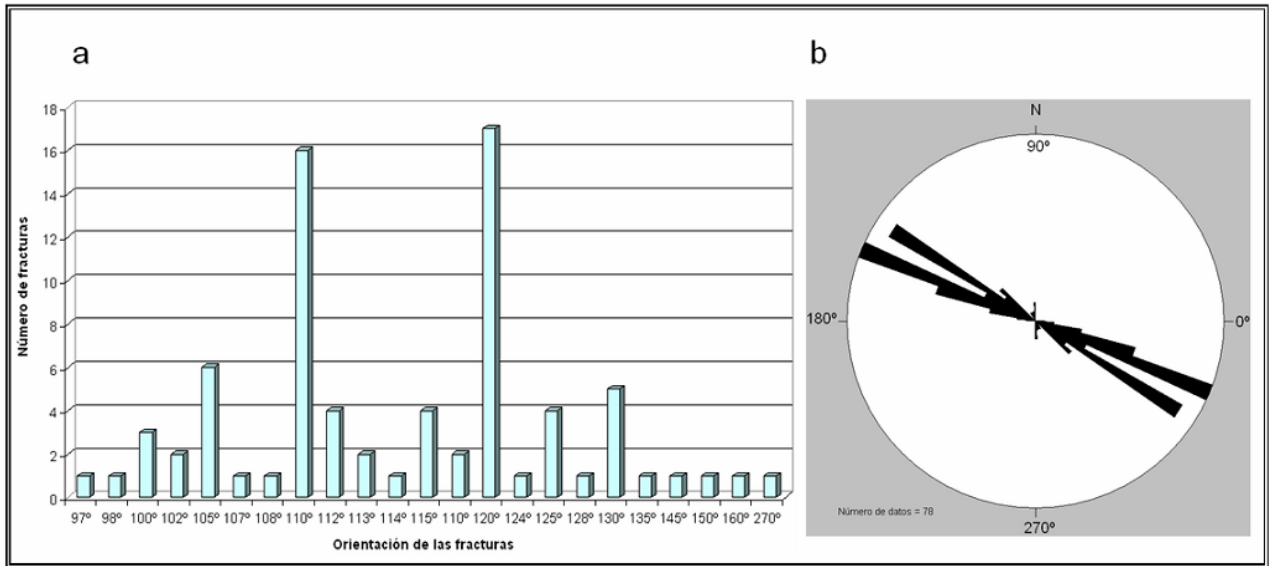


Ilustración N° 1. Gráficos utilizados para mostrar la distribución estadística de las orientaciones de las fracturas en polígono estudiado. a) Histograma de frecuencias; b) Estadística en el Diagrama de rosas de direcciones de fracturas tectónicas, mostrando dos trazos de los 2 máximos. Se utilizó el programa informático STERONET.

En la Tabla (**Ilustración N° 2**) se resume el total de 83 fracturas tectónicas, la mayoría de ellas con carácter lineal y tendencia Noroeste, visibles en campo. Las mayores cantidades de fracturas se ubican en las localidades, La Cuitanga y Ojo de Agua en las coordenadas N1346630 – E530781 y N1344000 – E531450 respectivamente.

Ilustración N° 2. Inventario de fracturas tectónicas locales

ITEMS	NÚMERO DE FRACTURAS IMPORTANTES VISIBLES	ESTILO	COORDENADAS UTM		ORIENTACIÓN	LUGAR DE OCURRENCIA
			XUTM	YUTM		
1	3	PLANAR	1348106	528269	Noroeste	VERTEDERO MUNICIPAL DE PUERTO SANDINO
2	3	PLANAR	1345947	527400	Noroeste	LOMA SAN JOSÉ DE LIMÓN
3	2	PLANAR	1345252	528173	Noroeste	SAN JOSÉ DE LIMÓN
4	10	LINEAL	1342900	530900	Noroeste	RÍO SAN JOSÉ DE LIMÓN
5	10	LINEAL	1343877	531337	Noroeste	SECTOR SUROESTE DE LA CUITANGA
6	13	LINEAL	1344000	531370	Noroeste	SECTOR NOROESTE DE LA CUITANGA
7	7	LINEAL	13441	531450	Noroeste	EL POTRERO

