

**ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACION LOS SANTOS EN LAS SECCIONES
ESTRATIGRAFICAS LA PUNTA, CARRIZAL (MESA DE LOS SANTOS) Y LA
CUEVANA (CURITI), DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

MAYRA ANDREINA RINCON GOMEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICOQUIMICA
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA
2008**

**ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACION LOS SANTOS EN LAS SECCIONES
ESTRATIGRAFICAS LA PUNTA, CARRIZAL (MESA DE LOS SANTOS) Y LA
CUEVANA (CURITI), DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

MAYRA ANDREINA RINCON GOMEZ

**Proyecto De Investigación:
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA EN
LA MESA DE LOS SANTOS, SECTOR NORDESTE DE CURITÍ Y
BORDE OCCIDENTAL DEL MACIZO DE SANTANDER, DEPARTAMENTO DE
SANTANDER**

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
GEOLOGA**

**DIRECTOR:
JAIRO CLAVIJO TORRES
Msc. GEOLOGÍA APLICADA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICOQUIMICA
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA
2008**

AGRADECIMIENTOS

A INGEOMINAS por la asesoría brindada durante el proceso de este trabajo.

Al profesor JORGE E. PINTO por brindarme la oportunidad de ser parte del proyecto.

Al profesor JAIRO CLAVIJO por sus enseñanzas.

Al grupo MINPETGEO por permitirme ser parte de ellos, a la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Geología por colaborar al desarrollo del proyecto; como también a todas las personas que intervinieron de una u otra manera para la realización tanto del proyecto de investigación como mi trabajo de investigación.

A mis compañeros de proyecto y amigos Pacho, Sonia, Natalia, David, Jose Pedro, Eliana e Ivan por brindar un ambiente de trabajo acogedor alegrando cada momento con un buen humor.

A mi MAMI, PAPI y HERMANOS por el gran apoyo, paciencia, respaldo, comprensión, confianza y enseñanzas, que me ayudan constantemente al crecimiento personal y profesional.

A mis AMIGOS y COMPAÑEROS que aportan en mi proceso de formación tanto personal como académica con las inolvidables experiencias y consejos.

CONTENIDO

INTRODUCCION	9
2. LOCALIZACION	10
3. ANTECEDENTES	11
4. ESTRATIGRAFIA FISICA	15
4.1 FORMACION JORDAN	15
4.2 FORMACION LOS SANTOS	15
4.2.1 Secciones Estratigráficas Carrizal Y La Punta (Mesa De Los Santos)	16
4.2.2 Sección Estratigráfica La Cueva (Curiti)	23
5. FACIES Y AMBIENTES	27
5.1 FACIES CONGLOMERÁTICAS:	27
5.2 FACIES DE ARENISCA CONGLOMERATICA	28
5.3 FACIES ARENOSAS	29
5.4 FACIES ARENISCA LODOSA	30
5.5 FACIES LIMOSAS	31
6. INTERPRETACION	32
6.1 MIEMBRO INFERIOR	32
6.2 MIEMBRO MEDIO	33
6.3 MIEMBRO SUPERIOR	33
7. CONCLUSIONES	34
8. REFERENCIAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Sección estratigráfica La Punta y Carrizal.....	39
Figura 2. Ubicación de la Sección estratigráfica La Cueva.....	39
Figura 3. Panorámica del Miembro medio, sección La punta	40
Figura 4. Panorámica del Miembro medio, sección Carrizal.....	40
Figura 5. Laminación cruzada, Miembro medio sección Carrizal	41
Figura 6. Manchas verdosas aumentando el tamaño de grano concéntricamente, Miembro medio sección carrizal	41
Figura 7. Grietas de desecación, Miembro medio sección carrizal.....	42
Figura 8. Intraclastos de limolita. Miembro superior sección La Punta.....	42
Figura 9. Nódulo de limolita, Miembro Inferior sección la Cueva.....	42
Figura 10. Columna estratigráfica de la la Formacion Los Santos, sección Carrizal (Mesa De Los Santos)	43
Figura 11. Columna estratigráfica de la Formación Los Santos, sección La Punta (Mesa De Los Santos)	44
Figura 12. Columna estratigráfica de la Formación Los santos, sección La Cueva (Curiti).....	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Columna estratigráfica de la Formación Los Santos sección Carrizal (Mesa De Los Santos) e interpretación ambiental ANEXOS\ANEXO 1.pdf
Anexo 2.	Columna estratigráfica de la Formación Los Santos sección La Punta (Mesa De Los Santos) e interpretación ambiental ANEXOS\ANEXO 2.pdf
Anexo 3.	Columna estratigráfica de la Formación Los Santos sección La Cueva (Curiti) e interpretación ambiental ANEXOS\ANEXO 3.pdf
Anexo 4.	Columna estratigráfica de la Formación Los Santos sección Carrizal (Mesa De Los Santos) ANEXOS\ANEXO 4.pdf
Anexo 5.	Columna estratigráfica de la Formación Los Santos sección La Punta (Mesa De Los Santos) ANEXOS\ANEXO 5.pdf
Anexo 6.	Columna estratigráfica de la Formación Los Santos sección La Cueva (Curiti) ANEXOS\ANEXO 6.pdf

RESUMEN

TITULO: ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACION LOS SANTOS EN LAS SECCIONES ESTRATIGRAFICAS LA PUNTA, CARRIZAL (MESA DE LOS SANTOS) Y LA CUEVANA (CURITI), DEPARTAMENTO DE SANTANDER *

AUTOR: MAYRA ANDREINA RINCON GOMEZ**

PALABRAS CLAVES: Litología, estratigrafía, facies, ambientes, hidrogeología

DESCRIPCION:

En las secciones estratigráficas La Punta, Carrizal (mesa de Los Santos) y La Cueva (Curiti) se diferencian tres miembros en base a los rasgos litoestratigráfico observados en campo para la Formación Los Santos; el Miembro inferior constituido por alternancias de conglomerados con arenisca conglomerática o arenisca de grano muy grueso a fino, seguido por capas de arenisca conglomerática alternadas con capas de arenisca a arenisca lodosa; el Miembro medio está representado predominantemente por arcillolitas, limolitas, limolitas arenosas y areniscas lodosas de color rojizo; y el Miembro superior está conformado por areniscas de grano muy fino, fino a medio con geometrías cuneiforme.

Las facies identificadas en estas secciones estratigráficas están relacionadas con ríos trezados asociados a depósitos de abanico aluvial; depósitos de desborde de canal (crevasse splay), de llanura de inundación y depósitos de canal están asociados a corrientes de ríos meandriformes.

En base a las características granulométricas para las diferentes secciones estratigráficas la Punta, Carrizal (Mesa de los Santos) y la Cueva (Curiti), el miembro inferior y el miembro medio tiende a comportarse como un acuitardo por el alto contenido de matriz limo arenosa, mientras que el miembro superior se comporta como un posible acuífero.

*Trabajo de Investigación

**Facultad De Físicoquímica, Escuela De Geología, Director: Jairo Clavijo

ABSTRACT

TITLE: STRATIGRAPHY OF THE 'LOS SANTOS' FORMATION IN THE ESTRATIGRAPHIC SECTIONS OF 'LA PUNTA', 'CARRIZAL AND 'LA CUEVANA'(CURITI) IN THE MESA DE LOS SANTOS, SANTANDER

AUTOR: MAYRA ANDREINA RINCON GOMEZ

Key Words: Lithology, stratigraphy, facies, ambientes, hidrogeology.

DESCRIPCION

In the stratigraphical sections of 'La Punta', 'Carrizal' (Mesa De Los Santos) and 'La Cueva' (Curiti) Los Santos formation are differentiated in three members by the lithostratigraphical features observed on field. The lower member is constituted by alternacies of conglomerates with conglomeratic sandstone or sandstone with grain size ranging from very coarse to fine, followed by layers of conglomeratic sandstone alternated with layers of sandstone and muddy sandstone; the middle member is represented mainly by claystone, siltstones, sandy siltstones and muddy sandstones of reddish colour; and the upper member is comprised of sandstones of very fine to medium grain with wedge geometry.

