

**EVALUACION DE RECURSOS CARBONIFEROS DE LA
FORMACION UMIR EN EL FLANCO OESTE DEL SINCLINAL DE
NUEVO MUNDO (AREA DE CONCESION INGEOMINAS FGJ-151)**

**JESUS DAVID ARENAS NAVARRO
RUBEN AUGUSTO MENDOZA GELVEZ**

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE GEOLOGIA

UIS

AGOSTO DE 2009

**EVALUACION DE RECURSOS CARBONIFEROS DE LA
FORMACION UMIR EN EL FLANCO OESTE DEL SINCLINAL DE
NUEVO MUNDO (AREA DE CONCESION INGEOMINAS FGJ-151)**

PROGRAMA DE TRABAJO Y OBRAS P.T.O

COMPONENTE GEOLOGICO

Elaboró

JESUS DAVID ARENAS NAVARRO 2000065

RUBEN AUGUSTO MENDOZA GELVEZ 2012521

DIRECTOR:

Geol. RICARDIO MIER UMAÑA

TUTOR:

Ph.D. JOSE ALFONSO TAMARA P.

FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE GEOLOGIA

UIS

AGOSTO DE 2009

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	20
OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL.....	21
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
ALCANCES.....	23
1. GENERALIDADES	
1.1. LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO AL ÁREA	25
1.2. DELIMITACION DEL AREA Y ALINDERACION DEL CONTRATO DE CONCESION.....	25
1.3. TEMPERATURA.....	27
1.4. PRECIPITACION.....	27
1.5. HIDROGRAFIA.....	28
1.6. VIENTOS.....	29
1.7. ZONIFICACION CLIMATICA.....	29
1.8. SUELOS.....	32
1.9. FLORA Y FAUNA.....	32
2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	34
2.1. FASE I EXPLORACION DE SUPERFICIE.....	34
2.1.1. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA.....	35
2.2. FASE II EXPLORACION DE SUPERFICIE TRABAJOS DE TRINCHERAS Y APIQUES.....	37

2.3. FASE III EXPLORACION CON TRINCHERAS REALIZADAS CON RETROEXCAVADORA.....	39
3. GEOLOGIA.....	47
3.1. GEOMORFOLOGIA.....	48
3.2. METODOLOGÍA.....	49
3.3. GEOLOGÍA REGIONAL.....	54
3.4. ESTRATIGRAFIA REGIONAL.....	59
3.4.1. Formación Girón (Jg)	61
3.4.2. Formación Tambor (Kita)	63
3.4.3. Formación Rosablanca (Kir)	63
3.4.4. Formación Paja (Kip)	63
3.4.5. Formación tablazo cretáceo inf. (albiano) (kit)	65
3.4.6. Formación Simití cretáceo inf. (albiano) (kis)	67
3.4.7. Formación la Luna cretáceo sup.-turoniano (Coniaciano y Santoniano?) (Ksl)	67
3.4.8. Formación Umir cretáceo sup. (Campaniano-Maestrichtiano) (Ksu)	69
3.4.9. Formación Lizama (tpl) terciario.....	70
3.4.10. Formación la paz (tel)	70
3.4.11. Formación esmeraldas (tee)	71
3.4.12. Formación Mugrosa (Tom)	71
3.4.13. Formación Colorado (Toc)	72
3.4.14. Grupo Real (tmr)	72

3.4.15. Depósitos del Cuaternario. (Q)	74
3.5. ESTRATIGRAFIA LOCAL.....	76
3.5.1. Formación Lizama.....	77
3.5.2. Formación Umir.....	81
3.5.3. Localización de los carbones en la formación Umir.....	87
3.6. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	92
3.6.1. Falla la salina.....	95
3.6.2. Sinclinal de peña de oro.....	96
3.6.3. Sinclinal de Nuevo Mundo.....	96
3.6.4. Quebrada Comején (Lineamiento)	96
3.7. DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS CARBONIFEROS EXISTENTES.....	99
3.7.1. Cinta 1.....	101
3.7.2. Manto 1.....	101
3.7.3. Cinta 2.....	102
3.7.4. Manto2.....	102
3.7.5. Cinta 3.....	103
3.7.6. Manto 3.....	103
3.7.7. Manto 4.....	103
3.7.8. Manto 5.....	105
3.7.9. Manto 6.....	105
3.7.10. Manto 7.....	105

3.7.11. Manto 8.....	105
3.7.12. Cinta 4.....	105
3.8. RESERVAS EXISTENTES.....	106
3.8.1 Metodología.....	106
3.8.2 Reservas Básicas Medidas.....	107
3.8.3 Reservas Básicas Indicadas.....	107
3.8.4. Reservas Básicas Inferidas.....	107
3.8.5. Calculo de Reservas.....	108
3.8.5.1. Reservas Medidas De Carbón.....	110
3.8.5.2. Reservas Indicadas De Carbón.....	110
3.8.5.3. Reservas Inferidas De Carbón.....	112
3.8.6. RESERVAS MEDIDAS TOTALES.....	113
3.8.7. RESERVAS INDICADAS TOTALES.....	113
3.8.8. RESERVAS INFERIDAS TOTALES.....	114
3.8.9. TOTAL DE RESERVAS.....	114
4. CONCLUSIONES.....	115
5. BIBLIOGRAFIA.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de estudio del presente proyecto.

Figura 2. Área del contrato de Concesión, tomada del CMC INGEOMINAS.

Figura 3. Muestreo de Trincheras con retroexcavadora.

Figura 4. Trabajo de Trincheras con retroexcavadora.

Figura 5. Mosaico fotográfico de la trinchera realizada con retroexcavadora en la finca La Estrella, propiedad del señor Luis Ramírez, donde se destaca una secuencia de mantos de carbón que presentan espesores de 1 y 1,15 m, los cuales se denominaron posteriormente Mantos N° 4 y N° 5.

Figura 6. Mosaico fotográfico de la Trinchera realizada por retroexcavadora en la finca del señor Luis Ramírez, donde se encontró un manto de carbón con 2,7 m de espesor, el cual se denominó Manto N°3

Figura 7. Mosaico fotográfico del estado inicial de la finca del señor Reynaldo Espinoza, antes de la realización de las trincheras por medio de la retroexcavadora 320 L, Entrada y parte frontal de la finca.

Figura 8. Mosaico fotográfico de la llegada de la retroexcavadora CAT 320L, a la finca La Gaitana propiedad del señor Reynaldo Espinoza

Figura 9. Mosaico fotográfico de la parte posterior de la finca del señor Reynaldo Espinoza. Manto de carbón detectado con anterioridad, en la fase de exploración superficial sobre la estación RD-09.

Figura 10. Mosaico fotográfico de la Trinchera por retroexcavadora realizada en la finca la Gaitana donde se observa un manto de 2,20 m

de espesor que se denominó posteriormente Manto N° 4. Vista desde adentro de la trinchera.

Figura 11. Mosaico fotográfico de la trinchera por medio de retroexcavadora, que se debió realizar para poder localizar un manto de carbón de 1,05 m de espesor, el cual fue denominado manto N° 3, ubicado en la Finca La Gaitana.

Figura 12. Vista frontal de la trinchera realizada en la finca de la señora Hilda Rojas donde se encontró un manto de carbón de 2,5 m de espesor, que posteriormente se denominó manto N°1.

Figura 13. Vista desde adentro de la trinchera realizada con la retroexcavadora, en la cual se observa el manto de carbón encontrado gracias a esta labor, el cual tiene un espesor de 2,5 m y fue denominado como manto N°1, ubicado en la Finca de la Señora Hilda Rojas

Figura 14. Izquierda: Vista de frente y, desde adentro de la trinchera, del manto de 2,5 m de espesor denominado como manto N° 1, encontrado por los geólogos de campo durante los trabajos de retroexcavadora en la finca de la Señora Hilda Rojas. Derecha: Vista a detalle del carbón del manto N° 1

Figura 15. Vista de las estructuras más importantes en la Región donde se ubica el contrato de concesión

Figura 16. Vista oeste-este de las colinas y la topografía suave de Umir en contacto con la topografía abrupta de Lizama.

Figura 17. Correlación y nomenclatura del Cretácico y Terciario de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Catatumbo - Maracaibo de

las regiones oriental y occidental de Santander. (Adaptado de Ward, et al. (1973)

Figura 18. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DE LA CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA; Adaptado De Morales, L.; Bueno, 1.986; Govea y Aguilera, 1.986; Mojica y Franco, 1.992

Figura 19. Controles sobre la quebrada La Vizcaína, siguiendo la formación Lisama.

Figura 20. Columna estratigráfica realizada en la quebrada La Vizcaína.

Figura 21. Esquema estratigráfico del levantamiento de una columna estratigráfica realizada sobre la Quebrada La Vizcainita

Figura 22. Contacto de la formación Umir-Lisama

Figura. 23: Columna estratigráfica simplificada de la Fm. Umir (modificado de Morales et al., 1958). 1: Techo de la Fm. La Luna, 2: Fm. Umir, 3: Base de la Fm. Lisama.

Figura 24. Afloramiento de la formación Umir cubierta por el cuaternario.

Figura 25. Esquema estratigráfico de la formación Umir sobre los linderos de Reynaldo Espinoza

Figura 26. Esquema estratigráfico de la formación Umir sobre los linderos de Hilda Rojas

Figura 27. Afloramiento de carbón sobre los linderos del señor Reynaldo Espinoza.

Figura 28. Registro fotografico de las trincheras manuales sobre la finca del señor Reynaldo Espinoza.

Figura 29. Mosaico fotográfico de los linderos del señor Luis Ramírez.

Figura 30. Mosaico fotográfico sobre los linderos de la señora Hilda Rojas.

Figura 31. Mosaico fotográfico sobre la finca la Herencia.

Figura 32. Mapa geológico de la Zona Carbonífera Santander, parte occidental Fuente: Modificado del Mapa Geológico de Santander - Ingeominas, 1999

Figura. 33. Pliegues compuestos tipo 1. Tomado de Martínez Catalán, Geología Estructural y Dinámica Global, pg. 224

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Corresponden a la base topográfica de las planchas del IGAC, plancha 119-II-D.

Tabla 2. Mantos de carbón, Área Carbonífera San Luis, Sector Flanco Occidental (Tomado Minercol 2001).

Tabla 3. Características físico químicas de los carbones, base como se analiza, del Área Carbonífera San Luis, Sector Flanco Occidental. Carbones térmicos (Tomado Minercol 2001).

Tabla 4. Características físico químicas de los carbones, base como se analiza, del Área Carbonífera San Luis, Sector Flanco Occidental. Carbones coquizables (Tomado Minercol 2001).

Tabla 5. CÁLCULOS de reservas medidas de la trinchera 1

Tabla 6. CÁLCULOS de reservas medidas de la trinchera 2

Tabla 7. CÁLCULOS de reservas medidas de la trinchera 3

Tabla 8. CÁLCULOS de reservas indicadas de la trinchera 1

Tabla 9. CÁLCULOS de reservas indicadas de la trinchera 2

Tabla 10. CÁLCULOS de reservas indicadas de la trinchera 3

Tabla 11. CÁLCULOS de reservas inferidas de la trinchera 1

Tabla 12. CÁLCULOS de reservas inferidas de la trinchera 2

Tabla 13. CÁLCULOS de reservas inferidas de la trinchera 3

Tabla 14. CÁLCULOS de reservas medidas totales (sumatoria trinchera 1, 2 y 3)

Tabla 15. CÁLCULOS de reservas indicadas totales (sumatoria trinchera 1, 2 y 3)

Tabla 16. CÁLCULOS de reservas inferidas totales (sumatoria trinchera 1, 2 y 3)

Tabla 17. Cálculos de reservas totales (sumatoria Reservas medidas, indicadas e inferidas)

RESUMEN

TITULO: EVALUACION DE RECURSOS CARBONIFEROS DE LA FORMACIÓN UMIR EN EL FLANCO OESTE DEL SINCLINAL DE NUEVO MUNDO (AREÁ DE CONCESION INGEOMINAS FGJ-151).¹

AUTORES: JESUS DAVID ARENAS NAVARRO, RUBEN AUGUSTO MENDOZA GELVEZ.²

PALABRAS CLAVES: Cartografía, Sinclinal de Nuevo Mundo, San Vicente del Chucuri, yacimiento de carbón, calculo de reservas y minería.

