

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:25.000 DE LA MESA DE LOS
SANTOS, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

CLAUDIA YANETH VARGAS JEREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2008

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:25.000 DE LA MESA DE LOS
SANTOS, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

CLAUDIA YANETH VARGAS JEREZ

**Proyecto de grado presentado como requisito
para optar al título de Geólogo.
Modalidad Pasantía de Investigación**

Director

**Jorge Eduardo Pinto Valderrama
Geólogo Msc.**

Tutor

**Nadia Rocío Rojas Parra
Geóloga**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA
2008**

DEDICATORIA

A mi PADRE CELESTIAL por darme la oportunidad de conocerlo, dándome así un sentido diferente de vivir. Por regalarme una familia maravillosa, y cumplir siempre la promesa “Pedid, y se os dará, buscad y hallaréis, llamad, y se os abrirá” por estar siempre en mi mente y en mi corazón... GRACIAS

A mi Madre que siempre ha estado ahí, apoyándome e inculcándome la valentía, las ganas y la barraquera de salir adelante y ha pesar de todo, cuando la necesito esta y estará en el lugar indicado, en el momento indicado. Gracias por todo mamita.

A mi hermano mayor por ser para mí como un segundo Padre, por creer en mí y brindarme su apoyo, confianza y sabiduría para entenderme. A mis hermanos Nana y Beto por estar conmigo y aguantarme siempre.

A mis amigas Sandra y María, por apoyarme en la dura decisión de cambiar el rumbo de mi futuro.

A mis compañeros Tatys, La Pity, Pato, Anita, Henry, William, Carlos Chaparro, Alexa, ... y a todos, por compartir no solo un salón de clases.

A Nadia por ser no solo mi tutora, sino mi AMIGA y brindarme sus enseñanzas, confianza, consejos y paciencia.

A mi compañera Gloria por ser el peso de la balanza que en muchas oportunidades me niveló... Gracias.

A mis Profesores por aportar en mí un granito de arena en mi conocimiento, inculcándome responsabilidad y espíritu investigativo.

“...habla a la Tierra y ella te enseñara...”

Clau

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis Jorge Eduardo Pinto por brindarme la oportunidad de formar parte del Proyecto *“Investigación Geológica e Hidrogeológica de la Mesa de Los Santos y sector Nordeste de Curití”*.

A mi tutora de Tesis Nadia Rocío Rojas Parra por su valioso tiempo y por colaborar con mi formación académica. Por sus enseñanzas y consejos. Todo esto fue posible con tu apoyo y ayuda.

Al Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, por proporcionar los medios para el desarrollo de este proyecto.

A Francisco Velandia, Jairo Osorio, Hugo Forero, Carlos Julio Morales y Rafael Duarte por sus valiosas enseñanzas y autorización en la publicación del presente trabajo.

A la Universidad Industrial de Santander a través de la Escuela de Geología y el Grupo de Investigación MINPETGEO por facilitar el acceso a los equipos y programas informáticos para el procesamiento de la información base.

A todos y aquellas personas que directa e indirectamente aportaron en la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	12
1. MARCO GEOLÓGICO.....	13
2. RESULTADOS.....	15
2.1 LITOESTRATIGRAFÍA	15
2.1.1 Formación Silgará (OSs).....	15
2.1.2 Granito de Pescadero (J ₁ gp).....	16
2.1.3 Formación Jordán (J _{1-2j})	16
2.1.4 Formación Los Santos (K ₁ ls)	17
2.1.5 Formación Cumbre (K ₁ c)	21
2.1.6 Formación Rosablanca (K ₁ r).....	22
2.1.7 Formación Paja (K ₁ p).....	24
2.1.8 Formación Tablazo (K ₁ t)	25
2.1.9 Cuerpos Intrusivos	26
2.1.10 Depósitos Aluviales.....	27
2.1.11 Depósitos de Derrubios.....	27
2.2 CONTROLES ESTRUCTURALES	28
2.2.1 Características Geomorfológicas por Procesos Tectónicos.....	28
2.2.2 Estructuras de la Mesa de Los Santos	28
2.2.3 Análisis estructural.....	32
3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Localización del área de estudio.	13
FIGURA 2. Contacto discordante angular entre la Formación Jordan y la Formación Los Santos.	17
FIGURA 3. Conglomerados del miembro inferior de la Formación Los Santos.	18
FIGURA 4. Intercalación de arcillolitas y areniscas del miembro inferior de la Formación Los Santos.	19
FIGURA 5. Miembro superior de la Formación Los Santos.	19
FIGURA 6. Microfotografías de rocas de la Formación Los Santos.	20
FIGURA 7. Rocas de la Formación Cumbre.	21
FIGURA 8. Calizas intercaladas con yeso. Formación Rosablanca.	23
FIGURA 9. Limolitas fisiles con nódulos intercaladas con areniscas limosas ligeramente calcáreas.	24
FIGURA 10. Areniscas calcáreas de la Formación Tablazo.	25
FIGURA 11. Dique Riolítico con acercamiento microfotográfico.	26
FIGURA 12. Dique Diabásico y Microfotografía.	27
FIGURA 13. Trazo de la Falla El Aljibe.	30
FIGURA 14. Trazo de la Falla San Javier.	31
FIGURA 15. Diagrama de rosa planos de Estría de la Mesa de Los Santos.	32
FIGURA 16. Análisis poblacional de estrías de la Mesa de Los Santos.	35
FIGURA 17. Distribución de los esfuerzos de la Mesa de Los Santos.	36
FIGURA 18. Diagrama general de roseras Mesa de Los Santos.	37
FIGURA 19. Diagrama de roseras Bloque Montes.	40
FIGURA 15. Diagrama de roseras Bloque Tabacal.	44
FIGURA 16. Diagrama de roseras Bloque Mojarra.	50
FIGURA 17. Diagrama de rosetas Bloque Montes.	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos estructurales de Estrías.	33
Tabla 2. Datos estructurales Bloque Montes	38
Tabla 3. Datos estructurales Bloque Tabacal	40
Tabla 4. Datos estructurales Bloque Mojarra	44
Tabla 5. Datos estructurales Bloque Minas	50

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa Geológico de la Mesa de Los Santos.

Anexo 2. Columna Estratigráfica Generalizada Mesa de Los Santos.

Anexo 3. Mapa Geomorfológico por procesos tectónicos de la Mesa de los Santos.

Anexo 4. Esquema estructural de la Mesa de Los Santos.

Anexo 5. Mapa de bloques estructurales.

RESUMEN

Título: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:25.000 DE LA MESA DE LOS SANTOS, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.¹

Autor (es): Vargas Jerez, Claudia Yaneth²

Palabras Claves: Transicional, Transcurrencia, Cinemática, Análisis de estrías, Régimen de esfuerzos.

La Cartografía geológica de la Mesa de los Santos, localizada al occidente de la cordillera Oriental (Departamento de Santander), presenta características estratigráficas, petrográficas y estructurales; la cual se constituye por rocas metamórficas de la Formación Silgará (Ordovícico-Silúrico), rocas ígneas del Granito de Pescadero (Jurásico), Cuerpos intrusivos (Jurásico? y Cretácico) y rocas sedimentarias de las Formaciones Jordán (Jurásico), Los Santos, Rosablanca, Paja y Tablazo (Cretácico). La zona presenta fallas normales con una cinemática dextral; las cuales tienen un alto grado de penetratividad debido a que toda la zona las contiene, además se observan fallas inversas subordinadas en relación de corte por fallas normales. El análisis de datos estructurales de fracturas muestra para la zona una distribución radial lo cual indica relajación, resaltando una dirección preferencial N70-80W. La interacción de los datos de fracturas con los tipos de fallas, manifiestan en la zona cuatro bloques estructurales, que presentan características particulares de fracturamiento. El análisis de estrías confirma para la zona un dominio tectónico de tipo transcurrente, con un sistema compresivo en dirección N-S y distensivo en dirección E-O.

Los procesos y análisis de la información recopilada en campo, permiten presentar las características principales de las rocas sedimentarias y proporcionan un modelo geológico estructural del área de estudio, como base para investigaciones hidrogeológicas.

¹ Proyecto de Grado, Modalidad Pasantía de Investigación.

² Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Geología. Director, Geólogo Msc. Jorge Eduardo Pinto; Tutor, Geóloga. Nadia Rocío Rojas Parra.

ABSTRACT

Title: GEOLOGICAL CARTOGRAPHY IN SCALE 1:25.000 OF "MESA DE LOS SANTOS", DEPARTMENT OF SANTANDER³.

Autor(s): Vargas Jerez, Claudia Yaneth⁴

Keys words: Facies, transitional, wrenching, kinematics, striation analysis, stress regime.

The geological cartography of the "Mesa de Los Santos", located in the west of the Eastern cordillera (Department of Santander), presents stratigraphic, petrographic and structural characteristics, such as constituted for metamorphic rocks of the Silgara Formation (Jurassic), intrusive body (Jurassic? and Cretacic) and sedimentary rocks of Jordan (Jurassic), Los Santos, Rosablanca, Paja and Tablazo Formation (Cretacic). The zone presents normal faults with a dextral kinematics, which have a high degree of penetrativity because of the zone contains it. Furthermore observe inverse faults subordinate and faults in relation of cut for normal faults. The structural data analysis of fractures shows for the zone a radial distribution which indicates relaxation, standing out a preferential direction N70-80W. The interaction of the data of fractures with the types of faults, indicates in the zone four structural blocks, that present particular characteristics of fracture. The analysis of striae confirms for the zone a tectonic dominion of transcurrent type, with a compressive system in direction N-S and distensiv in direction E-O.

The process and analysis of the information compiled in field, allow tectonically to present the basic characteristics sedimentary rocks, provide a structural geologic model of the study area as it bases for hydrogeological investigations.

³ Degree Work, Research Modality.

⁴ Engineering Physical – Chemistry Department, Geology School. Geologist M. Sc. Jorge Eduardo Pinto Valderrama, Director. Geologist Nadia Rocio Rojas Parra, Tutor.

INTRODUCCIÓN

La Mesa de Los Santos se localiza al noroeste de la cordillera Oriental, en la zona de Mesas y Cuestas del Departamento de Santander. La zona exhibe un fuerte a moderado relieve hacia los escarpes y suave en la parte central. Entre sus rasgos morfológicos se destacan las quebradas Mojarra, Potreros, Honda y El Aljibe (ANEXO 1), las cuales ocupan profundos valles y el curso superior de los ríos Chicamocha y Sogamoso que ocupan profundos cañones.

El objetivo del presente trabajo es describir las características geológicas con énfasis en el control estructural de la Mesa de Los Santos (ANEXO 4), que pueden ser determinantes en un estudio hidrogeológico, ya que existe una gran necesidad del recurso agua para la zona. Con este fin se recopiló información del área, se efectuó una interpretación preliminar de fotografías aéreas e imágenes satelitales, con las que se desarrolló un mapa fotogeológico con el consiguiente control de campo y toma de muestras para análisis macroscópico y la preparación de cortes petrográficos para su posterior análisis. Consecutivamente mediante el programa *Tectonicsfp 1.6.4* se realizó el análisis estructural a partir del procesamiento y análisis geoestadístico de datos recogidos en campo e integrados y clasificados de acuerdo al fracturamiento de la zona. Así también se describen las principales características estratigráficas, petrográficas y estructurales de las unidades aflorantes, que servirá de guía para la exploración de aguas subterráneas de la zona de la Mesa de Los Santos.

1. MARCO GEOLÓGICO

El área de trabajo ha sido objeto de diversos estudios geológicos. La litología de la zona corresponde a las descritas por Julivert, M. *et al.* (1964), Ward, D. *et al.* (1973), entre otros, para las rocas Paleozoicas de la Formación Silgará y Mesozoicas del Jurásico y Cretácico del Granito de Pescadero, Formaciones Silgara, Jordan, Los Santos, Tambor, Cumbre, Rosablanca, Paja, Tablazo y Cuerpos intrusivos.

La zona de estudio se encuentra localizada en la parte central de la Cordillera Oriental (Figura 1), en la cual se produjo un desarrollo de cuencas extensionales durante el Mesozoico.