The facies identified in these stratigraphical sections are related to braided rivers associated to alluvial fan deposits; crevasse splay, floodplain deposits and channel deposits are associated to meandering river streams.

Based on the granulometric characteristics for the different stratigraphical sections of La Punta, Carrizal (Mesa De Los Santos) and La Cueva (Curiti), the lower and the medium member behaves like an aquitard because of the high content of sandy-silty matrix, and the upper member behaves like an aquifer or fractured aquifer.

*Trabajo de Investigación

**Facultad De Fisicoquímica, Escuela De Geología, Director: Jairo Clavijo

INTRODUCCION

El trabajo de grado propuesto se realiza bajo la modalidad de pasantía de investigación en marcada en el proyecto *“Investigación Geológica E Hidrogeológica En La Mesa De Los Santos, Sector Nordeste De Curití Y Borde Occidental Del Macizo De Santander, Departamento De Santander”* el cual pretende obtener información cartográfica e hidrogeológica de las rocas sedimentarias en las mesas de Los Santos y Ruitoque, el sector NE del municipio de Curití, así como información hidrológica del borde de la Cordillera Oriental al oriente de Bucaramanga; y se encuentra vinculado al grupo de investigación MINPETGEO (Grupo De Investigación En Mineralogía, Petrología Y Geoquímica). Como parte de la propuesta para la realización del trabajo de grado se procedió al levantamiento de cinco columnas estratigráficas de la Formación Los Santos en las secciones El Calicho, La Navarra, (Oeste y Norte de la mesa de los santos, respectivamente) La Punta, Carrizal (Noreste y Este de la mesa de los santos, respectivamente) y La Cueva (Curiti) con el fin de diferenciar en las secciones los miembros con distintas características litológicas y a la vez poder distinguir facies que permitan reflejar ambientes típicos de deposito de la Formación los Santos, y en base a las características granulométricas diferenciar acuíferos o acuitardos en la Formación Los Santos.

2. LOCALIZACION

Las secciones estratigráficas La Punta, Carrizal se encuentran en la Mesa de los Santos, la primera por la carretera que conduce de Piedecuesta a la Mesa de Los Santos, desde el sitio denominado Tres Esquinas hasta el peaje en el noreste de la Mesa de los Santos, la segunda esta ubicada en la vereda el Carrizal al este de la Mesa de Los Santos. La sección la Cuevana esta localizada en la vereda Irapiri por la vía que conduce de Curiti a Arato (figura1 y 2). Estas secciones estratigráficas se encuentran dentro del área de estudio del macroproyecto de *“Investigación Geológica E Hidrogeológica En La Mesa De Los Santos, Sector Nordeste De Curití Y Borde Occidental Del Macizo De Santander, Departamento De Santander”* el cual involucra dos zonas de estudio con una extensión total de 600 km². La primera en la Mesa de Los Santos, delimitada: Al N, por la Quebrada los Montes, siguiendo la divisoria de aguas al norte de la Mesa de Los Santos hasta un kilómetro al oriente de la Falla de Bucaramanga. Al W el Río Sogamoso hasta la desembocadura con el Río Chicamocha. Al S, por el Río Chicamocha. Al E una línea proyectada a un kilómetro paralela a la Falla de Bucaramanga hasta el Río Umpala, siguiendo por éste hasta la desembocadura con el Río Chicamocha y continuando por el Río Chicamocha en dirección SW hasta la desembocadura de la quebrada Aratoca. La extensión de esta zona es de 430 km². Y la segunda zona se encuentra en el sector NE de Curití, delimitado así: Al W y NW por la vía Aratoca – San Gil. Al N y NE por la Quebrada Aratoca hasta su nacimiento y conectando en línea recta hasta la Escuela Los Machacadores. Al E por la divisoria de aguas de las veredas Cuchicute y El Resumidero y por el S por una línea recta a lo largo de la coordenada X= 1'216.000 desde la Vereda El Resumidero hasta el cruce de la vía San Gil - El Socorro con el Río Fonce. La extensión en este sector es de 170 km².

3. ANTECEDENTES

Hedberg (1931), el Grupo Girón del Cretácico Inferior fue dividido localmente en el Río Lebrija en Formaciones Las Palmas y Tambor. Identificándose en la Formación Tambor limolitas rojas, algunas moteadas con verde e intercaladas con shale y conglomerados con clastos líticos bien redondeados de limolitas y de arenisca en matriz limo-arenosa. Limolitas cuarzosa y calizas con fósiles cretácicos.

Morales et al. (1958), Contribuye al el estudio realizado por Hedberg(1931) realizando una extensión de la distribución de la Formación Tambor a áreas no referidas. (Etayo, 1989).

Navas (1963), el estudio de la Formación Girón en la sección del Río Lebrija entre las estaciones de Bocas y Conchal, sobre el ferrocarril de Bucaramanga a Puerto Wilches, reporta que las capas del Girón se encuentran ampliamente distribuidas al W de la Falla del Río Suárez, mientras que en el lado E solo aparecen las capas inferiores. La relación entre la base de Girón y el infrayacente es variable, así, en la región de Bocas se encuentra apoyada “concordantemente” sobre el Carbonífero, al S de Piedecuesta esta apoyado sobre el metamórfico, donde aparece un conglomerado basal con cantos ígneos que no se encuentra en Bocas. Denomina como” Conglomerado Rojo” a una unidad de extensión local que constituye el techo del Grupo Girón. Para este autor el contacto entre el Girón y la secuencia Cretácica es discordante.

Julivert, Barrero y Navas (1964), estudio basado en la cartografía geológica detallada en de la Mesa de los Santos. Representando rocas ígneas y metamórficas del Paleozoico Inferior; y sedimentarias que incluyen la Formación Girón del triásico-jurásico y las formaciones Tambor, Rosablanca, Paja y Tablazo del Cretácico Inferior.

Cediel (1968), "El Grupo Girón, una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental"; donde se utiliza el término Grupo Girón, del cual hacen parte La Formación Girón y la Formación Los Santos descrita por primera vez por este autor, quien la propone en reemplazo de la Formación Tambor. En el trabajo se revisa y complementa la descripción de la sección tipo del Girón, la edad, el espesor y las relaciones con las unidades adyacentes. Separa lo que se conocía como la base del Girón y la propone como una nueva unidad: Formación Jordán, considerando transicional el contacto entre la Formación Girón y la nueva Formación Los Santos.

Barrios y Ariza (1969), en la tesis "Estratigrafía y Sedimentología de la Formación Tambor" Describen la Formación Tambor en tres niveles: en la Mesa de Los Santos, el nivel inferior corresponde a areniscas y conglomerados rojizos, el nivel medio está constituido por intercalaciones de lutitas rojas y capas delgadas de areniscas y el nivel superior corresponde a areniscas blancas. El nivel inferior y el intermedio sufren un adelgazamiento hacia el Este. En el Cañón del Chicamocha, el nivel inferior corresponde a areniscas y conglomerados rojizos cuarzosos, el nivel medio presenta lutitas rojas intercaladas con areniscas y el nivel superior está constituido por areniscas blancas intercaladas con capas delgadas de lutitas. En la Quebrada Curití los niveles se reducen a uno inferior conformado por conglomerados rojizos y areniscas con estratificación cruzada principalmente hacia el techo y cantos de cuarzo; y el superior presenta areniscas cuarcíticas con delgadas intercalaciones arcillosas rojizas y a veces oscuras, y hacia su base se presentan bancos de arcilla separados por bancos arenosos.

Ward *et al* (1973) publican la Geología del Cuadrángulo H-12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander y Norte de Santander. Este informe concluyen que para el Valle del Magdalena, la sedimentación del Cretáceo Inferior, comenzó con arenas cuarzosas de la Formación Tambor y continuó con calizas fosilíferas de la Formación Rosa Blanca.

Solano y Reyes (1976), realizaron un estudio geológico minero de las calizas de Curití, donde se describe la geología de la mina El Palmar; y se diferencia la

Formación Tambor de base a techo en tres paquetes de base a techo aflora la Formación Tambor.

