



Libertad y Orden

**INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS**

***MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL
DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER***

Informe No. I 2182 .

Bucaramanga, diciembre de 1994

**República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**



Libertad y Orden

**REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS**

DIRECCIÓN TÉCNICA DEL SERVICIO GEOLÓGICO

***MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL
DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER***

Por

Jairo Clavijo Torres

Bucaramanga, diciembre de 1994

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA
INGEOMINAS

UNIDAD OPERATIVA BUCARAMANGA

**MAPA GEOLOGICO GENERALIZADO DEL
DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER**

I - 2182

MEMORIA EXPLICATIVA

Por:

JAIRO CLAVIJO TORRES

Bucaramanga, diciembre de 1994

Derechos reservados por:

INGEOMINAS: Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química.

Diagonal 53 No. 34-53, A. A. N° 4865.

Santafé de Bogotá, D. C., Colombia S. A.

Formato de publicación 17 x 24 cm

Editor:

ALBERTO VILLEGAS BETANCOURT
Geólogo

Editado, diagramado e impreso por INGEOMINAS

CONTENIDO

	<u>Pág</u>
RESUMEN.....	5
1. INTRODUCCION	5
1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y FISIOGRAFICA	6
1.2. CLIMA Y ACTIVIDAD ECONOMICA.....	9
2. ESTRATIGRAFIA.....	10
2.1. PRECAMBRICO	10
2.1.1. Metamorfitas de Origen Sedimentario (pEm).....	10
2.1.2. Metamorfitas de Origen Igneo (pEpa).....	10
2.2. PALEOZOICO	12
2.2.1. Metamorfitas de Grado Medio y Bajo (PZM1).....	12
2.2.2. Metasedimentitas de Bajo Grado (PZM2).....	12
2.2.3. Sedimentitas del Devónico (D).....	12
2.2.4. Sedimentitas del Carbonífero-Pérmico (C-P).....	12
2.3. MESOZOICO	13
2.3.1. Plutonitas del Jurásico (Jc, Jcr).....	13
2.3.2. Volcanitas del Jurásico (Jvr).....	13
2.3.3. Sedimentitas del Jurásico (J 1-2,3).....	14
2.3.4. Rocas Sedimentarias del Cretácico(Kbe-a, Ka-al, Kce-t, Kc-m).....	15
2.3.4.1. Nomenclatura de la Cuenca de Maracaibo.....	15
2.3.4.2. Nomenclatura del Valle Medio del Magdalena.....	17
2.4. CENOZOICO	18
2.4.1. Sedimentitas del Terciario (Tp.e, Te.o, To, Tm, Tpl.Q).....	18
2.4.1.1. Nomenclatura de la Cuenca de Maracaibo.....	18
2.4.1.2. Nomenclatura del Valle Medio del Magdalena.....	19
2.4.2. Depósitos Cuaternarios (Q.t, Qal).....	20
3. TECTONICA	20
3.1. ESTRUCTURA	20
3.1.1. Fallas.....	20
3.1.2. Pliegues.....	22
3.2. PROVINCIAS TECTONOESTRATIGRAFICAS.....	22
4. RECURSOS MINERALES Y MATERIALES DE CONSTRUCCION, RECURSOS ENERGETICOS E HIDRICOS.....	23
4.1. MINERALES ENERGETICOS.....	23
4.1.1. Petróleo.....	23
4.1.2. Carbón.....	23
4.2. MINERALES METALICOS.....	25
4.3. MINERALES NO METALICOS.....	26
4.3.1. Roca Fosfórica	26
4.3.2. Barita	27
4.3.3. Fluorita.....	27
4.3.4. Mica	27
4.4. MATERIALES DE CONSTRUCCION.....	27

	Pág
4.5. EVALUACION DE LOS RECURSOS MINERALES NO ENERGETICOS.....	28
4.6. RECURSOS HIDROLOGICOS.....	28
4.6.1. Agua Superficial.....	30
4.6.2. Agua Subterránea.....	30
5. AMENAZAS GEOLOGICAS E HIDROLOGICAS.....	30
5.1. SISMICIDAD.....	31
5.2. EROSION.....	31
5.3. DESLIZAMIENTOS.....	34
5.4. INUNDACIONES.....	34
6. EVOLUCION GEOLOGICA.....	34
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	36
8. GLOSARIO.....	42

FIGURAS

1. Localización y división política del Departamento de Norte de Santander.....	7
2. Departamento de Norte de Santander. Regiones morfológicas.....	8
3. Unidades estratigráficas del Macizo de Santander.....	11
4. Unidades estratigráficas de la Cuenca Magdalena Medio, Subcuenca Catatumbo-Zulia y Bloques de Mérida, y Chinácota-Margua.....	16
5. Esquema estructural del Departamento de Norte de Santander.....	21
6. Esquema tectonoestratigráfico de Norte de Santander.....	24
7. Esquema de dominios geológicos promisorios para la formación de depósitos minerales no energéticos.....	29
8. Mapa de isosistas, intensidades máximas históricas, según escala de Mercalli.....	32
9. Departamento de Norte de Santander. Esquema de amenazas.....	33

TABLA

1. Tabla de tiempo geológico.....	47
-----------------------------------	----

¹ Según censo de 1993 la población del departamento es de 1.137.124 habitantes

RESUMEN

El mapa geológico generalizado de Norte de Santander a escala 1:250.000 es el resultado de la compilación geológica regional obtenida por el Ingeominas a través de levantamientos cartográficos consecutivos.

El Departamento de Norte de Santander está situado en el nororiente del país en la zona fronteriza con Venezuela. La Cordillera Oriental ocupa la mayor parte de su territorio; los Valles de Catatumbo-Zulia al Oriente y del Magdalena Medio al Occidente completan el marco fisiográfico.

En el área afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias de edad precámbrica a reciente. Las metamórficas están constituidas por neises, esquistos y metasedimentitas de edad precámbrica a paleozoica inferior. Las ígneas están conformadas por rocas intrusivas y extrusivas de composición félsica e intermedia de edad mesozoica y paleozoica inferior. Las sedimentarias constan de arenitas, lutitas, calizas, conglomerados y depósitos no consolidados, de edades paleozoica, mesozoica, cenozoica y reciente. Estas rocas están representadas en el mapa por unidades cronoestratigráficas (sistemas, series, subseries) que en la mayoría de los casos agrupan dos o más unidades litoestratigráficas formalmente establecidas (grupos, formaciones) o en proceso de serlo.

El territorio nortesantandereano está cruzado por numerosas fallas y pliegues que determinan dos estilos estructurales: de fallamiento en bloques en la región occidental y de fallamiento inverso y plegamiento en la oriental. Los sistemas de falla de Bucaramanga-Santa Marta y Chitagá-Chucarima son los rasgos tectónicos más destacados; este último sirve de límite entre la Placa Sudamericana y la Miniplaca Norandina.

Los recursos minerales más importantes de la región son los energéticos: el petróleo, gas natural y carbón que conjuntamente representan el 5% de la producción nacional. La explotación de minerales no metálicos como fosfatos, mármol, arcillas, calizas, fluorita, barita, abastecen los mercados interno y regional. De los minerales metálicos (Fe, Cu, Pb, Zn, Sn, Sb, Bi, As, Mn, etc) sólo se conocen manifestaciones y algunos prospectos.

La compleja y dinámica geología del área hace de Norte de Santander una región amenazada por erosión y actividad sísmica altas. Ambos fenómenos son la causa principal de numerosos deslizamientos que afectan buena parte de sus municipios.

1. INTRODUCCION

El mapa geológico generalizado de Norte de Santander, a escala 1:250.000 es el resultado de la compilación geológica regional obtenida por el Ingeominas a través de levantamientos cartográficos consecutivos. El mapa se ha diseñado de tal forma que cumpla con el objetivo de ser una herramienta útil para entidades

estatales y privadas comprometidas en la formulación y desarrollo de proyectos en prospección minera, construcciones civiles, aprovechamiento agrícola, control de amenazas geológicas y manejo adecuado del medio ambiente. Para la elaboración del mapa se utilizó la información bibliográfica y la cartográfica disponible actualizándola mediante reconocimientos de campo.

En esta memoria explicativa que acompaña al mapa se describen de manera concisa las unidades estratigráficas, las fallas y pliegues que las afectan, los depósitos y manifestaciones minerales que contienen. Se incluye también información sobre amenazas geológicas (sísmica, erosión, deslizamientos e inundaciones), y se hace la reconstrucción aproximada de la evolución geológica del área del Departamento. Para facilitar el entendimiento de los temas geológicos se incluye al final un glosario con los principales términos utilizados en la memoria.

De esta manera, Ingeominas contribuye al desarrollo económico y social del país y aporta conocimientos en beneficio de la comunidad.

1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y FISIOGRAFIA

El Departamento de Norte de Santander está situado al nororiente del país, en la zona fronteriza con Venezuela entre $6^{\circ} 58'$ y $9^{\circ} 18'$ de latitud Norte, y los $72^{\circ} 03'$ y $73^{\circ} 35'$ de longitud Oeste. Su superficie es de 20.815 km² que representan el 1.9% del total del país. Se divide política y administrativamente en 38 municipios, 83 corregimientos, 162 inspecciones de policía, 53 veredas e igual número de caseríos (Figura 1).

Norte de Santander es un departamento predominante montañoso. La mayor parte de su territorio (87%) lo constituye la Cordillera Oriental y sus vertientes, el restante 13% lo conforman las zonas planas de el Valle de Catatumbo-Zulia al oriente y el Valle Medio del Magdalena al occidente (Figura 2).

- CORDILLERA ORIENTAL

Comprende tres regiones: la Serranía de Los Motilones, el ramal intermedio que se desprende en el Nudo de Santurbán y el ramal oriental que forma la Cordillera de Mérida. Estas regiones presentan pendientes de diversas inclinaciones, alturas de difícil acceso y profundos cañones. Las alturas fluctúan entre 100 y 1000 m en las tierras planas y 3800 a 4500 m en zonas montañosas como los Páramos de Angostura y Mogorontoque.

- VALLE DEL CATATUMBO-ZULIA

Hace parte de la cuenca del Golfo de Maracaibo, en donde constituye la llanura más extensa, e incluye además los Valles de Sardinata, Pamplonita y Táchira. En esta zona está asentada gran parte de la población, así como la industria del petróleo y la explotación del carbón.

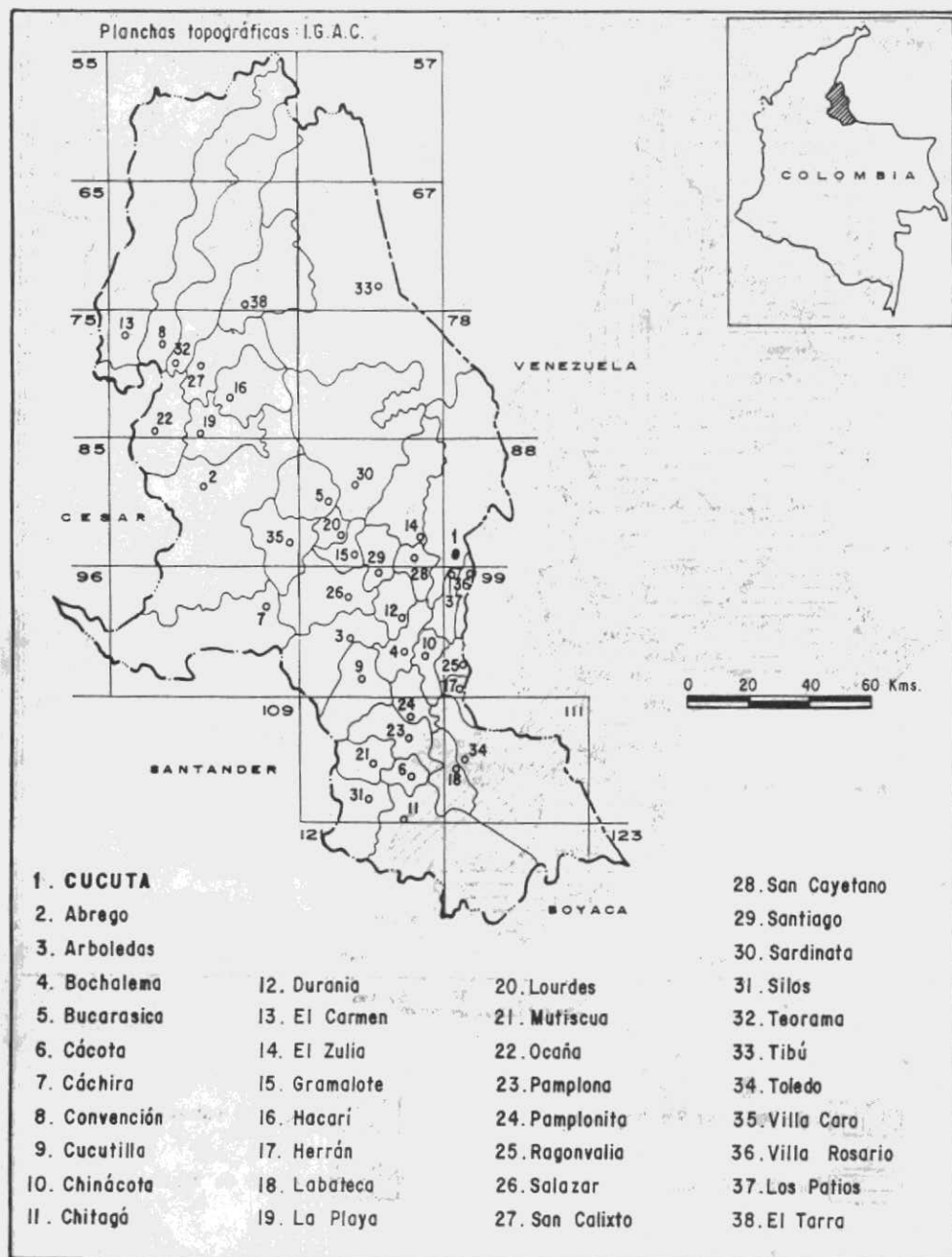


FIGURA 1. Localización y división política del Departamento de Norte de Santander.