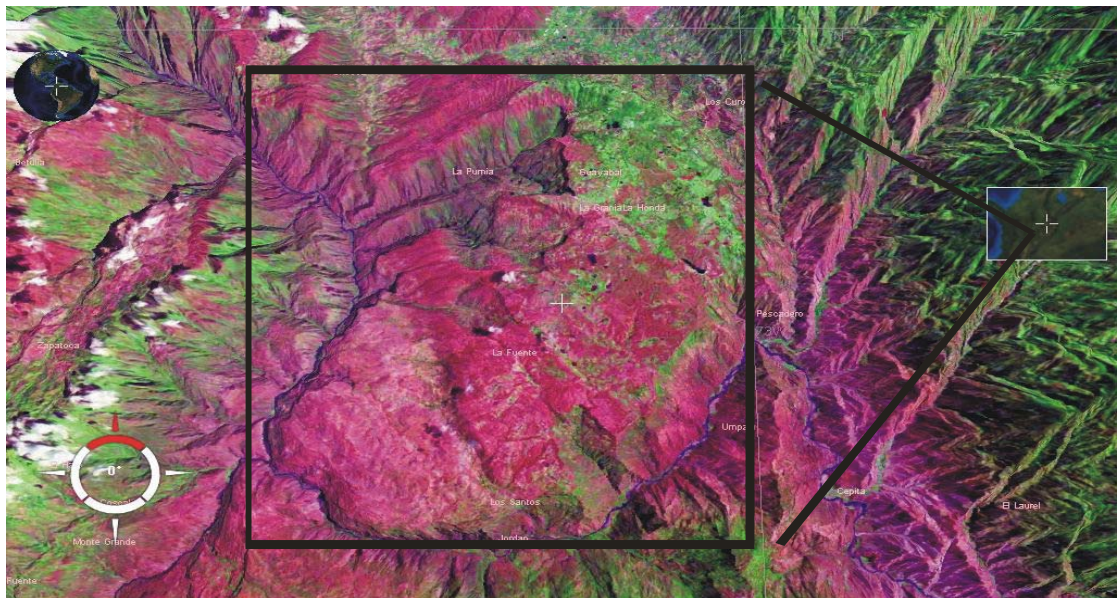


Figura 1. Localización del área de estudio.

Durante el Berriasiano a Hauteriviano se produjo un evento de extensión el cual intensificó el adelgazamiento del manto litosférico, emplazándose durante el Cretácico, intrusiones máficas pequeñas en los sectores de extensión litosférica cortical y subcortical máxima (Fabre, *et al.* 1983). Durante el Aptiano–Albiano temprano un evento extensional afectó el flanco occidental de la Cordillera Oriental, registrándose una subsidencia tectónica en el Cretácico tardío por relajación térmica de la litósfera. Los cambios laterales en el espesor de los sedimentos Mesozoicos sugieren que las fallas inversas son controladas por antiguas fallas normales que fueron invertidas durante la Orogenia Andina (Sarmiento, L., 2002).

2. RESULTADOS

Con el objetivo de actualizar la información geológica existente en la zona, se realizó la descripción detallada de las rocas que forman las diferentes litologías del área, por medio de los datos recopilados y las descripciones detalladas de las muestras recolectadas en las campañas de campo. El análisis de esta información dio como resultado un mapa geológico del área de estudio el cual se puede observar con mayor detalle en el Anexo 1.

2.1 LITOESTRATIGRAFÍA

Las Formaciones presentes en el área cartografiada (Anexo 2) comprenden rocas de edad Paleozoica correspondiente a la Formación Silgará (OSs), rocas ígneas de edad Mesozoica representadas por el Granito de Pescadero (J_{1gp}), y Formación Jordán (J_{1-2j}) y rocas del Cretácico Inferior representadas por las Formaciones Los Santos (K_{1ls}), Cumbre (K_{1c}), Rosablanca (K_{1r}), Paja (K_{1p}) Tablazo (K_{1t}), Cuerpos intrusivos de posible edad Paleozoica y Mesozoica y depósitos consolidados y no consolidados Cuaternarios. Estas unidades se componen en su mayoría por sedimentos siliciclásticos, lodolitas y carbonatos, en las cuales se hace mayor énfasis en el presente estudio.

2.1.1 Formación Silgará (OSs).

La Formación Silgará se observa en el borde Este y Sureste de la Mesa de Los Santos cerca al límite de la zona de estudio (Anexo 1), como una faja en sentido N-S de 500m. de ancho aproximadamente, sobre este zócalo reposan rocas Cretácicas estratificadas, de composición sílicea y calcárea.

Morfológicamente esta formación presenta laderas de pendiente moderada a alta.

Esta unidad está constituida por rocas metamórficas de estructura esquistosa bien definida y muy fina, comprenden principalmente esquistos micáceos cloríticos de textura lepidoblástica con mineral accesorio el granate, se encuentra ubicada hacia la parte alta del Río Chicamocha en la vereda San Rafael.

2.1.2 Granito de Pescadero (J_{1gp})

El granito de Pescadero aflora en la parte Este de la zona de la Mesa de Los Santos (Anexo 1), se observa como cuerpos alargados con orientación N-S, presenta morfología de laderas suaves escarpadas, se muestra intruyendo la Formación Silgará. El Granito de Pescadero está constituido por roca ígnea de textura porfírica a afanítica.

2.1.3 Formación Jordán (J_{1-2j})

En la Mesa de Los Santos la Formación Jordán aflora en la vertiente Norte del Río Chicamocha, a lo largo de la vertiente Oeste del Río Sogamoso y en una franja sobre la carretera que conduce de la Punta al Municipio de Piedecuesta (Anexo 1). Abarca aproximadamente una longitud de 15 Km. y espesor promedio de 520m, variando en toda el área, exhibiendo mayor espesor en la Vereda la Purnia con 600m (Anexo 2), geomorfológicamente se caracteriza por zonas de pendientes altas a moderadas con escasa vegetación.

La Formación Jordán está compuesta predominantemente por limolitas intercaladas con areniscas lodosas de grano fino en capas medianas y gruesas con geometría plana paralela y en menor proporción capas de conglomerados líticos rojizos.

La base de la Formación Jordán esta constituida por conglomerados líticos, de coloración rojiza.

La parte media se encuentra constituida por areniscas gris verdosas de grano fino ligeramente conglomeráticas con estratificación cruzada y plana paralela, ubicadas en el margen derecho del río Chicamocha a la altura del Municipio de Jordán Sube.

La parte superior está conformada por intercalaciones de limolitas de color marrón rojizo a rojo grisáceo con espesores de 30 a 40 cm y areniscas limosas de grano fino en capas medianas, fuertemente diaclasadas, las cuales se encuentran cerradas y rellenas de calcita.

La Formación Jordán presenta contacto inconforme y fallado con la infrayacente Formación Silgara, y contacto en discordancia angular (Figura 2) con la suprayacente Formación Los Santos al Sur y Oeste de la zona.

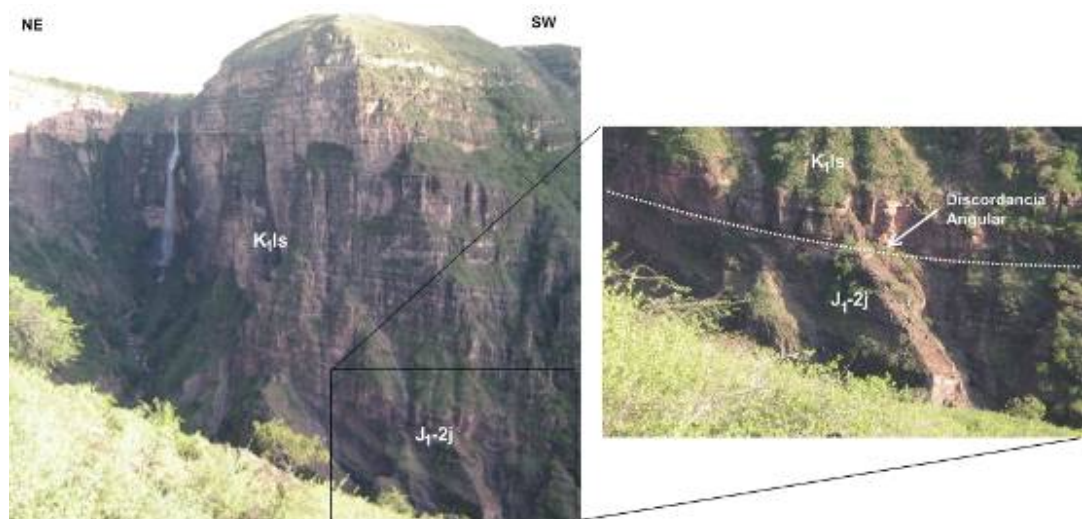


Figura 2. Contacto discordante angular entre la Formación Jordan y la Formación Los Santos.

2.1.4 Formación Los Santos (K₁|s)

La Formación Los Santos en la zona de la Mesa, se localiza en la parte alta al NE (Anexo 1) y en las cotas de menor altura hacia el SO. Morfológicamente presenta formas escarpadas y zonas de pendientes suaves a planas.

La Formación Los Santos se subdivide en tres miembros litoestratigráficos.

El miembro inferior está constituido por capas medias a gruesas de conglomerados arenosos y areniscas conglomeráticas de color rojo grisáceo, con estratificación grano decreciente, laminación cruzada y lechos conglomeráticos, de composición sublitoconglomerática y sublitarenita. Este miembro presenta un cambio facial hacia el SO de la Mesa constituyéndose por areniscas de grano medio a muy grueso, cuarzosas (Figura 3).



Figura 3. Conglomerados del miembro inferior de la Formación Los Santos.

El miembro medio esta constituido por limolitas y arcillolitas de color marrón rojizo con manchas verdosas grisáceas producto de la reducción de materia orgánica, intercaladas con areniscas de grano muy fino a medio.

En este miembro se observa laminación plano paralela y cruzada (Figura 4).

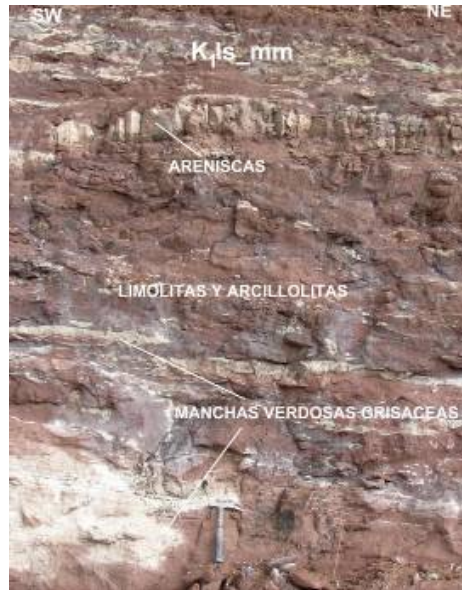


Figura 4. Intercalación de arcillolitas y areniscas del miembro inferior de la Formación Los Santos.

El miembro superior esta compuesto por cuarzoarenitas y sublitarenitas en capas medianas a gruesas con geometría cuneiforme de color gris amarillo pálido, con estructuras internas como laminación cruzada, plana paralela y en artesa.

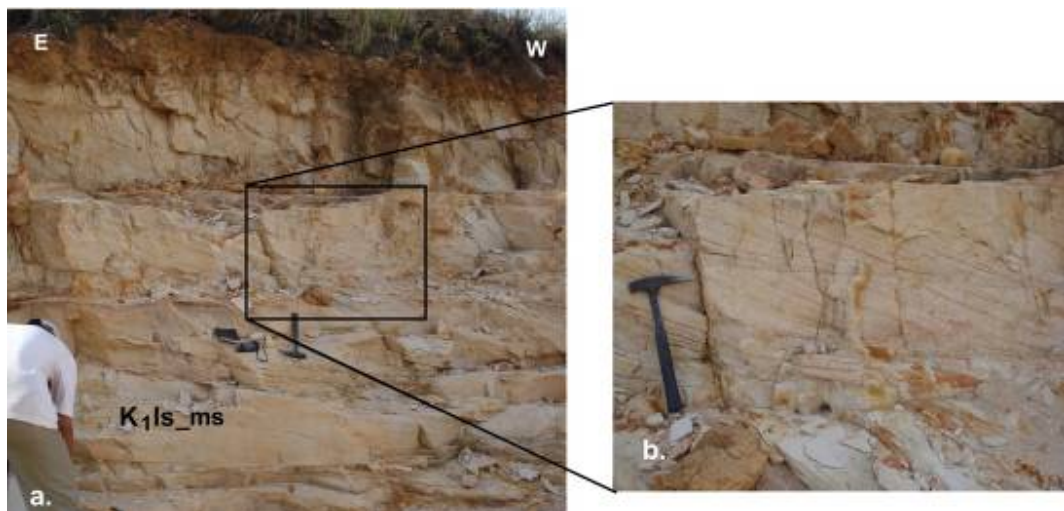


Figura 5. Miembro superior de la Formación Los Santos.

a. Geometría cuneiforme, b. laminación cruzada, Quebrada Los Pozos-Vereda Tabacal

El espesor de la Formación Los Santos en la Mesa es de 300m (Anexo 2), presentando variaciones notables, así: 245 m en la vereda la Navarra al Norte, 165 m en el lugar llamado Tres Esquinas-La Punta al Noreste, 130 m en la Vereda Carrizal al Este, en la Vereda la Loma al Suroeste y 280 m en la Vereda Calicho al Oeste.

Petrográficamente se caracterizan por presentar minerales de feldespatos en rocas de la zona noreste posiblemente debido al aporte de sedimentos del Macizo de Santander, en el resto de la zona se presente poca cantidad de feldespato y un porcentaje considerable de minerales arcillosos producto de alteración posiblemente de feldespatos. Estas rocas presentan microfracturas que suelen ser más evidentes en los cristales de cuarzo, las cuales se presentan cerradas y con apertura mínima (Figura 6). La formación de las fisuras intergranulares podría estar relacionada con procesos compresivos que ha sufrido la zona.

La Formación Los Santos se encuentra en discordancia angular con la infrayacente Formación Jordán y en contacto concordante con la suprayacente Formación Cumbre.