El desarrollo de esta práctica empresarial, define en una primera parte la Estratigrafía y la tectónica de la zona de trabajo conocida como el área de concesión INGEOMINAS FGJ – 151, el cual está ubicado en el flanco oeste del Sinclinal de Nuevo Mundo, la extensión del área es de 600 hectáreas, y se encuentra localizado en el departamento de Santander en cercanías de San Vicente del Chucurí.

En el área afloran rocas sedimentarias las cuales constituyen el mayor dominio litológico de la zona de trabajo, estas abarcan desde el Cretácico superior hasta el Cuaternario. Se encuentran representados dentro el área de estudio por las formaciones Umir, y la formación Lisama, y el Cuaternario representado por depósitos aluviales y coluviones.

Aunque en la zona no se ven efectos tectónicos, los más representativos dentro del aspecto regional están marcados por el sistema de fallas de La Salina y el Sinclinal de Nuevo Mundo.

Por otro lado la segunda parte de este informe se ha desarrollado con fines de exploración minera de un yacimiento de carbón, de tal forma que se pueda definir no solo la cartografía geológica del área sino de igual forma definir las trazas de mantos y calcular las reservas que esta zona podría tener para futuros trabajos de minería y explotación dentro del área de Santander más específicamente en San Vicente del Chucurí, ya sea que se desarrolle minería a cielo abierto o minería subterránea.

¹ TRABAJO DE GRADO

² Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Geología. Director Ricardo Mier Umaña, Tutor: José Alfonso Tamara Osorio.

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION OF CARBONIFEROUS RESOURCES OF THE FORMATION UMIR IN THE FLANK WEST OF THE SINCLINAL OF NEW WORLD (AREÁ OF CONCESSION INGEOMINAS FGJ-151).¹

AUTHORS: JESUS DAVID ARENAS NAVARRO, RUBEN AUGUSTO MENDOZA GELVEZ.²

KEYWORDS: cartography, Nuevo Mundo Synclinal, San Vicente of the Chucurí, coal ore, calculate the reservations, and mining.

The development of this managerial practice, defines in a first part the Stratigraphy and the tectonic of the work area known as the concession area INGEOMINAS FGJ - 151, which is located in the west flank of the Nuevo Mundo Synclinal, the extension of the area is about 600 hectares, and it is located in the department of Santander in proximities of San Vicente of the Chucurí.

In the area appear sedimentary rocks which constitute the biggest lithologic domain in the work area, they reach from the Upper Kretacic to the Quaternary. They are represented the study area by the formations known as Umir Formation, and the Lisama formation, and the Quaternary unit, represented by alluvial and colluvial deposits.

Although in this area the tectonic effects are not the most representative inside the regional aspect that's marked by the fault system of The Saline, and the Nuevo Mundo Synclinal.

In the other hand, the second part of this report has been developed with the intentions mining exploration study for a coal ore, in such a way that it cannot be defined only with the geologic cartography of the area, but in equal form it helps to define the appearances of the coal mantles, and in the same way, to calculate the reservations that this area could have, specifically for future mining works and exploitation inside the area of Santander in San Vicente of the Chucurí, either that mining is developed to strip mining or underground mining.

¹ TRABAJO DE GRADO

² Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Geología. Director Ricardo Mier Umaña, Tutor: José Alfonso Tamara Osorio.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al señor José Antonio Patiño que me dio la oportunidad de realizar este proyecto junto con él y me brindo sus arduos conocimientos y su confianza durante el desarrollo de este proyecto.

De igual forma quiero agradecer al señor José Alfonso Tamara que de una grata manera confió en nosotros y nos guio en el desarrollo de este proyecto.

Al profesor Ricardo Mier que nos dirigió igualmente en el desarrollo tanto del proyecto como del libro, y por sus grandiosos aportes para el desarrollo del mismo.

A Jesús David Arenas Navarro por ser mi colaborador/compañero/amigo numero 1 dentro de este proyecto.

Los compañeros que de forma indirecta aportaron un granito de arena y me colaboraron en este largo camino muchas gracias.

Rubén

Agradezco enormemente al Señor José Antonio Patiño, por todo su apoyo y enseñanzas durante este proceso; al Profesor Alfonso Tamara por brindarnos la oportunidad de demostrar nuestras habilidades en este campo de la ciencia, y participar de manera directa al desarrollo de este proyecto minero; y a Rubén quien se unió al grupo de mis amigos más cercanos, confiando en mis capacidades y apoyándome en la realización de mis metas.

David

DEDICATORIA

Si he de dedicar este triunfo es con aquellos que compartieron una pequeña parte de su ser para que yo pudiera estar en este mundo aprendiendo día con día todo lo que este gran planeta puede ofrecer.

Gracias Papá, Mamá y Hermanos.

También quiero dedicar este logro a esa personita especial que me acompaño en mis fracasos y triunfos... a ti Sandrita.

RUBEN

A mi Mamá, mi papá y mi hermana, quienes siempre creyeron en mí y estuvieron apoyándome incondicionalmente en este objetivo que me propuse hace algunos años.

... A Gloria quien siempre estuvo a mi lado en todas las situaciones por las que tuve que pasar para lograr esta meta, y además es mi gran inspiración y el amor de mi vida.

DAVID

INTRODUCCION

El presente proyecto de Programa de trabajos y Obras; se realizo teniendo como base el cumplimiento de los parámetros establecidos por el INGEOMINAS para el diseño y planeamiento minero de actividades subterráneas de Carbón, teniendo en cuenta los parámetros debidamente identificados correspondientes a la Geología y el ambiente de la zona donde se planea el desarrollo de las actividades mineras, proyectando una explotación técnica y racional de las reservas, aumentando su producción anual y así mismo estableciendo su viabilidad y rentabilidad.

OBJETIVOS

GENERAL

- Definir la secuencia estratigráfica, los espesores, y la continuidad lateral de los mantos de carbón de edad cretácica, asociados a la formación Umir, en la zona de interés de la plancha topográfica 119-II-D, área FGJ-151 de la concesión de INGEOMINAS y su área de extensión; basándose en el desarrollo de trabajos de cartografía a detalle en escala 1:5000, y la realización de trincheras; y de igual manera realizar el cálculo de las reservas, para la evaluación de la factibilidad de creación de una mina a cielo abierto de carbón.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la cartografía geológica superficial, para poder definir el valor prospectable que tiene la formación Umir en la parte occidental del Sinclinal de Nuevo Mundo.
- Localizar por medio de los trabajos de campo, el contacto entre las formaciones Umir y Lisama, que se encuentra dentro de la zona de trabajo.
- Describir las características físicas macroscópicas de los tipos del carbón aflorante, presentes en el área designada para la exploración
- Realizar las trincheras y apiques necesarios para la generación de columnas estratigráficas detalladas en partes específicas del área, de tal modo que se pueda llevar a cabo la correlación de las mismas.
- Generar un mapa geológico detallado de las formaciones y de los mantos de carbón presentes en el área de estudio.
- Calcular la extensión del yacimiento y las reservas que este presenta, por medio del uso del procedimiento propuesto por los TÉRMINOS DE REFERENCIA del Ministerio de Minas y Energía

ALCANCES

- Realización de los trabajos relacionados con la explotación del carbón dentro de las normas legales vigentes.
- Manejo adecuado de los recursos naturales renovables y no renovables
- Mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades en áreas carboníferas.
- Diseñar un método de explotación técnico, económico y racional que se integre fácilmente a las condiciones de la región.
- Optimización de los recursos involucrados.

1. GENERALIDADES

Se describen a continuación los aspectos más relevantes del contexto regional y local del área otorgada como contrato de concesión FGJ-151

1.1. LOCALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO AL ÁREA

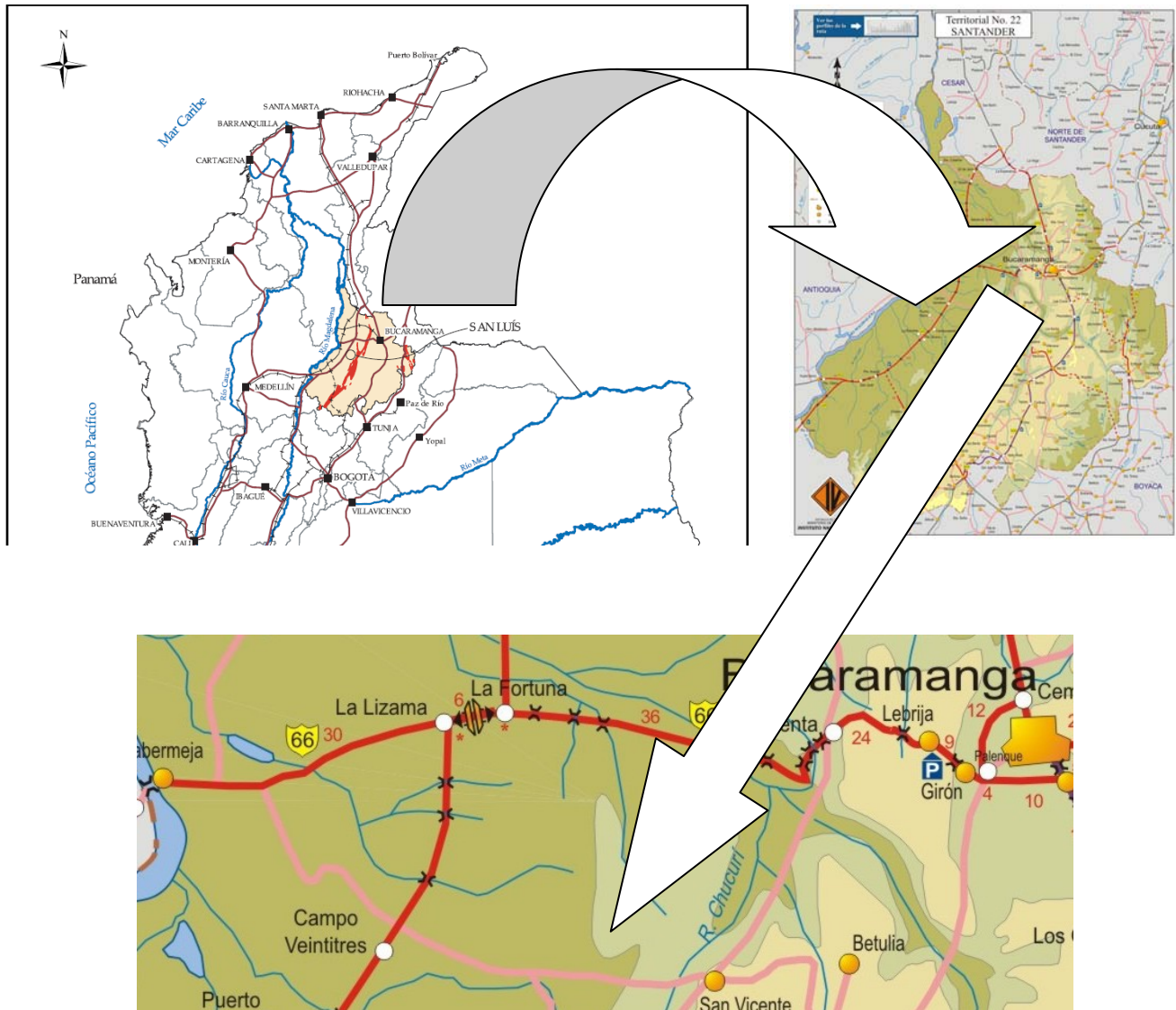


Figura 1. Localización de la zona de estudio del presente proyecto. (Modificado mapa de red vial; www.invias.gov.co)

Localizados en la provincia del Magdalena Medio, entre La Fortuna y San Vicente del Chucuri, Las principales redes viales de Santander son las carreteras asfaltadas que comunican a Bucaramanga con la ciudad de Barrancabermeja. Se encuentra en la parte occidental del departamento conocida como la Troncal del Magdalena Medio, que es una vía amplia y asfaltada en su totalidad.

Se accede al lugar por la vía principal que de Bucaramanga conduce al municipio de Barrancabermeja hasta el sitio conocido como La Fortuna de donde se toma el desvío a margen izquierda de la vía por un carreteable que va hacia el municipio de San Vicente de Chucurí, y de allí a la zona conocida como campo Pozo Nutria (**Figura 1**).