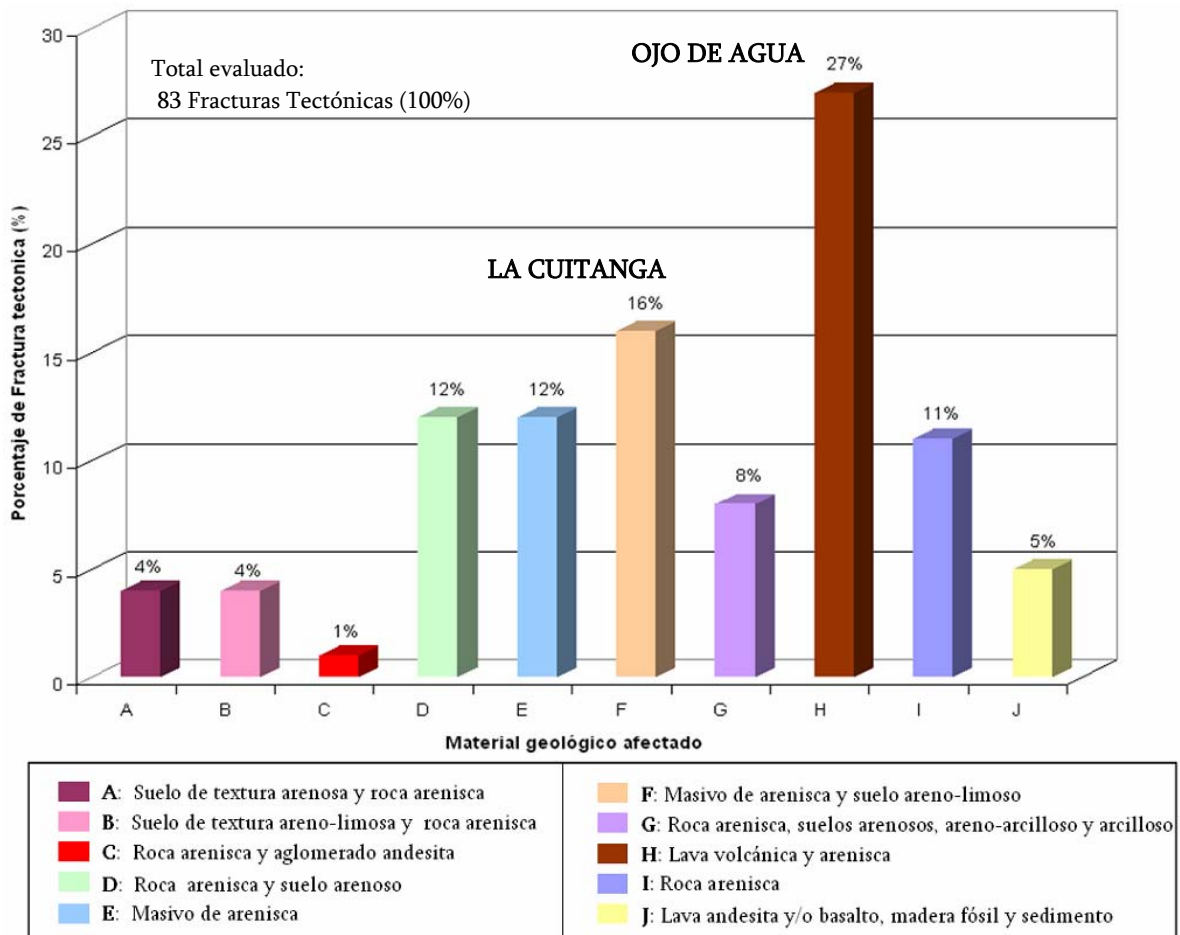
			60			
8	22	LINEAL	13466 30	530781	Noroeste	OJO DE AGUA
9	9	LINEAL	13468 50	529130	Noroeste	QUEBRADA EL TISCUCO –EL BRASIL HACIA SAN LUIS
10	4	LINEAL	13454 90	529213	Noroeste	COLINA TISCUCO
TOTAL	83	----- -----				

Nota: Durante campaña de campo no se visualizó rasgos importantes indicativos de las fallas geológicas,

III.- ¿Qué obtenemos de un análisis de fracturas superficiales?

En el Gráfica (**Ilustración N° 3**), se presenta la relación de la litología afectada y abundancia de fracturas superficiales locales. Sugiriendo mayores puntaje (27%) del total evaluado para lava volcánica y areniscas (recuadro color café) con buenos afloramientos en la localidad de Ojo de Agua.

Ilustración N° 3. Desarrollo preferente de la fracturas en ciertos materiales geológicos vistos



En el Mapa (**Ilustración N° 4**), se presenta distribución de puntos con importante densidad de fracturas tectónicas con orientación preferencial Noroeste y Sureste de carácter lineal, continua, espaciadas, sin relleno de material en su interior, y dimensiones diversas.