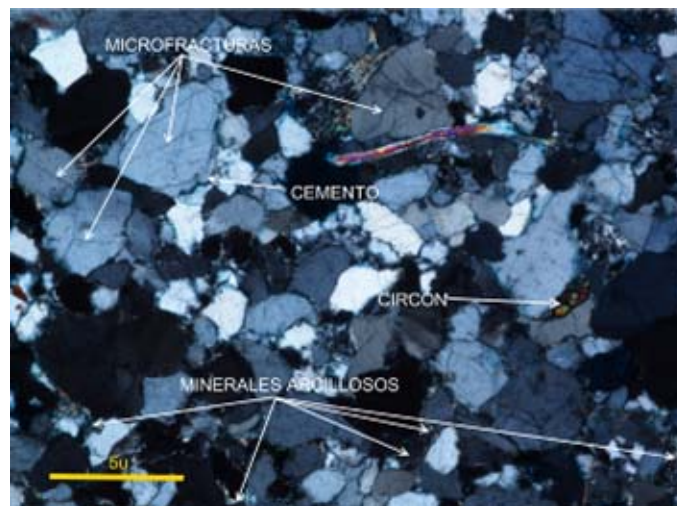


Figura 6. Microfotografías de rocas de la Formación Los Santos.

2.1.5 Formación Cumbre (K_{1c})

En la zona de estudio La Formación Cumbre se encuentra constituida por capas medianas a gruesas de areniscas de grano medio de color gris verdoso claro, intercaladas con capas gruesas de limolitas gris verdoso con laminación plana paralela y areniscas de grano fino a medio calcáreas de color gris amarillento (Figura 7), con superficies de carbonatos producto de intemperismo de las calizas de la suprayacente Formación Rosablanca. Esta formación aflora únicamente en la vereda El Calicho al Oeste de La Mesa de Los Santos con un espesor de 8 m medido estratigráficamente (Anexo 2).

La Formación Cumbre se encuentra en contacto concordante neto con la infrayacente Formación Los Santos y en contacto concordante transicional con la suprayacente Formación Rosablanca (Proyecto Geológico e Hidrogeológico de la Mesa de Los Santos y sector Noreste de Curití, 2008).



Figura 7. Rocas de la Formación Cumbre.

2.1.6 Formación Rosablanca (K_{1r})

La Formación Rosablanca aflora ampliamente al suroeste de la Mesa, en un bloque suavemente basculado hacia el SO, localizada al SO de la falla de Los Santos hasta la vertiente Norte del Río Chicamocha y la vertiente Este del Río Sogamoso (Anexo 1).

Morfológicamente hace parte de la planicie estructural con pendientes suaves de la Mesa y del escarpe SO de la misma, mostrando un espesor de 350m (Anexo 2). Otros afloramientos de menor extensión se localizan al Este del Municipio Los Santos, en el Alto el Morro y en la Vereda Llanadas.

La Formación Rosablanca está constituida por rocas carbonatadas predominantemente con variaciones faciales terrígenas hacia el techo. A partir de la cartografía geológica se observa hacia la base de la formación capas tabulares de lodolitas calcáreas de color gris oscuro, con laminación plana discontinua; caliza de color gris oscuro en capas gruesas y muy gruesas de geometría tabular.

Esta porción basal en el sector de la vereda La Loma al Suroeste de la Mesa se caracteriza por tener capas medias y gruesas tabulares calizas evaporíticas compuestas por la acumulación de yeso, de color gris, intercaladas con capas de calizas tipo *mudstone*, con espesores que alcanzan los 70 cm de espesor. Esta secuencia observada indica un subambiente de depósito supramareal, protegido de la influencia del mar libre (Figura 8).

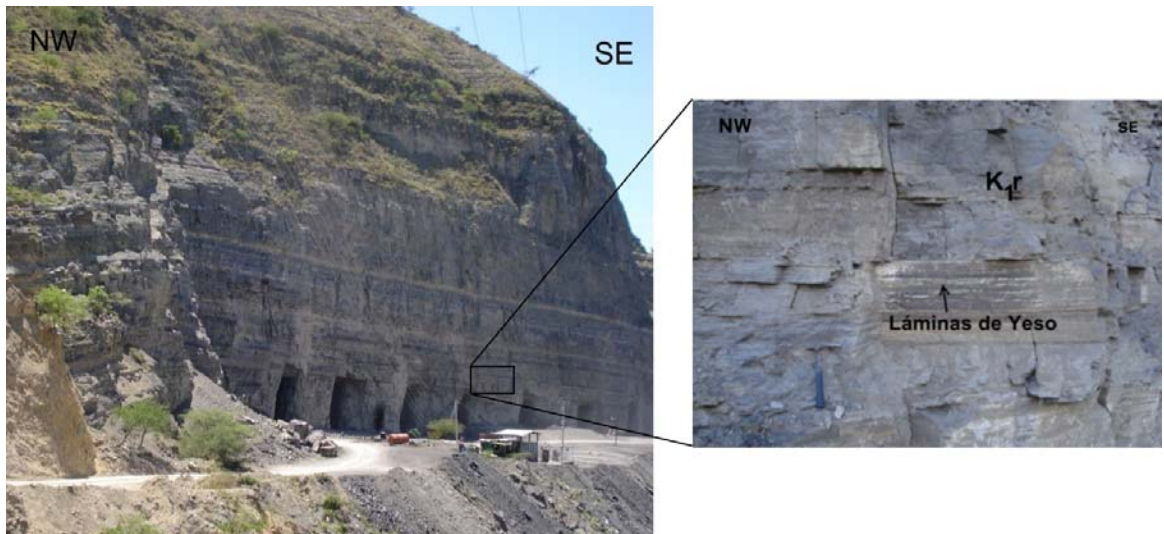


Figura 8. Calizas intercaladas con yeso. Formación Rosablanca.

Hacia la parte media se observan intercalaciones de capas gruesas tabulares de limolitas fósiles rojizas con laminación ondulosa, y contacto neto con capas muy gruesas tabulares de calizas tipo *mudstone* y *packstone* con presencia de conchillas de bivalvos y ausencia de laminación interna.

La unidad hacia el techo está compuesta por capas medias a gruesas de geometría tabular de areniscas limosas calcáreas, de color gris amarillento, con bivalvos, alternadas con calizas masivas, gris azulosas, fosilíferas (bivalvos y espatángidos) con recristalización de calcita; areniscas calcáreas de grano medio, grises, arcillolitas calcáreas de color marrón rojizo pálido y calizas grises oscuras, masivas y con fósiles de trigonias y bivalvos. Al Oeste de la Mesa de Los Santos se puede observar el tope la Formación Rosablanca, la cual se encuentra fuertemente fracturada y meteorizada. En total la Formación presenta un espesor de 300 m establecido cartográficamente.

Los contactos estratigráficos de la Formación Rosablanca con la infrayacente Formación Cumbre es concordante transicional y con la suprayacente Formación Paja es concordante neto.

2.1.7 Formación Paja (K₁p)

La Formación Paja aflora al Suroeste de la zona (Anexo 1), caracterizándose por definir pendientes suaves y pequeños escarpes, con un espesor total de 250m (Anexo 2). Hacia la base se observan limolitas cafés oscuras con concreciones de caliza de 0.1–1.0m de diámetro con amonites y láminas de yeso blanco fibroso muy fino. Hacia el techo se observa limolita gris rojizo micáceo muy físil con fracturas rellenas, impresiones de amonites y concreciones de caliza de diámetro de 4–30cm de diámetro, intercaladas con capas de arenisca arcillosa de espesor de 1m y limolitas calcáreas de espesor de 30cm (Figura 9).

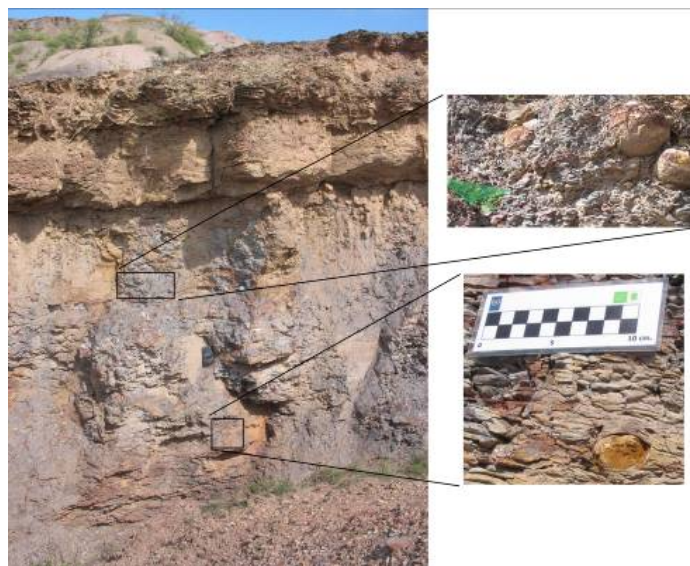


Figura 9. Limolitas físilas con nódulos intercaladas con areniscas limosas ligeramente calcáreas.

Los contactos estratigráficos de la Formación Paja con la infrayacente Formación Rosablanca y la suprayacente Formación Tablazo son concordantes transicionales.

2.1.8 Formación Tablazo (K_{1t})

En la Mesa de Los Santos la Formación Tablazo se presenta en poca expresión vertical y horizontal, se observa en las zonas más altas de la parte SW del área de estudio (Anexo 1). Presenta capas gruesas tabulares de areniscas calcáreas de grano fino a medio fosilífero (bivalvo) y calizas fosilíferas, presenta fuerte diaclasamiento, con fracturas abiertas y rellenas de calcita (Figura 10). Su distribución en el área es de 3 Km de longitud y hasta 1 Km de ancho con un espesor aproximado de 75m (Anexo 2).



Figura 10. Areniscas calcáreas de la Formación Tablazo.

2.1.9 Cuerpos Intrusivos

En la Mesa de Los Santos se identificaron dos tipos de cuerpos intrusivos, uno de composición riolítica y otro de composición diabásica.

Los diques riolíticos (Figura 7) que intruyen a la Formación Silgará en el área de la Vereda San Rafael, en cercanías a la quebrada El Cobre, esta roca presenta color rosado pálido y cristales idiomórficos de plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, mica biotita, óxidos y minerales producto de alteración como sericita y clorita.

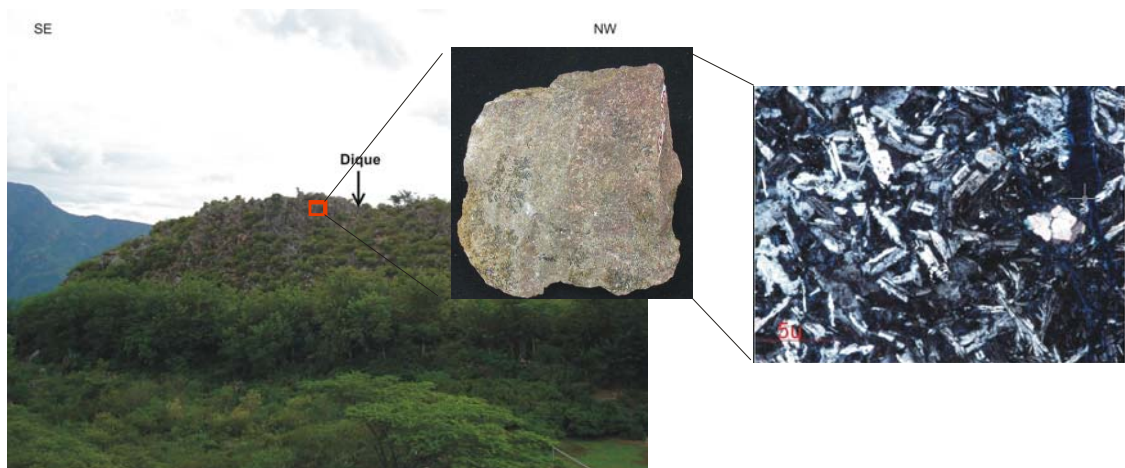


Figura 11. Dique Riolítico con acercamiento microfotográfico.

Los diques diabásicos (Figura 12) intruyen la Formación Jordán y Los Santos, afloran en la Vereda La Peña del Municipio de Los Santos en los alrededores del camino que conduce de la población de Los Santos a Jordán Sube y en la Vereda Mesitas de Jeridas del Municipio de Piedecuesta por la vía Tres esquinas–La Punta. Es una roca de coloración verde gris intenso afanítica compuesta de plagioclasa cálcica y óxidos, clorita y calcita como minerales de alteración.