1.2. DELIMITACION DEL AREA Y ALINDERACION DEL CONTRATO DE CONCESION

El área del contrato de concesión **FGJ-151** se halla localizada en el municipio de San Vicente de Chucuri en el departamento de Santander (**Figura 2**), las actividades exploratorias se han centrado en la vereda Milagros del municipio, el contrato de concesión otorgado tiene una extensión de 600 Hectáreas y se localiza dentro de un polígono cuyas coordenadas planas son las siguientes:

Punto	Norte	Este
P.A.	1.266.620,67	1.057.995,56
1	1.266.000,00	1.058.000,00
2	1.263.000,00	1.058.000,00
3	1.263.000,00	1.060.000,00
4	1.266.000,00	1.060.000,00

Tabla 1. Corresponden a la base topográfica de las planchas del IGAC, plancha 119-II-D.

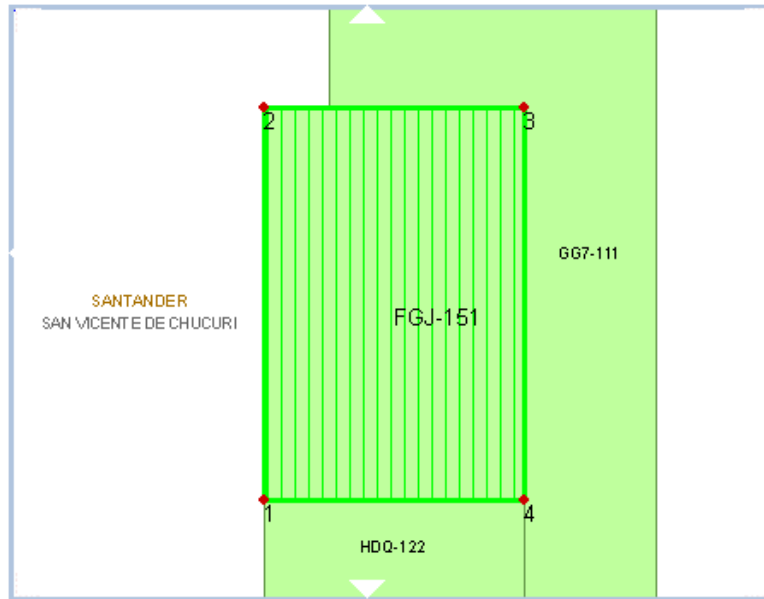


Figura 2. Área del contrato de Concesión, tomada del CMC INGEOMINAS.

El contrato de concesión FGJ-151 cuyo objeto es la exploración y explotación técnico económica de un yacimiento de carbón, ubicado en jurisdicción del Municipio, con una extensión superficial de 600 Hectáreas con una duración de 30 años. Fue inscrito en el registro minero nacional el 15 de Abril del 2005, actualmente se encuentra en su fase de exploración y se han cumplido todos los requisitos establecidos por INGEOMINAS para el desarrollo de los contratos de concesión.

Actualmente solo se han realizado las labores de exploración, como son reconocimientos geológicos, cartografía de superficie, georeferenciación de afloramientos y formaciones guía de carbón.

Actualmente se están desarrollando los estudios de Licencia Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, en función de los recursos encontrados.

1.3. TEMPERATURA

Como se dijo anteriormente el clima es cálido tropical con un gradiente térmico de aproximadamente 3°C, por lo que las variaciones diarias igualmente no poseen una amplitud significativa, el fenómeno más importante es que para el mes de Octubre se reduce aproximadamente en 1°C la temperatura comparativamente con los otros meses en la parte plana, hacia la parte montañosa, las variaciones de temperatura son mayores a lo largo del día, sin embargo el promedio anual es muy constante.

1.4. PRECIPITACION

El área en cuestión se localiza en la zona de confluencia intertropical por lo que presenta clima cálido húmedo tropical. De acuerdo a esta información se deduce fácilmente que la zona presenta un régimen pluviométrico estacional con lluvias que van de marzo a Junio, y de Agosto a Noviembre con un 85% de la lluvia total anual para la estación del aeropuerto Yariguies y un comportamiento similar para las estaciones de El Centro, Chucurí, La Puntana, Hda Tigreros, La Parroquia, y El Carmen respectivamente, la estación de la hacienda Tigreros presenta una mayor concentración de la precipitación en los meses de septiembre y octubre.

La época de verano la constituyen los meses restantes con aproximadamente un 17% para las estaciones. Solamente la estación de La Coquera presenta algunas variaciones, posee un régimen casi

monoestacional que va de Mayo a Noviembre, sin embargo se conserva en algo la estacionalidad, ya que en el mes de julio se reducen los valores de precipitación.

1.5. HIDROGRAFIA

El municipio de San Vicente de Chucurí pertenece a la cuenca media del Río Magdalena, artería fluvial de gran importancia para la economía nacional. Se enmarca dentro de las cuencas tributarias del río Opón y del río Sogamoso (formado por la confluencia del Chicamocha y del Suárez), estas cuencas contribuyen en más del 50% al rendimiento hídrico de la cuenca media del río Magdalena.

El área del contrato de concesión se encuentra dentro de la cuenca del Río Sogamoso, enmarcada en la Subcuenca de la Ciénega San Silvestre: Localizada al noroccidente del municipio en límites con Barrancabermeja, la conforman un gran número de caños y quebradas cuyas corrientes discurren por una zona relativamente plana y susceptible de inundarse durante las épocas de lluvias. Hacen parte de esta subcuenca las microcuencas de El Zarzal y Vizcaína.

Microcuenca El Zarzal (Mzar):

Microcuenca compartida con el municipio de Barrancabermeja, su cauce principal es la quebrada El Zarzal, que tiene su nacimiento en la zona montañosa formada por el sinclinal de Nuevo Mundo, con una longitud de 13.12 Km. dentro de los límites del municipio, sigue su

curso hacia el municipio de Barrancabermeja con una longitud de 31.7 km hasta desembocar en el caño San silvestre.

Recibe los aportes de las quebradas las Margaritas, caño veintitrés y la cristalina, caño 18, entre otros. Cubre un área de 134.61 Km², su elevado factor forma de 1,31, indica una alta susceptibilidad a las crecidas, su forma oval-redonda irregular incrementa las posibilidades de anegamientos e inundaciones.

Se ve afectada por erosión en cárcavas dado que los materiales que forman el suelo se encuentran poco consolidados.

1.6. VIENTOS

El comportamiento de los vientos en el área del proyecto es el resultado de la interacción de fenómenos climáticos globales como los sistemas nubosos compuestos por masas húmedas y superhúmedas que luego de descargar la mayor parte de sus lluvias en el Departamento del Chocó, bordeando la cordillera occidental, pasan al Departamento de Antioquia y a la zona cafetera para finalmente expandirse por el valle del Magdalena Medio produciendo precipitaciones medias y menos abundantes que las presentadas en el departamento del Choco.

1.7. ZONIFICACIÓN CLIMATICA

El clima se define como las estadísticas a largo plazo de los elementos meteorológicos (radiación solar, temperatura, lluvia, humedad relativa, vientos locales y presiones), que definen el tiempo de una localidad.

Siendo el tiempo el estado de la atmósfera en un lugar y momento determinado.

El clima es el principal condicionante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, además juega un papel importante en todas las actividades humanas, por lo tanto se convierte en un elemento a tener en cuenta en todos los procesos de planificación ya que condiciona la explotación técnica y el aprovechamiento de los suelos, por lo tanto exige de una agrupación de las regiones que presentan condiciones climáticas similares y en lo posible que nos suministre datos sobre la disponibilidad de humedad presente en el suelo para el uso de la vegetación.

Las zonas de mayor pluviosidad se presentan en el extremo occidental del departamento, con valores que superan los 2.000 mm como promedio anual, corresponden al Magdalena medio, (específicamente hacia a la cabecera de San Vicente de Chucurí).

La precipitación en la región se comporta de manera tal que marca claramente la existencia de dos periodos alternantes de lluvia con dos de verano, iniciándose normalmente el año con un periodo seco que se prolonga hasta el mes de marzo.

Hacia abril - mayo y octubre - noviembre es cuando se presentan los periodos de lluvias, que generalmente tienen una duración de 2 meses, para continuar con épocas secas más extensas. El segundo momento es de mayores precipitaciones, debido al cambio en el régimen de vientos, el cual varía a una dirección norte sur, producidas por las masas frías que se desplazan hacia el Ecuador.

El comportamiento de su análisis permite establecer la existencia de regiones climáticas, perfectamente diferenciables, las cuales son la del

Magdalena Medio y Piedemonte, donde se considera la segunda como el inicio de la zona en la cual nacen varias de las corrientes más importantes que atraviesan la región del Municipio de San Vicente de Chucuri.

En el régimen bimodal la primera época de mayores lluvias se extiende, por lo general, de marzo a junio y la segunda lo hace de Agosto a noviembre. Se pueden apreciar, no obstante, algunas diferencias espaciales en cuanto a la iniciación y duración de las épocas lluviosas; así por ejemplo, en las estaciones de El Centro, El aeropuerto Yariguies, y la Putana, la primera temporada de lluvias está centrada en el mes de abril, mientras que en La coquera y Puente Sogamoso está en mayo. En términos de la segunda temporada, en la mayor parte del departamento se encuentra centrada en octubre.

Conforme a lo establecido en el ordenamiento territorial de San Vicente de Chucuri y con base en la clasificación climática según THORNTHWAITE que tiene como base los elementos del mismo clima, presentando grandes ventajas sobre otros sistemas de clasificación climática se ha determinado que la zona donde se encuentra el contrato de concesión se encuentra en un la **Unidad climática Moderadamente Húmeda (B2)**. Que corresponde a la mayor parte del territorio de San Vicente de Chucurí, bordeando la unidad anterior hasta pasar gradualmente a mayores gradientes de humedad en la parte suroccidental del municipio, la precipitación total anual varía entre los 1800 y 3200 mm, la temperatura media anual es de 27.5°C, el total de evapotranspiración potencial oscila entre los 1500 y casi los 2000 mm.

1.8. SUELOS.

En el área de estudio encontramos una clasificación general de suelos correspondiente a SUELOS DE MONTAÑA, correspondiente a las primeras estribaciones de la vertiente Occidental de la cordillera Oriental. La pendiente en su totalidad fluctúa entre 12 y 70%, con relieves desde fuertemente ondulados hasta escarpados. Se encuentran sobre materiales geológicos sedimentarios, correspondientes al período Jurásico y sobre todo el Cretáceo Inferior y Superior, subdivididos en varias formaciones como la Girón (JG), La Tambor (Kite), Rosa Blanca (Kir), Simití (Kis), Umir (kSu), etc.

El área correspondiente está repartida en dos asociaciones de suelos; San Juan (SJ) a la cual corresponde la formación vegetal “bosque muy húmedo Premontano” y Carmen que participa del “bosque muy húmedo Tropical” y del “húmedo Tropical”.

1.9 FLORA Y FAUNA

Fauna, No existen estudios detallados que indiquen el estado actual de la biodiversidad en el lugar, sin embargo, la información aportada por los pobladores sugiere la existencia de una riqueza considerable de fauna que está seriamente amenazada por las prácticas continuas de caza por parte tanto de locales como de foráneos; dicha práctica se realiza en algunos casos con el propósito de obtener una fuente de alimento extra y entre los animales preferidos están: Cafuche (Tayassu pecari), Nutrias (Lontra longicaudis), Armadillos (Dasypus novemcintus),

ardillas (*Sciurus granatensis*), Picures (*Dasyprocta punctata*), mono aullador (*Alouatta caraya*), Macos (*Macaca mulatta*), perezosos (*Bradypus variegatus*), Tinajos (*Agouti taczanowskii*), mapuros (*Mephitis mephitis*), Puerco espín (*Coendou prehensilis*), Faras (*Didelphis albiventris*), guaches (*Nasua nasua*); otro propósito es la caza deportiva como trofeo en donde el objetivo es conservar las pieles: venado (*Mazama rufina*), serpientes tales como la Boa constrictor, pumas (*Felis concolor*), tigrillos (*Leopardus pardalis*) y en algunos casos porque ciertos animales se consideran plagas (Iguanas murciélagos y serpientes).