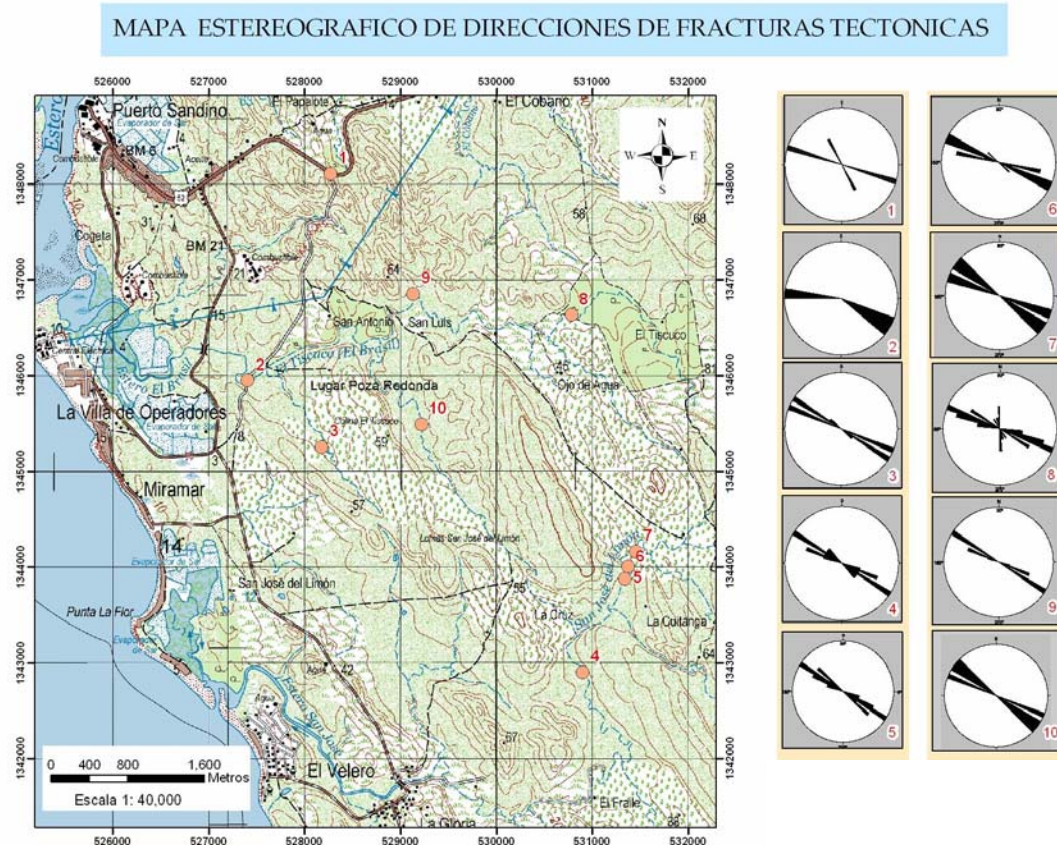
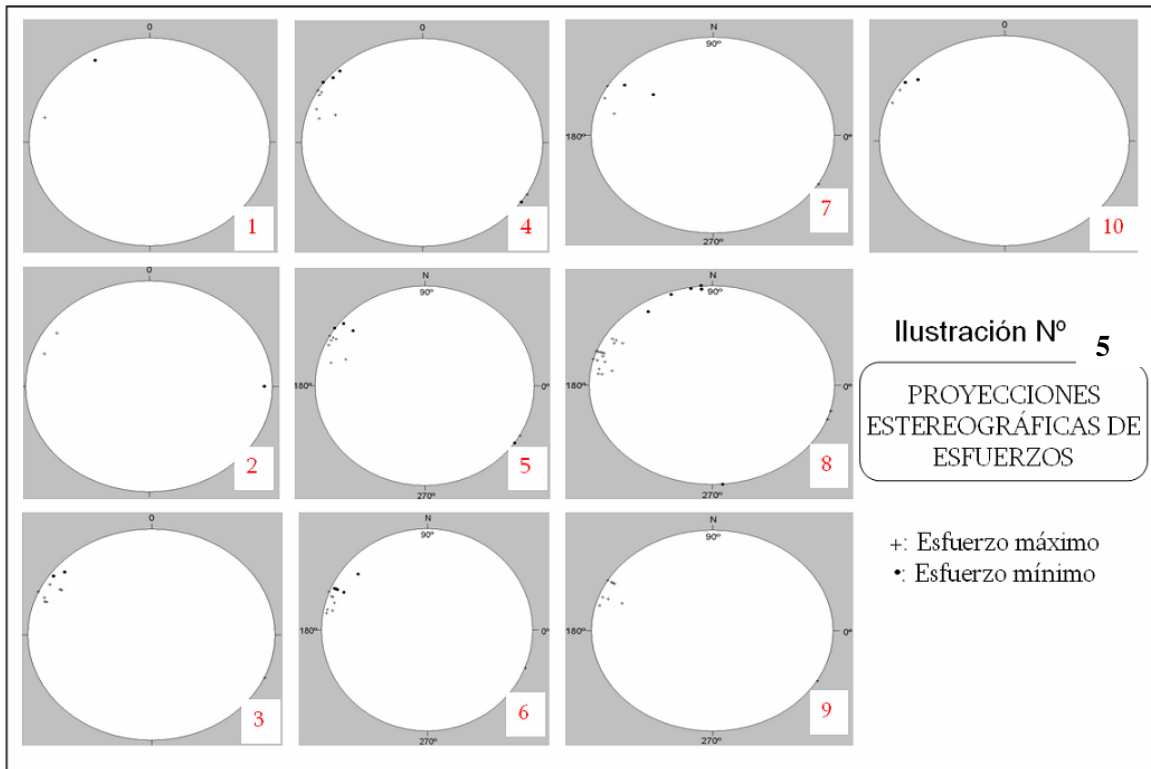