Orlando Pulido González (1979), realiza el trabajo “Geología de las Planchas 135 San Gil, y 151 Charalá; Departamento de Santander”, correspondiendo estas planchas al Cuadrángulo I-12. Describe las unidades presentes en el área de estudio donde la Formación Silgará es la más antigua con metamorfismo de medio a bajo grado; suprayaciendo rocas metamórficas de muy bajo grado que corresponden al miembro inferior de la Formación Floresta. Las unidades sedimentarias son de edad Triásico-Jurásico, están representadas en las Formaciones Montebel, Girón, Jordán y Arcabuco; además de las formaciones del Cretácico que son Cumbre, Tambor, Rosablanca, Ritoque, Paja, Tablazo y Simití.

Jairo Clavijo (1985), diferencia la sección estratigráfica de la quebrada Piedra Azul, NW de Bucaramanga (Santander) en cinco segmentos texturales y estructurales diferentes, reportando el análisis facial para cada uno de estos segmentos.

Laverde y Clavijo, (1985), realizaron análisis facial de la Formación Los Santos, según el corte de “Tu y Yo” (Zapatoca) reportando cuatro macrosecuencias faciales: (I) interpretan las arenitas como depósitos de ríos de baja sinuosidad y los materiales mas finos en planicies entre canales, (II) sugieren depósitos de llanura de inundación, (III) interpretan arenitas como deposito de canal de alta sinuosidad y las lodolitas como depósitos de llanuras contiguas a las barras de meandro.

Fabio Laverde (1985), “La Formación los Santos un deposito continental anterior al ingreso marino” subdividiendo la Formación Los Santos en seis macrosecuencias faciales las cuales reportan un sistema fluvial.

Etayo (1989), “Análisis Facial del inicio del avance marino del Cretácico en la región SW del Macizo de Santander”, este trabajo tiene como finalidad modificar la nomenclatura propuesta por (Morales, et al, 1958), en donde se propone: Grupo Girón, conformado por la Formación Angostura del Rió Lebrija la cual hace parte de la unidad inferior del Grupo y como unidad superior La Formación Los Santos; el miembro Tambor hace parte de la Formación Angostura del rio Lebrija y

miembro camino del roto en la parte inferior de la Formación los Santos. el Grupo Girón limita concordantemente en su tope con la Formación Cumbre que a su vez esta suprayacida por la Formación Rosablanca.

En el 2001, Royero y Clavijo, en la Memoria explicativa del Departamento de Santander, describen en forma general y completa las rocas que afloran en el departamento catalogadas por edades, las provincias tectónicas y estructuras del departamento, destacándose la Falla del río Suárez la cual forma parte de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, con una dirección N20E, N25E y comportándose como una falla de rumbo sinextral.

4. ESTRATIGRAFIA FISICA

4.1 FORMACION JORDAN

La Formación Jordán se presenta como infrayacente y en discordancia angular con la Formación Los Santos. En la sección estratigráfica La Punta se describen 42 m de la Formación Jordán los cuales consisten en capas muy gruesas a medianas de geometría tabular y contactos netos, laminación plano paralela discontinua a continua; texturalmente esta conformada por alternancias entre capas de arenisca de grano muy fino y fino con matriz limo-arcillosa, arcillolitas y limolitas; los granos son subangulares y subredondeados con selección buena. Composicionalmente las areniscas se clasifican como sublitarenita y cuarzoarenita.

4.2 FORMACION LOS SANTOS

En la Formación Los Santos se reconocen tres miembros; el miembro inferior el cual es principalmente conglomerático observándose un granodecrecimiento hacia el techo del miembro, conformado hacia la base por capas conglomeráticas de guijas y guijarros flotantes, alternadas con capas de arenisca conglomeráticas de guijas y arenisca de grano medio a grueso, seguidas por alternancias de arenisca conglomeráticas a ligeramente conglomerática y capas de arenisca de grano medio; hacia el techo capas de arenisca de grano medio a fino y capas de areniscas lodosas. El miembro medio es predominantemente lodoso, el cual esta conformado por intercalaciones de arcillolitas, limolitas, limolitas arenosas y arenisca lodosas de grano muy fino a fino y algunas capas de arenisca de grano

fino y medio. El miembro superior es esencialmente arenoso, conformado por alternancias de arenisca de grano muy fino y medio.

4.2.1 Secciones Estratigráficas Carrizal Y La Punta (Mesa De Los Santos)

4.2.1.1 Miembro Inferior

El miembro inferior de la Formación Los Santos se diferencia en tres segmentos por los rasgos litoestratigráfico observables en campo para las secciones estratigráficas La Punta, Carrizal (Mesa De Los Santos) y La Cuevana (Curiti). Presenta un espesor de 56.5 m y 56 m para las secciones La Punta y Carrizal respectivamente. El contacto entre la Formación Jordán y el miembro inferior en la sección La Punta presenta un intervalo cubierto de 5 m. La columna estratigráfica Carrizal es una sección compuesta, y se encuentra en discordancia litológica hacia el norte de la quebrada Carrizal con rocas metamórficas de la Formación Silgara infrayaciendo el miembro inferior sin ser visible el contacto, entre el cual se presenta un intervalo cubierto de 2 m; las rocas metamórficas en este sector están constituidas por esquistos micáceos con alta meteorización y presencia de cuarzo en formas ovaladas, alineadas paralelas a los planos de esquistosidad. Al Sur de la Quebrada Carrizal, el miembro inferior se encuentra en discordancia litológica con rocas de origen volcanoclastico, el cual aflora entre 0.8 m y 1.60 m con un grado medio a alto de meteorización.

SEGMENTO 1

Sección Carrizal: alternancias de capas de conglomerados areno lodosos de guijas y gránulos con areniscas conglomeráticas de grano medio, grueso y gránulos

Esta conformado por capas muy gruesas a gruesas, en contactos irregulares en la base y ondulado subparalelo hacia el techo. Se observa laminación cruzada plana en la parte media del segmento en algunas areniscas conglomeráticas y hacia el techo laminación plano paralela en los conglomerados areno lodoso y arenisca conglomeráticas. Texturalmente se conforma en la base por capa de conglomerado areno lodoso de guijas con guijarros flotantes; capa de limolita y conglomerados areno lodoso de gránulos y guijas; le siguen capas de arenisca conglomerática de grano medio, grueso y gránulos a guijas, alternadas con conglomerados areno lodoso de guijas. Presentan selección pobre, granos angulares a subangulares. Composicionalmente se clasifica como sublitoconglomerado y sublitarenita sublitoconglomerática.

Sección La Punta: alternancia de capas conglomeráticas areno lodoso de gránulos y guijarros con arenisca de grano muy grueso, grueso, fino y muy fino. Conformado por capas muy gruesas, gruesas y medianas, algunas capas con geometría cuneiforme en contactos netos a ondulado. En la parte media superior se encuentra estructura de deformación como calcos de carga en capas de conglomerado areno lodoso de gránulos y laminación plano paralela en capa de arcillolita; en la base y techo laminación ondulada paralela en algunas capas de areniscas, laminación cruzada plana y en artesa en capas de conglomerados areno lodoso hacia el techo. Texturalmente se caracteriza por presentar capas conglomeráticas areno lodosa de guijas y guijarros las cuales presentan gradación normal a gránulos y arenisca de grano muy grueso y grueso; en la parte media superior se observan capas con gradación inversa de arenisca conglomerática de grano grueso y muy grueso a conglomerado areno lodoso de guijas y gránulos, alternadas con areniscas de grano muy grueso que prevalecen con respecto a areniscas de grano grueso, fino y muy fino. Presentan granos subangulares y selección pobre en conglomerados areno lodoso, a regular en las areniscas. Composicionalmente se clasifica como sublitoconglomerado y sublitarenita sublitoconglomerática.

SEGMENTO 2

Sección Carrizal: En la base secuencia granodecreciente de conglomerado areno lodoso de guijas a arenisca de grano muy fino, seguidas de capas de arenisca conglomeráticas alternadas con capas de arenisca.