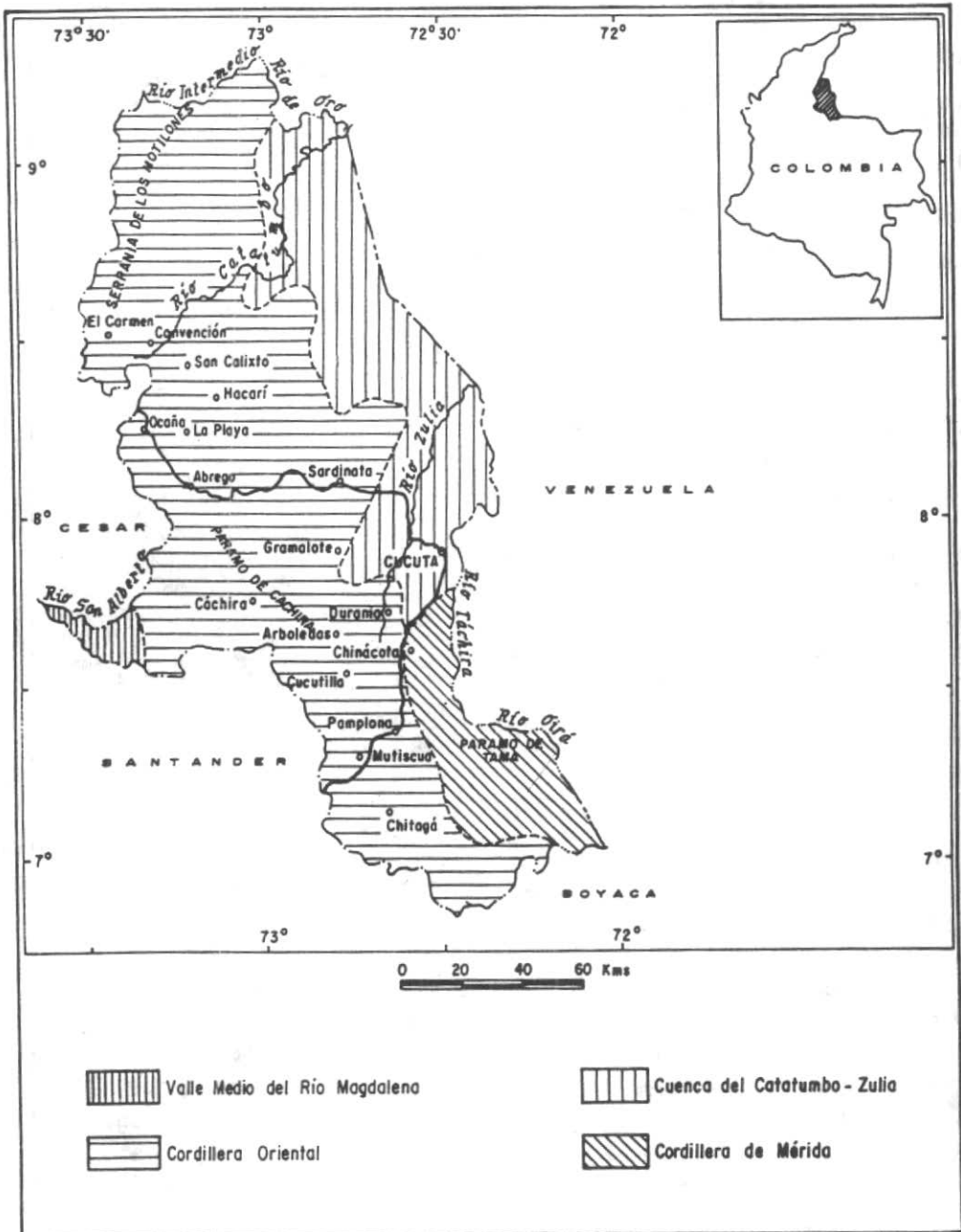


FIGURA 2. Departamento de Norte de Santander. Regiones morfológicas.

- VALLE MEDIO DEL MAGDALENA

Es la más pequeña de las tres regiones. Aparece al extremo suroccidental del Departamento, formando una cuña geográfica limitada al Norte por el Río San Alberto y al Sur por el Río Cáchira. Es una región rica en cultivos y ganadería.

1.2. CLIMA Y ACTIVIDAD ECONOMICA

La conformación orográfica del Departamento determina sus condiciones climáticas. Más de la mitad del territorio (60%) es cálido; un 30% es clima medio y el otro (10%) es frío y de páramo. Las temperaturas medias oscilan entre los 30 °C en los Valles de Zulía, Catatumbo y Magdalena y los 3° C en los páramos.

Esta variedad climática ha determinado la diversificación de la agricultura, por lo que la mayor parte de su territorio (53%) está dedicado a usos agropecuarios. La economía regional gira alrededor del comercio (54%) y las actividades agropecuarias (32%). La industria y la minería representan sólo el 9% y 5% respectivamente (Minagricultura, 1985).

El principal producto agropecuario ha sido por tradición el café; fue en este territorio, en el Municipio de Salazar, donde por primera vez se sembró en Colombia una planta del grano, en 1834. La región cafetera se localiza básicamente en el centro y sur del Departamento. También se cultiva plátano, yuca, papa, arracacha, maíz, caña panelera, cítricos, cebolla y fique entre otros. Nueve municipios están dedicados a la cría de ganado bovino y caprino. Los yacimientos de petróleo se localizan en las regiones de Tibú, Río de Oro y Petrólea, donde en 1984 había un área de 449.516 hectáreas dedicadas a la explotación. El carbón se encuentra en toda la franja oriental del Departamento y comprende un área de 8.879 Km². También existen explotaciones de roca fosfórica, fluorita, mármol, materiales de construcción como arcilla y otros.

- COMUNICACIONES

La infraestructura vial cubre principalmente la zona oriental del Departamento, con una extensión de 3.921 Km de carreteras para una densidad del orden de 181 m/Km². La casi totalidad del transporte se mueve por cuatro vías principales: Cúcuta- Pamplona-Bucaramanga que une a la capital nortesantandereana con Santafé de Bogotá, el interior del país, y Venezuela; Aguachica-Ocaña-Cúcuta, que comunica ésta última con la costa; Cúcuta-Chinácota-Toledo-Saravena, que la comunica con Boyacá y Arauca; por último Cúcuta-Tibú-Río de Oro, que desembotella una importante región agrícola y petrolera.

- POBLACION

Como región de frontera, Norte de Santander se ha constituido en un lugar de transición y de paso de flujos migratorios. La población actual se estima en unos 970.000 habitantes (883.884 en 1985). De ella, el 66% habita en las cabeceras municipales y el 34% en el campo. Los principales centros de concentración de población son: Cúcuta, Ocaña, Pamplona, Convención, Salazar y Chinácota.

2. ESTRATIGRAFIA

En este capítulo se describen en forma generalizada las unidades estratigráficas más representativas de la geología del Departamento de Norte de Santander, utilizando la misma nomenclatura que aparece en el mapa geológico. La base cartográfica y la bibliográfica de referencia se encuentran en los informes de las planchas 66, 76, 86, 97 y cuadrángulos F-13, G-13, H-12 Y H-13.

En el área del Departamento afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias de edades precámbrica a reciente. Estas rocas están representadas en el mapa por unidades cronoestratigráficas (sistemas, series, subseries) que en la mayoría de los casos agrupan dos o más unidades litoestratigráficas formalmente establecidas (grupos, formaciones) o en proceso de serlo.

2.1. PRECAMBRICO

Las unidades consideradas como precámbricas contienen las rocas más antiguas y de grado más alto de metamorfismo; constituyen el núcleo del Macizo de Santander y la Cordillera de Mérida. La erosión intensa las ha expuesto en forma de franjas fraccionadas que ocupan de W a E gran parte del área del Macizo.

2.1.1. Metamorfitas de Origen Sedimentario (pEm)

Están constituidas por paraneises cuarzofeldespáticos, neises horbléndico-granatíferos y anfibolitas; en algunos sectores se presentan migmatitas, cuarcitas y mármoles, raramente granulitas (ARIAS, A. y VARGAS R. 1978). Las metamorfitas han sido intruidas por plutones félsicos que varían en edad desde el Proterozoico tardío hasta el Jurásico (WARD, D. et al, 1973). Debido a su polimetamorfismo y variedad litológica, en esta memoria se ha preferido utilizar el término Complejo Bucaramanga para designar esta unidad, siguiendo las recomendaciones de la International Subcomission on Stratigraphic Classification (1987). Estas rocas fueron agrupadas en la Unidad Neis de Bucaramanga por Ward, D. et al (1973). Una muestra de Neis horbléndico en cercanías de Ocaña dio una edad de 945 ± 40 m.a. (GOLDSMITH, R. et al, 1971) que corresponde al Precámbrico tardío (Proterozoico). Buenos afloramientos de esta unidad se presentan en las carreteras Pamplona-Toledo-Chitagá y Arboledas-Castro-Cachirí (Figura 3).

2.1.2. Metamorfitas de Origen Igneo (pEpa)

Unidad constituida por neises cuarzofeldespáticos, de origen ígneo, que varían en composición y textura, de granito a tonalita, pero con predominio de cuarzomonzonita y granodiorita. La edad de estas metamorfitas no está claramente definida; se considera que varía desde Precámbrica hasta Pre-devónica, con base en dataciones radiométricas (GOLDSMITH et al, 1971) y relaciones de campo (WARD, et al, 1973). Buenos afloramientos se presentan por las carreteras Pamplona-Berlín y Villa Caro-Gramalote. Estas rocas se conocen con el nombre de Ortoneis (WARD, D. et al, 1973).

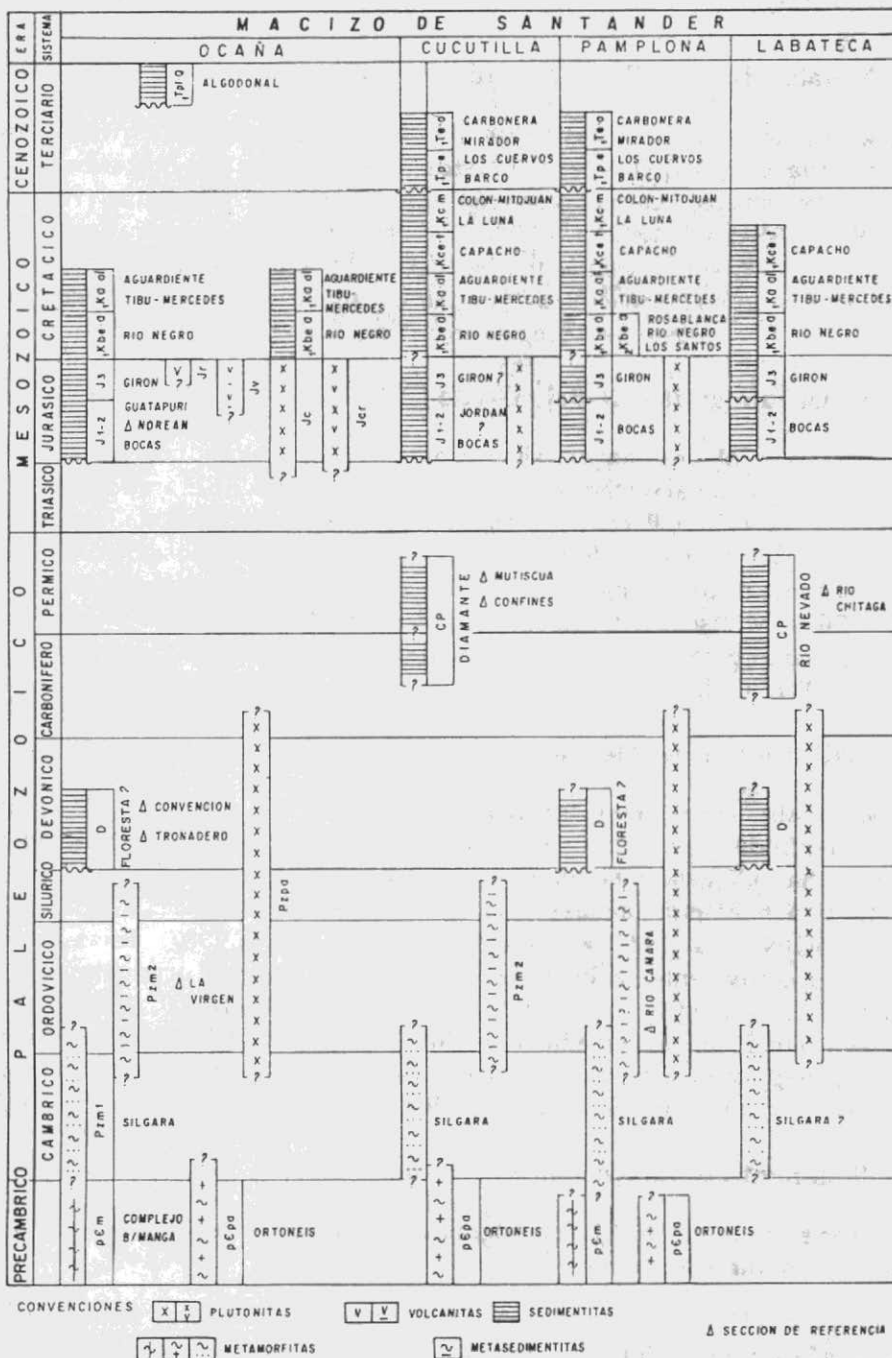


FIGURA 3. Unidades estratigráficas del Macizo de Santander.

2.2. PALEOZOICO

2.2.1. Metamorfitas de Grado Medio y Bajo (PZM1)

Megasecuencia cíclica, de rocas metamórficas de origen sedimentario, constituida por cuarcitas, filitas y esquistos, metalodolitas, metareniscas y metaconglomerados; localmente se presentan mármoles y metaliditas (WARD, D et al, 1973; ARIAS y VARGAS, 1978). Con base en relaciones estratigráficas de campo su autor, Ward, asignó una edad Cambro-Ordovícico a esta unidad e introdujo el término Formación Silgará para designarlas. Se tienen buenos afloramientos por las carreteras Abrego-Sardinata y Villa Caro-Gramalote.

2.2.2. Metasedimentitas de Bajo Grado (PZM2)

Este término involucra una sucesión replegada de rocas sedimentarias que ha sido afectada por metamorfismo de bajo y muy bajo grado. En el área de referencia (Quebradas La Virgen, Barro Blanco y Singararé), la unidad está conformada por una alternancia de metalodolitas y metareniscas gris verdosas, con algunas interposiciones de metaconglomerados. Rocas equivalentes a éstas se encuentran cerca a Silos, Mutiscua y Cucutilla. Edad probable: Ordovícico-Silúrico. Esta unidad se conoce con el nombre informal de Unidad Metasedimentaria de La Virgen (ROYERO. J. en preparación).

2.2.3. Sedimentitas del Devónico (D)

Afloran en alrededores de Convención, Guamalito, Río Chitagá y Chucarima. Están constituidas por arcillolitas amarillentas, fosilíferas, con intercalaciones de areniscas; hacia la base generalmente predominan conglomerados líticos; localmente se tienen capas de calizas (BAYER, K. et al 1973; DACONTE, R. y SALINAS, R. 1980; BOINET, T. 1985; ROYERO y ZAMBRANO, J. 1987). Estas rocas se consideran equivalentes a la Formación Floresta descrita originalmente por Olsson y Dickey (en Caster, 1942); fue redefinida por Cediél, F. (1968) quien le asignó una edad Devónico medio. Daconte y Salinas (1980) denominan informalmente Unidad Arenosa lutítica de Convención y Unidad Arenosa de Tronadero a las rocas devónicas aflorantes en estas localidades.