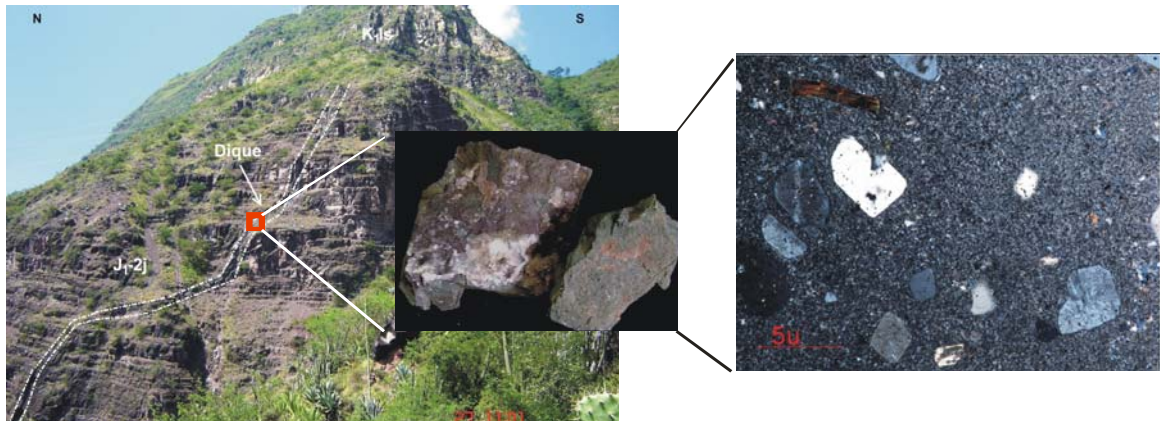


Figura 12. Dique Diabásico y Microfotografía.

La edad del dique riolítico se considera provisionalmente del Jurásico por su similitud composicional con las rocas de esta edad, aflorantes en los alrededores de Bucaramanga. (Ward *et al.* 1973). El dique de composición de diabásica se le ha asignado una edad establecida por criterios de campo la cual corresponde a Cretácico Inferior.

2.1.10 Depósitos Aluviales

Se encuentran por encima del nivel de los actuales cauces de los Sogamoso y Chicamocha, su origen es hidrogravitacional y conforman franjas relativamente angostas en sentido NE-SO.

2.1.11 Depósitos de Derrubios

Corresponden a los depósitos de pendientes de origen local, siendo de los más notorios, se observan en los escarpes de la Mesa de Los Santos hacia el Cañón del Río Chicamocha, se depositan sobre rocas de la Formación Jordán y presentan rangos variables de espesor, suavizando la topografía de la zona donde se depositan.

2.2 CONTROLES ESTRUCTURALES

Los diferentes controles estructurales muestran rasgos geomorfológicos producto de procesos tectónicos y la interpretación de datos tomados en campo permite determinar el predominio tectónico de la zona.

2.2.1 Características Geomorfológicas por Procesos Tectónicos

El desarrollo de los procesos tectónicos de la Mesa de los Santos, presenta características geomorfológicas de relieve invertido, elevado y sin sostenimiento lateral, presentando grandes evidencias de drenajes antecedentes y captura de drenajes mayores hacia el río Chicamocha y el río Sogamoso. Esta captura de drenajes causa en las laderas aumento de carga erosiva y rasgos geomorfológicos como cuencas remontantes presentes en la zona.

Estas cuencas remontantes presentan avance erosivo producto derivado del cambio de nivel base de los drenajes y actúan de forma remontante dando lugar a nuevas geoformas erosivas, expandiéndose desde el nivel base inferior hasta el nuevo tope erosivo. La zona presenta tres geoformas remontantes ubicadas al oeste y al sureste, en las cuencas de las quebradas San Javier, Potreros y la Mojarra (Anexo 3). Otra geoforma presente en la zona evidencia del levantamiento de la Mesa de Los Santos, el cual registrado en la cuenca colgante ubicada parcialmente en la cuenca de la quebrada Potreros (Anexo 3), mostrando la pérdida de conexión del drenaje con su nivel base inicial, esto se debe al efecto de un cambio vertical rápido.

2.2.2 Estructuras de la Mesa de Los Santos

Con base en los aspectos estructurales observados durante la cartografía geológica, se identifican tres tipos de fallas, las cuales presentan características geométricas y cinemáticas particulares.

2.2.2.1 Fallas Principales

Las fallas principales son fallas normales con expresiones rectas, sinuosas y curvas, con dirección preferencial NO, paralelas y subparalelas en su gran mayoría (Anexo 4). Estas fallas afectan la secuencia sedimentaria Jurásica y Cretácica, así mismo rocas del basamento. Muestran disposición subvertical con vergencias características de los procesos tectónicos y, un grado de penetrabilidad alto por lo que se encuentran en toda el área. En este tipo de fallas se resaltan:

- **Falla Los Santos**

Se encuentra ubicada al suroeste de la zona de estudio, su trazo presenta dirección NO y se observa sobre las vertientes de la quebrada Seca, Resumidero, Los Santos y Santera. Muestra un trazo sinuoso al noroeste hacia el río Sogamoso y curvo al sureste hacia el río Chicamocha.

La falla muestra una extensión aproximada de 14Km, esta estructura corresponde a una de las fallas mas importantes de la zona y una de las más profundas comportándose como una falla de rumbo dextral con componente normal y vergencia al SO, afectando toda la secuencia de rocas aflorantes en la zona. El movimiento de la falla se evidencia mediante fotointerpretación y observaciones de campo, mostrando un salto de aproximadamente 80m.

- **Falla Potreros**

La Falla Potreros se ubica en la parte central de la zona, es una falla principalmente de rumbo dextral con componente normal y vergencia hacia el NE. Presenta una curvatura en la zona del escarpe del Río Chicamocha y recto en la parte plana de la Mesa. Su longitud aproximada es de 13 Km. Presenta una dirección NO, controla cauces de las quebradas La Laja, la Custodia y la quebrada de la cual toma su nombre Potreros. Esta falla afecta litología de las Formaciones Silgará, Jordán y Los Santos, mostrando un salto vertical de aproximadamente 40 m.

- Falla El Aljibe

La falla El Aljibe se encuentra al Noreste de la zona de estudio, muestra un comportamiento rectilíneo en la parte sureste del trazo de falla y un comportamiento sinuoso hacia el noroeste del trazo de falla. La falla lleva el nombre de la quebrada el Aljibe controlando parte de su cauce, principalmente es una falla dextral con componente normal y vergencia SO. La falla afecta litologías como el Granito de Pescadero y las Formaciones Silgará, Jordán y Los Santos, mostrando un salto vertical de 50 m (Figura 8).



Figura 13. Trazo de la Falla El Aljibe

2.2.2.2 Fallas Secundarias

Las fallas secundarias son fallas inversas las cuales presentan dirección preferencial NE. Muestran expresión sinuosa y curva. Estas se encuentran subordinadas en relación de corte, por lo que se encuentran en su mayoría contenidas dentro de las fallas principales. En este tipo de fallas se resaltan:

- Falla San Javier

La Falla San Javier es una estructura con dirección NE y exhibe un trazo recto con poca sinuosidad. Al noroeste de la zona, controla parcialmente el curso de las quebradas Los Fríos, las Juntas, San Javier y el Loro, y posiblemente la responsable de los escarpes que se presentan en la zona. Es una falla de rumbo con componente inversa y vergencia al SE y con longitud aproximada de 13 Km.

Afecta litologías de rocas metamórficas de la Formación Silgará, rocas ígneas del Granito de Pescadero, rocas sedimentarias de las Formaciones Jordan y Los Santos. Muestra un salto muy corto en la vertical de aproximadamente 10 m hacia el noreste de la falla y de aproximadamente 100 m, al sureste de la misma (Figura 14).



Figura 14. Trazo de la Falla San Javier.

- **Falla Los Montes**

La Falla Los Montes es una falla de dirección NE, con un trazo recto de longitud aproximada de 9Km, solo afecta las litologías de la Formación Jordán y Los Santos. Ubicada al Norte como límite de la zona de estudio, se presenta como una falla dextral inversa con vergencia al NW. El trazo rectilíneo de esta estructura controla casi en su totalidad la quebrada Los Montes y parcialmente la quebrada las Minas.

2.2.2.3 Fallas Menores

Las fallas menores en la zona de la Mesa de Los Santos se observan en dirección E-O. Estas fallas pueden ser producto de tectónica localizada por acción de relajación y/o acomodación del material después de eventos tectónicos. Entre estas se destacan las fallas La Pilonera, Zanjón La Vega y Zanjón de Pardo.

2.2.3 Análisis estructural

En la zona se recopilieron datos estructurales de fracturas (diaclasas) y estrías. Estos datos se analizaron geoestadísticamente obteniendo información esencial para el modelo estructural de la zona.

2.2.3.1 Estrías

En la zona se tomaron 50 datos de estrías, distribuidos homogéneamente, los cuales se presentan en la Tabla 1. Estos muestran dos predominios en direcciones NO-SE el cual es coherente con los segmentos de fallas principales y E-O coherente con el trazo de fallas menores de la zona, los ángulos de buzamiento de las fallas están comprendidos entre 80 y 90° (Figura 15 a y b).

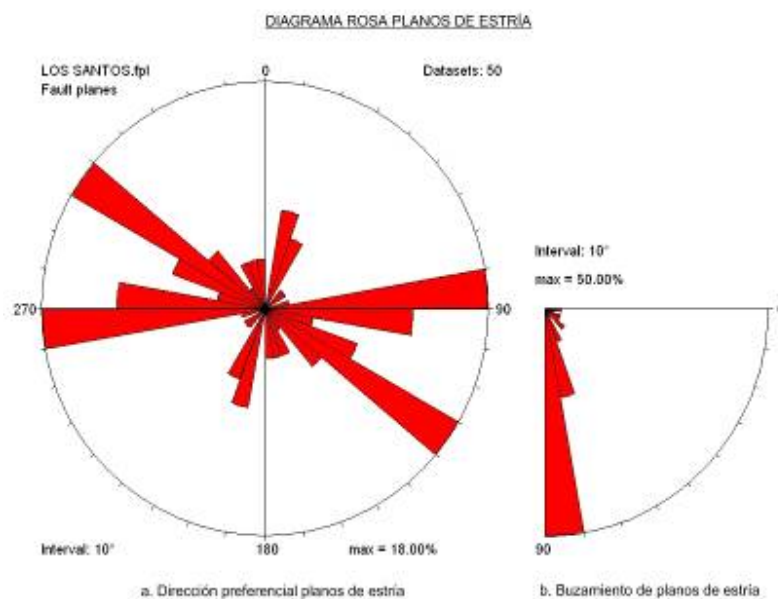


Figura 15. Diagrama de rosa planos de Estría de la Mesa de Los Santos.

a. Diagrama de dirección preferencial de planos de estría. b. Buzamiento de planos de estría.

TABLA 1. Datos estructurales de Estrías.

ESTACIÓN	COORDENADAS		DIR. PLANO	AZIMUTH DEL PLANO	INCL. DEL PLANO	DIR. DE INCL.	PITCH DE ESTRÍA	CORRECCIÓN	PLUNGE ESTRÍA	AZIMUTH DEL PLUNGE	DIR. DE CABECEO DE ESTRÍA	SENTIDO MOVIMIENTO O DE ESTRÍA	CERTEZA DE MOV.
JP120033	1098396	1242723	N70W	110	88	200	10	0,1735424	9,99	110,35	NW	Dn	80
JP120033	1098396	1242723	N35W	145	88	235	10	0,1735424	9,99	145,35	NW	Di	80
JP120035	1099115	1243541	N40E	40	84	130	2	0,03470831	1,99	40,21	SW	Si	80
NC135032	1099736	1240231	N12W	168	78	258	18	0,30226423	17,59	171,74	SE	Di	90
NC135024	1099938	1238804	N61W	119	66	209	27	0,41474096	24,50	129,98	NW	Is	90
NC135024	1099938	1238804	N55W	125	80	215	21	0,35292354	20,67	128,65	NW	Si	90
JP120070	1100535	1243645	N20E	200	82	290	80	0,97522367	77,22	211,13	NE	Is	80
ED135020	1104864	1240250	N90E	90	83	180	3	0,05194585	2,98	90,37	SE	Dn	80
ED135020	1104864	1240250	N45W	135	80	225	10	0,17101007	9,85	136,74	NW	Si	80
JP135016	1105520	1236905	N75W	105	77	195	6	0,10184941	5,85	106,35	NW	Dn	90
JP135016	1105520	1236905	N85E	265	80	355	4	0,06869672	3,94	265,69	SW	Di	80
JP135018	1105547	1237005	N85W	275	88	5	18	0,30882875	17,99	275,63	NW	Di	80
NC120001	1109546	1241174	N10E	190	27	280	27	0,20610737	12	214	SW	Nd	50
NC120043	1105614	1242037	N3W	357	66	87	10	0,1586355	9	361	SE	Nd	70
NC120041	1105446	1242681	N9W	171	29	261	33	0,26404624	15	200	SE	Id	70
NC120041	1105446	1242681	N15E	195	40	285	60	0,5566704	34	241	SW	Id	70
JP120037	1110695	1241021	N10E	10	85	100	2	0,03476669	1,992	10,174307	NE	Sn	0,8
JP120037	1110695	1241021	N20E	20	89	110	32	0,52983855	31,9	20,558415	SE	Dn	0,8
JP120048	1109814	1242762	N60W	120	80	210	2	0,03436929	1,969	120,34729	NW	Dn	0,8
JP120048	1109814	1242762	N70E	250	85	340	14	0,24100131	13,94	251,22015	SW	Sn	0,8
JP120048	1109814	1242762	N60W	300	70	30	2	0,0327948	1,878	300,68403	SE	Dn	0,8
NC120005	1109824	1242764	N59W	121	81	211	2	0,03446983	2	121	NW	Dn	50
NC120005	1109824	1242764	N85E	265	74	355	2	0,03354755	2	266	SW	Di	50
GR120027	1114379	1243712	N90E	90	15	180	12	0,05381151	3,084	101,59111	SW	Nd	50
JP120055	1108513	1245415	N80W	100	80	190	10	0,17101007	9,846	101,73646	NW	Dn	0,8
NC120132	1118329	1249264	N55W	125	74	215	12	0,19985754	12	128	SE	Di	90
JP120118	1117928	1257349	N89E	89	80	179	45	0,69636424	44,136029	96,814091	SW	Dn	0,8
GR120110	1114874	1257913	N85W	95	75	185	45	0,6830127	43,079517	106,64685	SE	DI	80
GR120194	1114374	1257951	N88W	92	62	182	70	0,82969934	56,067865	124,86300	NW	ND	80
GR120195	1114306	1258043	N60W	300	1	30	3	0,00091339	0,0523333	302,99954	SE	SI	70