Consta de capas muy gruesas y gruesas en contactos netos a ondulado. Laminación cruzada plana y plano paralela en las capas de arenisca y en algunas capas de arenisca conglomeratica a ligeramente conglomeratica. Texturalmente caracteriza por presentar en la base capas de conglomerados arenoso lodos de guijas y gránulos seguidos por capas con gradación normal de arenisca conglomeratica de grano medio y guijas, a arenisca de grano medio, luego capas de arenisca de grano muy fino, le siguen alternancias de capas de arenisca conglomeratica de grano medio, grueso y gránulos con capas de areniscas de grano fino, medio, grueso y capas de limolitas. Presenta granos subangulares a subredondeados y selección pobre a regular. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita sublitoconglomeratica, sublitarenita, subarcosa

Sección La Punta: En la base secuencia granodecreciente de conglomerado areno lodoso de guijas a arenisca de grano fino, seguidas de capas de arenisca conglomeráticas alternadas con capas de arenisca

Conformado por capas gruesas y medianas, con geometría cuneiforme, en contacto neto y contacto ondulado hacia el techo. Laminación cruzada en capas de arenisca. Texturalmente se caracteriza por presentar en la base capas de conglomerados areno lodoso de guijas, seguidos por capas de arenisca conglomerática de granos muy grueso, grueso, medio, fino y gránulos, algunas con gradación normal, de arenisca conglomeratica de grano grueso y gránulos, a arenisca de grano grueso, y capas con gradación inversa, de arenisca de grano medio, a arenisca conglomeratica de grano grueso y gránulos, luego capas de arenisca de grano fino. Le siguen alternancias de capas de arenisca conglomeratica y ligeramente conglomeratica de grano grueso, medio y gránulos con capas de arenisca de grano muy fino, fino, medio. Presentan granos

subangulares a subredondeados y selección pobre a regular. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita sublitococonglomerado, sublitarenita.

SEGMENTO 3

Sección Carrizal: alternancia de arenisca conglomeratica con capa de limolita, seguido por secuencia granodecreciente de arenisca ligeramente conglomeratica a arenisca lodosa.

Conformado por capas medianas a muy gruesas, en contactos netos a ondulado, con algunas capas de geometría cuneiforme, laminación plano paralela en capas de arenisca conglomeratica y cruzada plana en arenisca. Texturalmente se caracteriza por presentar capas de arenisca ligeramente conglomeratica y conglomeratica de grano medio y guijas alternadas con capas de limolitas y arenisca de grano medio. Hacia el techo capa con gradación normal de arenisca ligeramente conglomeratica de gránulos a arenisca de grano fino, seguida por capa de arenisca de grano muy fino y arenisca lodosa de grano muy fino. Presenta granos subangulares a subredondeados y redondeados hacia el tope, con selección pobre y buena en el techo. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita sublitococonglomeratica, sublitarenita, cuarzoarenita.

Sección La Punta: alternancia de arenisca conglomeratica con capa de arenisca seguido capa de arenisca ligeramente conglomeratica.

Consta de capas delgadas a gruesas, en contactos netos a ondulados, en la base algunas capas de geometría cuneiforme, laminación cruzada plana en capas de arenisca. Texturalmente se caracteriza por presentar capas de arenisca conglomeratica y ligeramente conglomeratica de grano fino, medio, grueso y gránulos alternadas con capas de arenisca de grano fino. En el tope capa de arenisca ligeramente conglomeratica de grano fino y gránulos. Presenta granos subredondeados a subangulares y selección regular. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita.

4.2.1.2 MIEMBRO MEDIO

El miembro medio de la Formación Los Santos se diferencia por los rasgos litoestratigráfico observables en campo para las secciones estratigráficas La Punta (figura 3), Carrizal (figura 4) (Mesa De Los Santos) y La Cueva (Curiti) por intercalaciones de arcillolitas, limolitas, limolitas arenosas y arenisca lodosas de grano muy fino a fino y algunas capas de arenisca de grano fino y medio. Presenta un espesor de 22.65 m, 41 m y 13.55 m para las secciones La Punta, Carrizal y La Cueva respectivamente. Para las secciones estratigráficas el contacto entre el miembro inferior y el miembro medio se observa de manera transicional, sin embargo, el contacto entre estos miembros se marca a partir de la litología mas fina característica del miembro medio.

SEGMENTO 4

Sección Carrizal

Conformado por capas medianas a muy gruesas, en contactos neto, ondulado y plano, en la base capa de arenisca con geometría cuneiforme y en el techo capa lenticular de arenisca de grano grueso con lente de limolita. Laminación cruzada plana en capa de arenisca (figura 5), laminación en artesa y cruzada plana en capas de arenisca lodosas y laminación plano paralela discontinua y ondulada discontinua en algunas capas de limolitas. Texturalmente se caracteriza por presentar en la base del segmento dos secuencias granocreciente de capas de de arcillolitas, seguida por capas de limolitas, capas de areniscas lodosas y arenisca de fino; en la parte media del segmento se presentan areniscas lodosas de grano medio, algunas capas con gradación normal a areniscas lodosas de grano grueso a medio, intercaladas con limolitas arenosas; hacia el techo alternancias de areniscas lodosa con arenisca de grano fino y medio, e intercalaciones con limolitas. Presenta granos subredondeados a subangulares. Las arcillolitas, limolitas y limolitas arenosas presentan manchas verdosas en forma de raíz,

ubicadas de forma perpendicular o paralelas a la estratificación; pueden presentar la misma litología de la capa que la contiene y en ocasiones presenta cambios granulométricos ya sea de manera concéntrica (figura 6) o aleatoriamente en toda la mancha verdosa. Se observa algunas grietas de desecación rellenas por material de la capa suprayacente (figura 7); intraclastos de material limo arcilloso y bioturbación en algunas capas. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita, subarcosa, cuarzoarenita.

Sección La Punta

Consta de capas medianas a gruesas, en contactos neto, ondulado y plano discontinuo; en la parte media y techo del segmento se observa geometría cuneiforme en capas de arenisca lodosa y hacia el techo capa lenticular de arenisca de grano fino. Laminación plano paralela discontinua y ondulada discontinua. Texturalmente se caracteriza la mitad inferior por capas de limolita arenosa, arenisca de grano medio, seguidas por capas de limolita, arenisca lodosa y arenisca de grano muy fino; la mitad superior esta conformada por areniscas lodosa alternadas con capas de limolitas y limolita arenosa. Presenta granos subredondeados a subangulares y selección pobre a regular. Las limolitas y limolitas arenosas presentan manchas verdosas en forma de raíz, ubicadas de forma perpendicular o paralelas a la estratificación; pueden presentar la misma litología de la capa que la contiene y en ocasiones presenta cambios granulométricos. En la mitad superior del miembro se presentan grietas de desecación rellenas por material de la capa suprayacente. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita, subarcosa, cuarzoarenita.

4.2.1.3 Miembro Superior

El miembro superior de la Formación Los Santos con predominio arenoso presenta espesores de 48.7 m, 33 m y 32.65 m para las secciones La punta,

Carrizal y La Cuevana respectivamente. El contacto inferior del miembro superior con el miembro medio es concordante

SEGMENTO 5:

Sección Carrizal

Conformados por capas delgadas, medianas, gruesas y muy gruesas, en contactos planos y netos, con geometría cuneiformes; laminación cruzada plana, ondulada paralela continua y discontinua y laminación plano paralela continua a discontinua. Presenta rastros de disolución e intraclastos de arcilla alargados. Texturalmente la parte media inferior se caracteriza por alternancias de arenisca de grano fino y medio con algunas capas de arenisca de grano grueso; la parte media superior esta conformada por capas de arenisca de grano medio. Los granos son subredondeados y la selección regular a buena. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita, cuarzoarenita.

Sección La Punta

Conformados por capas delgadas, medianas, gruesas y muy gruesas, en contactos planos y netos, con geometría cuneiformes; laminación cruzada plana, en artesa, laminación plano paralela continua a discontinua, ondulada paralela continua y discontinua. Presenta intraclastos de limolita de color verdoso sin orden preferencial (figura 8). Lente de arcillolita en capa de arenisca de grano fino. Texturalmente se caracteriza por presentar en la base capas de arenisca de grano fino y capas con gradación normal de arenisca de grano medio a fino; en la parte media del segmento capas con gradación normal de arenisca de grano medio a fino alternadas con capas de arenisca de grano fino y capas de limolitas, en el tope capas de arenisca de grano alternadas con arenisca de grano fino. Los granos son subredondeados a redondeados con selección buena. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita, cuarzoarenita.