De igual manera se pudieron apreciar algunas especies de aves tales como Guañuces (*Crotophaga ani*), Chulos (*Coragyps atratus*), copetones (*Zonotrichia capensis*), Toches, Mirlas (*Mimus gilvus*), azulejos (*Thraupis episcopus*), carpinteros (*Dryocopus lineatus*), Calaos (*Aulacorhynchus prasinus*), loritos tierreros, gavilanes entre otros.

Flora, El muestreo se realizó en las áreas con cobertura de bosques secundarios, rastrojos y zonas de sabanas; se establecieron parcelas rectangulares con dimensiones variadas, entre ellas de 20 mts. de ancho x 50 mts. de largo para lograr un área total de 1000 mts² ó 0.1 hectáreas, de 30 mts. de ancho por 33 mts. de largo, etc. Esta metodología se utiliza para determinar la riqueza de especies de plantas leñosas y suministra información de la estructura de la vegetación y fue propuesta por el biólogo A. Gentry en el año de 1982. Ha sido ampliamente utilizada en el Neotrópico, ya que permite realizar excelentes comparaciones entre los diferentes bosques muestreados, además de ser bastante flexible y manejable.

2. METODOLOGIA DEL ESTUDIO.

Inicialmente se realiza una recopilación de la información de tipo geológico (Geología Regional y Local) (**Figura 3 y 4**), usos del suelo, Hidrografía, Fisiografía, Clima y Vegetación de la zona. Una vez obtenida está información se hará una observación detallada por la zona de interés; la cual nos permitirá el reconocimiento topográfico y morfológico, las características geológicas representativas, posibilidades para las zonas futuras de laboreo minero y métodos de explotación proyectados.



Figura 3. Muestreo de Trincheras con retroexcavadora.

2.1. FASE I EXPLORACION DE SUPERFICIE

La primera fase tuvo un desarrollo inicial sin la previa consulta de imágenes aéreas, sin embargo se pudo empezar a cartografiar la licencia FGJ-151, dentro de una sección en la plancha 119-II-D del

IGAC, de acuerdo a los parámetros de búsqueda de afloramientos de INGEOMINAS.



Figura 4. Trabajo de Trincheras con retroexcavadora.

2.1.1. Cartografía geológica

Se procede a realizar la visita, por primera vez, de los geólogos de campo a la zona de trabajos, para la ejecución de la cartografía de las unidades geológicas presentes en el área destinada para la exploración, así como también, de los afloramientos de carbón que sean identificados como estratos carboníferos, referenciándolos debidamente por medio de unidades GPS, y tomando nota de sus características físicas macroscópicas, y estructurales (Datos de rumbo y buzamiento); recolectando las muestras de mano de cada afloramiento que es referenciado y su respectivo registro fotográfico, lo cual da lugar a un primer mapa cartográfico de acuerdo a las estaciones o puntos de control que se tomaron en base a la exploración geológica superficial de

la primera fase del reconocimiento, a escala 1:5000, donde se pondrán los afloramientos de carbón reconocidos en campo como afloramientos con poca meteorización.

Esta cartografía se realiza cubriendo gran parte del área, guiados por los auxiliares de campo, predispuestos por la empresa, para facilitar el desplazamiento de los geólogos. Se intentan localizar tantos afloramientos como sea posible, siguiendo la tendencia de los mantos que se observan aflorando e intentando localizarlos en otros lugares dentro de la zona. También es importante mencionar que dentro de este proceso se logra una primera visión de la dimensiones del yacimiento y de los lugares dentro del área, que son más importantes en cuanto al contenido y características físicas de los carbones vistos, así como también la realización de las respectivas sugerencias por parte de los geólogos de descubrir algunos afloramientos para comprobar que son en efecto, estratos carboníferos y no bloques rodados de carbones suprayacentes.

La realización del levantamiento de columnas estratigráficas sobre las quebradas más importantes, y de posición estratégica dentro del área, también es una prioridad, con lo cual se podrá entender la disposición estratigráfica de las unidades geológicas del área y de las posibles estructuras que afectan las mismas.

Esta información se plasmo sobre un mapa escala 1:2000 que será elaborado por el personal de topografía, donde se hará especial énfasis en la tendencia estructural que podrían tener estos mantos de carbón, y se obtendrá un mapa preliminar de los mantos, según la apreciación del yacimiento que han obtenido los geólogos del mismo.

También se procederá a realizar cortes geológicos y columnas estratigráficas, de acuerdo a los levantamientos que se realicen en campo

Se empezó realizando la búsqueda en zonas donde se habían visto posibles muestras de carbón según la gente de la zona, tratando de corroborar esta información en las primeras 3 semanas se logro encontrar aproximadamente 15 estaciones donde se pudo avistar algunos mantos o cintas de carbón, las cintas variaban de 30 a 50cm, y los mantos (en esta etapa se consideraran mayores a 60cm de espesor) 60 a 80 cm de espesor.

Se procedía a tomar datos estructurales, muestras del carbón aflorante y fotografías claras y precisas de cómo afloraba este carbón.

De igual forma se procedió a buscar el contacto Lisama-Umir, para así poder definir una cartografía geológica más detallada.

2.2. FASE II EXPLORACION DE SUPERFICIE TRABAJOS DE TRINCHERAS Y APIQUES

De acuerdo a las observaciones hechas en los afloramientos, como se presumía que los carbones aflorantes podrían tener un mayor espesor se procedió a realizar una segunda fase la cual consistiría en hacer un destape de los afloramientos con pico y pala para así poder recuperar una mejor cantidad de muestra, y definir exactamente el techo y piso en el que se deposita el manto de carbón.

Esta fase tuvo desarrollo de mes y medio aproximadamente, en la cual se procedió a llevar una cuadrilla de auxiliares a realizar los destapes

necesarios en superficie, ya fuera excavando de 50 centímetros a 1 metro aproximadamente, para así poder definir con un mayor grado de certeza que afloramientos valían la pena realizar un mayor trabajo de destape con una retroexcavadora.

De igual manera se pudo constatar puntos en varias fincas donde los posibles afloramientos no eran más que unos grandes rodados de carbón que habían sido erodados muy recientemente, sin embargo esto nos dio indicios del gran espesor de los mantos y el gran potencial que podría tener la zona.

Después de haber descrito cada una de las trincheras realizadas con pico y pala y realizar cada esquema, se procedió a verificar una vez más, si había la posibilidad de encontrar más afloramientos de carbón en la zona de trabajo con el fin de poder generar una mayor cantidad de puntos de exploración con la retroexcavadora.

Sin embargo no se encontraron más posibles afloramientos por lo cual se procedió a generar un levantamiento de las columnas estratigráficas de las principales quebradas/caños dentro de la zona de trabajo que permitían observar cómo se comporta la estratificación por lo cual se levanto 2 columnas estratigráficas una al norte sobre la quebrada La Vizcaína, y otra al sur sobre la quebrada La Vizcainita, con la información obtenida en ambos lugares se procedió a realizar la columna estratigráfica de la zona.

2.3. FASE III EXPLORACION CON TRINCHERAS REALIZADAS CON RETROEXCAVADORA

Para generar una mejoría del mapa preliminar de mantos y de la información de la cartografía geológica de la zona, se procederá a realizar un programa sistemático de trabajo de trincheras realizadas por medio del uso de una máquina retroexcavadora tipo 320 L, proporcionada por la empresa Petrociviles, con la cual se llevara a cabo esta etapa del trabajo que se realizara aproximadamente durante un mes, para verificar la información de superficie y controlar la continuidad lateral y lograr el destape y diferenciación de algunos afloramientos así como también, poder establecer los diferentes estratos de carbón. La posición de estas trincheras será seleccionada por los geólogos de campo, de acuerdo a su impresión acerca de los sitios más representativos del yacimiento y su área de extensión.

La primera trinchera realizada se ubico en la finca del señor Luis Ramírez, ubicada dentro del área de la concesión como “Finca La Estrella”, procediéndose a llevar la maquina hasta el sitio más cercano a la entrada a la finca, usando un vehículo tipo “Cama Baja”, dado que la retroexcavadora 320 L, cuenta con un sistema de desplazamiento tipo oruga, el cual dañaría la vía pavimentada y mantenida por la empresa ECOPETROL, la cual desarrolla trabajos también en la misma zona.

Se extiende de Este a Oeste del área, desde los puntos en las coordenadas X: 1058972; Y: 1265713; Z: 234; punto más bajo tanto estratigráfica como topográficamente de la misma y termina en la

posición más superior, tanto estratigráfica como topográfica, con coordenadas X: 1059147; Y: 1265584; Z: 273.

Con el desarrollo de esta trinchera se lograron reconocer varios estratos de carbón importantes en el yacimiento hacia la parte inferior de la columna estratigráfica levantada por medio de esta actividad, los cuales no habían podido ser vistos en la etapa de exploración dado que se encontraban cubiertos por depósitos de cuaternario. Se reconocen tres mantos de carbón de 1,15 m; 1m y 2,7 m de espesor (**figura 5 y 6**), desde el más inferior hasta el más superior, y una cinta que se registra hacia la parte superior de la columna estratigráfica con un espesor de 0,55 m. Los mantos de carbón presentan intercalaciones de material estéril con espesores de 4,8 y 5,4 metros respectivamente.

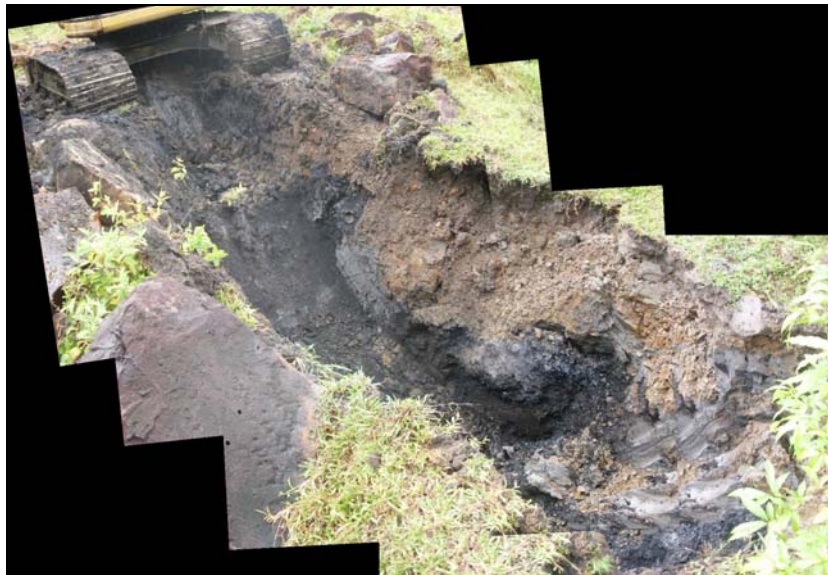


Figura 5. Mosaico fotográfico de la trinchera realizada con retroexcavadora en la finca La Estrella, propiedad del señor Luis Ramírez, donde se destaca una secuencia de mantos de carbón que presentan espesores de 1 y 1,15 m, los cuales se denominaron posteriormente Mantos N° 4 y N° 5.