Ilustración N° 4. Áreas estereográficas (puntos naranjas del 1 al 10) para familias de fracturas tectónicas in situ apoyadas del Método de Roseta y proyecciones esféricas. Preparado por Tupak Obando

En proyecciones esféricas (**Ilustración N° 5**), se presentan 10 conjuntos estereográficos de fracturas tectónicas representadas a través del programa informático **STEREONET**. Sugiriendo concentraciones de esfuerzos máximos (signo tipo cruz), especialmente, en terrenos de La Cuitanga y Ojos de Agua al Sureste y Noreste de Miramar. Ello descubre la debilidad mecánica de los materiales geológicos encontrados debido a su origen, dureza, y estado real in situ.

La Ilustración N° 14 (**Estereogramas de densidad**) refiere a la orientación de los campos de esfuerzos aplicados vinculada con las fracturas superficiales descritas y la orientación de la misma. Es decir, el estado tensional o de esfuerzo en el área estudiada.



A su vez, se propone bloque diagrama que describe los rasgos típicos de las fracturas en los afloramientos rocosos (**Ilustraciones 6**). De los cuales se considera aquellos sitios afectados por fracturas como **JOINT SET (Conjunto de Fracturas)**, término que hace referencia a lote de fracturas que están próximas entre sí y tienen geometrías parecidas. En nuestro se contabilizan un total de 10 conjuntos de fracturas, las cuales se distribuye espacialmente en La Cuitanga, Lugar Poza Redonda, Tiscuco y San Antonio, siendo responsables del aspecto fragmentado que se presentan en los afloramientos.

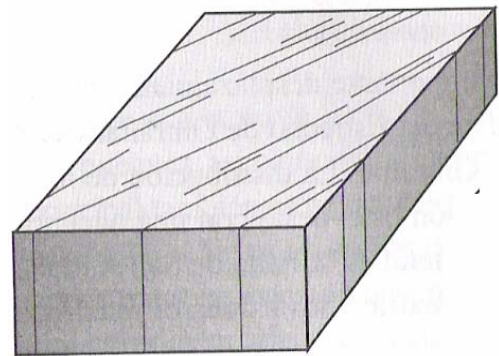
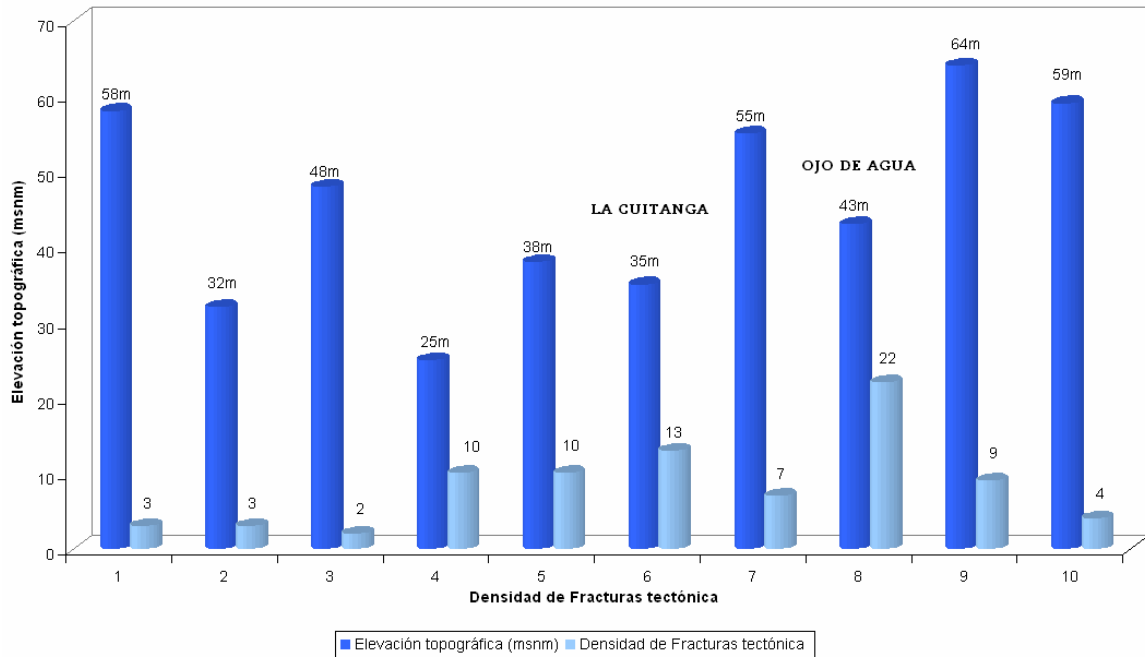


Ilustración 6. Visión general de familias y orientaciones de fracturas tectónicas.