4.2.2 Sección Estratigráfica La Cuevana (Curiti)

4.2.2.1 Miembro Inferior

El miembro inferior consta de un espesor de 75.5 m y se encuentra en discordancia litológica con la unidad infrayacente siendo esta la Formación Silgara de la cual se levantaron 10 m representados por esquistos micáceos con alta meteorización y presencia de cuarzo en formas de venas paralelas a los planos de esquistosidad.

SEGMENTO 1

Alternancia de conglomerados areno lodoso con capas de arenisca de grano medio y areniscas conglomeráticas.

Conformado por capas muy gruesas a gruesas en contactos irregulares, netos y ondulado continuo a difuso. Hacia el techo laminación plano paralela en capas conglomeráticas areno lodoso de gránulos. Texturalmente esta conformado en la mitad inferior por conglomerados areno lodosos de guijas con guijarros flotantes en la base, seguidos por capas de arenisca de grano medio con nódulos (figura 9), luego capas con gradación inversa de arenisca conglomerática de grano medio a conglomerado areno lodoso de guijas con intraclastos limo arcilloso. La mitad superior consta de capa de limolita con geometría cuneiforme, seguida de alternancias de capas de arenisca conglomerática de grano medio y gránulos, con capas de limolita y conglomerados areno lodoso de guijas. Los granos en la base del segmento son subangulares y subredondeados en el techo; selección pobre. Composicionalmente se clasifican como sublitoconglomerado, sublitarenita conglomerática y sublitarenita.

SEGMENTO 2

En la base secuencia granodecreciente de conglomerado areno lodoso de guijas a arenisca de grano medio y fino, seguidas de capas de arenisca alternadas con capas de limolitas.

Consta de capas muy gruesas y gruesas en contactos netos a ondulado. Algunas capas de arenisca con geometría cuneiforme, laminación cruzada plana discontinua en capa de arenisca conglomeratica, laminación ondulada no paralela en capa de limolita y laminación plano paralela discontinua en capa de arenisca. Texturalmente se caracteriza por presentar en la base capas de conglomerados arenoso lodos de guijas, seguidos por capas de arenisca conglomeratica de grano medio, grueso y gránulos y capas con gradación normal de arenisca de grano medio a fino; le siguen capas de arenisca alternadas con capas de limolitas y arcillolita. Presenta granos subangulares a subredondeados y selección pobre, regular y buena hacia el techo. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita sublitoconglomeratica, sublitarenita, subarcosa.

SEGMENTO 3

Secuencia granodecreciente de arenisca ligeramente conglomeratica a arenisca lodosa.

Consta de capas delgadas a gruesas, en contactos netos a ondulados, algunas capas de geometría cuneiforme, laminación plano paralela y cruzada plana en capas de arenisca, y laminación ondulada en capa de arenisca lodosa. Texturalmente se caracteriza por presentar capas de arenisca ligeramente conglomeratica de grano grueso y gránulos, seguida por capa alternadas de arenisca de grano fino, medio, grueso; en el tope capas de arenisca lodosa de grano medio, algunas granocreciente de arenisca lodosa de grano fino a medio y grueso. Presenta granos subangulares a subredondeados y selección buena a

regular. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita sublitoconglomerática, sublitarenita, subarcosa, cuarzoarenita.

4.2.2.2 Miembro Medio

SEGMENTO 4

Capas medianas a gruesas, en contacto neto y plano discontinuo; en el techo se observa geometría cuneiforme en capa de arenisca de grano fino; hacia la base laminación cruzada plana discontinua y laminación plano paralela discontinua. Texturalmente se caracteriza por presentar intercalaciones de capas de limolitas con capas de arcillolitas. Son mas comunes las grietas desecación las cuales se encuentran rellenas por el material de la capa suprayacente, se observan alguna manchas verdosas que van perpendicular a la estratificación y de forma aleatoria en la capa, con algunos pequeños cambios granulométricos.

4.2.2.3 Miembro Superior

SEGMENTO 5

Conformado por capas delgadas, medianas y gruesas en contacto irregular, neto discontinuo, capas con geometría cuneiforme y laminación en artesa cruzada plana, ondula discontinua y plano paralela discontinua. Contiene intraclastos arcillosos de color verdoso. Texturalmente se caracteriza por presentar en la base capa con gradación normal de arenisca conglomerática de guijas a arenisca de grano medio, seguida por capas de arenisca de grano fino alternadas con capas de arenisca de grano medio y capas con gradación inversa de arenisca de grano fino a medio; en la parte medio del segmento capas de arenisca de grano fino

alternadas con capas de arenisca de grano muy fino; en el tope capas de limolita y arenisca de grano fino alternadas con arenisca de grano medio. Los granos son subredondeados a subangulares con selección regular a buena. Composicionalmente se clasifica como sublitarenita, subarcosa y cuarzoarenita.

5. FACIES Y AMBIENTES

Con base en la descripción de los diferentes miembros de la Formación Los Santos para las secciones estratigráficas descritas anteriormente, se identificaron las siguientes facies teniendo como base las facies determinadas por Miall (1978) y Laverde (1985).

5.1 FACIES CONGLOMERÁTICAS:

- Gc Conglomerado clasto soportado
- Gmm Conglomerado matriz soportado
- Gmg Conglomerado matriz soportado con gradación
- Gp Conglomerado matriz soportado con laminación cruzada plana
- Gh Conglomerado matriz soportado con laminación plano paralela
- Gt Conglomerados matriz soportado con laminación cruzada en artesa

Facies Gc: Conglomerado clasto soportado.

Este representada por capas muy gruesas con gradación normal de conglomerados de guijarros a gránulos y capas de guijas a gránulos. Se caracterizan por la ausencia de estructuras sedimentarias internas, mal selección y granos angulares a subangulares.

Facies Gmm: Conglomerado matriz soportado.

Este representada por capas gruesas a muy gruesas de conglomerados soportados por una matriz de arena, limo y lodo; con presencia de guijas a gránulos. Se caracterizan por la ausencia de estructuras sedimentarias internas, mal selección y granos angulares a subangulares.

Facies Gmg: Conglomerado matriz soportado con gradación.

Conformada por capas gruesas con gradación tanto normal como inversa; Soportados por una matriz de arena, limo y lodo; con presencia de guijas a gránulos. Se caracterizan por la ausencia de estructuras sedimentarias internas, mal selección y granos angulares a subangulares.

Facies Gp: Conglomerado matriz soportado con laminación cruzada plana

Capas gruesas de conglomerado areno lodoso de grano grueso y guijas; los granos de la fracción grava granos subangulares y los de la arena subangulares a subredondeados. Las capas gradan ocasionalmente desde conglomerados areno lodoso de grano grueso y guijas a arenisca de grano medio.

Facies Gh: Conglomerado matriz soportado con laminación plano paralela

Capas gruesas de conglomerados de grano grueso y guijas, con matriz areno lodosa; mal selección y granos angulares a subangulares.

Facies Gt: Conglomerados matriz soportado con laminación cruzada en artesa

Esta representada localmente por capa gruesa con gradación normal de conglomerado de gránulos soportado por matriz de arena predominantemente gruesa sobre mediana y muy gruesa, a arenisca de grano medio. Presenta selección regular y granos subangulares.

5.2 FACIES DE ARENISCA CONGLOMERATICA

Ac Arenisca conglomeratica

Acg arenisca conglomeratica de grano medio y grueso

Sl Arenisca ligeramente conglomeratica con laminación cruzada

Facies Ac: Arenisca conglomeratica.

Esta conformada por capas muy gruesas y gruesas de arenisca de grano medio, grueso a muy grueso y gránulos a guijas; en ocasiones puede variar a facies de arenisca ligeramente conglomerática, algunas con laminación plano paralela discontinua, lentes de arenisca de grano grueso y otras con capas de geometría

cuneiforme. La fracción arenosa como la grava presenta selección de regular a pobre, granos subangulares a subredondeados. Caracterizada por la ausencia de estructuras sedimentarias.