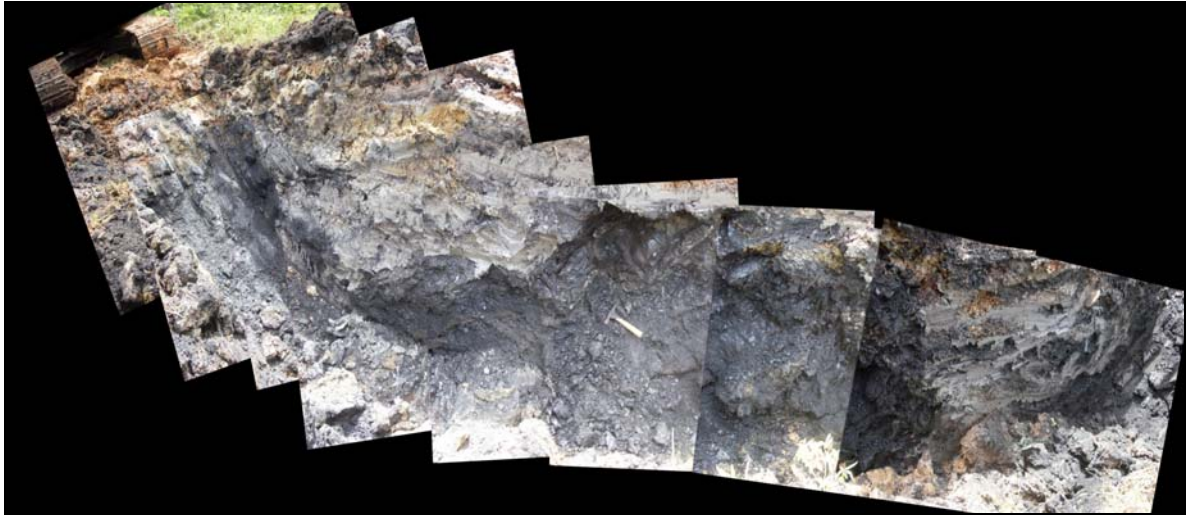


Figura 6. Mosaico fotográfico de la Trinchera realizada por retroexcavadora en la finca del señor Luis Ramírez, donde se encontró un manto de carbón con 2,7 m de espesor, el cual se denominó Manto N°3

La segunda trinchera realizada, se llevo a cabo en la finca del Señor Reynaldo Espinoza, denominada “Finca La Gaitana” (**Figura 7**). En esta finca se realizo el procedimiento descrito en la trinchera N°1, comenzándose desde la parte más baja estratigráfica y topográficamente hablando, hasta la parte más superior. Las posiciones de la base y el techo de la trinchera realizada son X: 1058824; Y: 1264762; Z: 259, y, X: 1058939; Y: 1264700; Z: 265, respectivamente. Se llevo a cabo en dos tramos. Aquí se reconocieron 10 estratos de carbones importantes, dentro de los que se destacan los que logran espesores de 1,05m, 2,27m, 1,40m, 1,1 m; 0,9 m; y 1,4 m (**Figura 8, 9, 10 y 11**). Estos estratos no habrían podido ser vistos por medio de la cartografía superficial solamente, dado que se encontraban cubiertos.



Figura 7. Mosaico fotográfico del estado inicial de la finca del señor Reynaldo Espinoza, antes de la realización de las trincheras por medio de la retroexcavadora 320 L, Entrada y parte frontal de la finca.



Figura 8. Mosaico fotográfico de la llegada de la retroexcavadora CAT 320L, a la finca La Gaitana propiedad del señor Reynaldo Espinoza



Figura 9. Mosaico fotográfico de la parte posterior de la finca del señor Reynaldo Espinoza. Manto de carbón detectado con anterioridad, en la fase de exploración superficial sobre la estación RD-09.



Figura 10. Mosaico fotográfico de la Trinchera por retroexcavadora realizada en la finca la Gaitana donde se observa un manto de 2,20 m de espesor que se denominó posteriormente Manto N° 4. Vista desde adentro de la trinchera.



Figura 11. Mosaico fotográfico de la trinchera por medio de retroexcavadora, que se debió realizar para poder localizar un manto de carbón de 1,05 m de espesor, el cual fue denominado manto N° 3, ubicado en la Finca La Gaitana.

La tercera y última columna estratigráfica realizada por medio del uso de la retroexcavadora 320L estuvo localizada en la finca “Getsemani” propiedad de la Señora Hilda Rojas, la cual se encuentra en cercanías de la escuela rural de la Vereda Milagros.

Esta trinchera se realizó siguiendo el procedimiento de las dos anteriores, comenzándose desde la parte más inferior tanto estratigráfica como topográficamente, hasta la parte más superior, localizadas por medio de las coordenadas (X: 1059157; Y: 1264100; Z: 295) y (X: 1059387; Y: 1264108; Z: 326). Esta trinchera también se dividió en dos tramos para evitar una zona pantanosa sobre la cual la máquina no podía posicionarse.

Como resultado de esta trinchera se obtuvo una tercera Columna estratigráfica detallada, en la cual se destacaron tres estratos de carbón con espesores de 2,5m, 1,10 m y 0,6 m; los cuales fueron descritos, fotografiados, y muestreados, al igual que todos los vistos en las trincheras anteriores (**Figura 12, 13 y 14**).



Figura 12. Vista frontal de la trinchera realizada en la finca de la señora Hilda Rojas donde se encontró un manto de carbón de 2,5 m de espesor, que posteriormente se denominó manto N°1.



Figura 13. Vista desde adentro de la trinchera realizada con la retroexcavadora, en la cual se observa el manto de carbón encontrado gracias a esta labor, el cual tiene un espesor de 2,5 m y fue denominado como manto N°1, ubicado en la Finca de la Señora Hilda Rojas



Figura 14. Izquierda: Vista de frente y, desde adentro de la trinchera, del manto de 2,5 m de espesor denominado como manto N° 1, encontrado por los geólogos de campo durante los trabajos de retroexcavadora en la finca de la Señora Hilda Rojas. Derecha: Vista a detalle del carbón del manto N° 1

Con la información obtenida de la etapa de desarrollo de trincheras por medio de retroexcavadora, se generó un segundo mapa de trazas de mantos, donde se incluyeron los estratos de carbón que pudieron ser vistos gracias a este tipo de destapes y que no fueron observados en la exploración superficial del área. Con este mapa se lograron denominar

los mantos y cintas presentes en el yacimiento y hacer una correlación entre los mantos que compartían características similares y se encontraban en una disposición tal, que podrían correlacionarse como un mismo manto, contándose con la supervisión del Geólogo Alfonso Tamara. Los mantos reconocidos fueron numerados desde 1 hasta 8 según su orden de aparición desde el Este del área hasta el Oeste.

Las muestras de canal recolectadas fueron empacadas y almacenadas debidamente, para realizar estudios posteriores, así como también las muestras tomadas a las intercalaciones o respaldos, de cada estrato de carbón.

3. GEOLOGÍA

A continuación se hace una descripción de la geología regional y local de la zona de ubicación del contrato, con el fin de establecer el contexto regional de las formaciones de interés, su dirección, eventos que la pueden haber afectado, los lineamientos principales y la cuantificación de los recursos existentes (**Figura 15**).



Figura 15. Vista de las estructuras más importantes en la Región donde se ubica el contrato de concesión (www.googleearth.com)

3.1. GEOMORFOLOGIA

La geomorfología describe las formas del relieve, estudia su origen y evolución. Para el ordenamiento territorial el conocimiento de las formas del relieve tiene particular importancia, en lo relacionado con la planificación del uso de la tierra y el proceso de ocupación de territorio. Es una herramienta útil para definir limitantes y potencialidades sociales, económicas y ambientales en el municipio.

Mediante el análisis del origen, morfometría, estructura y dinámica del relieve (morfogénesis, morfoestructura y morfodinámica) se identifican las características que definen la conveniencia o no de asignar determinados usos o actividades al territorio.

Esta se constituye en una información básica para el posterior análisis de los sistemas de producción.

Las geoformas y las dinámicas que originan el modelado superficial contribuyen a determinar las tendencias de la distribución de los asentamientos y de las actividades económicas humanas, la influencia de las cadenas montañosas en la localización y relaciones entre los asentamientos, los fenómenos de erosión y remoción de masa que condicionan las posibilidades de construcción de infraestructura, la influencia de las características climáticas de una zona (efectos de las montañas en el ascenso de masas de aire, pluviosidad y microclimas), en el uso del suelo (incidencia de la morfometría en las capacidades potenciales de suelo), en la hidrología (el modelado de la superficie terrestre se ve afectado por fenómenos hidrológicos).

3.2. METODOLOGÍA

Para la ejecución del análisis geomorfológico se partió del estudio del el mapa topográfico para identificar y diferenciar zonas homogéneas. Una vez realizado lo anterior se efectúa una interpretación de fotografías aéreas de los vuelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- que cubren el área del municipio con el fin de realizar la zonificación de las diferentes geoformas existentes y procesos de degradación del suelo. Para la identificación y clasificación de las diferentes unidades geomorfológicas se adaptó la metodología del Internacional Institute for Aerospace Sourvey and Earth Sciences (ITC) de Holanda. Una vez esquematizada la información en mapas temáticos se efectuó un control de campo para precisar y corregir los límites de las unidades identificadas en la etapa de fotointerpretación. Como paso final se elaboraron los mapas adjuntos a este documento.

Los orígenes morfogenéticos de las geoformas del municipio se dividen en dos clases:

la zona cordillerana, perteneciente a la cordillera oriental, compuesta por rocas sedimentarias principalmente de edad cretácea, aunque también existen rocas del jurásico, terciario y cuaternario, de hecho la cabecera municipal se asienta sobre un sistemas de terrazas de origen diluvio – aluvial, terrazas enclavadas en una unidad montañosa estructural, hacia la parte plana del municipio, aparecen geoformas provenientes de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores serranías, en el primer caso se denominarán altillanuras degradadas, mientras que el segundo corresponden a superficies de aplanamiento. También se observan

geoformas de procesos agradacionales, producto de la sedimentación fluvial, incluyendo los valles y llanuras aluviales.

El proceso geomorfológico degradacional se observan en las zonas de alta y mediana pendientes evidente la degradación de los materiales aflorantes, que constituían las antiguas serranías y cordilleras; algunas de estas formas topográficas se encuentran desnudas de vegetación, factor que facilita y agiliza la acción de los diferentes agentes que ocasionan erosión laminar hasta la formación de cárcavas; proceso que genera gran variabilidad de geoformas locales.

El desarrollo del proceso degradacional lleva consigo un proceso agradacional, dado exclusivamente por la depositación de los sedimentos transportados por las aguas de escorrentía, la gravedad y los cuerpos de agua que bañan el sector.

La geomorfología que predomina en la zona otorgada como contrato de concesión corresponde a:

Geoformas de superficies colinadas onduladas.

Se presenta formando colinas continuas sin mostrar un lineamiento definido, debido muy seguramente a la denudación de antiguas llanuras aluviales o de serranías con alturas inferiores a 300m.

Este tipo de geoforma se observa hacia la parte norte del municipio y en toda la parte baja de este, hacia el sector de Yarima y Albania, en la cual afloran las Formaciones Colorado, Real y Mugrosa, formadas en un ambiente de llanura agradacional y localizadas actualmente a diferentes alturas y constituidas por capas de buzamientos pequeños y

susceptibles a ser afectadas por procesos degradacionales, especialmente por erosión hídrica.

La morfología de este tipo de paisaje ha sido inducida por factores tales como la baja consistencia del material parental y la poca uniformidad granulométrica, ya que se encuentran niveles desde conglomeráticos hasta arcillolitas que influyen directamente en la permeabilidad de la zona.

Debido a que las colinas son de poca elevación, la profundización de los drenajes no es muy marcada como tampoco lo es el relieve resultante. Estos sectores muestran un drenaje sub-dendrítico, con segmentos más homogéneos en cuanto a la longitud y profundidad. En general, los sectores caracterizados por este tipo de geoforma presentan un drenaje de densidad media a baja, con permeabilidades variables de acuerdo al material parental (alta, si el material aflorante está compuesto por arenas y gravas, y baja, si está compuesto por arcillas, margas y limos). Este mismo tipo de geoformas presenta continuidad en el municipio de Barrancabermeja.

Dentro de este sistema de geoforma, encontramos otro tipo de paisaje, resultante del proceso de aplanamiento de anteriores serranías afectadas por un fenómeno erosivo intenso y prolongado, el cual incluye ciclos de denudación, diástrofismo (ascensos orogénicos, epirogénicos, basculamiento, combamiento, etc.), cambios bruscos y periódicos de clima y la actividad tectónica regional; a este tipo de paisaje se le conoce con el nombre de superficies de aplanamiento o peneplanicies.

Como se puede analizar, estos procesos son muy complejos y se reflejan en la morfología actual del terreno, obteniendo desde remanentes bien preservados con relieve suavemente ondulado, hasta

colinas con cimas concordantes, suelos profundos y algunos resaltos de laderas, determinados por el entalle de nuevos valles en “V”, dentro de los pisos de los valles antiguos.