2.2.4. Sedimentitas del Carbonífero-Pérmico (C-P)

Afloran en el cañón del Río Chitagá; algunos cuerpos pequeños están expuestos en el llamado Corredor de Cucutilla.

La secuencia del Río Chitagá es predominantemente arenosa, con intercalaciones de calizas fosilíferas, lodolitas y esporádicamente conglomerados; es de color rojo grisáceo (ROYERO y ZAMBRANO, 1987; BOINET, 1985).

En el Corredor de Cucutilla (Bloque de Cucutilla), en la Quebrada Confines

(CARRILLO, V. 1982; BOINET, 1985) afloran arenitas fosilíferas, calizas y lodolitas, mientras que en Mutiscua se presentan sólo calizas fosilíferas (WARD, D. et al, 1973). Por su litología y contenido fósil, las sedimentitas de los Ríos Chitagá y Cucutilla son correlacionables con la Unidad Río Nevado, (STIBANE y FORERO, 1969) mientras que las de Mutiscua equivalen a la parte superior de la Formación Diamante, descrita por Ward y colaboradores (1973) en alrededores de Bucaramanga. Edad: Carbonífero-Pérmico.

2.3. MESOZOICO

2.3.1. Plutonitas del Jurásico (Jc, Jcr)

Están ampliamente distribuidas en la parte centro-occidental del Departamento, formando numerosos batolitos, plutones y stoks de composición félsica e intermedia; varían de granito a diorita, con predominio de cuarzomonzonita.

- Unidad Intrusiva Cuarzomonzonítica (Jc)

Se presenta en cuerpos de forma elongada; dos de ellos alcanzan dimensiones batolíticas (Batolitos de Rionegro y Agua Blanca). Están constituidos por cuarzomonzonita biotítica, gris rosada, de grano mediano, con variedades locales de granito, granodiorita, ocasionalmente tonalita.

- Unidad Intrusiva Granodiorítica (Jgd)

Rocas de esta composición predominan en el intrusivo del Río Tarra, constituido por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita.

- Unidad Intrusiva-Efusiva sin Diferenciar (Jcr)

Aflora al Norte de Ocaña. Comprende cuerpos intrusivos predominantemente cuarzomonzoníticos y rocas volcánicas efusivo-explosivas de composición riolítica principalmente. Estas rocas se representan en una misma unidad en razón a que sus relaciones estratigráficas no se conocen de manera segura. Esta unidad es denominada por Daconte y Salinas (1980) **Complejo Intrusivo-extrusivo**.

Dataciones radiométricas efectuadas en rocas de estas tres unidades dieron edades comprendidas entre 172 ± 7 m.a. y 195 ± 7 m.a. (GOLDSMITH, et al, 1971) lo que permite asignarles una edad Jurásica.

2.3.2. Volcanitas del Jurásico (Jvr)

Se denomina con este término una alternancia de rocas volcánicas, efusivas y piroclásticas, que infrayacen a las sedimentitas jurásicas. Se han observado en el Páramo de Cáchira y carretera Río de Oro-Aguachica (BOINET, 1985; MEJIA y TELLEZ, 1974) y se consideran de edad Jurásico inferior.

2.3.3. Sedimentitas del Jurásico ($J_{1-2,3}$)

Afloran en distintas áreas, principalmente hacia el occidente y suroriente del Departamento. Estas rocas aparecen en el mapa agrupadas en tres series: Jurásico inferior y medio (J_{1-2}) y Jurásico superior (J_3).

- Jurásico inferior y medio (J_{1-2})

Aflora en el suroeste de Chitagá, Río Pamplonita, Arboledas, Páramo de Cáchira, La Esperanza, carreteras Ocaña-Aguachica y Convención-Ocaña. Agrupa dos unidades, facial y genéticamente relacionadas.

La inferior (J_1) está constituida por lodolitas y arenitas, con intercalaciones menores de calizas, conglomerados (que en algunos lugares constituyen la base), y tobas; está afectada por diques riolíticos y diabásicos (BAYER, K. et al, 1973; ARIAS, A. y VARGAS, R. 1978; DACONTE, R. y SALINAS, R. 1980). Por su litología, y posición estratigráfica esta unidad es correlacionable con la Formación Bocas (DICKEY 1941) considerada de edad Jurásica inferior por Remy, W. et al (1975).

La intermedia (J_2) aflora al SW de Chitagá, SE de La Esperanza y en alrededores de Convención-El Carmen. Es una unidad volcanosedimentaria que experimenta un aumento considerable de espesor y aporte volcánico de Sur a Norte. Está constituida por una alternancia de arenitas, lodolitas y piroclastitas (tobas, aglomerados, brechas) y, algunas capas de riolitas. Las rocas de las áreas de Chitagá y La Esperanza son litológicamente similares a las de la localidad tipo de la Formación Jordán (CEDIEL, F. 1968) mientras que las de Convención-El Carmen se identifican más con la Unidad Volcanoclástica de Noreán (CLAVIJO, J. ROYERO, J. en preparación) y Formación Guatapurí (TSCHANZ, et al 1969). La Formación Jordán se considera de edad Jurásico inferior a medio por su posición estratigráfica intermedia entre la Formación Bocas y el Grupo Girón. La Formación Guatapurí se considera Triásico superior (TSCHANZ, et al 1969) a Jurásico inferior (ETAYO, F. 1989).

- Jurásico superior (J_3)

Está expuesta en el Páramo de Cáchira, alrededores de Río Chitagá, San Calixto, Río de Oro, Arboledas, Silos, Río Oirá, Río Margua. La unidad consta de una alternancia de arenitas, lodolitas y conglomerados de color rojo grisáceo. Se considera equivalente al Grupo Girón (CEDIEL, F. 1968; ETAYÓ, F. 1989) para el cual se ha establecido una edad Jurásico superior-Cretácico inferior (PONS, D 1984).

- Unidad Efusiva-Explosiva (J_r)

Está constituida principalmente por pórfidos riolíticos, rocas piroclásticas de composición y textura variables, y en menor proporción por flujos de rocas basálticas y andesíticas. Su edad estaría comprendida entre el Jurásico superior y el Cretácico inferior. (ARIAS, A. y VARGAS, R. 1978; SALINAS, R. 1978; WARD et al. 1973).

Aflora al norte de Aserrío, Quebrada el Indio y Río San Miguel (Plancha 66) y sur de La Esperanza (Plancha 97).

2.3.4. Rocas Sedimentarias del Cretácico (Kbe-a, Ka-al, Kce-t, Kc-m)

Están ampliamente distribuidas, principalmente en la parte oriental del Departamento y son conjuntamente con las rocas del Terciario las mejor conocidas. Para su descripción se han utilizado las nomenclaturas de la Cuenca de Maracaibo al Oriente ($_1K$) y del Valle Medio del Magdalena al Occidente ($_2K$). Se han agrupado en cuatro unidades cronoestratigráficas con base en sus relaciones faciales y edad (BIRKELUND, T. et al, 1984). Estas unidades de base a techo son Kbe-a (Berriasiano-Aptiano); Ka-a (Aptiano-Albiano); Kce-t (Cenomaniano-Turoniano) y Kc-m (Coniaciano-Maastrichtiano) (Figura 4).

2.3.4.1. Nomenclatura de la Cuenca de Maracaibo

- Berriasiano-Aptiano (Kbe-a)

Formación Río Negro. Se presenta bien expuesta en los ríos Margua, Talco, páramo de Cáchira, San Calixto, carretera Ragonvalia-Villa del Rosario, camino a Mojicones. Está constituida por areniscas de cuarzo gris claras moteadas que varían a areniscas conglomeráticas, interpuestas con capas delgadas de conglomerados. Esta secuencia es equivalente a la Formación Río Negro de Hedberg (1931) de edad Cretácica inferior (Berriasiano-Aptiano inferior).

- Aptiano-Albiano (Ka-al)

Se han incluido en este intervalo las Formaciones Tibú-Mercedes y Aguardiente.

Formación Tibú-Mercedes. Es una alternancia de calizas biotíticas, lodolitas y arenitas, fosilíferas, gris oscuras; hacia la base frecuentemente se encuentran areniscas conglomeráticas y conglomerados. Fueron descritas originalmente por Notestein, F. et al (1944) en las localidades del mismo nombre al norte del Departamento. Edad: Aptiano-Albiano.

- Formación Aguardiente. Consta de arenitas de cuarzo, glauconíticas, gris claras, con estratificación cruzada, e intercalaciones delgadas de lodolitas grises. Su sección tipo está ubicada en la carretera a Cerro Aguardiente (RICHARDS, H. 1968). Edad: Aptiano superior-Albiano inferior y medio (NOTESTEIN, F. et al, 1944; TRUMP y SALVADOR, 1964).

- Cenomaniano-Turoniano ($_1Kce-t$)

- Formación Capacho. Descrita originalmente en Venezuela por Notestein et al, (1944), tiene en la Carretera Sardinata-Lourdes la localidad de referencia para el nororiente colombiano (RICHARDS, 1968). Está compuesta por lodolitas, calizas fosilíferas y areniscas. Edad: Cretácico superior (Cenomaniano-turoniano).

ERA	SISTEMA	CUENCA MAGDALENA MEDIO	BLOQUE MERIDA	BLOQUE CHINACOTA - MARGUA	SUBCUENCA CATATUMBO - ZULIA
CENOZOICO	TERCIARIO	2Tp1-Q MESA			1Tp1-Q A NECESIDAD
		2Tm REAL			1Tm GUAYABO
MESOZOICO	CRETACICO	2To COLORADO			1To A LEON
		2Te-o MUGROSA ESMERALDAS		1Te-o MIRADOR LOS CUERVOS BARCO	1Te-o A CARBONERA MIRADOR
		2Tp-e LISAMA	1Tp-e LOS CUERVOS BARCO	1Tp-e MITOJUAN BARCO	1Tp-e A LOS CUERVOS A BARCO
		2Kc-m LA LUNA	1Kc-m MITOJUAN COLON	1Kc-m MITOJUAN COLON LA LUNA	1Kc-m A CATATUMBO A MITOJUAN COLON LA LUNA
			1Kce-l CAPACHO ?	1Kce-l CAPACHO ?	1Kce-l CAPACHO
	JURASICO	2Kbe-o ROSABLANCA LOS SANTOS	1Ka-ol AGUARDIENTE TIBU-MERCED	1Ka-ol AGUARDIENTE TIBU-MERCED	1Ka-ol A AGUARDIENTE A TIBU-MERCEDES
			1Kbe-o RIO NEGRO	1Kbe-o RIO NEGRO	1Kbe-o RIO NEGRO
			J3 GIRON / LA QUINTA		J3 GIRON / LA QUINTA
PALEOZOICO					
PRECAMBRIICO		pea WEIS B/MANGA			
F U E N T E S					
NOTESTEIN ET AL. 1.944					
SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL 1.967					
WARD ET AL 1.973					
DACONTE Y SALINAS 1.980					
ETAYO ET AL 1.983					
BOINET 1.985					
ROYERO Y ZAMBRANO 1.986					

CONVENCIONES :

 SEDIMENTITAS

 METAMORFITAS

 LOCALIDAD TIPO

FIGURA 4. Unidades estratigráficas de la Cuenca del Magdalena Medio, Subcuenca Catatumbo - Zulia y Bloques de Mérida y Chinácota - Margua.

- Coniaciano-Maastrichtiano ($1Kc-m$)

- **Formación La Luna.** Está compuesta por calizas y lodolitas calcáreas con grandes nódulos discoidales biomicríticos, chert y roca fosfórica hacia la parte alta. Descrita originalmente en Venezuela (GARNER, 1926) es bien conocida en Colombia (NOTESTEIN et al, 1944; MORALES et al, 1958). En Norte de Santander tiene sus mejores secciones por las carreteras Pamplona-Cúcuta, Ragonvalia-Oasis, y en Quebrada Agua Sucia. Edad: Cretácico superior (Coniaciano-Santoniano).

- **Formación Colón.** Referenciada inicialmente por Liddle (1928); en Norte de Santander fue descrita por Notestein et al (1944). Está constituida por lodolitas ligeramente calcáreas, piritosas, con foraminíferos y nódulos ferruginosos. Edad: Cretácico superior (Campaniano-Maastrichtiano).

- **Formación Mitojuan.** Secuencia de lodolitas físilas con intercalaciones de limolitas arenosas, ferruginosas con algunas capas de caliza y carbón hacia la parte alta. Toma su nombre de la Quebrada Mitojuan en el área de la Concesión Barco (NOTESTEIN et al 1944). Referencia original: Garner (1926). Edad: Cretácico superior (Maastrichtiano).

Debido a su similitud litológica y a que sus afloramientos son escasos e incompletos, estas dos formaciones se cartografiaban habitualmente como una sola: Colón-Mitojuan.

- **Formación Catatumbo.** Consta de lodolitas negras, carbonosas, laminadas, alternadas con arenitas muy finas, gris verdosas, con estratificación cruzada, bioturbadas, con restos de plantas y algunos mantos de carbón. Notestein F. et al (1944), definió esta unidad en el Río Catatumbo. Edad: Cretácico superior (Maastrichtiano).

2.3.4.2. Nomenclatura del Valle Medio del Magdalena.

Los afloramientos de estas rocas están restringidos al suroccidente, en la cuña geográfica formada por los ríos Cáchira y San Alberto.

- Berriasiano-Albiano ($2Kbe-a$)

- **Formación Los Santos.** Los afloramientos de esta unidad se localizan al sur y suroccidente de Silos. Está constituida por areniscas conglomeráticas, lodolitas rojo-grisáceas y cuarzoareniscas gris-amarillentas con estratificación cruzada. Fue descrita inicialmente por Cediél (1968) y redefinida por Laverde (1985). Edad: Cretácico inferior (Berriasiano, ETAYO y RODRIGUEZ, 1985). Esta unidad se conoce también con el nombre de Formación Tambor (MORALES et al, 1958).

- **Formación Rosablanca.** Consta de calizas con oolitos y ostrácodos y dolomías; hacia la parte alta areniscas y lodolitas calcáreas. Descrita originalmente por Wheeler (1929) en Santander y estudiada en detalle por Cardozo y Ramírez (1985). Edad: Cretácico inferior (Hauteriviano-Barremiano) (MORALES et al, 1958).

2.4. CENOZOICO

2.4.1. Sedimentitas del Terciario (Tp.e, Te.o, To, Tm, Tpl.Q)

Son las rocas de mayor extensión en el Departamento. Están localizadas predominantemente en el Oriente, en las áreas drenadas por los Ríos Catatumbo, Sardinata, Zulia, Chitagá, Rotambria y Margua, que hacen parte de la cuenca hidrográfica del Golfo de Maracaibo. En la parte Occidental los afloramientos se restringen a dos áreas pequeñas: La del Valle Medio del Magdalena en la cuña geográfica que forma la confluencia de los Ríos San Alberto y Cáchira, y en alrededores de Ocaña y Abrego.