NC120161	1103574	1255472	N85E	85	57	175	53	0,6697921	42	114	SW	Nd	80
NC120165	1103517	1255571	N22E	202	85	292	14	0,24100131	14	203	NE	Dn	90
NC120165	1103517	1255571	N54E	234	67	324	25	0,38902216	23	244	NE	Nd	90
NC120158	1103399	1255654	N90W	270	32	360	23	0,20705595	12	290	W	Ns	70
NC120157	1103352	1255659	N10E	10	45	100	83	0,70183611	45	69	SW	Nd	70
GR120203	1106527	1257270	N60W	300	95	30	87	0,99482945	84,171008	292,41745	SE	Si	80
NC120151	1108596	1259572	N27W	153	43	243	80	0,67163727	42	212	NW	Nd	70
JP120075	1102007	1248601	N30W	150	80	240	5	0,08583165	4,9238497	150,86823	NW	Si	0,8
JP120213	1102543	1248679	N85W	95	87	185	19	0,32512197	18,972964	95,994347	NW	Si	0,7
JP120213	1102543	1248679	N20W	160	35	250	82	0,56799443	34,614893	227,17043	NW	Nd	0,7
JP120080	1102586	1248886	N85E	265	74	355	6	0,10047921	5,7667660	266,65381	SW	Sn	0,8
JP120080	1102586	1248886	N70W	290	80	20	6	0,10294044	5,9085194	291,04187	NE	Di	0,8
JP120080	1102586	1248886	N50W	310	88	40	13	0,22481402	12,991942	310,45366	NW	Dn	0,8
JP120080	1102586	1248886	N50W	310	75	40	10	0,16773126	9,6559358	312,58817	SE	Si	0,8
JP120090	1101831	1250823	N89E	89	81	179	10	0,17151028	9,8756415	90,564327	SW	Si	0,8
JP120090	1101831	1250823	N89E	89	75	179	1	0,01685773	0,9659225	89,258817	SW	Si	0,8
JP120090	1101831	1250823	N60W	120	80	210	3	0,05154086	2,9543825	120,52093	SE	Si	0,8
JP120090	1101831	1250823	N55W	125	83	215	7	0,12096095	6,9475648	125,85307	NW	Dn	0,8
JP120085	1101685	1250837	N65W	295	75	25	9	0,15110409	8,6909156	297,32935	SE	Si	0,8
JP120091	1101924	1250845	N85E	85	80	175	4	0,06869672	3,9391343	85,694585	SW	Si	0,8
JP120075	1102007	1248601	N30W	150	80	240	5	0,08583165	4,9238497	150,86823	NW	Si	0,8
JP120213	1102543	1248679	N85W	95	87	185	19	0,32512197	18,972964	95,994347	NW	Si	0,7
JP120213	1102543	1248679	N20W	160	35	250	82	0,56799443	34,610489	227,17043	NW	Nd	0,7
JP120080	1102586	1248886	N85E	265	7	355	6	0,10047921	5,7667660	266,65381	SW	Sn	0,8

El campo de fuerzas de deformación (Figura 16 a y b), y su coherencia con la distribución de los esfuerzos (Figura 17), muestran un máximo de compresión subhorizontal con orientación aproximada N-S, y un máximo de extensión subhorizontal de orientación aproximada E-O, con valores máximo σ_1 : 345/14, mínimo σ_3 : 81/21 e intermedio σ_2 : 225/64.

La simetría del elipsoide de deformación por la forma y orientación del tensor de esfuerzo, proporcionado por medio de valores propios y los vectores propios, muestran un tipo de deformación en tectónica frágil, la cual corresponde a un patrón normal transcurrente.

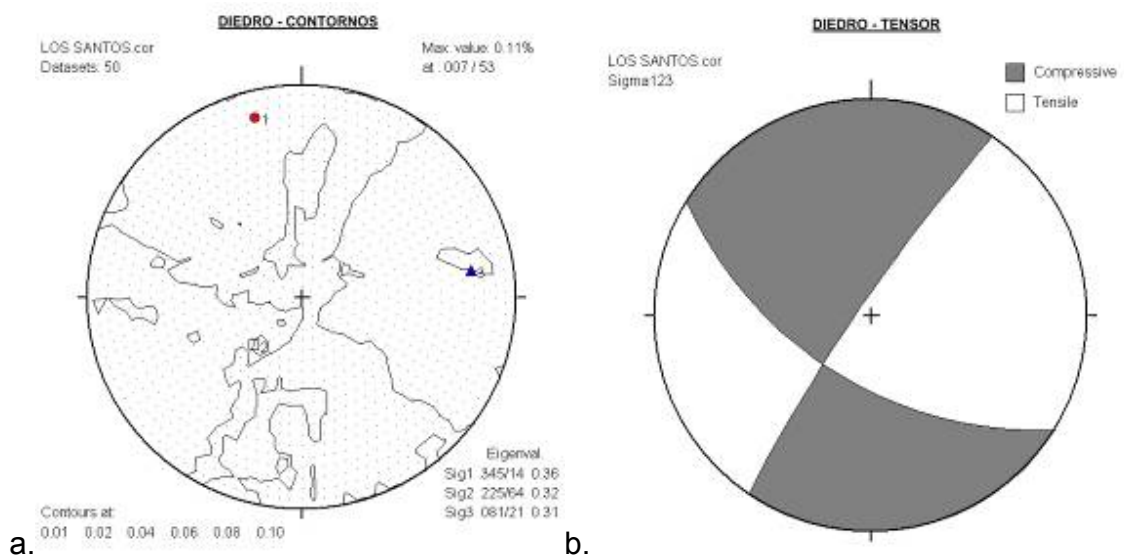


Figura 16. Análisis poblacional de estrías de la Mesa de Los Santos.

- a. Diagrama de diedros rectos. b. Diagrama de Diedro Contornos (Contornos 0.01, 0.02, 0.04, 0.08 y 0.10). Máximo 0.11 % en 7/53) y tensores de esfuerzo (σ_1 , σ_3 , σ_2 , máximo, intermedio y mínimo).

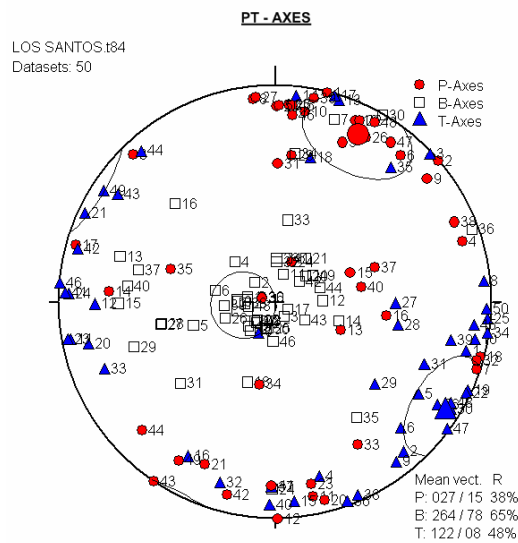


Figura 17. Distribución de los esfuerzos de la Mesa de Los Santos.

2.2.3.2 Fracturas (diaclasas)

El sistema de fracturamiento de la Mesa de Los Santos presenta una distribución homogénea con respecto a la geometría de la zona. Se midieron 439 datos de fracturas los cuales se analizaron en conjunto, obteniendo un predominio en dirección N80-90O (Figura 18 a) que concuerda con la tendencia de las principales fallas cartografiadas en la zona, con ángulo de inclinación predominante de 80-90° (Figura 18 b).

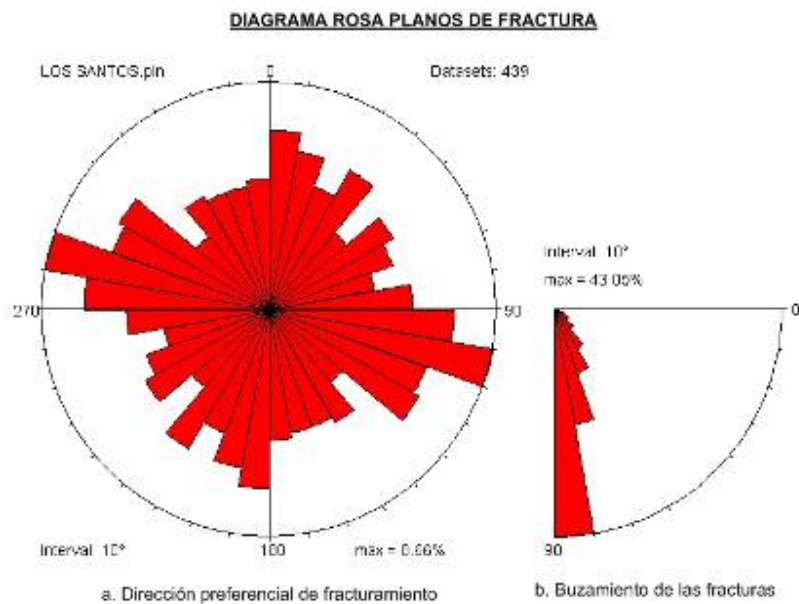


Figura 18. Diagrama general de roseras Mesa de Los Santos.

a. Diagrama de dirección preferencial de diaclasas. b. Buzamiento de las diaclasas.

El diagrama rosa de planos de fractura, muestra un sistema de fracturamiento radial distensivo para el área total de estudio, el cual concuerda con el pequeño basculamiento de los bloques en la parte suroeste de la zona.

Con el fin de relacionar los datos de fracturas con los tipos de fallas cartografiadas en la zona, se dividió la zona en bloques estructurales de acuerdo a características y tipos de fallas identificadas en la zona (Anexo 4), obteniendo como resultado cuatro bloques estructurales (Anexo 5), distribuidos de la siguiente forma:

- Bloque Montes

El bloque Los Montes se encuentra ubicado al norte de la zona de estudio (Anexo 5), donde se tomaron 58 datos de fracturas registrados en la tabla 2.

Tabla 2. Datos estructurales Bloque Montes

ESTACIÓN	COORDENADAS		DIRECCIÓN DEL PLANO	AZIMUT DEL PLANO	INCLINACIÓN DEL PLANO	DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN
GR120124	1254956	1101364	N56E	236	76	326
NC120163	1255529	1103781	N70E	70	58	160
NC120159	1255602	1103514	N90E	90	65	180
NC120159	1255602	1103514	N70E	250	66	340
NC120156	1255659	1103334	N60E	60	65	150
NC120156	1255659	1103334	N55W	125	85	215
NC120156	1255659	1103334	N55W	305	76	35
NC120157	1255659	1103352	N65E	245	76	335
NC120155	1255677	1103271	N34E	34	84	124
GR120113	1255896	1101556	N89W	271	76	1
GR120117	1255907	1102871	N14W	346	89	76
GR120205	1257105	1106779	N5E	185	80	275
GR120205	1257105	1106779	N86E	266	72	356
GR120201	1257177	1106218	N31E	31	89	121
GR120201	1257177	1106218	N83E	263	47	353
GR120201	1257177	1106218	N87W	273	61	3
GR120200	1257280	1106186	N46E	226	56	316
CV120112	1257520	1106306	N40W	140	7	230
GR120199	1257532	1106382	N72W	108	87	198
CV120193	1258206	1107124	N12E	192	82	282
CV120193	1258206	1107124	N85W	275	78	5
JP120156	1258318	1110780	N65W	115	65	205
JP120156	1258318	1110780	N5E	185	85	275
JP120152	1258496	1110136	N80W	100	85	190
JP120152	1258496	1110136	N5E	185	80	275
JP120152	1258496	1110136	N80W	280	65	10
JP120152	1258496	1110136	N40W	320	80	50
CV120107	1258530	1108210	N36W	144	24	234
CV120107	1258530	1108210	N11W	169	68	259
CV120107	1258530	1108210	N72W	288	84	18
CV120106	1258767	1108187	N20W	160	87	250
CV120106	1258767	1108187	N59E	239	5	329

NC120146	1258773	1108213	N5W	175	83	265
NC120146	1258773	1108213	N20E	200	21	290
NC120146	1258773	1108213	N80W	280	81	10
CV120118	1258781	1109185	N60W	300	12	30
NC120148	1258793	1108016	N10W	170	81	260
NC120148	1258793	1108016	N80W	280	76	10
NC120147	1258838	1108120	N85W	95	50	185
NC120147	1258838	1108120	N14W	166	80	256
JP120159	1258853	1110926	N90E	90	76	180
JP120159	1258853	1110926	N5E	185	40	275
JP120159	1258853	1110926	N28E	208	50	298
MI120111	1258866	1114837	N11E	191	90	281
NC120149	1258912	1108193	N88E	88	78	178
NC120149	1258912	1108193	N15W	165	70	255
NC120149	1258912	1108193	N20E	200	55	290
ED120111	1259066	1112764	N5W	175	65	265
ED120111	1259066	1112764	N70W	290	75	20
NC120144	1259119	1108785	N25E	25	52	115
NC120144	1259119	1108785	N88W	272	85	2
NC120140	1259277	1110894	N50E	50	70	140
NC120150	1259454	1108528	N15W	165	52	255
NC120150	1259454	1108528	N61E	241	65	331
MI120113	1259741	1115096	N10W	170	59	260
MI120113	1259741	1115096	N24E	204	41	294
MI120116	1259950	1114893	N51W	309	46	39
MI120116	1259950	1114893	N20W	340	60	70
GR120124	1254956	1101364	N56E	236	76	326

El análisis de los datos, muestra una dirección preferencial N80-90O (Figura 19 a) el cual corresponde a fracturas sintéticas de las fallas inversas o antitéticas de las fallas normales del bloque, y una segunda dirección muy marcada N10-20O (Figura 19 a) la cual puede ser una dirección sintética de las fallas normales o antitéticas de las fallas inversas del bloque, estas fracturas muestran ángulos de buzamiento muy marcado en 80-90° (Figura 19 b).