Según el aspecto superficial de las colinas, éstas se pueden clasificar como simétricas y asimétricas, en el área de estudio sobresalen las segundas caracterizadas por presentar un flanco más largo y de menor pendiente, debido a la dirección de la estratificación, buzamiento de los estratos, la acción tectónica y la alternancia de capas de diferente resistencia (areniscas y arcillolitas).

En algunos sectores, principalmente en los campos como la Cirainfantas y el campo Veintitrés, las colinas se encuentran separadas por bajos topográficos susceptibles a inundaciones, que forman regionalmente valles estrechos, colmatados por sedimentos finos, compuestos generalmente por arcillas y arenas, dando una morfología de fondo plano o plano cóncavo, fácilmente observable en las fotografías aéreas.

Hacia al occidente del departamento de Santander, en el flanco occidental del Sinclinal de Nuevo Mundo, la predominancia es de un relieve plano a suavemente ondulado y clima cálido y húmedo; también se encuentran algunas llanuras aluviales.

En la zona de la concesión INGEOMINAS FGJ -151, predominan las geoformas de tipo aluvial, tipo abanicos aluviales pequeños, que pueden ser vistos en las cercanías de la finca del señor Robinson Reyes, hacia el sur del área (**Figura 16**) y; se observan depósitos de coluvión, algunos de estos son usados como suelos agropecuarios. En cuanto a la red de drenajes se observa la quebrada la Vizcaína, la cual presenta un meandro que se introduce hacia la parte sur del área,

dividiendo dos zonas de confluencia de drenajes; y también se tiene como otro drenaje importante la quebrada Comején en la parte central del área, en el lindero norte de la finca de la señora Hilda Rojas, de la cual se desprenden otras quebradas menores, en la configuración del tipo dendrítico.



Figura 16. Vista oeste-este de las colinas y la topografía suave de Umir en contacto con la topografía abrupta de Lisama.

Son predominantes las colinas redondeadas, por efectos erosivos, las cuales se encuentran divididas por redes de drenajes tipo dendrítico, lo cual concuerda con las redes de drenaje generadas por las rocas sedimentarias vistas en campo.

Las laderas suavizadas son características de formaciones arcillosas del Umir, el cual predomina en esta área; los escarpes y zonas de mayor pendiente se hayan hacia el este del área, caracterizada por la formación Lisama compuestas de areniscas bien cohesivas. La erosión de las unidades superiores genera depósitos de coluvión en la parte central y oeste del área, presentándose también bloques rodados de gran tamaño, provenientes de unidades superiores como los bloques de areniscas del Lisama y bloques de conglomerados relacionados con la formación La Paz, la cual es supra yacente a la Fm. Lisama.

3.3. GEOLOGÍA REGIONAL

El valle medio del Magdalena separa dos de las grandes alineaciones montañosas colombianas; las Cordilleras Central y Oriental, Cordilleras a las que se ha asignado significación muy distinta, pues mientras la Cordillera Oriental se ha originado a partir de un área geosinclinal mesozoica. La Central ha tendido a ser siempre una región positiva separando los dos geosinclinales occidental y oriental. Para encuadrar mejor el valle medio del Magdalena desde un punto de vista tectónico conviene describir someramente la estructura del flanco W de la Cordillera Oriental, con el que esta estructuralmente íntimamente ligado. Las características estratigráficas y tectónicas del flanco W de la Cordillera Oriental en el sector de Santander han sido ya descritas Julivert- 1958 a; 1958 b; 1959), por consiguiente no se insistirá aquí más que sobre un aspecto: la disposición en bloques progresivamente hundidos hacia el valle del Magdalena que presenta todo el flanco occidental de la Cordillera.

Estos bloques son: el macizo de Santander. La región de Las Mesas, la zona sinclinal de Nuevo Mundo y el propio valle del Magdalena. Todos estos bloques están separados por fallas o flexiones, accidentes ambos que no son más que manifestaciones de un mismo fenómeno: la fracturación del zócalo. Esta fracturación se manifiesta en la cobertera meso–terciaria en forma de flexiones o fallas según la importancia de la falla de zócalo o del espesor de la cobertera. El macizo de Santander es un bloque formado fundamentalmente por el zócalo, que sobrepasa los 3.000 m. de altura; este bloque limita al W mediante una importante falla con una región tabular situada entre los 1000 y 1.800 m. (Julivert, 1950 a), dividida en varias mesas por la red hidrográfica. Estas mesas están formadas por el jura-triásico (formación Girón) o por los niveles más bajos del cretácico. La zona de mesas, afectada por algunas fallas secundarias, termina hacia el W por una flexión brusca, la flexión del Chucuri a la que debe buscarse como origen una falla profunda del zócalo.

El nuevo bloque lo constituye un amplio sinclinal que limita al W con una importante falla inversa conocida con el nombre de falla de La Salina y que en líneas generales sigue el límite oriental de la concesión De Mares, de la Empresa Colombiana de Petróleos I Morales 1958.

Al W de esta falla se extiende el valle del medio Magdalena que estructuralmente es un gran bloque basculado que se hunde hacia el E y se eleva suavemente hacia el W, si bien en el existe cierta complicación de detalle. Así pues en conclusión, la estructura del flanco W de la cordillera Oriental está formada por un conjunto de bloques progresivamente hundidos hacia el W, bloques que tienen su origen en fallas del zócalo que se traducen en superficie por flexiones o fallas en la cobertera.

El Área de Estudio hace parte de la cuenca del Valle Medio del Magdalena, constituidas por rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario (**Figura 17**).

La depositación marina terminó a fines del Cretáceo a medida que la Cordillera Oriental comenzó a levantarse y se constituyó en la fuente de los sedimentos continentales del Terciario que se depositaron a lo largo de sus flancos. El cuaternario está representando por depósitos aluviales que flanquean los valles de los ríos Magdalena y Río de la colorada en áreas extensas, formando planicies de inundación.

Desde finales del paleozóico hasta el triásico superior se presentan un período de actividad orogénica progresivamente creciente; originando aparte de sedimentos desde el macizo hacia las zonas depresionales al oeste de la falla de Bucaramanga generando en el Triásico el proceso de sedimentos de la formación Bocas.

A finales del Triásico y comienzos del Jurásico se presenta el emplazamiento del grupo plutónico de Santander; constituido por batolitos calcoalcalinos que generaron sedimentación continental sobre las zonas bajas, dando lugar a las formaciones Jordán y Girón interrumpidas por ligeros periodos de levantamientos.

Sobre el Girón ya erosionado y basculado siguió en el Cretáceo la depositación detrítica de la formación tambor y la transgresión marina con depositación de caliza y lutitas.

En el Terciario se presentó una etapa de tectonismo y ascenso de las rocas cretáceas dando origen a la actual Cordillera Oriental.

La depositación en el Terciario es de origen continental. Según Morales y otros (1958 p 664) el registro sedimentario del Valle del Magdalena

Medio indica evidencia de levantamiento a finales del Paleoceno, del Eoceno y del Oligoceno; durante el Mioceno Medio y el Plioceno.

Durante el Oligoceno, el Valle del Magdalena Medio fue invadido por la transgresión más extendida del Terciario; pero la depositación conservó su carácter continental de más de 8.000 m de espesor (Morales y otros 1958 p 664).

En el Mioceno Superior se presentan plegamiento general (Andino) que da como resultado anticlinales y sinclinales en los sedimentos terciarios, los cuales fueron afectados por fallas inversas y paralelas que buzan generalmente al este. El petrolero se acumuló en varios de estos anticlinales, como también en rampas estratigráficas originadas por fallas.

Después del último solevantamiento de la Cordillera en el Pleistoceno inferior se modela la geomorfología actual, a los lados del valle del Magdalena Medio en un periodo de depositación fluvial, dando como resultado depósitos aluviales en un amplio valle.

En el área de influencia del Corregimiento de El Centro afloran rocas del Terciario y Cuaternario que se extiende hasta mucho más allá del centro poblado rural de Yarima, representadas por areniscas, arcillas, conglomerados y depósitos de Ríos y quebradas que conforman un área rica en hidrocarburos que ha sido intensamente explotado por parte de la Empresa Colombianas de Petróleos ECOPETROL en los últimos 40 años.

REGION		OCCIDENTAL		ORIENTAL		
NOMENCLATURA		CUENCA VALLE DEL RIO MAGDALENA		CUENCA CATATUMBO - MARACAIBO		
EDAD	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	SIMBOLO	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	SIMBOLO
CUATERNARIO	PLEISTOCENO	ALUVIONES	TERRAZAS	Q _{al} Q _{tf}	DEPOSITOS ALUVIALES, FLUVIO GLACIARES Y TERRAZAS.	Q _{al} Q _{tf}
TERCIARIO	PLIOCENO	GRUPO MESA		TQ		
	MIOCENO	GRUPO REAL		Tmp		
	OLIGOCENO	GRUPO CHUSPAS	FM. COLORADO	Tom		
			FM. MUGROSA	Teo		
	EOCENO	GRUPO CHORRO	FM. ESMERALDAS			
			FM. LA PAZ	Tpe		
PALEOCENO	FM. LISAMA					
CRETACICO	MAASTRICHTIANO	FM. UMIR		Kcom	J _s	
	CAMPANIANO					J _s
	SANTONIANO					
	CONIACIANO	FM. LA LUNA				
	TURONIANO					
	CENOMANIANO	FM. SIMITI		Kalc		
	ALBIANO	FM. TABLAZO		Kbal		
	APTIANO	FM. PAJA				
	BARREMIANO					
	HAUTERIVIANO	FM. ROSA BLANCA				
	VALANGINIANO	FM. CUMBRE				
	BERRIASIANO	FM. LOS SANTOS (TAMBOR)		Kbeh		
JURASICO		FM. GIRON		J _s		J _s

Figura 17. Correlación y nomenclatura del Cretácico y Terciario de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Catatumbo - Maracaibo de las regiones oriental y occidental de Santander. (Adaptado de Ward, et al. (1973))

Estas rocas se han originado por factores relacionados con la depositación de sedimentos debida a la transgresión terciaria y a la

erosión de rocas del Cretáceo ubicadas en el denominado Macizo de Santander compuesto por las rocas ígneas y metamórficas que son las más antiguas de este sector de la Cordillera Oriental.

3.4. ESTRATIGRAFIA REGIONAL.

La sucesión estratigráfica generalizada para el Valle Medio del Magdalena, según MORALES et al. (1956); el mejor corte se puede obtener en el Río Sogamoso junto a la confluencia con el Chucurí. En el Cretáceo de esta región son de destacar los siguientes hechos:

Espesor moderado del Cretáceo, sin llegar a los grandes espesores de la región de Bogotá ni a los espesores mínimos de la región de Girardot-Payandé o del Macizo de Santander.

Ausencia de niveles importantes de arenisca si se excluye el nivel basal (Formación Tambor); por consiguiente ausencia de areniscas macizas en la parte alta del Cretáceo, que es principalmente lutítica (Formación Umir). Existencia de yesos en el Barremiano-Aptiano.

Existencia clara de una sedimentación anterior al Aptiano, representada por varios centenares de metros (formaciones Tambor, Rosa Blanca y parte de Paja) pero sin que se pueda precisar el momento inicial de esta sedimentación (Hauteriviano?, Valanginiano?).

La sedimentación pre-aptiana o (pre-albina) aunque es importante no alcanza ni en espesor, ni en precocidad la importancia de otras áreas (Región de Cáqueza y de Arcabuco).

Aunque el Cretáceo es en buena parte lutítico existen niveles calizos importantes (Rosa Blanca, Tablazo, Salto y Galembó). (**Figura 18**).