2.4.1.1. Nomenclatura de la Cuenca de Maracaibo

- Paleoceno-Eoceno (₁Tpe)

- **Formación Barco.** Descrita originalmente por Notestein, et al (1944) en la Sierra Barco (NE del Departamento), consta de areniscas de cuarzo con estratificación cruzada, alternadas con lodolitas grises oscuras que contienen nódulos de siderita; se presentan capas de carbón hacia la parte alta. Edad: Paleoceno (DE PORTA; 1974).

- **Formación Los Cuervos.** Notestein et al (1944), describen esta unidad por la Quebrada Los Cuervos, en el área de la Concesión Barco. Está constituida por lodolitas carbonosas y areniscas interpuestas, con capas de carbón hacia la parte inferior. Edad Paleoceno superior-Eoceno inferior (DE PORTA 1974).

- Eoceno-Oligoceno (₁Te.o)

- **Formación Mirador.** Definida por Garner (1926) en Venezuela, fue introducida en Colombia por Notestein, et al, (op. cit). Esta compuesta por areniscas de cuarzo, en parte conglomeráticas, con algunas intercalaciones de lodolitas grises. Edad Eoceno inferior a medio (DE PORTA, 1974).

- **Formación Carbonera.** Es una alternancia de lodolitas grises, sideríticas, con areniscas gris verdosas; hacia la base y parte alta se tienen capas de carbón y estratos delgados de caliza. Deriva su nombre de la Quebrada Carbonera (NOTESTEIN et al, 1944) en el norte del Departamento. Edad: Eoceno medio-Oligoceno inferior (VAN DER HAMMEN, 1958).

- Oligoceno (₁T.o)

- **Formación León.** Consta de arcillolitas gris verdosas que varían a limolitas hacia la parte superior e inferior. Mencionada originalmente por Hedberg. Fue descrita por Notestein et al, (1944) en la Quebrada León, al nororiente del Departamento. Edad: Oligoceno superior (VAN DER HAMMEN, 1958).

- Mioceno ($1Tm$)

- Grupo Guayabo. Lo integran tres formaciones que de más antigua a más joven son:

Cúcuta, constituida por lodolitas en capas planas paralelas, con interposiciones delgadas de areniscas; Cornejo, compuesta por lodolitas alternadas con areniscas y capas ferruginosas; Urimaco conformada por conglomerados, areniscas y lodolitas moteadas (JAMES, 1977, en VAN HOUTEN, 1984). Edad Mioceno (DE PORTA 1974).

- Plioceno-Pleistoceno ($1Tpl.Q.$)

- Formación Necesidad. Su extensión está restringida al extremo nororiente del Departamento entre los ríos Catatumbo y Socuavó Norte. Está constituida por lodolitas rojizas y azulosas alternadas con areniscas que varían a conglomerados (NOTESTEIN et al 1944). Edad Plioceno-Pleistoceno (DE PORTA, 1974).

2.4.1.2. Nomenclatura del Valle Medio del Magdalena

- Paleoceno-Eoceno ($2Tp.e$)

- Formación Lisama. Constituida por lodolitas moteadas alternadas con areniscas y algunas capas delgadas de carbón. Fue descrita originalmente por Link en 1927 y estudiada posteriormente por Wheeler (1935). Edad Paleoceno-Eoceno (VAN DER HAMMEN, 1958).

- Formación Esmeraldas. Este término fue usado por primera vez por los geólogos de la Gulf Oil Company, en el Río Sogamoso, Santander. Está compuesta por areniscas de grano fino, gris verdosas, con intercalaciones de lodolitas de color gris oscuros y algunos lentes delgados de carbón. Edad Paleoceno (VAN DER HAMMEN, 1958).

- Eoceno-Oligoceno ($2Te.o$)

- Formación Mugrosa. Consta de areniscas gris verdosas con intercalaciones de lodolitas y algunas capas de areniscas conglomeráticas, hacia la parte alta lodolitas moteadas. Este término fue utilizado inicialmente por Mc Gill en 1928 y posteriormente por Wheller (1935). Edad Oligoceno inferior a medio (DE PORTA 1974). Es una de las unidades más productivas de petróleo en la Concesión de Mares.

- Oligoceno ($2T.o$)

- Formación Colorado. Esta potente unidad está compuesta principalmente por lodolitas con intercalaciones de areniscas y capas de conglomerados. Es una de las unidades productivas de petróleo del campo La Cira-Infantas. Referencia original Mc. Gill, 1928. Edad Oligoceno-Mioceno inferior (DE PORTA, 1974).

- Mioceno (${}_2Tm$)

- **Grupo Real.** Potente unidad de areniscas grises amarillentas alternadas con conglomerados líticos en capas con estratificación cruzada. Alcanza un espesor máximo de 4.000 m. Descrita por Wheeler (1935) se considera de edad Mioceno medio a superior (DE PORTA, 1974).

- Plioceno-Pleistoceno (${}_2Tpl.Q$)

- **Formación Algodonal.** Recibe su nombre del Río Algodonal, donde Botero y Sarmiento (1947) describen una secuencia de conglomerados líticos semiconsolidados. Edad Plioceno-Pleistoceno.

- **Formación Mesa.** Consta de areniscas grises amarillentas con intercalaciones de lodolitas y conglomerados polimícticos. Aflora en alrededores de Abrego. Fue descrita originalmente por Butler, (1942). Edad: Plioceno-Pleistoceno.

2.4.2. Depósitos Cuaternarios ($Q.t, Qal$)

Depósitos pleistocénicos y más recientes se distribuyen a lo largo de los valles de los principales ríos. Los depósitos de mayor extensión se encuentran en la Cuenca del Catatumbo, los de menor en el Valle Medio del Magdalena. Se han diferenciado dos unidades: Q_t , la más antigua, que incluye abanicos aluviales y terrazas abandonadas y, Q_{al} constituida por aluviones recientes formados por cauces de los ríos mayores.

3. TECTONICA

3.1. ESTRUCTURA

El territorio nortesantandereano está cruzado por numerosas fallas y pliegues. La naturaleza de las primeras y la magnitud de los segundos ha permitido diferenciar dos regiones: la occidental caracterizada por fallas de rumbo; la oriental caracterizada por fallas inversas y pliegues anticlinales y sinclinales amplios. Lo anterior determina dos estilos estructurales: de fallamiento en bloques en la región occidental y de fallamiento inverso y plegamiento en la oriental

3.1.1. Fallas

Las fallas principales son las de Bucaramanga, Las Mercedes y Labateca. Otras fallas integran sistemas, entre los cuales se destacan: San Juancito-San Calixto-La Vega, Aguardiente-Hortensia-Carbonera, Morronegro-Pamplona y Chucarima-Palocolorado (Figura 5).

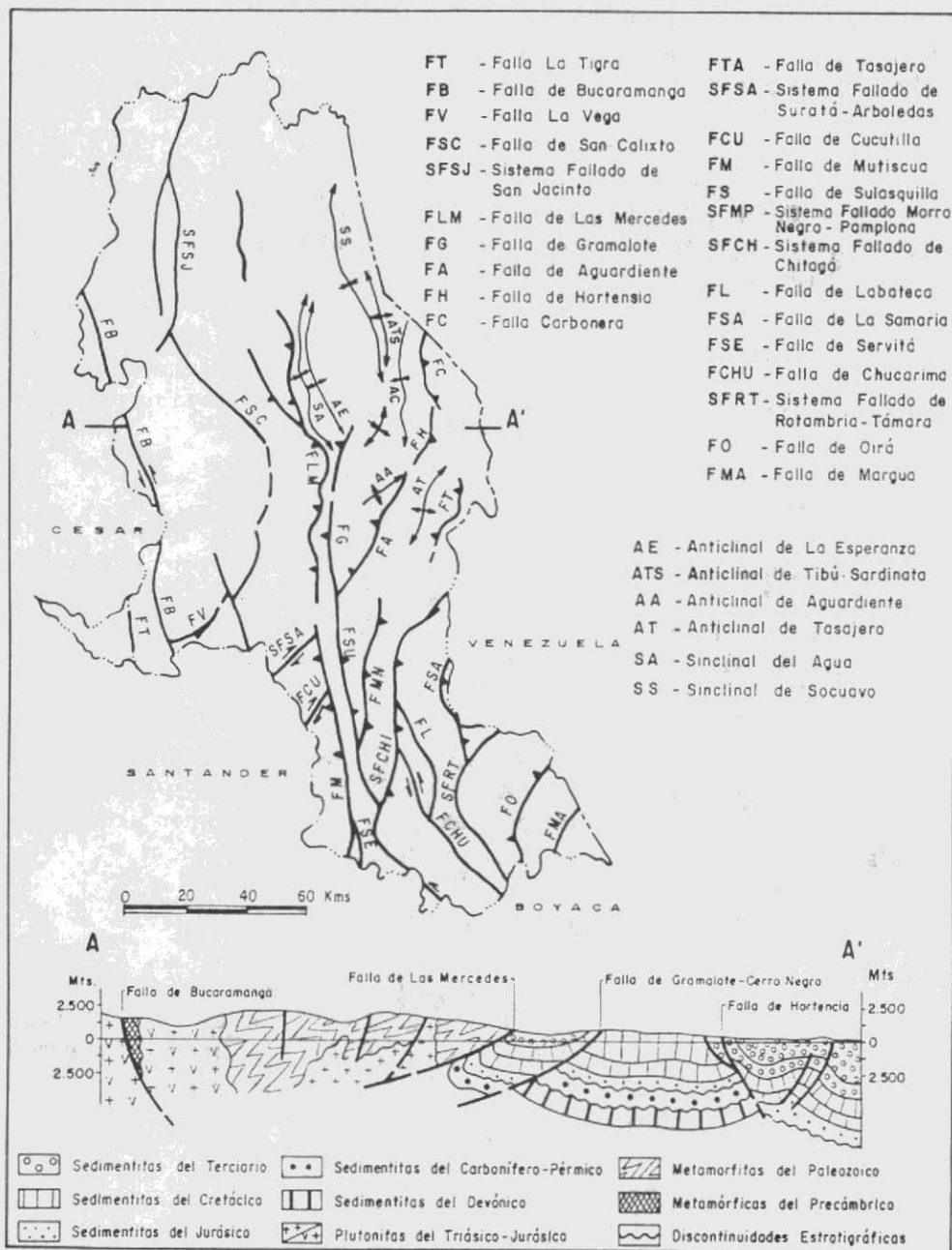


FIGURA 5. Esquema estructural del Departamento de Norte de Santander

La Falla de Bucaramanga es una estructura de rumbo, sinestral, con un componente vertical importante (JULIVERT, 1968; WARD, D. et al, 1973; BOINET, T. 1985) que hace que se comporte como una falla inversa (GOMEZ y VARGAS, 1991) y aún de cabalgamiento en Santander y Norte de Santander. La deflexión de 1,4 km sufrida por el Río Cáchira indica movimiento horizontal en el área del Departamento (PARIS y SARRIA,1988). En el Norte de Santander no se han encontrado evidencias de actividad reciente.

Los **sistemas fallados** de Chitagá-Chucarima, San Juancito-San Calixto-La Vega y Aguardiente-Hortensia-Carbonera, son sistemas inversos y de cabalgamiento de los cuales se destaca el primero por ser el límite tectónico entre la Miniplaca Norandina y la Placa Sudamericana (KELLOG, J. 1984; STEPHAN en BOINET, 1985). Se han encontrado evidencias de actividad reciente en el sistema Chitagá-Chucarima y Morro Negro-Pamplona. La Falla inversa de Labateca está relacionada con una fase tectónica de distensión que ha sido reactivada mediante un juego de desplazamiento normal (Figura 5).

3.1.2. Pliegues

Las áreas plegadas se localizan principalmente en la región nororiental (Cuenca de Catatumbo-Zulia), Bloques de Mérida y Chinácota-Margua. Los principales pliegues son: Anticlinal La Esperanza, Anticlinal Aguardiente, Anticlinal Tibú-Sardinata, Anticlinal Tasajero, Sinclinal del Agua y Sinclinal Socoavó.

El fallamiento inverso y de cabalgamiento, que ha afectado los pliegues anticlinales, característicos de la región oriental, han sido generados por una tectónica compresiva (BUTLER, R. 1982; McCLAY, R. y PRICE, N. 1981) lo cual ha favorecido la formación de trampas estructurales en las cuales se han acumulado importantes reservas de hidrocarburos, actualmente en explotación.

3.2. PROVINCIAS TECTONOESTRATIGRAFICAS

Norte de Santander está situado en una región geológicamente compleja y tectónicamente dinámica que hace parte de una zona de transición entre las placas Sudamericana y Caribe, cuyo límite ha sido objeto de continua controversia (DURHAM, J. 1985; BOINET, T. 1985; BURKE et al. 1984; KELLOG, J. 1984; MALFAIT, B y DINKELMAN, M. 1972).

Una consecuencia práctica de la aplicación de la tectónica de placas a la geología fue la aparición del concepto de terreno (CONEY, 1980; CASE, J. et al. 1984) entendido en el sentido moderno como un fragmento alóctono de una placa caracterizado por poseer litología, estratigrafía, estilo estructural e historia propios, características que permiten entender mejor la arquitectura de la corteza terrestre y facilitan reconstruir su evolución.

El Mapa de Terrenos de Colombia (ETAYO, F. et al, 1986) fue el trabajo pionero en la aplicación de este concepto en nuestro medio, práctica que ya hoy constituye una pujante tendencia; sin embargo, el uso generalizado del término ha generado confusión (CONEY, P. 1989) por lo que en esta memoria se prefiere utilizar el término provincia.

Para caracterizar tectónicamente el territorio del Departamento, éste ha sido dividido en cinco provincias: Macizo de Santander, Bloque de Mérida, Cuenca del Magdalena Medio, Subcuenca del Catatumbo-Zulia y Bloque de Chinácota-Margua. El Macizo de Santander es la unidad mayor y está conformada por los Bloques de Ocaña, Pamplona, Cucutilla y Labateca (Figura 6).

4. RECURSOS MINERALES Y MATERIALES DE CONSTRUCCION, RECURSOS ENERGETICOS E HIDRICOS

Los recursos minerales más importantes del Departamento son los energéticos: el petróleo, gas natural y carbón. La explotación de minerales no metálicos como los fosfatos y el mármol, las arcillas, la caliza, la fluorita, barita, producen materiales que abastecen el mercado interno y regional. De los minerales metálicos (Fe, C, Pb, Zn, Sn, Sb, Bi, As, Mn, etc) sólo se conocen manifestaciones que requieren estudios geológicos complementarios, que permitan determinar su importancia económica real o potencial.

4.1. MINERALES ENERGETICOS

4.1.1. Petróleo

Los yacimientos de este recurso se localizan en la subcuenca del Río Catatumbo, que hace parte del extremo occidental de la Cuenca de Maracaibo. Es una cuenca continental de tipo intramontano, de 7.500 km² de extensión. La explotación de crudo se inició en 1933 y en 1986 alcanzó una producción de 2.934.235 barriles (GOVEA y AGUILERA, 1986) lo que representa el 4.4% de la producción nacional.