Facies Acg: Arenisca conglomerática con gradación

Capas con gradación normal de arenisca conglomerática de grano de grueso y gránulos, a arenisca grano a medio; y gradación inversa en capa de arenisca conglomerática de grano fino y gránulos a arenisca de grano muy fina. En ocasiones se pueden presentar capas gradadas de arenisca ligeramente conglomerática de guijas a arenisca de grano fino y medio con laminación plano paralela. La Selección es de regular a pobre y granos subangulares a subredondeados.

Facies SI: Arenisca ligeramente conglomerática con laminación cruzada

Capa muy gruesa de arenisca conglomerática de grano medio y gránulos, selección pobre a regular y granos subredondeados a subangulares con laminación cruzada plana discontinua.

5.3 FACIES ARENOSAS

- Sm arenisca masiva
- Sh arenisca con laminación plano paralela
- Sp arenisca con laminación cruzada
- St arenisca con laminación en artesa
- Aop arenisca con laminación ondulada

Facies Sm: Arenisca masiva

Conformada por capas delgadas, medianas, gruesas y muy gruesas de arenisca de grano muy fino, fino y medio, en ocasiones puede variar a facies con geometría cuneiforme; algunas capas se pueden encontrar con gradación normal de arenisca de grano medio a fino.

Facies Sh: Arenisca con laminación plano paralela

Esta conformada por capas medianas, gruesas y muy gruesas de arenisca de grano fino, medio y grueso, puede variar a facie con capas de geometría cuneiforme, laminación plano paralela, en ocasiones laminación plano paralela discontinua. la selección varia de buena a regular, los granos son subredondeados a redondeados

Facies Sp: Arenisca con laminación cruzada plana

Esta representada por capas medianas, gruesas y muy gruesas de arenisca de grano muy fino, fino y medio, en ocasiones puede variar a facies capas de geometría cuneiforme; algunas capas pueden presentar gradación inversa de grano fino a medio. la selección varia de buena a regular, los granos son subredondeados a redondeados

Facies St: Arenisca con laminación en artesa

Capas gruesas de arenisca de grano medio con laminación en artesa. la selección varia de buena, los granos son subredondeados

Facies Aop: Arenisca con laminación ondulada

Esta representada por capas medianas, gruesas a muy gruesas de arenisca de grano medio con laminación ondulada, en ocasiones laminación ondulada discontinua.

5.4 FACIES ARENISCA LODOSA

Al arenisca lodosa y ligeramente lodosa

Alp arenisca lodosa y ligeramente lodosa con laminación plano paralela

Alo arenisca lodosa y ligeramente lodosa con laminación ondulada

Facies Al: Arenisca lodosa

Conformada por capas gruesa y muy gruesas de arenisca lodosa de grano fino y muy fino, medio y pueden presentar gradación normal de arenisca de grano

grueso a medio; algunas capas con lentes de arenisca de grano medio o lente de limolita, otras con bioturbación, geometría lenticular y otras variando a facies de arenisca ligeramente lodosa, se caracteriza por la ausencia de estructuras sedimentarias. La selección es regular.

Facies Alp: arenisca lodosa con laminación cruzada plana

Conformadas gruesas de arenisca de grano muy fino, fino y medio con laminación cruzada plana. Pueden variar a facies de arenisca ligeramente lodosa.

5.5 FACIES LIMOSAS

Fl limolita y limolita arenosa

Fsc limolita y arcillolita

Facies Fl: limolitas, limolitas arenosas

Capas medianas, gruesas y muy gruesas de limolitas y limolita arenosa. Se caracteriza por la ausencia de estructuras sedimentarias.

Facies Fsc: limolita y arcillolita

Capas medianas, gruesas y muy gruesas de limolita y arcillolita algunas con laminación plano paralela discontinua, ondulada discontinua y cruzada plana.

6. INTERPRETACION

Las facies descritas anteriormente para las secciones estratigráficas reflejan:

6.1 MIEMBRO INFERIOR

SEGMENTO 1

Representado por facies de conglomerados y arenisca conglomeráticas, típico de depósitos de abanico aluvial asociado a ríos trezados en donde pudieron estar involucrados flujos de corrientes y de detritos. Estos depósitos muestran características de un abanico medio debido a los tamaños gruesos, pocas estructuras sedimentarias y a la mal selección. Además, Para las secciones La Punta y La Cuevana este segmento se asemeja a depósitos de un abanico distal, también, asociados a ríos trezados, por presentar facies de conglomerados y areniscas, con tamaños más finos en comparación al abanico medio y algunas estructuras sedimentarias.

SEGMENTO 2 Y 3

Característico de facies de arenisca conglomeratica y facies arenosas, observándose estructuras sedimentarias incipientes, capas masivas y laminación cruzada discontinua, lo cual puede reflejar depósitos de barra longitudinales a transversales asociados a ríos trezados; en el segmento 3 presenta secuencias granodecreciente marcando el cambio de depósitos ríos trezados a ríos meandros generando depósitos de canal.

6.2 MIEMBRO MEDIO

SEGMENTO 4

Esta representado por facies arenosa, con mayor predominio de facies de arenisca lodosa y facies lodosas; caracterizando depósitos de llanura de inundación y crevasse splay asociados a ríos meándricos. Este segmento se aprecia manchas verdosas como producto de la materia orgánica.

6.3 MIEMBRO SUPERIOR

SEGMENTO 5

Representado principalmente por facies arenosas, mostrando características de depósitos de canales amalgamados, desarrollados en valles estrechos, y depósitos de crevasse splay.

7. CONCLUSIONES

En la Formación Los Santos se diferenciaron tres miembros caracterizados por los rasgos litoestratigráfico observados en campo para las secciones las secciones estratigráficas La Punta, Carrizal (Mesa De Los Santos) y La Cuevana (Curiti).

El miembro inferior en la secciones estratigráficas es representado por conglomerados matriz soportados que están alternados con arenisca conglomeráticas y areniscas de grano medio, observándose de base a tope un decrecimiento de grano.

Para las secciones La Punta y carrizal (Mesa de los Santos) el miembro medio presenta variaciones de tamaños de grano, representados por arenisca lodosa, limolita arenosa, limolita, lodolitas y algunas capas de arcillolita, mientras, para la sección La Cuevana este segmento esta constituido por limolitas y arcillolitas.

El miembro superior esta conformado por alternancias de arenisca de grano medio a fino y muy fino y capas con geometría cuneiforme, laminación cruzada plana a paralela plana; en la sección La Punta este miembro presenta alternancias con algunas capas de limolita y arcillolita.

Al comparar los miembros de las secciones estratigráficas se observa que en la sección La Cuevana (Curiti) el miembro medio se adelgaza en cuanto a espesor en comparación a las demás secciones.

Con base en la identificación de las facies de la formación los santos en las diferentes secciones estratigráficas La Punta, Carrizal y Curiti, se relacionan los depósitos a ambientes de abanico aluvial tanto proximal y medio, a barras

transversales y longitudinales, todos estos asociados a ríos trezados y depósitos de canal, llanura de inundación, crevasse splay asociados a ríos meándricos.

Teniendo en cuenta las características granulométricas descritas anteriormente para las secciones estratigráficas, el miembro superior de la sección La Punta y La Cueva se identifica posibles acuíferos y para la sección Carrizal como acuíferos fracturados; el miembro medio se relaciona como un acuitardo al igual que el miembro inferior el cual presenta alto contenido de matriz limo arenosa.

8. REFERENCIAS

Boggs, J (2001), Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Third Edition, Prentice hall, New Jersey.