SISTEMA		UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CUATERNARIO			QTF		Terrazas y aluviones	
TERCIARIO	PLIO.	GRUPO MESA	TQ		Gravas, arenas y conglomerados. Espesor: 300-545 m.	
	MIOCENO	GRUPO REAL	Tmp.		Areniscas, lodolitas y conglomerados. Espesor: 500-700 m.	
	OLIGOCENO	GRUPO CHUSPAS	FM. COLORADO	Tom.		Lodolitas rojas y areniscas conglomeráticas. Espesor: 935-1.250 m.
			FM. MUGROSA	Teo.		Lodolitas y capas delgadas de areniscas. Espesor: 550-850 m.
	EOCENO	Grupo Chorro	FM. ESMERALDA	Tpe.		Areniscas, lodolitas y capas delgadas de carbón. Espesor: 160 - 575 m.
			FM. LA PAZ			Areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada. Espesor: 240-800 m.
	PAL.	FM. LIZAMA			Areniscas, lodolitas y capas delgadas de carbón. Espesor: 300 - 950 m.	
CRETÁCICO	SUPERIOR	FM. UMIR	1 Ks	Kcom.		Lodolitas con concreciones ferruginosas y capas explotables de carbón. Espesor: 800-1400 m.
		FM. LA LUNA				Calizas, lodolitas calcáreas, concreciones calcáreas y rocas fosfóricas. Espesor: 280-630 m.
	INFERIOR	FM. SIMITÍ	1 Ki	Kalc.		Lodolitas, areniscas y calizas en menor proporción. 250-260 m.
		FM. TABLAZO		Kbal.		Calizas y lodolitas calcáreas. 240-325 m.
		FM. PAJA				Lodolitas y areniscas. 150-625 m.
		FM. ROSABLANCA		Kbeh.		Calizas, Lodolitas y areniscas. 230-450 m.
		FM. CUMBRE				Arenisca gris verdosa, cuarzosas, de grano fino, localmente lodosas, con intercalaciones de limolitas, arcillolitas y lodolitas de color gris, negro y rojizo, piritosas. 25-100 m.
	FM. LOS SANTOS		Areniscas cuarzosas claras, localmente conglomeráticas y lodolitas de color pardo rojizas. 25-100 m.			
JURÁSICO	SUPERIOR	FM. GIRÓN	Js		Alternancia de areniscas y lodolitas gris amarillentas a pardo rojizas, localmente niveles conglomeráticos, pardo rojizas, masivos y lenticulares. Espesor: 3.000-4.500 m.	

Figura 18. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DE LA CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA; Adaptado De Morales, L.; Bueno, 1.986; Govea y Aguilera, 1.986; Mojica y Franco, 1.992

3.4.1. Formación Girón (Jg)

Considerada de edad pre-cretácica, se han efectuado varios intentos para definir en forma precisa su estratigrafía, finalmente NAVAS (1963) establece una estratigrafía detallada del Girón tomando como sección tipo la misma que sirvió a LANGENHEIM para redefinirlo. El Girón se subdivide en los siguientes niveles, de abajo arriba:

- Nivel inferior lutítico, en su mitad alternando con areniscas (550 m).

Se encuentra constituido en su parte basal por una sucesión de lutitas pizarrosas de color verdoso, siguiendo hacia el techo una sucesión de shales y lutitas de color rojizo, con intercalaciones de areniscas de grano fino a grueso.

- Nivel arcósico inferior (170 m).

Formado por una sucesión de arcosas poco alteradas, de color gris a gris verdoso, con algunos bancos de areniscas cuarzosas, con estratificación cruzada.

- Nivel superior de lutitas rojas alternando con areniscas (850 m).

Está formado por una sucesión de lutitas y areniscas, siendo las primeras más frecuentes hacia la parte superior donde presentan un color gris a gris oscuro, y aspecto en parte pizarroso y algo carbonosas; alternando con las lutitas se encuentran areniscas cuarzosas y arcosas de tamaño de grano variable.

- Nivel arcósico superior (700 m).

Formado por arcosas típicas de tamaño de grano variable, de colores claros y amarillentos. Las intercalaciones arcillosas sólo aparecen en los 70 m superiores donde las shales rojas alternan con las arcosas.

- Nivel de lutitas rojas (230 m).

Este nivel está constituido por un shale de color rojizo, algo arenoso y micáceo.

- Conglomerado superior (120-150 m).

Este conglomerado constituye el nivel más alto del Girón. Formado por cantos de 5-30 cm de areniscas y lutitas compactas, los cuales se encuentran englobados dentro de una matriz arcillosa de color rojizo. El conglomerado superior aflora pobremente, y no se determina en forma clara su contacto inferior ni superior, por lo cual plantea problemas respecto a su relación con la Formación Girón o con el Tambor en el cual lo incluyen algunos autores. (MORALES et al, 1958), interpretándolo así como la base detrítica de la transgresión cretácica.

La continuidad de los niveles distinguidos por NAVAS (1963) al S de la sección de Lebrija es clara, observándose como los niveles más inferiores del Girón se encuentran situados al E de la falla del Suárez mientras que al W de la misma se encuentran los niveles más superiores (NAVAS, 1963, fig. 2); esta distribución es equivalente a la facies oriental y occidental que distingue R. L. LANGENHEIM (1959, p. 45) dentro del Girón; estas facies sin embargo no se equivalen lateralmente como pensaba R. L. LANGENHEIM, sino que se

encuentran superpuestas. El conocimiento que se tiene del Girón en el área de Santander es claro y por tanto debemos considerar esta área como el área tipo del Girón, y la sección del río Lebrija como su sección tipo. Se localiza en el extremo suroriental del municipio, en lo que corresponde a los escarpes de la serranía de los Yariguíes, posee una superficie de 12986.03 Ha.

3.4.2. Formación Tambor (Kita)

Redefinida por Hedberg en 1931 (en MORALES et al,1958). Su localidad tipo aflora en el cañón del río Lebrija cerca del caserío El Tambor. Está constituida por areniscas de colores fuertemente rojizos, arcillolitas intercaladas con areniscas rojizas o rosadas y areniscas blancas. Su espesor varía de 120 a más de 200 mts.

El contacto con la suprayacente Formación Rosablanca es concordante. Su edad se ha determinado como Hauteriviano – Valanginiano. En el municipio de San Vicente se observa en el límite suroriental con el municipio del Carmen, posee una superficie de 5.078.17 Ha.

3.4.3. Formación Rosablanca (Kir)

Descrita originalmente por Wheeler (1929) y estudiada en detalle por Cardozo y Ramírez (1985) en la región de Villa de Leyva (Boyacá) y Gámbita (Santander).

Está compuesta en su parte inferior por capas de calizas macizas, bioesparíticas y biomicríticas con intercalaciones de arcillolita gris y yeso con oolitos, ostrácodos y dolomías; hacia la parte superior consta de areniscas y lodolitas calcáreas. En la parte inferior presenta depósitos evaporíticos como yeso y polialita que indican una hipersalinidad y tranquilidad en las condiciones de depositación, el resto de la secuencia se depositó en un medio marino somero en condiciones neríticas. El espesor varía de 150 a 425 mts. Las relaciones estratigráficas de esta unidad con la infrayacente formación tambor y la suprayacente formación Paja son concordantes.

La edad comprende el intervalo valangianiano-hauteriviano inferior (ETAYO, 1968; ETAYO Y RODRÍGUEZ 1985). Litológicamente es comparable con la formación Tibú-Mercedes de la cuenca del Catatumbo. Rocas pertenecientes a esta formación forman una pendiente estructural al oriente de casco urbano, en el sitio donde la quebrada Las Cruces cambia el rumbo de Noroeste a Este-Oeste, posee una superficie total sobre el territorio municipal de 4.544. 62 Ha.

3.4.4. Formación Paja (Kip)

Inicialmente descrita por Wheeler, su localidad tipo es el cerro Rosablanca al oriente del puente sobre el río Sogamoso. Esta unidad está constituida por lutitas y shales gris oscuros a azulosos fosilíferos y con abundantes concreciones calcopiritosas.

Presenta intercalaciones de arenisca gris amarillenta de grano fino; shales grises localmente arenosos, calcáreos y fosilíferos. También presenta finas intercalaciones de caliza grisácea, localmente arenosa y

fosilífera. Su depósito tuvo lugar en un ambiente epicontinental. El espesor varía entre 125 y 625 mts.

Su contacto con la suprayacente formación Tablazo es concordante. Su edad es Barrreniano inferior al Aptiano inferior, también es correlacionable con la formación Tibú Mercedes de la cuenca del Catatumbo. En el municipio aparece sobre el sector oriental, posee una superficie de 7417.5 Ha, es de recalcar que gran parte de los tramos viales corren sobre esta formación y su baja capacidad portante y mal material geotécnico favorece la formación de deslizamientos sobre las vías.

3.4.5. Formación tablazo cretáceo inf. (albiano) (kit)

Se encuentra ubicada sobre la margen N del Río Sogamoso, frente a la casa de la hacienda El Tablazo. Entre Bucaramanga y San Vicente. Básicamente se compone de arcillolitas negras, laminares, levemente calcáreas y micáceas, muy deleznable; presentan abundantes nódulos y concreciones de limonita. El espesor es de 656m; en la parte central de la Concesión De Mares el espesor dado en perforación es de unos 650 m, en el área NE de la concesión la perforación indica un espesor de unos 600m.

Relaciones estratigráficas y correlación. – El Tablazo Pasture es concordante con las unidades adyacentes. Según MORALES et al. (1958, fig. 6) se habría usado a veces en un sentido equivalente a la Formación Simití de la nomenclatura standard de dicho autor y a veces en un sentido más amplio, siendo entonces equivalente a las formaciones Simití y Caliza del Salto de dicha nomenclatura.

3.4.6. Formación Simití cretáceo inf. (albiano) (kis)

Descripción original – El nombre “Simití Shale” procede de la orilla S de la Ciénaga de Simití. Consiste en shale gris o negra, localmente calcárea y concrecionaria. Los nódulos son generalmente fosilíferos y localmente contienen petróleo, así como las cámaras de los amonites; estas concreciones son particularmente abundantes en la parte alta de la formación, donde alcanzan hasta 3m. Localmente cerca del techo de la formación se encuentran capas delgadas de conglomerados formadas por cantos pequeños, nódulos de fosfatos, dientes de pez y arena. Topográficamente esta formación da lugar siempre a formas deprimidas. Su espesor varía entre 250 y 650 m; en la sección tipo la potencia es de 40 m. El contacto con la Caliza del Tablazo sobre la que se apoya es concordante y relativamente neto.

Extensión geográfica. – La Formación Simití se extiende por toda la parte N del Valle Medio del Magdalena; hacia el S, aunque el carácter lutítico se mantiene, toda la sucesión estratigráfica experimenta grandes cambios (véase el artículo general sobre el Cretáceo). Hacia el E se hace arenosa (JULIVERT, 1958a, 1958b) lo que hace que pierda su carácter en la Región de Mesas y Cuestas, donde se conservan muchas de las unidades litoestratigráficas propias del Valle Medio del Magdalena. Este cambio lateral a facies más arenosas es paralelo al cambio que sufre la Caliza del Tablazo, también hacia el E, y que es bien visible en la región de Confines-Mogotes. Dicho cambio representa el paso gradual a las facies de la parte E de la Cordillera Oriental donde en el Albiano y a veces en la parte más baja del Cenomaniano se situó un importante nivel de areniscas (Arenisca de Une, Miembro Aguardiente). Posee una superficie de 1532.7 Ha.

3.4.7. Formación la Luna cretáceo sup.-turoniano (Coniaciano y Santoniano?) (Ksl)

Descripción. – Término introducido en 1926 por GARNER en Venezuela como “La Luna Limestone” para una sucesión de shale calcárea, negra, fosilífera con concreciones calizas negras. El nombre deriva de la Quebrada La Luna al W de la Casa La Luna, NW de Perijá, en el Estado Zulia (Venezuela). Posteriormente HEDBERG & SASS (1937, p. 79) hacen una descripción detallada de la misma y le dan el nombre de “La Luna Formation” indicando que el nombre La Luna fué usado probablemente por primera vez por geólogos de la Caribbean Petrol. Co. NOTESTEIN et al (1944) introducen el término en Colombia, aplicándolo en la Concesión Barco a los mismos materiales que en Venezuela. Los espesores en la Concesión Barco son de 40-90 m; esta formación queda comprendida en la nomenclatura de NOTESTEIN et al. entre la “Colon Shale” y la Formación Cogollo. RENZ en 1956 aplica el nombre a la Península de La Guajira. En 1960 (p. 335) sigue empleando dicha denominación para las series calcáreas que afloran en la plataforma de la Guajira y en la región entre Punta Espada y la estación de la Misión Nazareth. Según indica O. RENZ (1960, p. 335) : “En ambas zonas la formación se puede dividir en dos miembros que sin embargo carecen de nombres formales” . La descripción que hace O. RENZ (1960, pp. 335-336) de esta formación es: “El miembro inferior de la Formación La Luna consiste en caliza de color gris oscuro, laminada, densa y de grano fino y las típicas concreciones de caliza. El miembro superior consiste predominantemente en ftanita negra rica en foraminíferos pelágicos”. No da la sucesión de la Formación La Luna en Punta Espada. No da espesores de ninguna de las secciones aunque

posiblemente, los espesores serían de algo menos de 100 m en la plataforma de la Guajira y de unos 120 m en Punta Espada. MORALES et al. (1958, p. 653) adoptan el nombre de dicha formación para la región del Valle Medio del Magdalena y la subdividen en 3 miembros que de abajo hacia arriba son: Salada, Pujamana y Galembo.