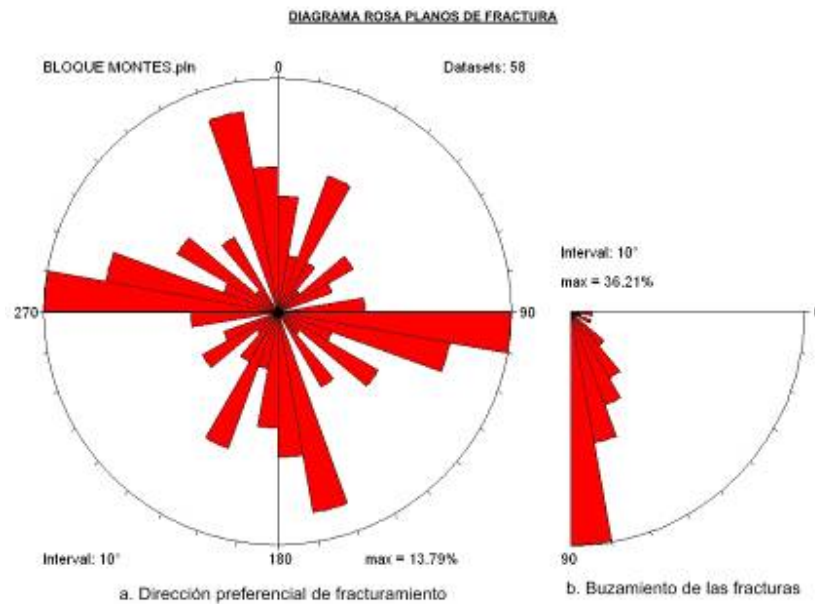


Figura 19. Diagrama de roseras Bloque Montes.

a. Diagrama de dirección preferencial de diaclasas. b. Buzamiento de las diaclasas.

• Bloque Tabacal

El bloque Tabacal se encuentra ubicado al noreste de la zona de estudio (Anexo 5), donde se tomaron 111 datos registrados en la tabla 3.

Tabla 3. Datos estructurales Bloque Tabacal

ESTACIÓN	COORDENADAS		DIRECCIÓN DEL PLANO	AZIMUT DEL PLANO	INCLINACIÓN DEL PLANO	DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN
ED121155	1246678	1119087	N65E	65	30	155
ED121155	1246678	1119087	N65E	245	70	335
ED121155	1246678	1119087	N45W	315	35	45
NC120134	1248724	1118750	N25E	25	45	115
NC120134	1248724	1118750	N30E	210	70	300
NC120134	1248724	1118750	N45W	315	74	45
NC120132	1249264	1118329	N30E	30	83	120
NC120132	1249264	1118329	N34W	146	62	236
NC120132	1249264	1118329	N55E	235	86	325

NC120130	1249424	1118066	N35W	325	82	55
NC120128	1249537	1118137	NS	0	87	90
NC120128	1249537	1118137	N80W	100	90	190
NC120128	1249537	1118137	N80W	280	90	10
NC120127	1249585	1118065	N65E	65	89	155
NC120127	1249585	1118065	N40W	320	76	50
NC120126	1249652	1118055	N55E	55	61	145
NC120126	1249652	1118055	N65W	115	41	205
NC120126	1249652	1118055	N35W	145	52	235
NC120126	1249652	1118055	N30W	150	76	240
CV120082	1252058	1112944	N25E	25	9	115
ED120149	1252152	1119550	N65E	65	25	155
ED120149	1252152	1119550	N75E	75	68	165
ED120149	1252152	1119550	NS	180	65	270
CV120083	1252838	1113114	N75W	105	85	195
ED120148	1253012	1119493	N30W	150	35	240
ED120148	1253012	1119493	N45E	225	35	315
ED120148	1253012	1119493	N60E	240	60	330
GR120101	1253293	1117214	N85E	85	81	175
GR120101	1253293	1117214	N21E	201	86	291
JP120108	1253550	1110640	N85W	95	87	185
JP120108	1253550	1110640	N30W	150	89	240
JP120108	1253550	1110640	N10W	170	86	260
JP120108	1253550	1110640	N80E	260	27	350
ED120147	1253717	1119448	N75E	75	40	165
ED120147	1253717	1119448	N80W	100	63	190
ED120147	1253717	1119448	N43W	137	70	227
JP120105	1254402	1110227	N20W	160	86	250
JP120105	1254402	1110227	N10E	190	70	280
JP120105	1254402	1110227	N65E	245	70	335
JP120104	1254480	1110167	N73E	253	86	343
JP120104	1254480	1110167	N35W	325	78	55
ED120106	1254496	1117035	N30E	30	75	120
ED120106	1254496	1117035	N45W	315	50	45
ED120145	1255611	1118933	N80W	100	75	190

ED120145	1255611	1118933	N70W	290	3	20
JP120123	1256403	1116185	NS	0	80	90
JP120123	1256403	1116185	N70E	70	86	160
JP120123	1256403	1116185	N83W	97	75	187
JP120123	1256403	1116185	N70W	110	68	200
JP120123	1256403	1116185	N50E	230	37	320
JP120123	1256403	1116185	N15W	345	90	75
MI20081	1256667	1115416	N35W	145	81	235
MI20081	1256667	1115416	N35E	215	82	305
JP120120	1256729	1117285	N35W	325	50	55
MI20082	1256748	1115432	N89E	89	80	179
MI20082	1256748	1115432	N90W	270	83	360
JP120126	1256861	1115308	N20E	200	67	290
JP120126	1256861	1115308	N30E	210	56	300
JP120126	1256861	1115308	N80W	280	85	10
JP120117	1256993	1118304	N60E	60	70	150
JP120117	1256993	1118304	N35W	145	50	235
JP120117	1256993	1118304	N10W	350	65	80
JP120119	1257188	1117483	N30E	30	89	120
JP120119	1257188	1117483	N50W	130	30	220
JP120119	1257188	1117483	N20W	160	50	250
JP120119	1257188	1117483	N70W	290	55	20
JP120118	1257349	1117928	N55E	55	89	145
JP120118	1257349	1117928	N55E	55	80	145
JP120118	1257349	1117928	N5W	175	30	265
JP120118	1257349	1117928	N30W	330	35	60
MI120086	1257465	1114745	N84W	96	86	186
GR120108	1257731	1115046	N50E	50	85	140
GR120108	1257731	1115046	N34W	146	37	236
CV120190	1258043	1114306	N25E	205	89	295
GR120195	1258043	1114306	N25E	205	89	295
ED121155	1246678	1119087	N65E	65	30	155
ED121155	1246678	1119087	N65E	245	70	335
ED121155	1246678	1119087	N45W	315	35	45
NC120134	1248724	1118750	N25E	25	45	115

NC120134	1248724	1118750	N30E	210	70	300
NC120134	1248724	1118750	N45W	315	74	45
NC120132	1249264	1118329	N30E	30	83	120
NC120132	1249264	1118329	N34W	146	62	236
NC120132	1249264	1118329	N55E	235	86	325
NC120130	1249424	1118066	N35W	325	82	55
NC120128	1249537	1118137	NS	0	87	90
NC120128	1249537	1118137	N80W	100	90	190
NC120128	1249537	1118137	N80W	280	90	10
NC120127	1249585	1118065	N65E	65	89	155
NC120127	1249585	1118065	N40W	320	76	50
NC120126	1249652	1118055	N55E	55	61	145
NC120126	1249652	1118055	N65W	115	41	205
NC120126	1249652	1118055	N35W	145	52	235
NC120126	1249652	1118055	N30W	150	76	240
CV120082	1252058	1112944	N25E	25	9	115
ED120149	1252152	1119550	N65E	65	25	155
ED120149	1252152	1119550	N75E	75	68	165
ED120149	1252152	1119550	NS	180	65	270
CV120083	1252838	1113114	N75W	105	85	195
ED120148	1253012	1119493	N30W	150	35	240
ED120148	1253012	1119493	N45E	225	35	315
ED120148	1253012	1119493	N60E	240	60	330
GR120101	1253293	1117214	N85E	85	81	175
GR120101	1253293	1117214	N21E	201	86	291
JP120108	1253550	1110640	N85W	95	87	185
JP120108	1253550	1110640	N30W	150	89	240
JP120108	1253550	1110640	N10W	170	86	260
JP120108	1253550	1110640	N80E	260	27	350
ED120147	1253717	1119448	N75E	75	40	165
ED120147	1253717	1119448	N80W	100	63	190
ED120147	1253717	1119448	N43W	137	70	227
JP120105	1254402	1110227	N20W	160	86	250

El análisis de datos, muestra una dirección preferencial N70-80O (Figura 20 a) el cual corresponde a fracturas sintéticas de las fallas normales o antitéticas de las fallas inversas del bloque (Figura 20 a), estas fracturas muestran ángulos de buzamiento muy marcado en 80-90° (Figura 20 b)

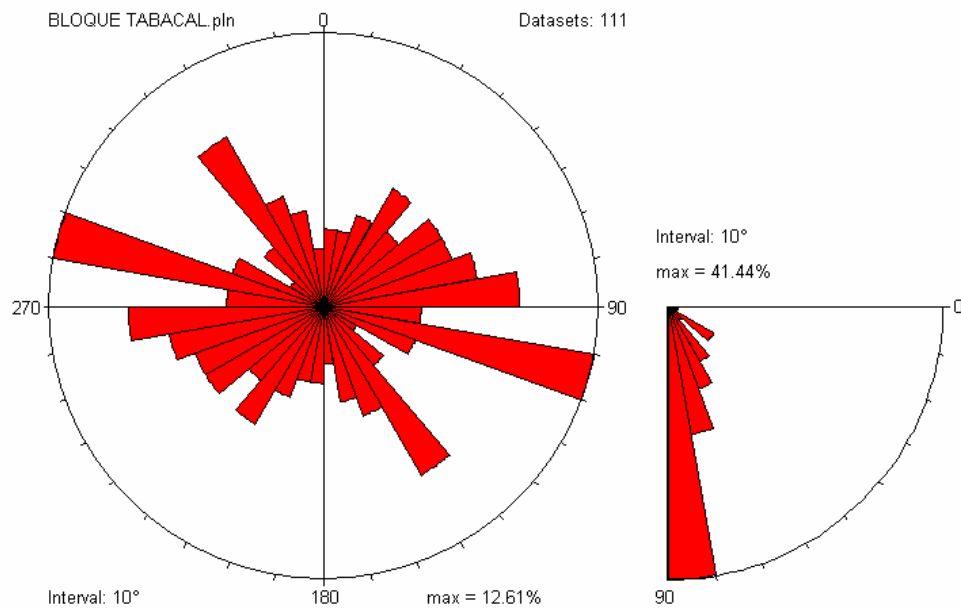


Figura 15. Diagrama de roseras Bloque Tabacal.

a. Diagrama de dirección preferencial de diaclasas. b. Buzamiento de las diaclasas.

•Bloque Mojarra

El bloque Mojarra se encuentra ubicado en la parte central de la zona de estudio, donde se tomaron 170 datos registrados en la tabla 4.

Tabla 4. Datos estructurales Bloque Mojarra.