Fuente: Alonso et. al. (2,004)

Asimismo, en el modelo gráfico (**Ilustraciones 7**), se presenta relación de cota del terreno y abundancia de fracturas superficiales en suelos y rocas in situ. Sugiriendo que la cantidad de grietas en el suelo está determinada por la morfología del terreno (en función de la litología existente y su propiedad resistente), especialmente, en localidades La Cuitanga y Ojo de Agua

Ilustración N° 8. Desarrollo preferente de la fracturas a ciertas altura del terreno



Finalmente, en mapa (**Ilustración 9**) se presenta orientación de esfuerzos tectónicos existente in situ con tendencia Noroeste.

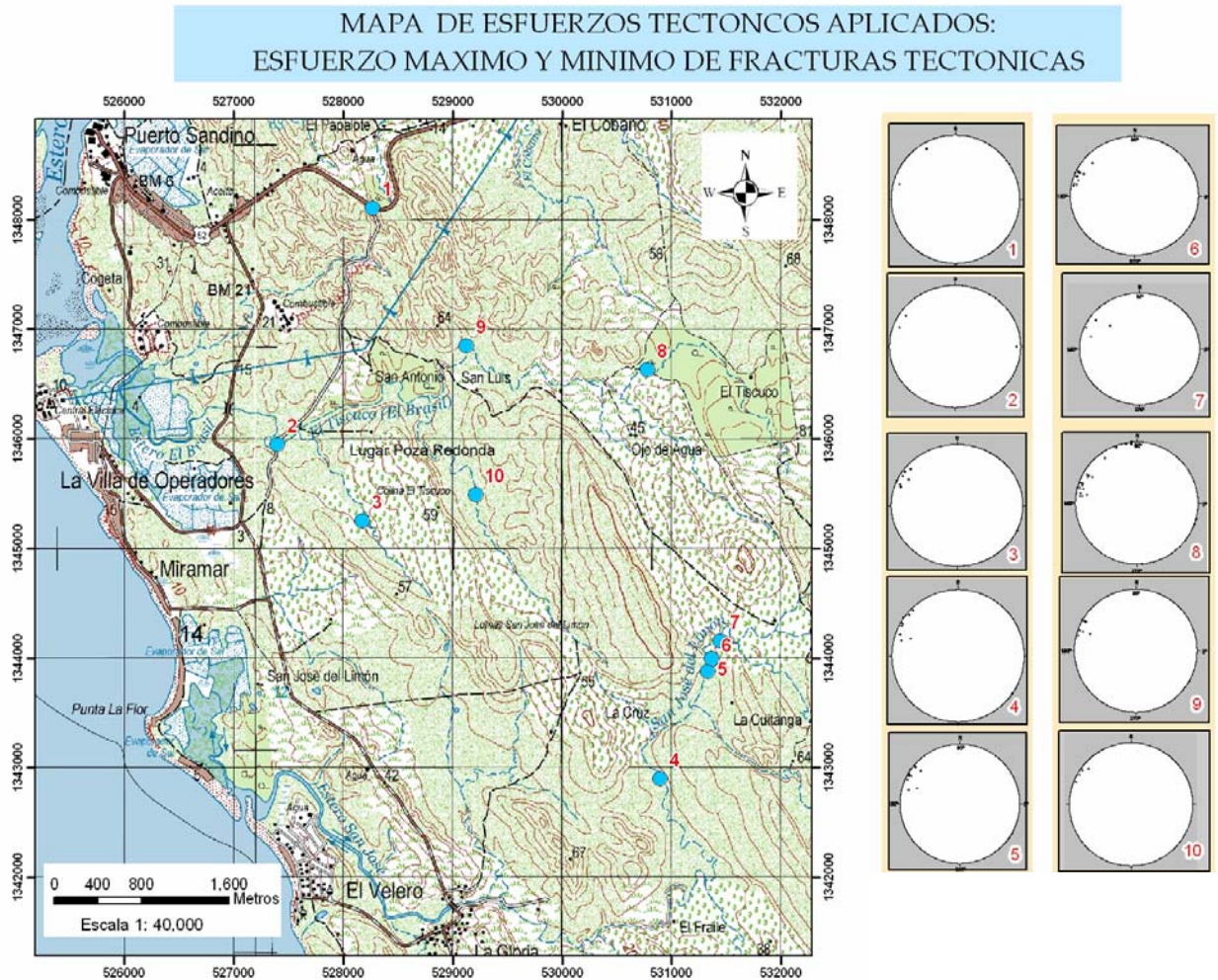


Ilustración N° 10. Orientación de esfuerzos tectónicos aplicados en el área. Se indica con signo tipo Cruz (+) fuerte concentraciones de fracturas tectónicas.