El petróleo se extrae de las Formaciones La Luna, Capacho, Catatumbo, Barco, Los Cuervos y Mirador. En 1980 se descubrió el yacimiento gasífero de Cerrito-1 que produce 7 millones de pies cúbicos de gas por día (INGEOMINAS 1987).

4.1.2. Carbón

Este mineral se presenta en rocas sedimentarias terciarias que ocupan un 40% de la superficie del Departamento. Las áreas más productivas son las de Catatumbo, Zulia-la Don Juana, Pamplona-Pamplonita, Toledo, y Mutiscua.

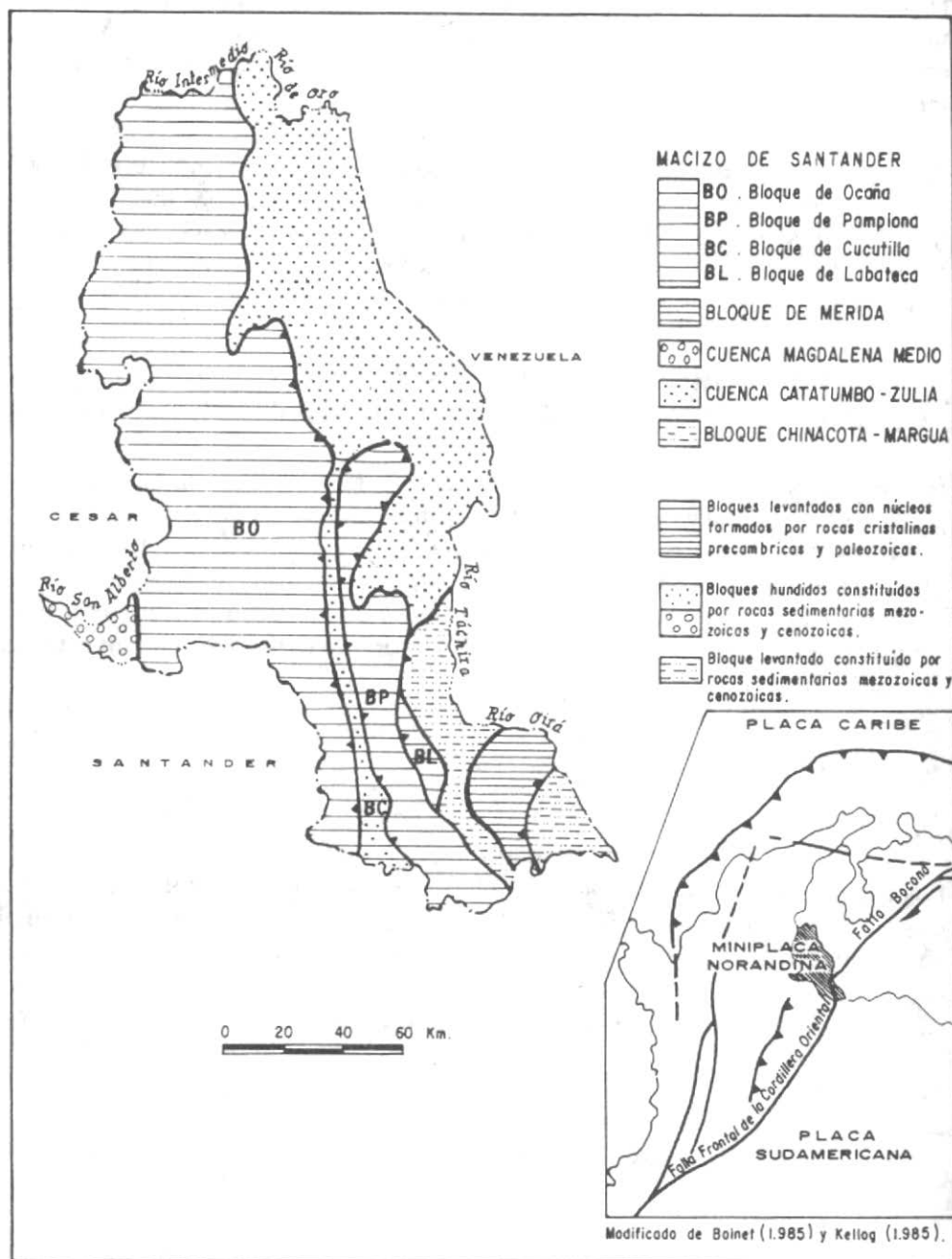


FIGURA 6: Esquema tectonoestratigráfico de Norte de Santander

- Area del Catatumbo

Se localiza sobre la vertiente oriental de la Cordillera Oriental al NW de Cúcuta. La Formación Los Cuervos presenta los mejores afloramientos de carbón y las mayores perspectivas económicas (DURAN, R. et al. 1979). El área incluye a Orú y Río de Oro. Los carbones se presentan en la parte inferior y media superior de esta formación (los espesores de los mantos de carbón fluctúan entre 0.60 y 2.40 m de espesor). La Formación Carbonera también contiene carbones con espesores entre 0.60 y 1.30 m.

- Area Zulia-La Don Juana

Está comprendida entre Astilleros, al Norte, y la Don Juana, al Sur en una longitud aproximada de 55 Kms. El área más explotada es la de Cerro Tasajero, donde se encuentra la casi totalidad de las explotaciones de carbón del Departamento. Las explotaciones se realizan en las Formaciones Los Cuervos y Carbonera donde se encuentran mantos con espesores de 0.70 m. Se conocen reservas de 250 millones de toneladas en la Formación Los Cuervos y de 300 millones en la Formación Carbonera.

- Area Pamplona-Pamplonita

De esta área se desconocen estudios en detalle. No se conocen resultados de análisis químicos ni se tienen estudios económicos.

- Area de Toledo

Se localiza en la margen oriental del Río Chitagá al sur del Municipio de Toledo. Los carbones se encuentran en las Formaciones Los Cuervos (11 capas con espesores de 0.10 a 1.40 m) y Carbonera. Los análisis realizados varían en materia volátil desde 4.75 hasta 24.71%, y de carbono fijo entre 46 y 68%. Las reservas se estiman en 40 millones de toneladas (INGEOMINAS, 1987).

- Area de Mutiscua

Se encuentra cerca del kilómetro 15 de la carretera Cúcuta-Pamplona-Bucaramanga. En la Mina La Candelaria se explota una capa de 2.20 m de espesor de la Formación Los Cuervos. Los análisis químicos realizados dan valores de 32-38% de material volátil y de 5.500 cal/gr de poder calorífico.

En 1986 se extrajeron 595.000 toneladas en todo el Departamento lo que representa el 0.6% de la producción nacional.

4.2. MINERALES METALICOS

- Cobre

Existen numerosas manifestaciones de cobre especialmente en el norte del Departamento, en los municipios de la Playa, Hacarí, San Calixto y El Carmen; en el Sur,

en los municipios de Labateca, Chitagá y Silos; al suroccidente en el Municipio de Cáchira. Las mineralizaciones se presentan en rocas sedimentarias y volcánicas jurásicas.

- Plomo-Zinc

Se presentan generalmente en venas y filones, casi siempre en asociaciones con sulfuros de cobre y en pequeñas cantidades con barita y fluorita, (OTERO y ANGARITA, 1975). Las mineralizaciones se presentan asociadas a rocas principalmente intrusivas graníticas y localmente sedimentarias cretácicas. Las manifestaciones más importantes se encuentran en los municipios de Abrego, Sardinata, Silos, Cúcota y Chitagá.

- Hierro

Las manifestaciones de hierro se encuentran al noroeste del Departamento, en los municipios de Ocaña y El Carmen, así como en el Sur en el Municipio de Chitagá. Los tipos de mineral de hierro más comunes son: hematita especular, magnetita y limonita. Las mineralizaciones se presentan en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias.

4.3. MINERALES NO METÁLICOS

4.3.1. Roca Fosfórica

Este mineral es uno de los recursos importantes del Departamento. Existen yacimientos, prospectos y manifestaciones en gran parte de la Subcuenca del Catatumbo-Zulia. Los principales yacimientos y prospectos son: Sardinata, Gramalote-Salazar, Sardinata-Lourdes y Tibú-Las Mercedes. La roca mineralizada está constituida por apatito y colofana y se presenta en rocas sedimentarias calcáreas de la Formación La Luna.

- Area de Sardinata

El yacimiento se localiza a unos 20 kilómetros de esta población por la carretera a Cúcota. La capa de roca fosfórica se encuentra a unos 8 m del tope de la Formación La Luna y varía en espesor de 30 cm a 4 m. Las reservas medidas se estiman en 5.253.200 toneladas, con un contenido promedio de 19.8% de P_2O_5 (INGEOMINAS, 1987).

- Area Gramalote-Salazar

Está situada a 30 kilómetros al occidente de Cúcota, entre las poblaciones de Gramalote, Salazar y Arboledas formando una faja de 35 km de longitud. La roca mineralizada se encuentra en el Miembro Galembó de la Formación La Luna, en dos capas de 0.5 a 3,2 mm de espesor y tenores de 10 a 27% de P_2O_5 . se han calculado reservas indicadas del orden de los 7.700.000 toneladas.

- Area Sardinata-Lourdes

Entre estas dos poblaciones se encuentra una faja de 16 km de longitud, que contiene dos capas fosfatizadas en el miembro Galembó, con espesores hasta de 3.5 m. El contenido de P_2O_5 varía entre el 10 y el 30%. Se han calculado 10 millones de toneladas de reservas indicadas (INGEOMINAS, 1987).

- Area Tibú-Orú-Las Mercedes

La faja de interés tiene una longitud de 40 kms; está situada al occidente de la población de Tibú. El horizonte mineralizado se encuentra hacia el tope de la Formación La Luna, variando en espesor entre 1 y 5 m y en tenor entre 8 y 19%. Las reservas indicadas se estiman en 13 millones de toneladas (INGEOMINAS, 1987).

En total en Norte de Santander se han calculado 45.420.000 toneladas de reservas, de las cuales 5.250.000 son medidas, 33.830.000 son indicadas y 6.040.000 son inferidas.

4.3.2. Barita

Se presenta formando venas y filones en rocas metamórficas e ígneas intrusivas de composición félsica. Los principales afloramientos se encuentran en los municipios de: Hacarí, Villa Caro, El Carmen, Abrego y Cáchira.

4.3.3. Fluorita

Se presenta en pequeñas cantidades como parte de los minerales de ganga y en los respaldos de varias minas de barita localizadas en los municipios de Abrego y Hacarí.

4.3.4. Mica

Las manifestaciones de este mineral son numerosas. Se presentan en las rocas ígneas (pegmatitas) que afloran en áreas de Durania, Bochalema, Arboledas, Pamplonita y Toledo. Además de los libros de mica de distintos tamaños, existen diseminados minerales radioactivos, principalmente óxidos de uranio (autunita, fosfuranilita, uraninita, becquerelita) no explotables económicamente.

4.4. MATERIALES DE CONTRUCCION

Con este término se denominan los elementos utilizados en la construcción de obras civiles.

- Calizas

Existen en el Departamento numerosos afloramientos de calizas cretácicas en los municipios de Chinácota, Ragonvalia, Herrán, Hacarí, Teorama y San Calixto.

Afloramientos de fácil acceso se encuentran por las carreteras Cúcuta-Pamplona, Santiago-Gramalote-Salazar-Arboledas-Cucutilla, Lourdes-Sardinata. Se explota industrialmente para las fábricas de cemento y en pequeña escala para la elaboración de cal agrícola.

- Mármol

Los yacimientos están restringidos a los municipios de Silos y Mutiscua. Los mármoles son de color blanco, rosado y gris y se encuentran en rocas metamórficas de la Formación Silgará. En Mutiscua se explota artesanalmente para ornamentación. Las fracturas, la dureza y la silicificación no permiten obtener bloques adecuados para explotación a gran escala.

- Gravas y Arenas

Las explotaciones de estos materiales están localizadas en los ríos Pamplonita, Zulia y Táchira. Importantes depósitos se encuentran en los ríos Algodonal, Sardinata, Catatumbo y Margua.

- Arcillas

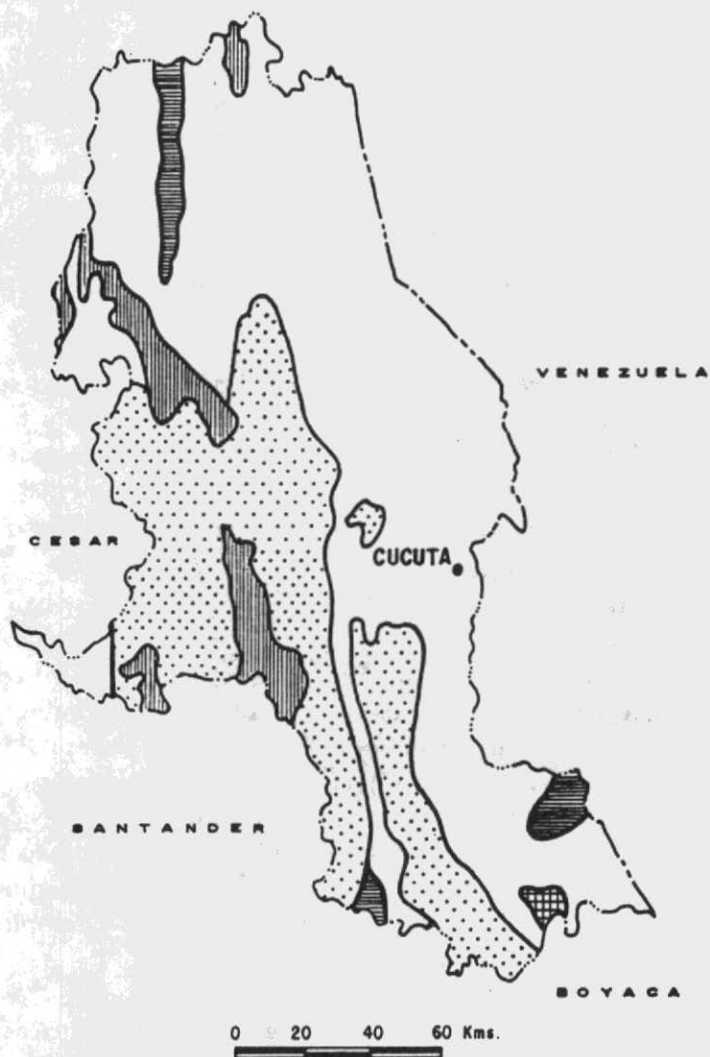
En Norte de Santander se utilizan para la fabricación de ladrillos y tejas; se explotan en casi todos los municipios del Departamento. Los mayores afloramientos están en alrededores de la ciudad de Cúcuta donde el Grupo Guayabo y la Formación León son fuente abundante de arcillas. Las arcillas de la Formación León son aprovechables para la industria cerámica.