Cruz, G., Caballero, V. Álvarez, M. 2.004. Petrología sedimentaria – Guías de Laboratorio. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Cediel, F. 1968. El grupo Girón, una molasa mesozoica de la cordillera Oriental. Servicio Geológica Nacional. Boletín Geológico. Bogotá

Clavijo, J., 1985. La secuencia de la Formación Los Santos en la quebrada Piedra Azul: registro de una hoya fluvial evanescente. En: Etayo-Serna, F., Laverde, F., Proyecto Cretácico. INGEOMINAS. Bogotá, cap. IV

Clavijo, Royero. 2001. Mapa Geológico generalizado del departamento de Santander (Escala 1:400.000) Memoria Explicativa, INGEOMINAS, Bogotá

Collinson, J. D., 1979, Alluvial Sediments. En: Sedimentary Environments and Facies (Reading, H. G.) Elsevier. Nueva York, pp 15-59.

Etayo-Serna, F., Rodríguez, G. 1985. Edad de la Formación Los Santos. En: Etayo-Serna, F., Laverde, F., Proyecto Cretácico. INGEOMINAS. Bogotá, cap. XXVI

Etayo-Serna, F. 1989. Análisis facial del inicio del avance marino del Cretácico en la región SW del Macizo de Santander. V Congreso Colombiano de Geología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá,

Galloway W., D.Hobday D. K. (1996) Terrigenous clastic depositional systems, 2nd Edition, Springer – Verlag.

Hedberg. H. 1931. Standard Stratigraphic Section of the Department of Santander, Colombia. Venezuela Gulf Oil Company, Geological Department. Venezuela

INGEOMINAS – UIS. 2008. Investigación geológica e hidrogeológica en la Mesa de Los Santos, Sector Nordeste de Curití y borde occidental del Macizo de Santander, Departamento de Santander. (Fecha de elaboración, trabajo en proceso de publicación).

Julivert,, M., 1958. La morfoestructura de la zona de Mesas al SW de Bucaramanga. Boletín de Geología, (1): 7-44. UIS. Bucaramanga.

Julivert, T, M, 1968. Lexique Stratigraphique Internacional. Volumen V, Fascicule 4a. Ingeominas

Julivert, M.; Barrero, D.; Navas, J., 1964. Geología de la Mesa de los Santos. Boletín de Geología. Universidad Industrial de Santander. N°18. Pp. 5-11.

Laverde, F.; Clavijo, J., 1985. Análisis facial de la Formación Los Santos según el corte de "Tu y Yo" (Zapatoca). En: Etayo-Serna, F., Laverde, F., Proyecto Cretácico. INGEOMINAS. Bogotá, capt VI

Laverde, F., 1985. La Formación Los Santos: un depósito continental anterior al ingreso marino del Cretácico. En: En: Etayo-Serna, F., Laverde, F., Proyecto Cretácico. INGEOMINAS. Bogotá, capt XX

Miall, A., 1992, Alluvial Deposits. En: Facies Models (Walker, R. C., James, N. P.), Geological Association of Canada, Love printing LTDA.

Morales, L. et al 1958. General geology and oil occurrence of the Middle Magdalena Valley, Colombia in Habitat of oil a symposium American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Tulsa.

Reading, H. G., 1979, Sedimentary Environments and Facies. Elsevier. Nueva York

Renzoni, G. 1985. Paleoambientes de la Formación Tambor en la quebrada Pujamanes. En: Etayo-Serna, F., Laverde, F., Proyecto Cretácico. INGEOMINAS. Bogotá, cap III

Rodríguez, E.; Pedraza, P., 1994. El Maastrichtiano de la región Honda-Guaduas, límite N del Valle Superior del Magdalena: Registro sedimentario de un delta dominado por ríos trenzados. En: Etayo-Serna, F., Estudios Geológicos del Valle Superior del Magdalena, Universidad Nacional de Colombia, Empresa Colombiana de Petróleos. Bogotá, cap III.

Selley, Richard C, 1978, Concepts and methods of subsurface facies analysis, Education course notes series #9, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa.

Vera, J. A., 1994, Estratigrafía: Principios y Métodos, Ediciones Rueda, España.