Sumado a ello, se detallan 101 fracturas tectónicas en los alrededores del área estudiada teniendo carácter lineal y ligeramente continua con rumbos entre 10 y 80°, y buzamientos medidos entre 45 y 90° tal como se presenta en la **Ilustración 11**

Seguidamente, se ilustra en la Ilustración 11 a través de proyecciones esféricas basado en diagrama de rosas de viento tendencia preferencial de las fracturas Noreste – Suroeste

Ilustración 11. Inventario de Fracturas tectónica en área del Estudio

The image shows a screenshot of the StereoNett software interface. The window title is "StereoNett - [TUPAK.TXT]". The menu bar includes File, Edit, View, Options, Data, Window, and Help. Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and data manipulation. The main interface has two input fields at the top left, containing the values "13." and "90.". To the right of these fields are radio buttons for "Linear" (selected) and "Planar". Below the input fields are "Modify" and "Add" buttons, and a "+" button. The main area of the software is a table with the following columns: No, Azimut, Dip, Type, Mark, and Comment. The table contains 35 rows of data, each representing a fracture with its respective azimuth, dip, type, and mark.

No	Azimut	Dip	Type	Mark	Comment
1:	20.0	47.0	L	+	
2:	70.0	47.0	L	+	
3:	20.0	47.0	L	+	
4:	15.0	47.0	L	+	
5:	20.0	47.0	L	+	
6:	30.0	47.0	L	+	
7:	40.0	47.0	L	+	
8:	30.0	47.0	L	+	
9:	50.0	47.0	L	+	
10:	20.0	85.0	L	+	
11:	50.0	85.0	L	+	
12:	40.0	85.0	L	+	
13:	45.0	70.0	L	+	
14:	15.0	70.0	L	+	
15:	30.0	70.0	L	+	
16:	70.0	70.0	L	+	
17:	50.0	70.0	L	+	
18:	80.0	70.0	L	+	
19:	25.0	70.0	L	+	
20:	65.0	70.0	L	+	
21:	30.0	70.0	L	+	
22:	20.0	70.0	L	+	
23:	70.0	70.0	L	+	
24:	30.0	54.0	L	+	
25:	65.0	54.0	L	+	
26:	56.0	54.0	L	+	
27:	29.0	54.0	L	+	
28:	87.0	54.0	L	+	
29:	25.0	54.0	L	+	
30:	82.0	80.0	L	+	
31:	20.0	80.0	L	+	
32:	25.0	80.0	L	+	
33:	10.0	80.0	L	+	
34:	50.0	58.0	L	+	
35:	45.0	58.0	L	+	

StereoNett - [TUPAK.TXT]

File Edit View Options Data Window Help

63. 90. Linear Planar +

Modify Add

No	Azimet	Dip	Type	Mark	Comment
36:	80.0	58.0	L	+	
37:	10.0	58.0	L	+	
38:	15.0	65.0	L	+	
39:	65.0	65.0	L	+	
40:	65.0	58.0	L	+	
41:	15.0	58.0	L	+	
42:	5.0	58.0	L	+	
43:	25.0	85.0	L	+	
44:	60.0	60.0	L	+	
45:	52.0	60.0	L	+	
46:	24.0	60.0	L	+	
47:	43.0	66.0	L	+	
48:	70.0	66.0	L	+	
49:	72.0	66.0	L	+	
50:	68.0	66.0	L	+	
51:	48.0	66.0	L	+	
52:	10.0	70.0	L	+	
53:	75.0	70.0	L	+	
54:	5.0	76.0	L	+	
55:	75.0	76.0	L	+	
56:	8.0	45.0	L	+	
57:	2.0	45.0	L	+	
58:	30.0	70.0	L	+	
59:	73.0	90.0	L	+	
60:	45.0	90.0	L	+	
61:	75.0	60.0	L	+	
62:	33.0	90.0	L	+	
63:	34.0	90.0	L	+	
64:	40.0	90.0	L	+	
65:	40.0	90.0	L	+	
66:	51.0	90.0	L	+	
67:	43.0	90.0	L	+	
68:	44.0	90.0	L	+	
69:	37.0	90.0	L	+	
70:	63.0	90.0	L	+	
71:	38.0	88.0	L	+	