4.5. EVALUACION DE LOS RECURSOS MINERALES NO ENERGETICOS

Con base en las manifestaciones minerales conocidas y el muestreo geoquímico efectuado por el INGEOMINAS en distintas áreas de Colombia durante el decenio 1973-1983, se sintetizó conjuntamente con el U.S.G.S la información existente relacionada con los recursos minerales no combustibles y se evaluó la posibilidad de localizar áreas de interés potencial en estos recursos. (ALBERS, et al., 1986: 4). Una adaptación de esa evaluación para el Departamento de Norte de Santander se ilustra en la Figura 7.

4.6. RECURSOS HIDROLOGICOS

Norte de Santander es uno de los departamentos con mayor potencial hídrico, tanto superficial como subterráneo.







- | | | | |
|---|---|---|--|
|  |  |  |  |
| <p>Molibdeno, plomo, zinc, fluor, manganeso, oro, en rocas cristalinas.</p> | <p>Cobre, uranio en rocas volcánicas y sedimentarias.</p> | <p>Sulfuros masivos: pirita, calcopirita, esfalerita en rocas volcanogénicas.</p> | <p>Plomo, zinc, manganeso, en rocas sedimentarias.</p> |

FIGURA 7: Esquema de dominios geológicos promisorios para la formación de depósitos minerales no combustibles. Modificado de Albers et al, 1986.

4.6.1. Agua Superficial

La red hidrográfica está distribuida en tres cuencas: Catatumbo al Oriente, Orinoco al Suroriente y Valle Medio del Magdalena al Suroccidente. De éstas, la del Catatumbo es la mayor en extensión y en potencial hídrico; entre sus numerosos y caudalosos afluentes están los ríos Catatumbo, Río de Oro, Socuavó, Tibú, Danta, Sardinata, Zulia, Pamplonita y Cáchira. La Cuenca del Valle Medio del Magdalena recibe el aporte de los caudales de los ríos Táchira, San Alberto, Simaña y Floresta entre otros. A la del Orinoco vierten sus aguas los ríos Cubugón, Margua, Oirá y Valegrá.

A pesar de contar con este gran potencial hidrológico, el líquido disponible no se aprovecha para suplir las necesidades de la mayoría de los habitantes del Departamento. En efecto, sólo el 34% de la población disfruta del servicio de acueducto y el 16% de alcantarillado. En la capital departamental el servicio de acueducto llega al 74% de la población y el de alcantarillado al 68%.

4.6.2. Agua Subterránea

Para minimizar el desabastecimiento crónico que afecta a Cúcuta y municipios vecinos, se ha recurrido a explorar los recursos de aguas subterráneas, para estimar su potencial. El área sobre la que está asentada la capital y municipios como Zulia, Villa del Rosario, San Cayetano y otros, está conformada por rocas terciarias y depósitos cuaternarios que presentan condiciones físicas favorables (permeabilidad, fracturamiento, transmisividad) para el almacenamiento de agua. A estas condiciones favorables se suma un equilibrado régimen de lluvias en las zonas de recarga en las subcuencas de los ríos Zulia y Pamplonita en cuyo curso bajo está situada el área mencionada.

INGEOMINAS ha venido efectuando investigaciones geoelectricas en esta área (CARREÑO, J. 1982). Según este estudio se consideran acuíferos potenciales (con agua químicamente potable) las facies arenosas del Grupo Guayabo (Tmg) y, terrazas y aluviones recientes.

5. AMENAZAS GEOLOGICAS E HIDROLOGICAS

La compleja y dinámica geología del Departamento hace de Norte de Santander una región amenazada por la erosión y la actividad sísmica. Ambos fenómenos son la causa principal de numerosos deslizamientos que afectan a la mayoría de municipios. Menos frecuentes pero igualmente importantes son las inundaciones periódicas en las zonas bajas bañadas por los ríos principales.

5.1. SISMICIDAD

Gran parte del territorio de Norte de Santander se encuentra en una zona de alta sismicidad. García et. al, 1984, considera que todo el Departamento se encuentra en la zona de amenaza máxima (3) con intensidades esperadas mayores de VII, según la escala de Mercalli (ESPINOSA, A. comunicación personal). Sarria (1991) hace una zonificación mas precisa, (con base en un mapa de isosistas) dividiendo el área correspondiente al Departamento en tres zonas de amenaza: alta, intermedia y baja. La figura 8 muestra una adaptación de esta zonificación para el Departamento.

Entre 1644 y 1960 el área del Departamento ha sido afectada por numerosos sismos destructores, seis de ellos con intensidades mayores o iguales a VIII, estos sismos son:

AÑO	MES	DIA	HORA	EPICENTRO	(MSK)
1644	Enero	16	00:00:00	Herrán	IX
1796	Febrero	15	- o -	Pamplona	VIII
1875	Mayo	18	11:15:00	Cúcuta	IX
1950	Julio	8	21:55:00	Arboledas	VIII-IX
1950	Julio	8	22:28:00	Cerca a páramo de Cáchira.	VIII
1956	Julio	2	19:31:00	Cerca a Cucutilla	VIII

Según datos de Ocola, L. (1984) en Espinosa (comunicación escrita)

El Proyecto Geofísico del Nordeste (PARIS Y SARRIA, 1988) aportó datos preliminares importantes sobre la sismicidad cuaternaria, evaluada a través de estudios de neotectónica. El estudio identifica las principales fallas, describe sus rasgos y tipos de movimientos y en algunos casos estima una tasa de desplazamiento.

5.2. EROSION

Norte de Santander es un departamento afectado por la erosión. Cerca de la tercera parte de su territorio está amenazado por erosión alta. La situación es crítica en los municipios de Cúcuta, Ocaña, Abrego, Villa del Rosario, Herrán, Pamplona y Labateca (Figura 9).

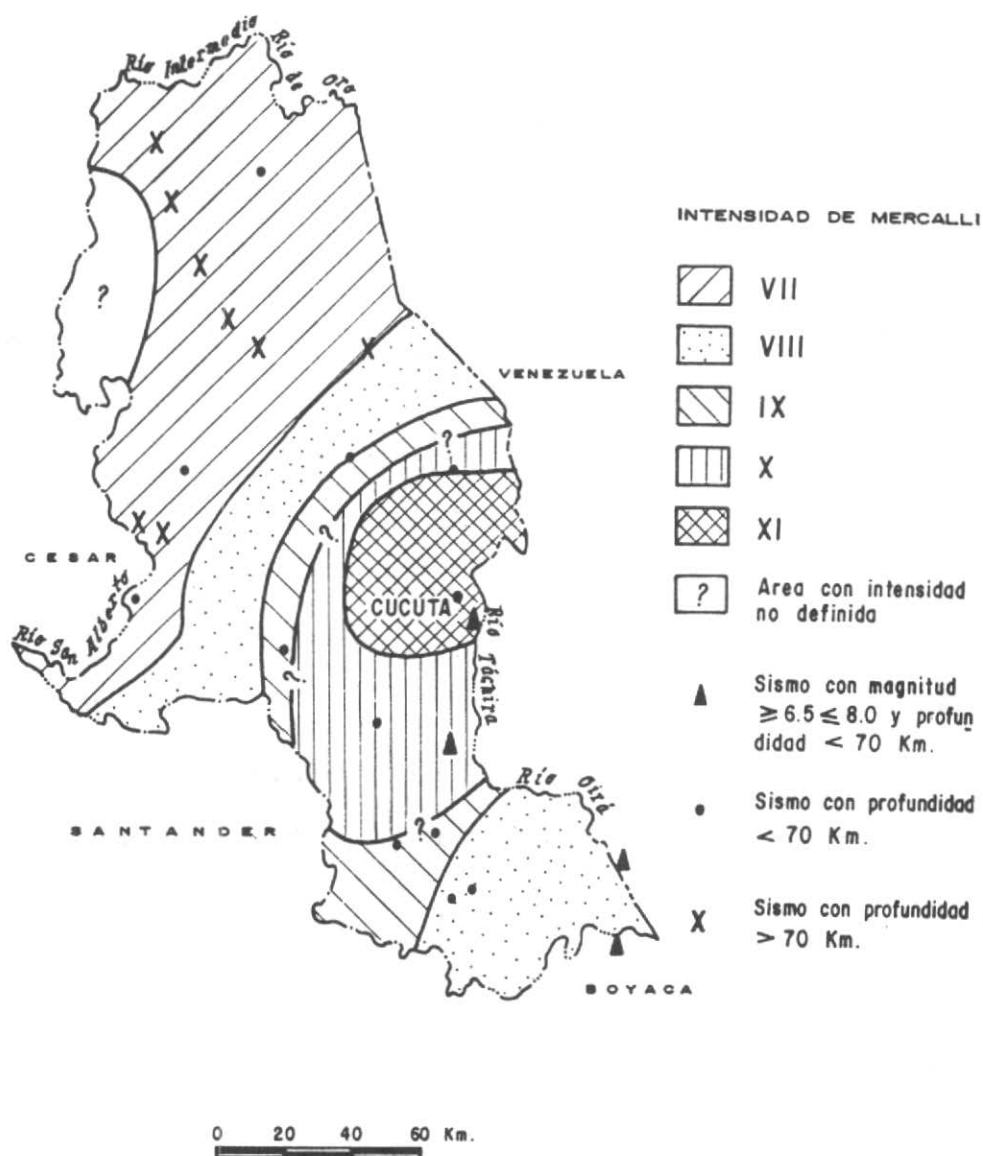


FIGURA 8: Mapa de isosistas, intensidades máximas históricas, según escala de Mercalli. Adaptado de Sarria, 1991.

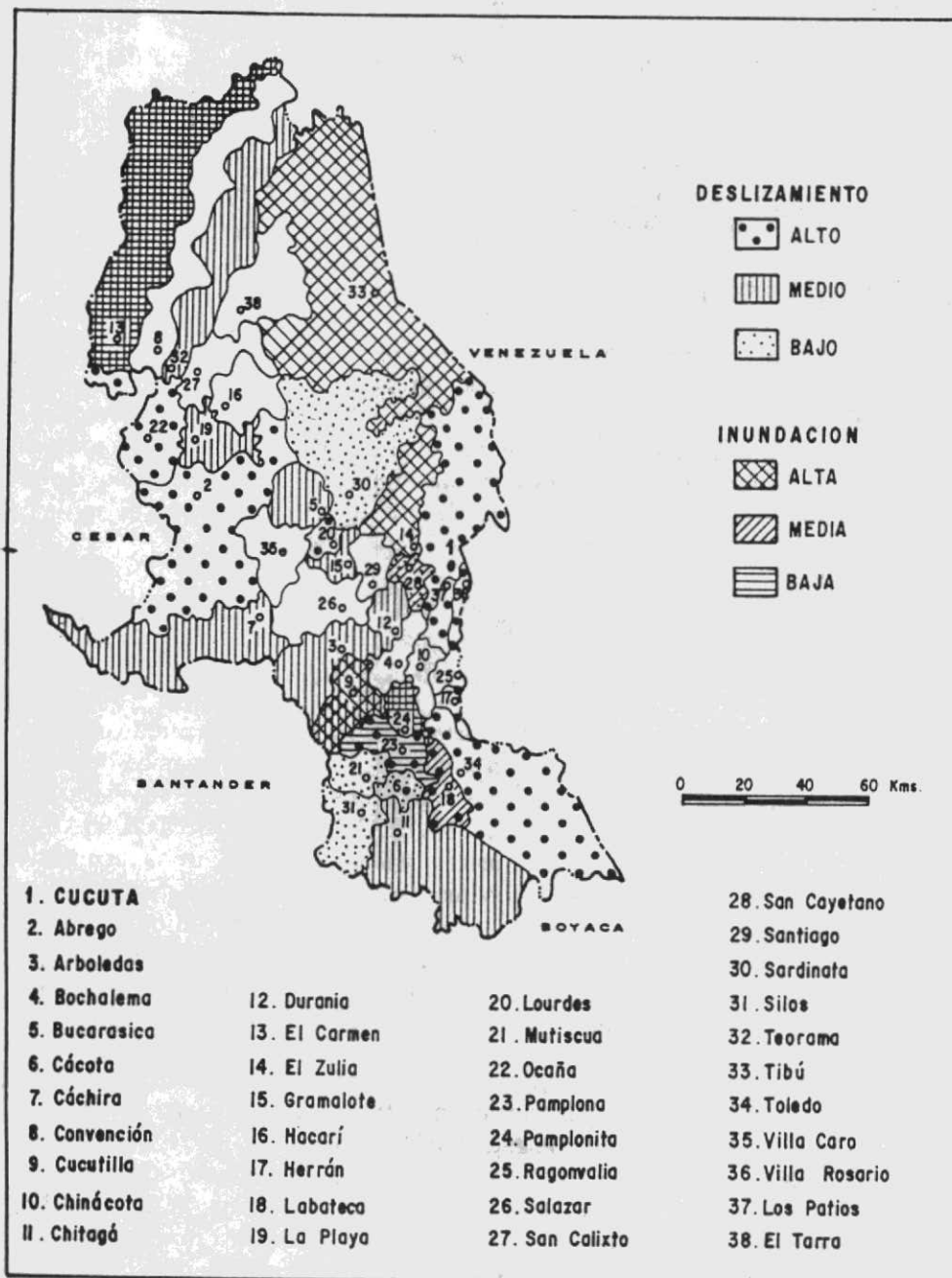


FIGURA 9: Departamento de Norte de Santander. Esquema de amenazas.

5.3. DESLIZAMIENTOS

Buena parte de los municipios del Departamento presentan deslizamientos de alta, media o baja magnitud que requieren la evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a que está expuesta la comunidad en estas áreas. Los municipios de Abrego, Herrán, Labateca, Lourdes, Ocaña, Pamplona, Tibú, Villa Caro, entre otros, están afectados por ese tipo de fenómenos naturales, en donde se requiere la elaboración de los estudios necesarios para la mitigación de la amenaza y el riesgo. En la Figura 9 se presenta en forma esquemática el grado de amenaza de los principales municipios afectados.

5.4. INUNDACIONES

La amenaza por inundaciones en el Departamento está restringida a las áreas bajas situadas en las llanuras de inundación de los drenajes mayores, o cercanas a sus cauces. Estas áreas se inundan periódicamente generalmente en la temporada de lluvias, poniendo en peligro las poblaciones en ellas asentadas. De la misma manera están expuestas a inundación las áreas ubicadas en cercanías de las vertientes de las zonas montañosas, donde los ríos y quebradas emergen hacia las zonas bajas.

Los municipios más afectados por inundación son: Zulia, Tibú, San Cayetano, Cucutilla, Labateca, Pamplona, Pamplonita, El Carmen y Gramalote (Figura 9).