ESTACIÓN	COORDENADAS		DIRECCIÓN DEL PLANO	AZIMUT DEL PLANO	INCLINACIÓN DEL PLANO	DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN
GR135211	1238641	1108065	N44E	44	81	134
GR135211	1238641	1108065	N34W	146	90	236
ED135004	1238844	1108078	N45W	135	65	225

ED135005	1238887	1108275	N80E	80	25	170
ED135005	1238887	1108275	N65W	115	70	205
ED135007	1238898	1108462	N45W	135	65	225
ED135007	1238898	1108462	N25W	335	70	65
ED135023	1239008	1107393	N55E	235	60	325
ED135006	1239075	1108285	N60W	300	85	30
ED135001	1239195	1107733	N2E	2	65	92
ED135001	1239195	1107733	N40W	320	75	50
ED135002	1239296	1107883	N78E	78	80	168
ED135002	1239296	1107883	N50W	310	70	40
ED135003	1239365	1107929	N2E	2	65	92
NC120049	1240264	1106689	N74W	106	70	196
NC120049	1240264	1106689	N15E	195	81	285
NC120049	1240264	1106689	N80W	280	66	10
NC120049	1240264	1106689	N75W	285	56	15
NC120049	1240264	1106689	N65W	295	68	25
JP120038	1240900	1110667	N20E	20	38	110
JP120038	1240900	1110667	N74W	106	80	196
JP120038	1240900	1110667	N30E	210	48	300
NC120001	1241174	1109546	N40E	220	90	310
NC120001	1241174	1109546	N81W	279	88	9
NC120001	1241174	1109546	N68W	292	86	22
NC120047	1241183	1106332	N59E	59	83	149
NC120047	1241183	1106332	N10W	170	89	260
ED120010	1241201	1109563	N70W	110	60	200
ED120010	1241201	1109563	N30E	210	70	300
ED120011	1241324	1109612	N40E	220	55	310
ED120011	1241324	1109612	N85W	275	45	5
NC120045	1241460	1106016	N61W	119	74	209
CV120005	1241627	1109779	N70E	70	35	160
NC120043	1242037	1105614	N19E	19	75	109
NC120043	1242037	1105614	N60W	120	80	210
NC120043	1242037	1105614	N84W	276	90	6
NC120040	1242691	1105403	N36E	36	52	126
NC120040	1242691	1105403	N28W	152	15	242

NC120038	1242996	1105210	N5E	5	86	95
NC120038	1242996	1105210	N85E	265	54	355
NC120038	1242996	1105210	N82W	278	72	8
NC120037	1243212	1105009	N26E	26	90	116
NC120037	1243212	1105009	N28E	28	70	118
NC120037	1243212	1105009	N87W	273	87	3
JP120141	1244499	1108027	N35E	35	87	125
JP120141	1244499	1108027	N55W	305	80	35
MI120057	1244619	1106430	N5E	5	84	95
MI120057	1244619	1106430	N75W	285	90	15
CV120038	1245798	1106135	N52E	232	78	322
CV120036	1245902	1106952	N68W	112	86	202
CV120036	1245902	1106952	N66W	114	79	204
JP120071	1248734	1101402	N75W	105	70	195
JP120071	1248734	1101402	N50W	130	18	220
JP120071	1248734	1101402	N70E	250	88	340
GR135211	1238641	1108065	N44E	44	81	134
GR135211	1238641	1108065	N34W	146	90	236
NC120002	1241516	1110501	N42E	222	72	312
ED120042	1241857	1113461	N85E	85	59	175
ED120042	1241857	1113461	N35W	145	85	235
JP120042	1241959	1110262	N10E	10	52	100
JP120042	1241959	1110262	N50W	130	40	220
JP120042	1241959	1110262	N50E	230	80	320
ED120044	1242034	1113566	N35E	35	66	125
ED120044	1242034	1113566	N40W	320	88	50
JP120044	1242259	1110338	N60E	60	89	150
JP120044	1242259	1110338	N60W	120	50	210
JP120044	1242259	1110338	N50W	130	48	220
NC120005	1242764	1109824	N5W	175	83	265
NC120072	1244035	1110762	N68E	248	71	338
NC120072	1244035	1110762	N36W	324	82	54
GR120024	1244076	1114205	N30E	210	80	300
NC120074	1244296	1111039	N59W	121	60	211
NC120074	1244296	1111039	N11E	191	83	281

NC120074	1244296	1111039	N44E	224	79	314
NC120073	1244395	1110917	N9E	9	76	99
NC120073	1244395	1110917	N83W	97	67	187
NC120073	1244395	1110917	N59W	301	79	31
GR120023	1244443	1113871	N61W	119	72	209
GR120023	1244443	1113871	N55W	125	47	215
MI120033	1244530	1113759	N72E	72	79	162
MI120033	1244530	1113759	N68E	248	81	338
NC120107	1245098	1108244	N15E	195	2	285
NC120107	1245098	1108244	N15E	195	10	285
NC120107	1245098	1108244	N30E	210	4	300
JP120056	1245104	1108239	N50E	50	72	140
JP120056	1245104	1108239	N60W	120	88	210
JP120056	1245104	1108239	N10W	350	80	80
MI120049	1245302	1108214	N50E	50	4	140
NC120105	1245668	1112219	N56W	124	71	214
NC120105	1245668	1112219	N29E	209	59	299
NC120105	1245668	1112219	N80W	280	76	10
CV120032	1245689	1107428	N8E	8	86	98
CV120032	1245689	1107428	N85W	275	88	5
JP120139	1245711	1109421	N24E	24	75	114
JP120139	1245711	1109421	N80W	280	75	10
JP120139	1245711	1109421	N65W	295	84	25
NC120071	1245876	1111033	N2E	2	61	92
NC120083	1245923	1112910	N30E	30	76	120
NC120083	1245923	1112910	N30W	150	80	240
JP120138	1246109	1108971	N25E	25	87	115
JP120138	1246109	1108971	N75W	285	87	15
JP120138	1246109	1108971	N60W	300	86	30
NC120069	1246112	1110498	N82E	262	56	352
NC120069	1246112	1110498	N45W	315	73	45
NC120112	1246134	1114275	N60W	120	90	210
NC120111	1246221	1114311	N55E	55	84	145
NC120111	1246221	1114311	N55W	125	75	215
NC120070	1246222	1110612	N90E	90	84	180

NC120110	1246299	1114960	N2E	182	66	272
NC120110	1246299	1114960	N19E	199	50	289
NC120110	1246299	1114960	N81W	279	72	9
NC120002	1241516	1110501	N42E	222	72	312
ED120042	1241857	1113461	N85E	85	59	175
ED120042	1241857	1113461	N35W	145	85	235
JP120042	1241959	1110262	N10E	10	52	100
JP120042	1241959	1110262	N50W	130	40	220
JP120042	1241959	1110262	N50E	230	80	320
ED120044	1242034	1113566	N35E	35	66	125
ED120044	1242034	1113566	N40W	320	88	50
JP120044	1242259	1110338	N60E	60	89	150
JP120044	1242259	1110338	N60W	120	50	210
JP120044	1242259	1110338	N50W	130	48	220
NC120005	1242764	1109824	N5W	175	83	265
NC120072	1244035	1110762	N68E	248	71	338
NC120072	1244035	1110762	N36W	324	82	54
GR120024	1244076	1114205	N30E	210	80	300
NC120074	1244296	1111039	N59W	121	60	211
NC120074	1244296	1111039	N11E	191	83	281
NC120074	1244296	1111039	N44E	224	79	314
NC120073	1244395	1110917	N9E	9	76	99
NC120073	1244395	1110917	N83W	97	67	187
NC120073	1244395	1110917	N59W	301	79	31
GR120023	1244443	1113871	N61W	119	72	209
GR120023	1244443	1113871	N55W	125	47	215
MI120033	1244530	1113759	N72E	72	79	162
MI120033	1244530	1113759	N68E	248	81	338
NC120107	1245098	1108244	N15E	195	2	285
NC120107	1245098	1108244	N15E	195	10	285
NC120107	1245098	1108244	N30E	210	4	300
JP120056	1245104	1108239	N50E	50	72	140
JP120056	1245104	1108239	N60W	120	88	210
JP120056	1245104	1108239	N10W	350	80	80
MI120049	1245302	1108214	N50E	50	4	140

NC120105	1245668	1112219	N56W	124	71	214
NC120105	1245668	1112219	N29E	209	59	299
NC120105	1245668	1112219	N80W	280	76	10
CV120032	1245689	1107428	N8E	8	86	98
CV120032	1245689	1107428	N85W	275	88	5
JP120139	1245711	1109421	N24E	24	75	114
JP120139	1245711	1109421	N80W	280	75	10
JP120139	1245711	1109421	N65W	295	84	25
NC120071	1245876	1111033	N2E	2	61	92
NC120083	1245923	1112910	N30E	30	76	120
NC120083	1245923	1112910	N30W	150	80	240
JP120138	1246109	1108971	N25E	25	87	115
JP120138	1246109	1108971	N75W	285	87	15
JP120138	1246109	1108971	N60W	300	86	30
NC120069	1246112	1110498	N82E	262	56	352
NC120069	1246112	1110498	N45W	315	73	45
NC120102	1246708	1111401	N86E	86	89	176
NC120102	1246708	1111401	N5W	175	86	265
NC120102	1246708	1111401	N15E	195	66	285
NC120102	1246708	1111401	N86E	266	62	356
NC120102	1246708	1111401	N89E	269	76	359
NC120120	1247183	1112893	N30E	30	70	120
NC120120	1247183	1112893	N35W	145	80	235
NC120118	1247197	1112983	N25E	205	85	295
NC120118	1247197	1112983	N80W	280	72	10
NC120121	1247223	1113017	N90E	90	76	180
NC120121	1247223	1113017	N20W	340	80	70
CV120074	1247312	1107795	N55W	305	49	35

El análisis de datos, muestra una dirección preferencial N70-80O (Figura 21 a) el cual corresponde a fracturas sintéticas de las fallas normales o antitéticas de las fallas inversas del bloque (Figura 21 a), estas fracturas muestran ángulos de buzamiento muy marcado en 80-90° (Figura 21 b). Este bloque presenta un comportamiento estructural similar al comportamiento estructural general de la

zona, mostrando el comportamiento radial de las fracturas, lo cual indica una distención en el bloque.

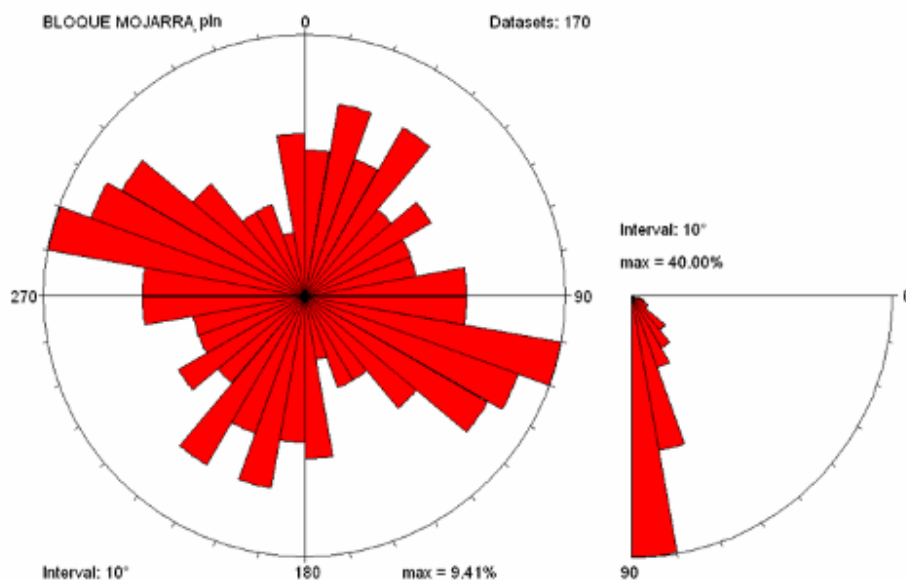


Figura 16. Diagrama de roseras Bloque Mojarra.

a. Diagrama de dirección preferencial de diaclasas. b. Buzamiento de las diaclasas.

- Bloque Minas

El bloque las Minas se encuentra ubicado al sureste de la zona de estudio, donde se tomaron 100 datos registrados en la tabla 5.