No	Azimut	Dip	Type	Mark	Comment
68:	44.0	90.0	L	+	
69:	37.0	90.0	L	+	
70:	63.0	90.0	L	+	
71:	30.0	90.0	L	+	
72:	60.0	90.0	L	+	
73:	55.0	90.0	L	+	
74:	34.0	90.0	L	+	
75:	40.0	15.0	L	+	
76:	60.0	15.0	L	+	
77:	55.0	15.0	L	+	
78:	35.0	15.0	L	+	
79:	35.0	90.0	L	+	
80:	40.0	90.0	L	+	
81:	13.0	90.0	L	+	
82:	45.0	90.0	L	+	
83:	15.0	90.0	L	+	
84:	35.0	90.0	L	+	
85:	15.0	54.0	L	+	
86:	7.0	40.0	L	+	
87:	50.0	40.0	L	+	
88:	28.0	40.0	L	+	
89:	23.0	70.0	L	+	
90:	40.0	53.0	L	+	
91:	49.0	90.0	L	+	
92:	20.0	40.0	L	+	
93:	16.0	40.0	L	+	
94:	85.0	40.0	L	+	
95:	35.0	90.0	L	+	
96:	33.0	50.0	L	+	
97:	25.0	50.0	L	+	
98:	17.0	50.0	L	+	
99:	10.0	45.0	L	+	
100:	55.0	50.0	L	+	
101:	67.0	30.0	L	+	

Se muestran en la ilustración No 12, 4 sistemas de fracturas tectónicas espaciadas y radiales con orientación preferencial NE-SO. Ello sugiere debilidad estructural del material geológico al estar sujeto a esfuerzos tectónicos que expone densidad considerable de grietas en el terreno.

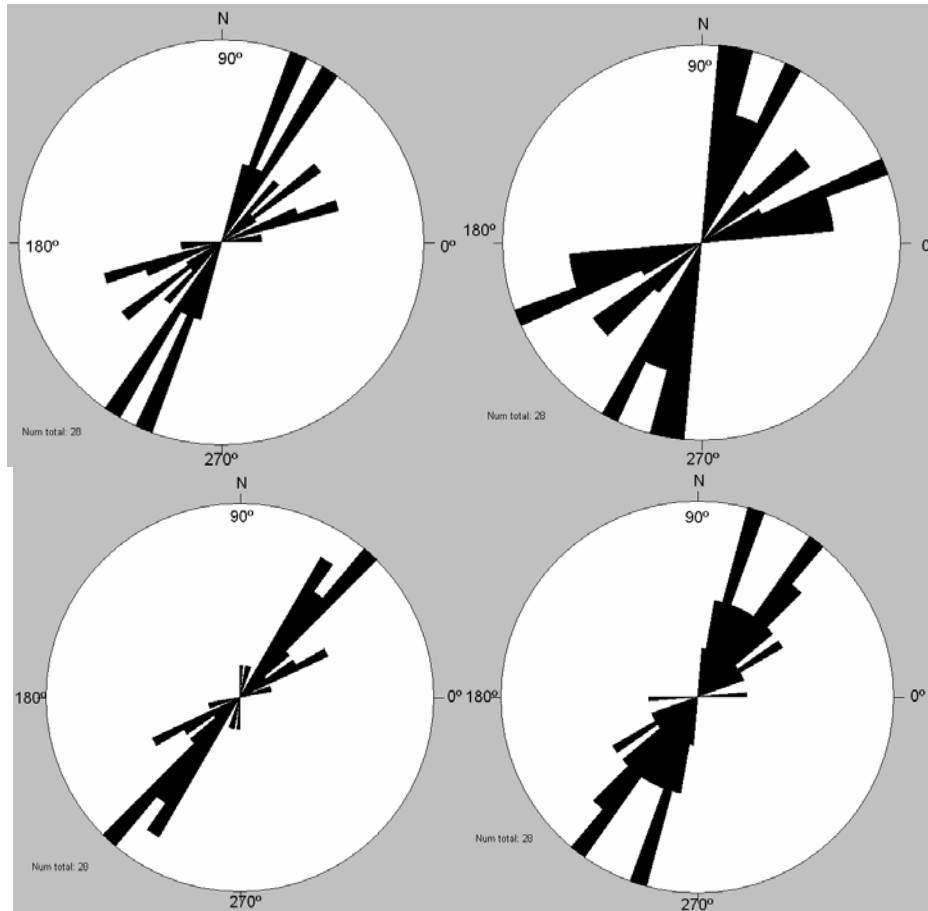


Ilustración No 12. Diagramas de fracturas superficiales en Miramar

IV.- ¿Cuál fue el procedimiento y las técnicas empleadas al respecto?

Método para análisis estructural de fracturas tectónicas

- 1) Se obtuvieron en el terreno 101 datos de rumbos y buzamientos tomados en fracturas tectónicas puntuales.
- 2) Se compiló y analizó información obtenida apoyado del programa informático STERONET (Ilustración No 13) para el diseño de proyecciones estereográficas y diagrama de rosas de viento.
- 3) Se construyó en computadora inventario de fracturas tectónicas para mejor vista de variables evaluadas.
- 4) Se determinaron grupos o sistemas de grietas de mayor desarrollo, su distribución y orientación preferencial.