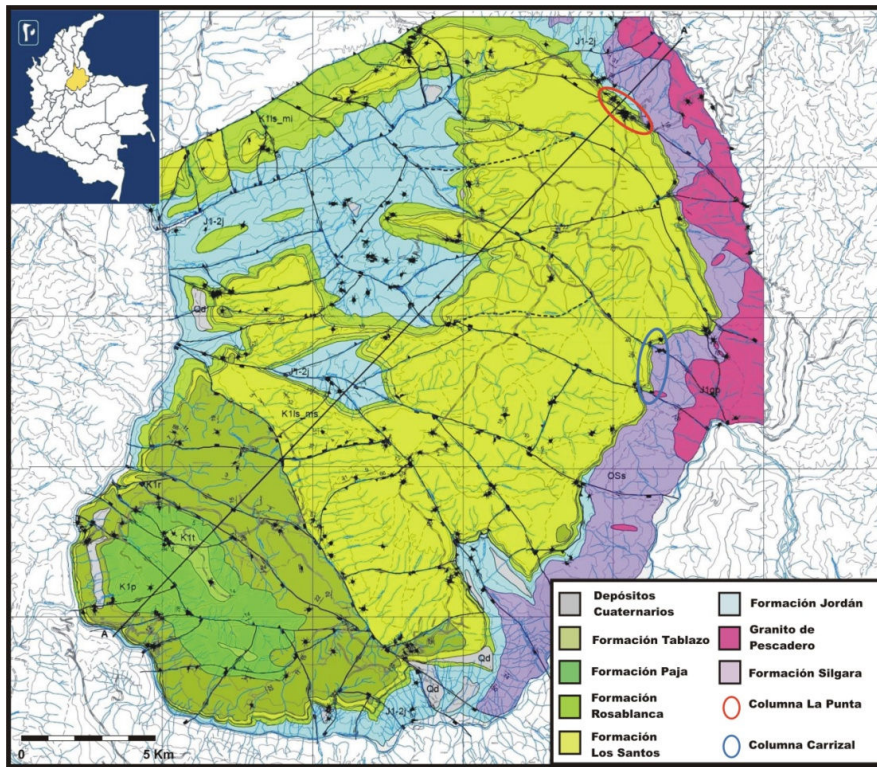


Figura 1. Ubicación de la Sección estratigráfica La Punta y Carrizal

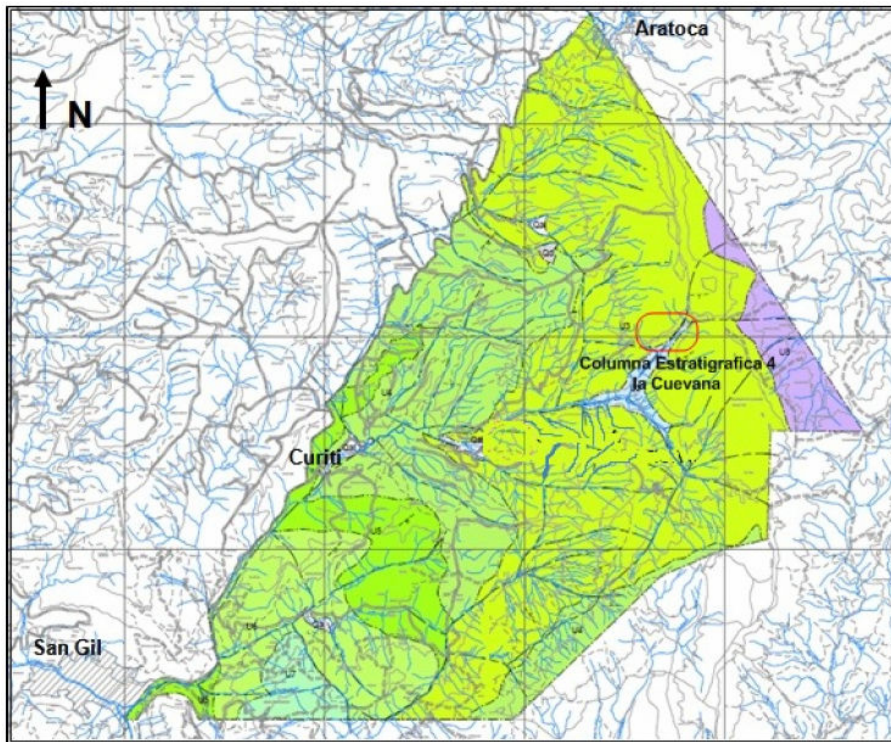


Figura 2. Ubicación de la Sección estratigráfica La Cuevana



Figura 3. Panorámica del Miembro medio, sección La punta

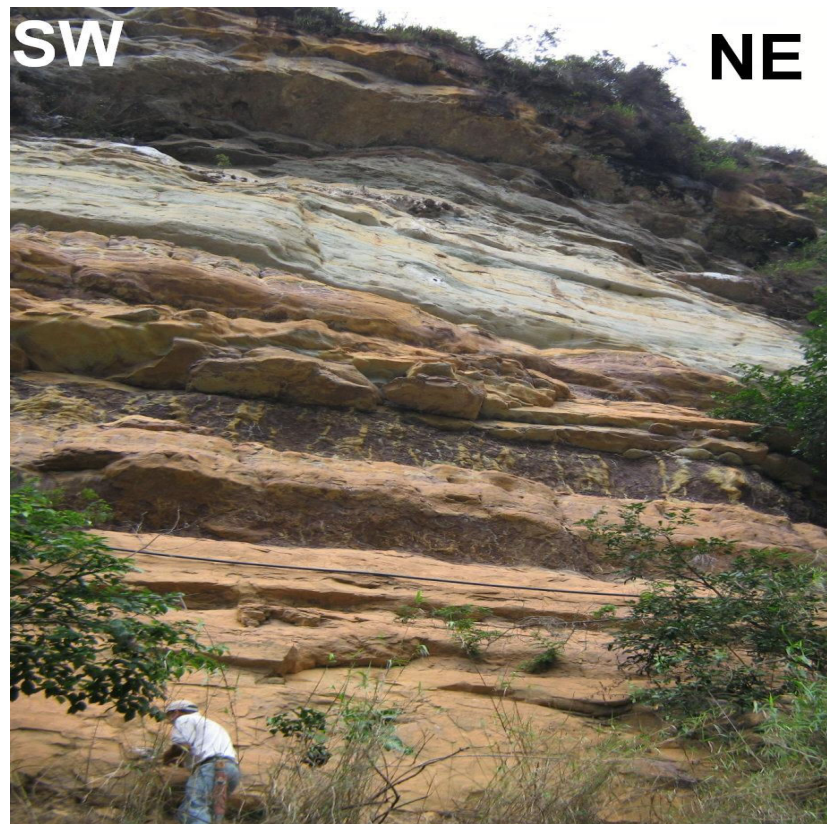
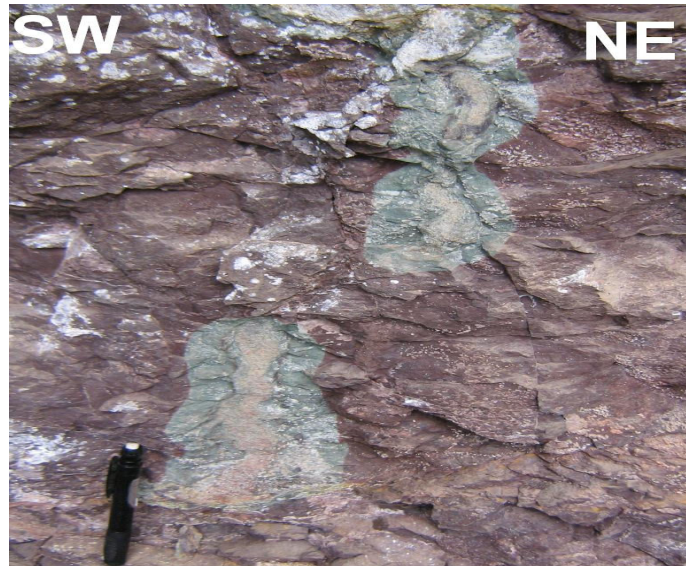


Figura 4. Panorámica del Miembro medio, sección Carrizal



Figura 5. Laminación cruzada, Miembro medio sección Carrizal



1

Figura 6. Manchas verdosas aumentando el tamaño de grano concéntricamente, Miembro medio sección carrizal



Figura 7. Grietas de desecación, Miembro medio sección carrizal



Figura 8. Intraclastos de limolita. Miembro superior sección La Punta



Figura 9. Nódulo de limolita, Miembro Inferior sección la Cuevana

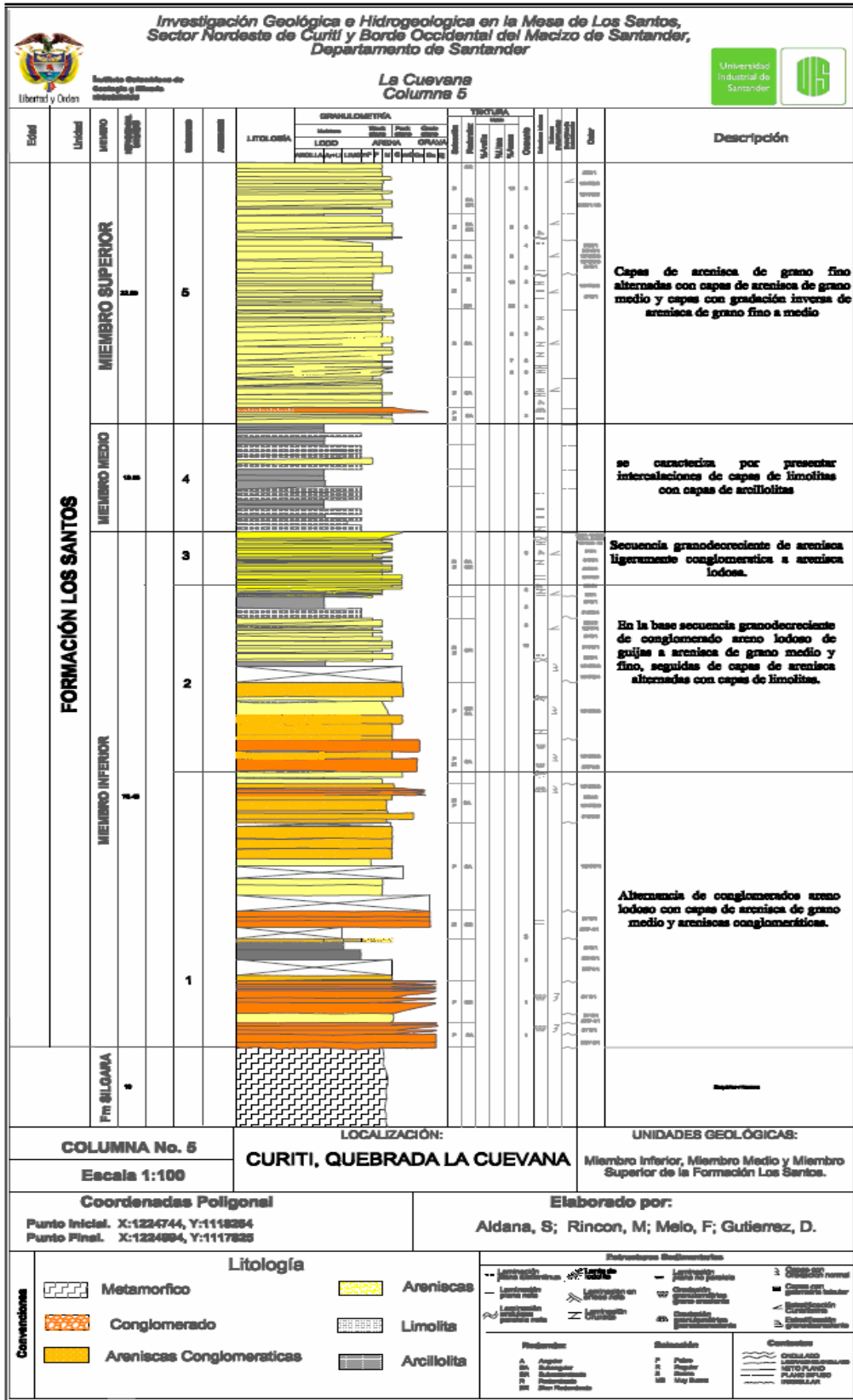


Figura 12. Columna estratigráfica de la Formación Los santos, sección La Cuevana (Curiti)