6. EVOLUCION GEOLOGICA

La evolución geológica del territorio de Norte de Santander no se puede explicar simplemente con levantamientos y hundimientos de sus provincias componentes, lo cual supone solamente una dinámica autóctona. Numerosos investigadores (ESTRADA, 1972; BOINET, 1981, 1982, 1985; ETAYO, F. et al 1986; TOUSSAINT y RESTREPO, 1989) han intentado demostrar la aloctonía de algunos terrenos y bloques que conforman el complejo mosaico caribeño-norandino del cual hace parte activa el territorio nortesantandereano. La ausencia de estudios sistemáticos en radiometría, geoquímica y paleomagnetismo no permiten hacer mayores precisiones sobre separaciones, colisiones, traslaciones y rotaciones de esta "colcha de retazos", a través de la accidentada historia geológica de la región.

Se supone que a mediados del Proterozoico, el territorio nortesantandereano hacía parte de una provincia tectonoestratigráfica ancestral cuyo basamento estaba conectado probablemente al Escudo Guayanés (IRVING, 1971; TSCHANZ, CH. et al 1974, KROONENBERG, 1982), o ya existía como elemento alóctono con respecto al escudo (ETAYO et al, 1986; GONZALEZ et al, 1988; TOUSSAINT y RESTREPO 1989). Durante este lapso se desarrolla una cuenca marina de sedimentación de periferia continental en la que se depositan sedimentos clásticos y calcáreos con importantes aportes volcánicos alcalinos. A finales del Proterozoico (945[±]40 m.a.) esta secuencia es deformada, intruída por cuerpos granodiorítico-

cuarzomonzoníticos y sometida a metamorfismo de alto grado, constituyendo las unidades que hoy se conocen como Neis de Bucaramanga (Complejo de Bucaramanga) y Ortoneis.

Durante el Paleozoico temprano, sobre paleorelieves erosionados del Proterozoico se deposita una megasecuencia granodecreciente cíclica de ambientes de talud submarino (ETAYO et al, 1986), acumulada durante el Cámbrico y metamorfizada diferencialmente durante la Tectogénesis Caledoniana (450-410 m.a.) hasta la facies de esquisto verde (Formación Silgará). En este lapso ocurre el emplazamiento de intrusivos graníticos y dioríticos (Granito de Durania y afines).

A mediados del Devónico se reanuda la sedimentación pericontinental, ahora sobre la margen oriental del Océano Proto-Atlántico (ETAYO, et al, 1986) y se lleva a cabo la sedimentación marina epicontinental que da origen a la Formación Floresta.

Después del hiato Devónico-Carbonífero inferior, se sucede el avance de un mar transgresivo en el Pensilvaniano-Pérmico. Se inicia una tectónica de fallamiento en respuesta a movimientos epirogénicos que forman relieve de mesas y valles; los avances y retrocesos del mar se suceden en un paisaje árido como lo evidencian la alternancia de sedimentitas rojas y calizas biogénicas (secuencia del Río Nevado, Formación Diamante).

A comienzos del Triásico se inicia la apertura del Paleocaribe por riftogénesis que separa a Norte y Suramérica. El megaterreno ancestral comienza a fraccionarse, algunas áreas comienzan a hundirse generando frentes de erosión que forman abanicos aluviales, de los cuales sólo se conservan algunos remanentes, como los que hoy constituyen la Formación Tiburón. Por esta época el megaterreno ancestral se acreciona al Escudo Guayanés (TOUSSAINT y RESTREPO, 1989).

A finales del Triásico y comienzos del Jurásico, se inicia el proceso de ruptura de Pangea mediante un proceso de riftogénesis intercontinental, cuyas ramificaciones afectan gran parte del Cratón Suramericano generando formación de aulacógenos, grábenes y cuencas de tracción (MAZE, 1984).

En lo que hoy es el nororiente colombiano se formaron numerosos grábenes y cuencas (Valle Medio del Magdalena, Cesar, Perijá y Mérida) que fraccionan el megaterreno ancestral por hundimiento en bloques escalonados, siguiendo un patrón en zig-zag limitado por dos sistemas de fallas; uno N-NE y otro SE-NW que lo desplazaba, cuyo elemento principal es la Falla de Bucaramanga. Se suceden breves incursiones marinas (Formación Bocas) seguidas de una sedimentación fluvio-lacustre acompañada de vulcanismo explosivo (Unidad Volcanoclástica de Noreán, Formación Jordán) que aporta gran parte del material de relleno de estas cuencas; simultáneamente ocurre la intrusión de cuerpos granodioríticos. A finales del Jurásico y comienzos del Cretácico se deposita la potente secuencia fluvial del Grupo Girón; termina la actividad volcánica y con ella el proceso de riftogénesis.

En el Cretácico temprano la sedimentación continental da paso de manera gradual a la ingresión marina, que inicialmente inunda las entradas de las ramificaciones del Paleograbén del Magdalena y luego invade áreas mayores (ETAYO et al, 1989), depositándose una espesa secuencia de areniscas, lutitas y calizas de las formaciones cretácicas en las cuencas Valle Medio del Magdalena, Maracaibo y áreas menores en el Macizo de Santander y Bloque de Mérida.

A finales del Cretácico y principios del Terciario se produce el retiro del mar acompañado de un levantamiento generalizado diferencial. Termina la larga etapa distensiva y se produce una inversión de los esfuerzos, (MILANOVSKII, 1983) que desde el Paleoceno da inicio a la etapa compresiva. En el Paleoceno medio ocurre el levantamiento del Macizo de Santander. En este lapso la erosión remueve gran parte de la megasecuencia cretácica aportando el material que forma las potentes unidades terciarias.

Durante el Mioceno medio se inicia el levantamiento generalizado de la Cordillera Oriental. En el Mioceno medio tardío se produce una fase de compresión más intensa, formándose así en la parte occidental del territorio (supraterrano Cordillera Oriental) una cadena plegada cabalgante, de convergencia al Oeste (FABRE, 1983) y un sistema de cabalgamiento de convergencia hacia el Este en la parte Oriental (Bloque Pamplona). Esto hace que el macizo de Santander se comporte como un horst cuyos flancos oriental y occidental cabalgan sobre las cuencas Valle Medio del Magdalena al Occidente y Maracaibo y Llanos al Oriente (FABRE, 1983; TOUSSAINT y RESTREPO, 1989).

Luego de un breve lapso distensivo durante el cual se produce fallamiento normal (Falla de Labateca y afines) se inicia la última fase compresiva, que desde el Mioceno tardío continúa hasta el presente: (BOINET, 1985), generada por el desplazamiento de la Placa Suramericana hacia el Occidente (sistema de Falla de Chitagá-Boconó).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALBERS, J. et al., 1986. *Evaluación de los recursos minerales no combustibles de Colombia*. Publicación Geológica Especial del Ingeominas, No. 14-II. Bogotá.
- ARIAS, A. y VARGAS, R., 1978. *Geología de las planchas 86 (Abrego) y 97 (Cáchira), Departamento de Norte de Santander*. Ingeominas. Boletín Geológico. Volumen 23 No. 2, pp.338. Bogotá.
- BAYER, K. et al. 1973. *Estratigrafía, tectosedimentología y tectónica del extremo norte del Macizo de Santander*. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- BIRKELUND, T. et al. 1984. *Cretaceous Stage Boundaries-Proposals*. Bull. Geol. Soc. Denmark, vol.33, pp.3-20, Copenhagen. September.

- BOINET, T., 1985. *La frontiere Meridionale de la plaque Caraibe aux Confins Colombo Venezueliens*. Tesis Université Pierre et Marie Curie. Paris.
- BOINET, T. et al. 1985. *Le Poinçon de Pamplona (Colombie): un jalon de la frontiere meridionale de la Plaque Caraibe*. Bull. Soc. Geol. France.
- BOINET, T. et al. 1981-82. *Tectónica de sobrecorrimiento y sus implicaciones estructurales en el área Pamplona-Cordillera Oriental de Colombia*. Boletín de Geología. Universidad Industrial de Santander. v.15 No.26 Bucaramanga.
- BOTERO, G. y SARMIENTO, A., 1947. *Reconocimiento geológico de la carretera Ocaña-Abrego-Sardinata, Departamento Norte de Santander*. Inf. 612. Servicio Geológico Nacional Ingeominas. Bogotá.
- BURKE, K. et al. 1984. *Caribbean tectonics and relative plate motions*. Geological Society of America Memoir 162: 31-63.
- BUTLER, R., 1982. *The terminology of structures in thrust belts*. Journ. of Structural Geology.
- BUTLER, J., 1942. *Geology of Honda district, Colombia*. Bull. Am. Ass. Petr. Geol. v. 26, No. 5, pp 793-837.
- CARDOZO, E. y RAMIREZ, C., 1985. *Ambientes de depósito de la Formación Rosablanca: Area de Villa de Leiva*. Publicación Geológica Especial del Ingeominas. No.16. Bogotá.
- CARREÑO, J., 1982. *Estudio hidrogeológico para el abastecimiento de agua en la zona de Cúcuta*. INGEOMINAS, Informe 1791.
- CARRILLO, V., 1982. *La Quebrada Confines (Norte de Santander). Una nueva localidad fosilífera del Paleozoico superior de la Cordillera Oriental de Colombia*. Geología Norandina No.5. pp.33-38. Bogotá.
- CASÉ, J. et al. 1984. *Map of geologic provinces in the Caribbean region*. Geological Society of America Memoir 162.
- CASTER, k., 1942. *The age and relations of Colombian devonian strata*. Eighth Am. Sc. Congr. Proc. v.IV: 27-67. Washington.
- CEDIÉL, F., 1968. *El grupo Girón, una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental*. Servicio Geológico Nacional. Boletín Geológico XVI, No. 1-3.p.5-96. Bogotá.
- CLAVIJO, J. *Geología y Recursos Minerales de la Plancha 75, Aguachica* (en proceso de publicación).

- CONEY, J. et al. 1980. *Cordilleran suspect terranes*. Nature. v.188. p. 329-333.
- CONEY, J., 1989. *Structural aspects of suspect terranes and accretionary tectonics in western North America*. Journal of Structural Geology, v. 11, No. 1-2, pp. 107-125.
- DACONTE, R. y SALINAS, R., 1980. *Geología de las planchas 66 (Miraflores) y 76 (Ocaña)*. Informe 1844. INGEOMINAS. Bogotá.
- DE PORTA, J., 1974. *Lexique Stratigraphique International. vol. V. Amerique Latine, Fascicule 4b, Colombie. Tertiaire et quaternaire*. Centre National de la Recherche Scientifique.
- DICKEY, P.A., 1941. *Pre-cretaceous sediments in Cordillera Oriental of Colombia*. A.A.P.G. Bull. v.29: 1789-1795.
- DURAN, R. et al. 1979. *Zonas Carboníferas de Colombia*. Ingeominas, Publ. Geol. Esp. Ingeominas, No. 3. Bogotá.
- DURHAM, J., 1985. *Movement of the Caribbean Plate and its importance for biogeography in the Caribbean*. Geology, v. 13, p. 123-125.
- ESTRADA, A., 1972. *Geology and plate tectonics history of the Colombian Andes*. M. Sc. Thesis (inédito), Stanford University.
- ETAYO, F., 1989. *Análisis facial del inicio del avance marino del Cretácico en la región SW del Macizo de Santander*. Excursión V Congreso Colombiano de Geología. Bucaramanga.
- ETAYO, F. et al. 1986. *Mapa de terrenos geológicos de Colombia*. Publicación Geológica Especial Ingeominas. No.14. Bogotá.
- ETAYO, F. y RODRIGUEZ, G., 1985. *Edad de la Formación Los Santos*. Publicación Geológica Especial Ingeominas. No.16. Bogotá.
- FABRE, A., 1983. *La subsidencia de la cuenca del Cocuy, Cordillera Oriental de Colombia durante el Cretácico y Terciario*. Geología Norandina No.8, p.21-27, 49-64 Bogotá.
- GARCIA, L. et al. 1984. *Estudio general de riesgo sísmico de Colombia*. Asociación Colombiana de Ingenieros Sísmicos. Bogotá.
- GARNER, S., 1926. *Suggested nomenclature and correlation of the geological formations of Venezuela*. Am. Inst. Mining Metall. Engineers Trans. p. 677-684.
- GOLDSMITH, R. MARIN, R. Y MEHNERTH, H., 1971. *Radiometric ages in the Santander Massif, eastern Cordillera, Colombia*. U.S. Geological Survey Professional Paper. p.750.

- GOMEZ y VARGAS., 1991. *Análisis estructural de la Falla de Bucaramanga*. Revista Facies. U.I.S. v.1. Bucaramanga.
- GONZALEZ, H. et al. 1988. *Memoria Explicativa del Mapa Geológico de Colombia*. Ingeominas.
- GOVEA, C. y AGUILERA, H., 1986. *Cuencas sedimentarias de Colombia*. Cuadernos tectónicos Ecopetrol No. 4.
- HEDBERG, H., 1931. *Cretaceous limestone as Petroleum source rock in Northwestern Venezuela*. Bull. Am. Ass. Petr. Geol. v. 15 No. 3, pp. 229-224.
- INGEOMINAS, 1987. *Recursos Minerales de Colombia*. Tomo II. Publicaciones Geológicas Especiales Ingeominas. No. 1. Bogotá.
- INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC CLASSIFICATION, 1987. *Stratigraphic Classification and Nomenclature of Igneous and Metamorphic Rock Bodies*. Geol. Soc. of Am. Bull. v. 99, pp. 440-442.
- IRVING, E., 1971. *La evolución estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia*. Ingeominas. Bol. Geol. v. 19 (2).
- JULIVERT, M., 1968. *Lexique Stratigraphique International. Amerique Latine*. Centre Nat. Res. Scient. (Paris), fascículo. Colombia. Premiere Partie.
- KELLOG, J., 1984. *Cenozoic tectonic history of the Sierra de Perijá, Venezuela Colombia, and adjacent basins*. In Bonini, W. et al (ed). *The Caribbean South American Plate Boundary and Regional Tectonic*. Geological Society America Memoir 162.
- 1985. *Cenozoic tectonics of the Panama and North Andes blocks*. Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología. Tomo I. Bogotá.
- KROONEMBERG, S., 1982. *Litología, metamorfismo y origen de las granulitas del Macizo de Garzón, Cordillera Oriental (Colombia)*. Geología Norandina. No. 6. p. 39-46.
- LAVERDE, F., 1985. *La Formación Los Santos: un depósito continental anterior al ingreso del Cretácico*. Publicación Geológica Especial Ingeominas, No.16. Cap.XX: 1-24.
- LIDDLE, R., 1928. *The Geology of Venezuela and Trinidad*, 1 vol., Fort Worth, Texas (J.P. Mac Gowan).
- LINK, T., 1927. *Post-Tertiary strand-lines oscillations in the Caribbean Coastal Area of Colombia, South America*. Jour. Geol. v. 35, No. 1. pp. 58-72.