Tabla 5. Datos estructurales Bloque Minas

ESTACIÓN	COORDENADAS		DIRECCIÓN DEL PLANO	AZIMUT DEL PLANO	INCLINACIÓN DEL PLANO	DIRECCIÓN DE INCLINACIÓN
JP120026	1243142	1097184	N15E	15	82	105
JP120026	1243142	1097184	N40E	40	55	130
JP120026	1243142	1097184	N50W	130	89	220
JP120026	1243142	1097184	N90W	270	74	360
JP120028	1242978	1097315	N65E	245	25	335

ED120026	1240150	1097364	N67W	113	81	203
ED120026	1240150	1097364	N33W	327	72	57
JP120029	1242875	1097412	N30E	30	85	120
JP120029	1242875	1097412	N65W	115	60	205
JP120029	1242875	1097412	N10W	350	89	80
JP120023	1242487	1097484	N40E	40	74	130
JP120023	1242487	1097484	N70E	70	89	160
JP120023	1242487	1097484	N20W	160	84	250
JP120023	1242487	1097484	NS	180	89	270
JP120023	1242487	1097484	N60E	240	60	330
ED120030	1240194	1097758	N5W	175	82	265
ED120030	1240194	1097758	N65W	295	70	25
ED120032	1240466	1098351	N67E	247	60	337
JP120033	1242723	1098396	N80E	80	85	170
JP120033	1242723	1098396	N30W	150	89	240
JP120033	1242723	1098396	NS	180	82	270
JP120034	1243122	1098655	NS	0	80	90
JP120034	1243122	1098655	N85W	95	80	185
JP120035	1243541	1099115	N70W	110	84	200
JP120035	1243541	1099115	N60W	120	78	210
JP120035	1243541	1099115	NS	180	88	270
NC135023	1239053	1099671	N87W	93	80	183
NC135023	1239053	1099671	N50W	130	64	220
NC135023	1239053	1099671	N85W	275	90	5
NC135022	1239021	1099719	NS	0	90	90
NC135022	1239021	1099719	N82W	98	72	188
NC135022	1239021	1099719	N10E	190	65	280
NC135022	1239021	1099719	N85E	265	68	355
ED120047	1243966	1099877	N85W	95	85	185
ED120047	1243966	1099877	NS	180	75	270
NC135031	1240073	1099881	N33W	147	79	237
NC135031	1240073	1099881	N76E	256	75	346
NC135025	1239092	1099883	N83E	83	50	173
JP120069	1243614	1099887	NS	0	82	90
JP120069	1243614	1099887	N90W	270	85	360

NC135030	1239928	1100011	N76E	256	75	346
JP120065	1242793	1100054	N90E	90	70	180
JP120065	1242793	1100054	N30E	210	80	300
JP120065	1242793	1100054	N60E	240	70	330
JP120060	1242411	1100074	N90E	90	64	180
JP120060	1242411	1100074	NS	180	85	270
JP120061	1242411	1100209	NS	0	85	90
JP120061	1242411	1100209	N90W	270	70	360
JP120064	1242772	1100376	N30E	30	5	120
JP120064	1242772	1100376	N40W	140	85	230
MI120043	1246129	1100391	N74W	286	88	16
JP120070	1243645	1100535	N20E	20	86	110
JP120070	1243645	1100535	N60W	120	84	210
JP120070	1243645	1100535	N60W	120	84	210
NC120057	1245764	1100565	N18E	18	79	108
NC120057	1245764	1100565	N63W	297	85	27
NC135035	1240164	1100840	NS	180	90	270
NC135035	1240164	1100840	N60W	300	60	30
NC135035	1240164	1100840	N60W	300	90	30
GR135021	1238310	1100887	N15E	195	84	285
MI120025	1242313	1100941	N85W	95	15	185
GR135020	1238330	1101173	N35E	215	58	305
CV120016	1241160	1101603	N51W	129	81	219
CV120016	1241160	1101603	N12E	192	88	282
MI120023	1241150	1101640	N14E	194	89	284
MI120023	1241150	1101640	N66W	294	79	24
ED120055	1246144	1101816	N65E	65	74	155
ED120055	1246144	1101816	N30W	330	70	60
GR135018	1238114	1102125	N30E	210	62	300
GR120035	1245105	1102418	N52E	232	64	322
GR120034	1244966	1102517	N18E	198	80	288
GR120036	1245410	1102590	N9E	9	82	99
GR120012	1242020	1102954	N6W	354	61	84
NC120086	1242837	1103919	N15E	195	80	285
NC120086	1242837	1103919	N68W	292	70	22

NC135016	1238052	1104109	N3E	3	71	93
NC135016	1238052	1104109	N40E	40	76	130
GR120008	1241615	1104622	N10W	350	68	80
NC135013	1239191	1104768	N75W	105	90	195
NC135013	1239191	1104768	N20E	200	90	290
NC135013	1239191	1104768	N25W	335	84	65
ED135020	1240250	1104864	N15E	15	11	105
ED135020	1240250	1104864	N70E	70	42	160
ED135020	1240250	1104864	N80E	260	15	350
JP135016	1236905	1105520	N80E	80	85	170
JP135016	1236905	1105520	N30W	150	48	240
JP135016	1236905	1105520	N30W	150	89	240
JP135016	1236905	1105520	N35E	215	84	305
JP135014	1236651	1105542	N50W	130	43	220
JP135018	1237005	1105547	N50E	50	84	140
JP135018	1237005	1105547	N30W	150	84	240
JP135018	1237005	1105547	N18W	342	75	72
GR135003	1236928	1108299	N50E	230	35	320
GR135003	1236928	1108299	N76E	256	88	346
GR135004	1236973	1108352	N28W	152	58	242
GR135002	1236554	1108353	N22E	202	82	292
GR135002	1236554	1108353	N87E	267	67	357
GR135209	1237821	1108441	N62E	242	62	332
GR135209	1237821	1108441	N73E	253	86	343

El análisis de los datos presentan una dirección preferencial de diaclasas N10-20E el cual corresponde a fracturas antitéticas de las fallas normales, estas fracturas muestran ángulos de buzamientos de 80-90° (Figura 17 a), estas fracturas muestran ángulos de buzamiento muy marcado entre 80-90° (Figura 17 b).

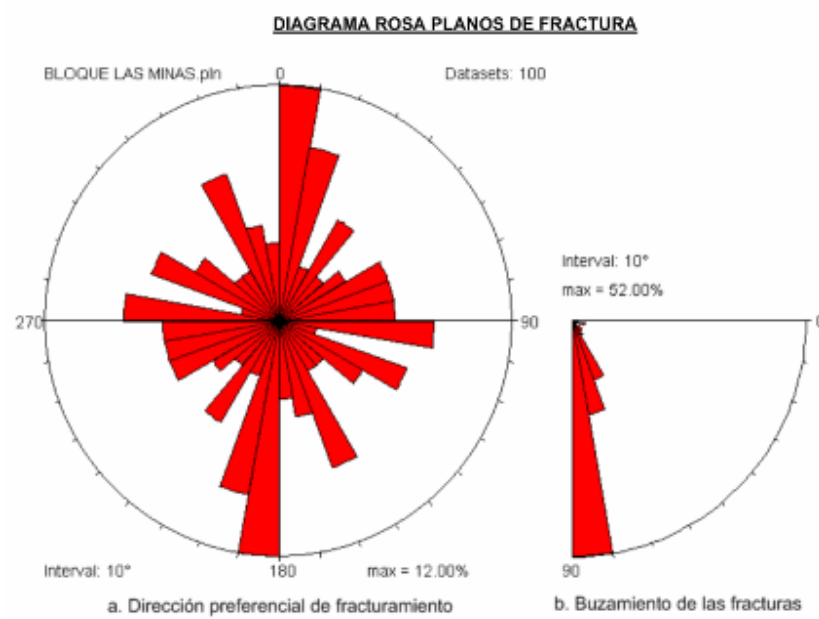


FIGURA 17. Diagrama de rosetas Bloque Montes.

a. Diagrama de dirección preferencial de diaclasas. b. Buzamiento de las diaclasas.

Con este análisis geoestadístico, los parámetros geométricos y genéticos como inclinación, longitud y espaciamiento de las fracturas, es posible establecer potenciales direcciones del flujo del agua subterránea para la zona.

3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- De los datos interpretados de campo se identificaron 8 unidades litoestratigráficas que de acuerdo a su clasificación pertenecen al Granito de Pescadero, Formaciones Silgará, Jordán, Los Santos, Cumbre, Rosablanca, Paja, Tablazo y Cuerpos intrusivos.
- De acuerdo al análisis litológico de las rocas de la Formación Girón y la Formación Los Santos se llega a la conclusión que, las rocas cartografiadas como Formación Girón no presentan diferencias estratigráficas con las rocas de la base de la Formación Los Santos, por lo tanto se propone reestructurar la clasificación de las rocas cartografiadas como Formación Girón agrupándolas en el miembro inferior de la Formación Los Santos, la cual forma parte del Grupo Girón. Denominado Miembro camino del Roto en el Análisis facial del inicio del avance marino del Cretácico en la región SW del Macizo de Santander (Etayo, F., 1989).
- En el análisis de las rocas de la secuencia sedimentaria Cretácica Inferior de la Formación Los Santos se divide en tres miembros: miembro inferior a la secuencia conglomerática, miembro intermedio a la secuencia limosa y arcillosa y miembro superior areniscas mas cementadas y generalmente cuarzosas.
- Se identificaron dos cuerpos intrusivos de composición riolítica y diabásica que muestran un posible magmatismo bimodal sincrónico o dos pulsos magmáticos no coetáneos. Se recomienda un estudio detallado de estos cuerpos junto con un análisis radiométrico para establecer y diferenciar la

causa de su emplazamiento, el cual afecto la roca encajante y posiblemente contengan mineralización aurífera.

- El esquema estructural regional se obtuvo por medio de observaciones de campo, interpretación de imágenes satelitales y análisis geoestadístico de fracturas y planos de estrías, donde se destaca un régimen transcurrente, observando muy clara la presencia de fallas normales principales que cortan la zona en toda su extensión y fallas inversas, subordinadas en corte con respecto a las fallas principales.
- Los datos de planos de estría se destacan dos orientaciones preferenciales una N50-60O y N80-90E, ambos sistemas probablemente conjugados, los cuales muestran orientación y movimiento de trazos de fallas locales, cartografiados en la región, los cuales coinciden con el estudio de los principales esfuerzos en el Análisis cinemático de la región central del Departamento de Santander realizado por Velandia, F, et al. (2004).
- La interpretación del campo de fuerzas de deformación y su coherencia con la distribución de esfuerzos muestran un máximo de compresión subhorizontal con orientación aproximada N-S, y un máximo de extensión subhorizontal de orientación aproximada E-O. La ubicación del esfuerzo principal en sentido N-S y la simetría de deformación me indica un patrón cinemático normal de rumbo, el cual es congruente con el sistema de fallas longitudinal principal de la zona. Bajo el tensor local N-S las fallas del sistema longitudinal principal presentan movimiento de tipo normal con componente de rumbo dextral, las cuales cortan el sistema transversal secundario.
- Las características particulares de fracturamiento en la Mesa, presentan de forma general una tendencia radial distensiva con una orientación preferencial NO, estas características dividen el área en cuatro zonas

estructurales, las cuales presentan direcciones preferenciales de fracturamiento coherentes con las fallas principales de cada bloque y fracturas sintéticas y antitéticas.

REFERENCIAS

- Boinet, T., 1989. La falla de Bucaramanga (Colombia), su función durante la Orogenia Andina, Bogota (Colombia). *Geología Norandina*. N° 11. pp. 3-10.
- Davis, G., 1984. *Structural Geology of Rocks And Regions*. New York. Estados Unidos. Jhon Wiley & Sons, Inc. pp. 492.
- Dunham, R., 1962. Classification of carbonate rocks according to their depositional texture- Ham W.E., ed. *Classification of carbonate rocks*. AAPG Memoir. Tulsa
- Etayo, F., *et al.* 1989. Análisis facial del inicio del avance marino del Cretácico en la región SW del Macizo de Santander. Quinto congreso Colombiano de Geología. Excursión Pre-congreso N°2.
- Fabre, A., Delaloye, M., 1983. Intrusiones básicas Cretácicas de la Cordillera Oriental. *Geología Norandina*, Bogotá, Numero 6, pp. 19-28.
- Folk, R., 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. University of Texas. Hamphill publishing company Austin.
- Gumiel, P., Monteserín, V., Ferrero, A., Bellido, F., Baltuille J.M., Vivar, V., 2006. Aplicación del análisis geométrico de fracturas a la determinación de bloques en la cantera de Granito de O Porriño, Pontevedra (No España). *Revista de la sociedad geológica de España*. N°19, Vol 1-2, pp.3-25.
- Julivert, M., 1958. La morfoestructura de la zona de Mesas al SW de Bucaramanga. *Boletín de Geología*. N°1, pp. 7-44.
- _____ 1964. *Geología de la Mesa de Los Santos*. *Boletín de Geología*. N°18, pp. 5-11.

Mercier, J., Vergely, P., 2001. Tectónica. México. pp. 177-185.

Muñoz A, Muñoz G., 2004. Estados de Esfuerzos en la Corteza. Madrid.

Sarmiento, L., 2001. Mesozoic rifting and Cenozoic basin Inversion History of the Eastern Cordillera, Colombian Andes; Inferences from tectonic models. Amsterdam. Vrije Universiteit.

Toro, R., Osorio, J. 2005. Determinación de los tensores de esfuerzos actuales para el segmento norte de los Andes calculados a partir de mecanismos focales de sismos mayores. Boletín de Geología. Vol 27, N°44, pp. 13-24.

Velandia, F., Morales, C., Osorio, J., Silva, G., 2004. Análisis cinemático de la región central de departamento de Santander. INGEOMINAS. Informe interno.

Ward, D., Goldsmith, R., 1973. Geología De Los Cuadrángulos H12 Y H13, Bucaramanga y Pamplona Volumen XXI, Numero 1-3. INGEOMINAS