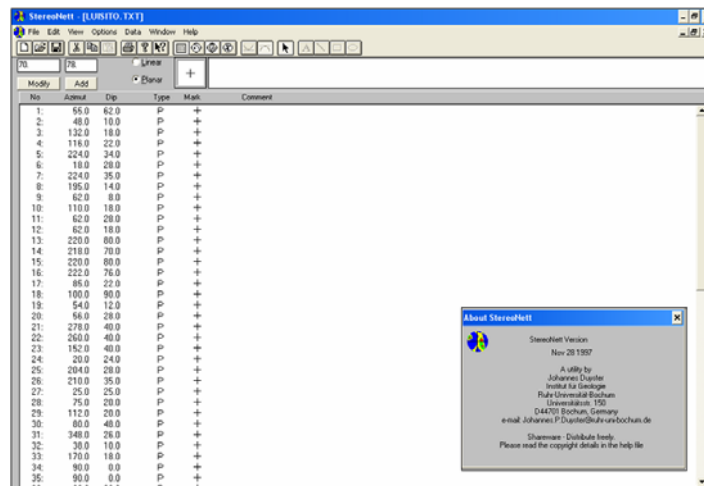


Ilustración 13. Vista de Datos en STEREOHIT

5) Se seleccionó de opciones apropiadas para el análisis de datos estadísticos (realización de histogramas de frecuencia), y su correspondiente salida gráfica apoyados de funciones importante de cómputo, tales como

- **View (Vista):** se ordenaron e insertaron variables geométricas en tabla de datos que emerge del **Icono Text**. Estos datos corresponden a rumbos y buzamientos medidos en 10 familias de fracturas tectónicas (83 elementos lineales en total). Y su posterior presentación a través de **Estereograma de Densidad**, y **Diagrama de Roseta** similares a los que se muestra en la Ilustración 14.
- **Options (Opciones):** Se presenta listado de determinaciones para acceder relativa al estilo de diagrama, forma de proyección (por área o ángulo), tipología de hemisferio escogido (superior o inferior), contorno de densidad, entre otros, útiles al momento de definir la modalidad o entrega final de los datos.
- **Data (Datos):** se presentaron listado de alternativa vinculadas con la simbología usada en gráficas obtenidas, estadísticas, rotación de la imagen, elementos de gráfico (texto, formas lineales, circulares, rectangular, y otros), sección de comentarios, entre otros.

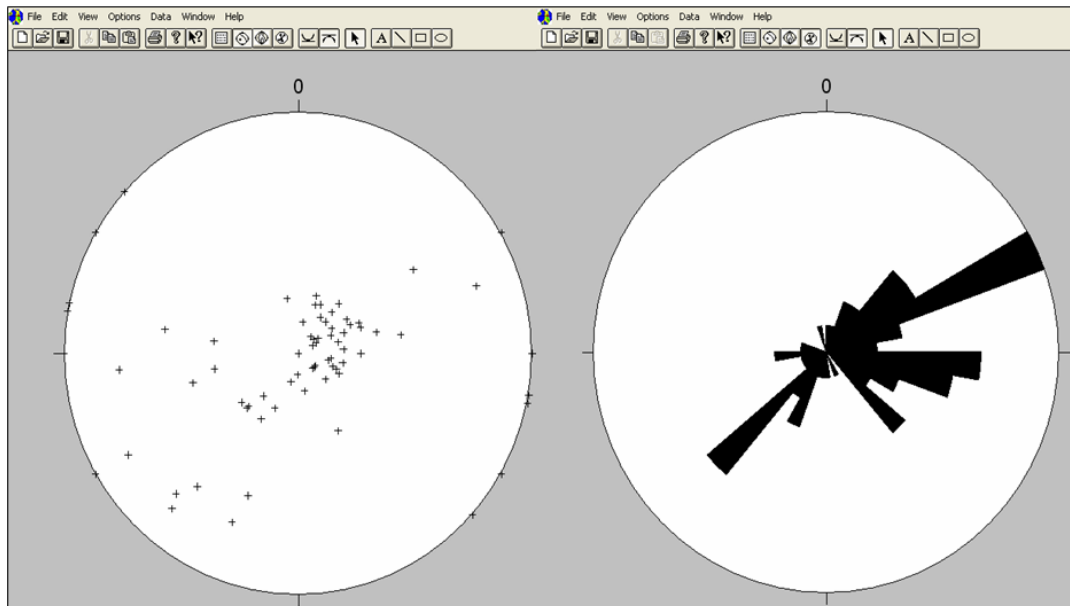


Ilustración 14. Presentación de Datos en STERENET:
(A la izquierda): Estereograma de densidad
(A la Derecha): Estereograma de Roseta

Referencias

- ✚ Datos aportados por estudio realizados cortesía de T. Obando, 2,008-2,009.
- ✚ Aplicación de programa de cómputo STERENET , y ArcGis 13.