- McCLAY, k. y PRICE, N., 1981. *Thrust and Nappe tectonics*. Spec. Publ. Geol. Soc. Lond. v.9.
- MALFAIT, B. y DINKELMAN, M., 1972. *Circum-Caribbean Tectonics and Igneous Activity and the Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society of America Bulletin, v. 83. p. 251-278.
- MAZE, W., 1984. *Jurassic La Quinta formation in the Sierra Perija, northern-western Venezuela: Geology and tectonic environment of red beds and volcanic rocks*, in: BONINI, W. et al (ed) Geological Society America Memoir 162.
- MEJIA, L., y TELLEZ, N.A., 1974. *Prospección geoquímica del Páramo de Cáchira. Departamento de Santander*. Informe 1665. INGEOMINAS. Bogotá.
- MILANOVSKII, E. E., 1983. *Riftogenez v istori Zemli*. (Riftogénesis en la historia de la tierra). Editorial Nedra. Moscú.
- MORALES, L.G. et al, 1958. *General Geology and oil occurrences of the Middle Magdalena Valley, Colombia: in habitat of oil; a Simposium American Association Petroleum Geologists*.
- NOTESTEIN, F. B., HUBMAN, C.W. and BOWLER. J.W., 1944. *Geology of the Barco Concesión, República de Colombia, South America*. Geological Society America Bulletin. Boulder 55.
- OTERO, A., ANGARITA, L., 1975. *Ocurrencias minerales en el Departamento de Norte de Santander*. Informe 1685. INGEOMINAS. Bogotá.
- PARIS, G. y SARRIA, A., 1988. *Proyecto Geofísico del Nordeste Colombiano*. Cali.
- PONS, D., 1974. *Contribution al L'étude paleobotanique du Mesozoique et du Cenozoique de Colombie*. Thesis Universite Pierre et Marie Curie. Paris.
- PORTA, J. de., 1974. *Lexique Stratigraphique International*. Volumen V. Fasciculo 4°. Amerique Latine, Colombie (deuxieme partie). Tertiare et Quaternaire. Paris.
- REMY, W. et al., 1975. *Neueinstrujung der Bocas-folge (Bucaramanga, Kolumbien) in den unteren Jura Anhand Einer (Phlebopterisbranneri-und-) Classspollis Flora*. Argumenta Paleobotánica 4: 55-77.
- RICHARDS, H.G., 1968. *Cretaceous section in Barco area of northeastern Colombia*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 52 (12). Tulsa.
- ROYERO, J. M. y ZAMBRANO, J.E., 1987. *Geología de la plancha 111, Toledo, Norte de Santander*. Ingeominas. Informe 2039, 227 p. Bucaramanga

- ROYERO, J.M., 1993. *Memoria explicativa de la plancha 65, Tamalameque*. INGEOMINAS. (En proceso de publicación). Bucaramanga.
- SALINAS, R., 1978. *Estudio preliminar sobre rocas volcánicas en Norte de Santander*. INGEOMINAS. Bucaramanga. Informe inédito.
- SARRIA, A., 1991. *Ingeniería sísmica*. Editorial Uniandes. Bogotá.
- STIBANE, F. y FORERO, A., 1969. *Los afloramientos del Paleozoico en la Jagua (Huila) y Río Nevado (Santander)*. Bogotá. Geología Colombiana No. 6.
- TRUMP, G. y SALVADOR, A., 1964. *Guidebook to the Geology of Western Táchira*. Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo. p. 25.
- TOUSSAINT, J. y RESTREPO, J., 1989. *Acreciones sucesivas en Colombia: un nuevo modelo de evolución geológica*. Memorias V Congreso Colombiano de Geología. Bucaramanga.
- TSCHANZ, CH. et al., 1969. *Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta area, Colombiana. Informe 1829*. Preliminary report. INGEOMINAS. 288 p. Bogotá.
- VAN DER HAMMEN, T., 1958. *Estratigrafía del Terciario y Maastrichtiano continentales y tectogénesis de Los Andes Colombianos*. Boletín Geológico 6 (1-3): 67-128. Bogotá.
- VAN HOUTEN, F.B. and JAMES, H.E., 1984. *Late Cenozoic Guayabo delta complex in Southwestern Maracaibo basin, northeastern Colombia*. Geological Society America Memoir 162.
- WARD, D. et al, 1973. *Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga-H-13 Pamplona, Departamento de Santander*. INGEOMINAS. Boletín Geológico 21, No. 1-3.
- WHEELER, O., 1929. *Report on the Palmira series with notes on stratigraphy of the Umir, Lisama and La Paz formations near de Eastern part of the Mares Concession*. Int. Emp. Col. Petr. (inédito).

8. GLOSARIO

ALUVION: Depósitos de sedimentos incoherentes dejados por un curso de agua. Por lo general tienen una topografía plana.

ANDESITA: Roca ígnea extrusiva muy clara, compuesta principalmente por plagioclasas (labradorita-andesina) y en menor proporción por anfíboles, piroxenos, biotita, vidrio volcánico o cuarzo. Es una roca especialmente abundante en la Cordillera de los Andes.

ANFIBOLES: Minerales del grupo de los silicatos, compuestos por Mg, Fe, Al, Mn, Na, Ca, K, y Ti. Los anfíboles incluyen la hornblenda, un importante formador de rocas; tremolita y actinolita que se encuentran en rocas metamórficas, y riebeckita que aparecen en rocas ígneas.

ANFIBOLITAS: Rocas metamórficas de color verde oscuro, a veces casi negro, constituidas por el anfíbol hornblenda y plagioclasas; en menor proporción contienen biotita, granate, dióxido y epidota. Se originan por metamorfismo regional a partir de rocas ígneas básicas o rocas sedimentarias calcáreas.

ARENISCA: Roca sedimentaria detrítica, compuesta de abundantes fragmentos redondeados o angulares de tamaño arena con matriz de grano fino, producida por el accionar mecánico de un agente de transporte, generalmente agua.

BASALTO: Roca volcánica de grano fino y color oscuro, compuesta por plagioclasas, piroxenos, olivino, magnetita.

BATOLITO: Masa de rocas ígneas intrusivas de grandes dimensiones con más de 100 Km² de expresión superficial y profundidad desconocida de sus raíces.

BIOTITA: Mineral del grupo de las micas (silicatos de forma hojosa o escamosa), con color pardo, negro o verde oscuro.

CALCITA: Mineral del grupo de los carbonatos, generalmente de color blanco e incoloro, aunque también puede ser amarillento, rojizo, azulado, grisáceo, verdoso e incluso negro, cuya fórmula general es CaCO₃.

COMPLEJO: Asociación o mezcla a gran escala de diferentes rocas de cualquier edad u origen, que tienen relaciones estructurales confusas y otras complicaciones que dificultan su diferenciación.

CONGLOMERADO: Roca sedimentaria detrítica (originada por el accionar mecánico de un agente de transporte, generalmente agua) constituida por partículas redondeadas que al menos en un 30% son tamaño grava (diámetro mayor de 2mm).

CUARCITA: Roca metamórfica formada exclusiva o mayoritariamente por cuarzo. Se puede originar por metamorfismo regional o de contacto.

CUARZO Sílice (SiO_2) cristalina. Es tal vez el mineral más común en la naturaleza, muy importante como formador de rocas ya que está ampliamente distribuido en rocas ígneas (especialmente granitos), sedimentarias y metamórficas.

CUARZODIORITA (Diorita, Cuarzosa): Roca ígnea plutónica compuesta principalmente de plagioclasa tipo oligoclasa-andesina, hornblenda y biotita, o piroxeno, y hasta un 5 a 20% de cuarzo.

CHERT: Roca sedimentaria muy dura, extremadamente densa y compacta, de lustre opaco a semi-vítreo, compuesta principalmente de cristales de cuarzo submicroscópico.

DACITA: Roca ígnea extrusiva compuesta de plagioclasa (oligoclasa, andesina o labradorita), cuarzo, biotita, hornblenda y en menores proporciones por magnetita, ilmenita, piroxenos y vidrio volcánico. Es muy parecida a la andesita.

DIABASA: Roca ígnea hipoabisal (con rasgos transicionales entre volcanismo y plutonismo), cuyos componentes principales son plagioclasa tipo labradorita y piroxeno.

DIORITA: Roca ígnea plutónica compuesta de hornblenda, plagioclasa y piroxeno.

DISEMINACION: Es aquel depósito mineral (especialmente metales) en el cual los minerales buscados se presentan como partículas dispersas en la roca, pero en cantidad suficiente para hacerlo económicamente rentable.

ESQUISTO: Roca metamórfica fuertemente foliada, formada por metamorfismo regional, que puede separarse fácilmente en hojuelas o tajadas debido al paralelismo bien desarrollado en más del 50% de los minerales presentes.

EPIDOTA: Grupo de minerales de la clase de silicatos. Es común en rocas metamórficas y se presenta como mineral secundario en otras rocas.

ESTRATIGRAFIA: Parte de la geología que estudia la disposición y características de las rocas estratificadas, mediante las cuales se reconstruyen las condiciones físicas y químicas que las originaron.

ESTRATO O CAPA: Cuerpo de roca de geometría predominantemente tabular, que posee determinadas características que la distinguen de los estratos adyacentes.

ESTRATIFICACION: Disposición de las rocas sedimentarias en capas. También se utiliza para describir las estructuras internas de un estrato.

FACIES SEDIMENTARIA: Es la suma total de todas las características primarias de una roca sedimentaria con base en las cuales puede deducirse su ambiente de depósito.

FALLA: Superficie de ruptura en las rocas a lo largo de la cual se produce un desplazamiento. Tal desplazamiento puede ser de unos pocos centímetros o centenares de kilómetros; puede ser vertical, horizontal o diagonal.

FELDESPATOS: Son silicatos de aluminio con potasio, sodio y calcio y a veces bario, que, se forman en rocas ígneas de todos los tipos.

FELSITA: Roca ígnea de color claro y grano fino.

FORMACION: Unidad fundamental en la clasificación litoestratigráfica. Es un cuerpo de roca identificado por sus características litológicas y posición estratigráfica; es predominantemente tabular y cartografiable en la superficie de la tierra o delimitable en el subsuelo.

GABRO: Roca plutónica de colores oscuros, formada fundamentalmente por piroxenos olivino y plagioclasa cálcica que constituyen al menos el 50% de la roca; como minerales secundarios presentan cromita, ilmenita, magnetita, apatito, etc; es el equivalente intrusivo del basalto.

GRABEN: Bloque hundido de la corteza, de forma elongada, limitado por fallas normales que por lo general conforman depresiones topográficas.

GRUPO: Unidad litoestratigráfica de un rango inmediatamente superior a la Formación. Está constituido por dos o más formaciones.

HORST: Estructura tectónica constituida por bloques levantados en escalón desde la periferia al centro, separados por fallas normales.

IGNEO (A): Cuerpo de roca originado por la cristalización del magma o de las rocas fundidas.

INTENSIDAD: Medida de los daños causados por un sismo. Se mide en la Escala Mercalli de I a XII.

LAVA: Material fundido que es expulsado por los volcanes.

LIMOLITA: Roca sedimentaria detrítica en la que al menos 2/3 de las partículas que la componen son de tamaño limo (1/256mm - 1/16mm).

LITOSFERA: Parte sólida exterior de la tierra, va desde la superficie hasta una profundidad de aproximadamente 100 km; comprende la corteza y la parte superior del manto.

m.a.: Millones de años.

MACIZO: Rasgo estructural y topográfico de carácter masivo, común en cinturones orogénicos, generalmente formado por rocas más antiguas que las que lo rodean.

MAGMA: Material fundido que se encuentra en el interior de la tierra; se encuentra debajo de la corteza y se puede cristalizar en su interior o ser expulsado por los volcanes.

MAGNETITA: Mineral de la clase de los óxidos, que se presenta en cristales o masas granulares de color negro, con brillo metálico; tiene fuerte magnetismo por lo que puede actuar como imán natural. Su fórmula general es $FeO.Fe_2O_3$.

MAGNITUD: Medida de la energía liberada por un sismo. Se mide en la Escala de Richter, de 1 a 9.

MANIFESTACION: Acumulación mineral de menor importancia, porque su identificación se hace con base en un conocimiento geológico mínimo.

METEORIZACION: Conjunto de procesos externos que provocan la alteración de las rocas superficiales. La meteorización puede ser mecánica o física, química y biológica.

NEIS: Roca metamórfica. Está formada por feldespato, cuarzo, mica y otros minerales en menores proporciones. En esta roca es típica una cierta separación en bandas de los minerales claros y los oscuros.

PALEOMAGNETISMO: Estudio de la orientación de las partículas magnéticas de las rocas, que permite establecer la intensidad y dirección del campo magnético de la tierra en épocas geológicas pasadas.

PIROCLASTOS: Partículas arrojadas durante las erupciones volcánicas.

PIROXENOS: Minerales del grupo de los silicatos. Se encuentran principalmente en rocas ígneas y metamórficas.

PLAGIOCLASA: Grupo compuesto por los feldespatos de sodio y calcio que forman una serie que va desde la albita hasta la anortita.

PORFIDO: Son aquellas rocas que presentan textura porfirítica, o sea la caracterizada por la presencia de grandes cristales (fenocristales) embebidas en una masa (matriz) muy fina. Rocas ígneas intrusivas como la andesita y la dacita generalmente son pórfidos.

PROSPECTO: Es una acumulación de mineral de importancia secundaria, por carecer de información geológica adecuada o porque su explotación no es rentable.

PRECAMBRICO: Unidad cronoestratigráfica cronológicamente anterior al Paleozoico. Abarca el 90% de todo el tiempo geológico.

PROTEROZOICO: Subdivisión cronoestratigráfica del Precámbrico.

RIFT CONTINENTAL: Fosa de hundimiento (graben), limitado por bordes elevados, con actividad volcánica más o menos intensa.

ROCAS SEDIMENTARIAS: Rocas formadas de material derivado de rocas preexistentes, por procesos mecánicos, químicos u orgánicos.

SILICATOS: Minerales cuya unidad estructural es el SiO_4 . Forman la clase de minerales con mayor número de representantes en la corteza terrestre, como formadores o constituyentes de las rocas.

SECUENCIA DE FACIES: Sucesión de facies que varían gradualmente de unas a otras.

SUTURA: Zona de transición entre dos grandes conjuntos de rocas (a nivel continental) puestas en contacto por los grandes desplazamientos corticales.

UNIDAD CRONOESTRATIGRAFICA: Conjunto de estratos que constituyen una unidad por haberse formado en un mismo intervalo de tiempo.

UNIDAD LITOSTRATIGRAFICA: Conjunto de estratos que constituyen una unidad por sus propiedades litológicas.

SERIE: Unidad cronoestratigráfica de 15 millones de años de duración en promedio. Se subdivide en pisos.

SISTEMA: Unidad cronoestratigráfica de 50 a 60 millones de años de duración en promedio. Está dividido en series.

VENA: Relleno mineral en la falla o fractura de una roca huésped, que tiene forma tabular o laminar muy a menudo con reemplazamiento de la roca huésped.

YACIMIENTO: Concentración natural de minerales sólidos, líquidos o gaseosos que por su volumen y concentración son explotables económicamente.