Relaciones estratigráficas. – En la Sierra de Perijá (Venezuela) la Formación La Luna se sitúa por encima del Grupo Cogollo y por debajo de la Formación Colón. En la Península de La Guajira, en la zona de la plataforma de la Guajira la Formación La Luna se sitúa por encima del Grupo Cogollo y por debajo de la Formación Guaralamai. En la Concesión Barco la Formación La Luna se sitúa entre la Formación Cogollo infrayacente y la Formación Colón («Colón Shale») suprayacente. En el Valle Medio del Magdalena la Formación La Luna está situada por encima de la Caliza Salto y por debajo de la Formación Umir. El límite entre la Formación La Luna y las unidades que se le superponen está bastante bien definido por la existencia de una capa glauconítica con la que empieza la Formación Colón (véase); en La Guajira esta capa está sustituida por un conglomerado calcáreo de 10 a 30 cm (RENZ 1956; ROLLINS 1965). Puede afirmarse pues que el límite superior en la Formación La Luna se ha situado aproximadamente en la misma posición en todas las localidades. Para su límite inferior no hay que pensar tampoco en variaciones de importancia.

Extensión geográfica. – El término de Formación La Luna se emplea en la zona occidental de Venezuela y en Colombia en La Guajira, Concesión Barco y parte septentrional del Valle Medio del Magdalena. Su área de cobertura es 2995 Ha.

3.4.8. Formación Umir cretáceo sup. (Campaniano-Maestrichtiano) (Ksu)

Descripción. – Recibe el nombre de la Quebrada Umir, que es la localidad tipo, 3 km al W del Cerro Umir (Valle Medio del Magdalena). Primero fué definida por HUNTLEY, en 1917 (informe inédito), quien comprendía bajo este nombre lo que actualmente se conoce por Umir más la Formación Lisama. No se ha definido una sección tipo. La parte inferior de la formación se compone de lutitas en láminas delgadas, de color gris oscuro, gris azulado a negro, con delgadas láminas carbonáceas y micáceas; caracterizada por capas delgadas, lentes y pequeñas concreciones ferruginosas. La parte superior consta de lutita blanda, gris oscura, en capas delgadas con numerosas laminitas de carbón, láminas delgadas de mineral de hierro, arenisca de grano fino y limonita. Forma amplios valles debido a su naturaleza blanda. El espesor aproximado es de 1000 m.

Repartición geográfica. – Los afloramientos existen en el Valle Medio del Magdalena, sobre un área considerable a lo largo del límite Oriental de la Concesión De Mares.

Ha sido señalado también con idénticas facies en un pequeño retazo en la región de Suratá, en el Macizo de Santander (JULIVERT, 1959).

Relaciones estratigráficas. – Reposo en ligera discordancia sobre el Miembro Galembo de la Formación La Luna. Encima está concordantemente la Formación Lisama (Paleoceno). Posee una superficie de 7639.87 Ha.

3.4.9. Formación Lisama (tpl) terciario

Descrita inicialmente por Th. Link (en Morales et al; 1958) y publicada por primera vez por O.C. Wheeler (en De Porta J. et al, 1974) aflora al norte de San Vicente de Chucurí y su localidad tipo está ubicada en la quebrada Lisama afluente del río Sogamoso. La unidad se encuentra constituida por una secuencia de lutitas abigarradas, alternadas con areniscas grises, verdosas y pardas de grano fino a medio y algunas capas delgadas de carbón. El depósito de esta unidad ocurrió en un ambiente bajo condiciones lagunares deltáicas. El espesor alcanza los 1225 mts. El contacto con la infrayacente formación Umir es normal y transicional; con la suprayacente formación La Paz su contacto es discordante. La edad es Paleoceno (van der Hammen, 1958) Se correlaciona con las formaciones Barco y Los Cuervos de la cuenca del Catatumbo posee una superficie total sobre el territorio municipal de 6490.02 Ha.

3.4.10. Formación la paz (tel)

Los autores son los geólogos de la Tropical Oil Company (en Morales, L. et al, 1958), su sección tipo se ubica en el sitio Angosturas del río Lebrija. La secuencia estratigráfica, compuesta por areniscas grises conglomeráticas, conglomerados, limolitas y grandes paquetes de lutitas grises. Esta unidad se depositó en un ambiente de corrientes trezadas. El espesor varía de 1000 a 1280 mts. Su contacto con la suprayacente formación Esmeraldas es concordante y transicional su edad se considera Eoceno superior, es correlacionable con la parte

inferior de la formación Mirador de la cuenca del Catatumbo. posee una superficie total sobre el territorio municipal de 5488.82 Ha.

3.4.11. Formación esmeraldas (tee)

Término utilizado por primera vez por los geólogos de la Gulf Oil Company; su sección tipo está cerca del caserío Esmeralda junto al río Sogamoso. Esta unidad se compone de areniscas grises y verdosas de grano fino, con intercalaciones de limolitas y lutitas moteadas de rojo púrpura y carmelito, contiene algunas capas delgadas de carbón. El ambiente deposicional fue bajo condiciones lagunares deltáticas. El espesor es de unos 1200 mts. Su contacto con la formación Mugrosa posiblemente es discordante, la edad es Eoceno inferior - medio. Es correlacionable con la parte superior de la formación Mirador e inferior de la formación Carbonera en la cuenca del Catatumbo. posee una superficie total sobre el territorio municipal de 1291.33 Ha.

3.4.12. Formación Mugrosa (Tom)

El nombre fue introducido por A. K. Gill (en Morales, L. et al., 1958), su sección tipo se encuentra en la quebrada Mugrosa. La unidad está constituida en la parte inferior por areniscas gris verdosas, de grano fino a medio, con intercalaciones de lodolitas grises a azulosas y algunas capas de areniscas conglomeráticas. La parte media consta de shales moteados con algunas intercalaciones de arenisca.

En la parte superior lodolitas moteadas y fosilíferas. Es una de las unidades más productivas de petróleo, posee una superficie total sobre el territorio municipal de 1281.18 Ha.

3.4.13. Formación Colorado (Toc)

Descrita por A. K. Gill; tiene su sección tipo en el río Colorada en el área de Concesión de Mares. Consiste predominantemente en su parte inferior de arcillolitas pardo rojizas, con intercalaciones de arenisca de grano grueso a conglomeráticas, en capas de espesor variable. La parte superior se compone de arcillolitas grises oscuras a negras, carbonosas, fosilíferas con intercalaciones de arenisca de grano medio, en capas delgadas. Su espesor varía de 1500 a 2500 m. Su edad es Oligoceno superior a Mioceno inferior. Su contacto con el suprayacente grupo Real es discordante. Esta formación es una de las que más posee cobertura sobre el territorio municipal, con 15949,91 Ha.

3.4.14. Grupo Real (tmr)

Descrito por O. C. Wheeler (en De Porta, J. et al., 1974) y tiene su sección tipo en el sitio Bandera Real, cerca del río Opón, donde fue subdividido en cinco formaciones, que de base a techo son:

Formación Lluvia, compuesta por conglomerados polimicticos;
Formación Chontales, areniscas conglomeráticas y arcillolitas;
Formación Hiel, arcillolitas grises y gris rojizo con areniscas; Formación Enrejado, arcillolitas con alternancia de areniscas y Formación Bagre

que contiene areniscas conglomeráticas, su espesor aproximado es de 4054 mts, su edad es considerada Mioceno al Plioceno. Litológicamente se puede citar los siguientes intervalos: los primeros 490 metros constan hacia la base de un conglomerado que varía hacia el tope a arenisca masiva y friable, con estratificación cruzada e inclusiones de pequeños cantos de arcillolitas grises azulosas.

Suprayaciendo la sección anterior se encuentran más o menos 1220 metros de arcillolitas grises y amarillas moteadas de rojizo con esporádicas intercalaciones de capas de areniscas de grano fino a grueso, friables que comúnmente presentan estratificación cruzada "Ripple marks". Encima del anterior intervalo pueden distinguirse aproximadamente 1100 metros de conglomerados masivos, intercaladas con lechos gruesos de areniscas de grano medio separados por delgadas capas de arcillolitas.

Posteriormente se presenta una unidad de más o menos 450 metros de espesor de arcillolitas grises y pardo amarillas intercaladas con delgadas capas de areniscas gris clara, de grano grueso, friable. Continúa luego el intervalo más superior de la formación compuesto por 762 metros de areniscas grises de grano fino a grueso, ocasionalmente duras, intercaladas con lechos laminares de arcillolita gris oscura; su contacto superior con la Formación Mesa es discordante.

Durante su sedimentación tuvo gran influencia una descarga torrencial, por lo tanto es considerado de origen continental. Se le ha datado en el Mioceno Superior. Esta formación es la que más posee cobertura sobre el territorio municipal, con 18640,47 Ha.

3.4.15. Depósitos del Cuaternario. (Q)

Los depósitos de cuaternario consisten en abanicos y diferentes niveles de terrazas de edad Pleistoceno y aluviones, coluviones y derrubios considerados de edad Holoceno.

Grupo Mesa: El nombre de este grupo fue usado primeramente por Weiske en 1926 y más tarde precisado por Butler en 1942, para unos sedimentos aluviales que forman mesas en el área de Honda (cuadrángulo K9). En este cuadrángulo se incluyen las capas “Capote” y “Magdalena”, formadas por arcillas negras y macizas, areniscas friables, conglomerados y gravas de escasa cementación que forman las terrazas altas.

También está constituida por arcillolitas grises oscuras, areniscas friables y conglomerados pobremente consolidados compuestos por cantos de cuarzo, chert y rocas ígneas, la parte más superior de la Formación está compuesta por gravas, con matriz arenosa y locales intercalaciones de arcilla arenosas amarillas y rojizas. El espesor del grupo llega hasta unos 250 metros. Por ausencia de fósiles se desconoce su edad, pero es probable que sea pleistoceno, convirtiéndose en el grupo más joven de la región. Posee cerca de 12200 Ha de superficie

Depósitos Aluviales (Qal): Corresponden a los depósitos inconsolidados que se encuentran sobre los valles de quebradas y ríos, presentan dos características principales: hacia la parte alta están conformados por materiales polimícticos de diversos tamaños en algunos sectores de la quebrada la Ramera y San Guillerma aparecen

algunos cantos de rocas metamórficas, probablemente transportados desde cercanías a los cuerpos metamórficos de la parte nororiental del departamento, sin embargo el predominio general corresponden a rocas de tipo sedimentario predominando las areniscas, y calizas, hacia la parte de la cabecera municipal el carácter torrencial de las quebradas han depositado grandes bloques y cantos de material lutítico y arenoso con evidencias de muy poco transporte, ya hacia el río Chucurí los cantos presentan tamaños ostensiblemente menores. La segunda característica de la cual se hace mención corresponde a los depósitos aluviales de la zona baja en donde el predominio de los cantos y gravas es mayor sobre el de los bloques, de hecho el predominio de las arenas es mucho mayor, para finalmente encontrar depósitos aluviales conformados casi “únicamente” por arenas tal como es el caso de la desembocadura de la quebrada la Putana sobre el río Sogamoso, o el valle arenoso del río Oponcito ya en cercanías del municipio de Barrancabermeja.

Existen depósitos de terraza baja, terraza media y terraza alta, alcanza una cobertura superficial de 10179.52 Ha.

Depósitos Coluviales (Qc): Aparecen y se distribuyen casi a lo largo y ancho del municipio, poseen gran cantidad de Bloques heterométricos muchos de ellos de grandes dimensiones, presentan una cobertura bastante amplia, pero que no poseen los espesores para su correspondiente cartografía en la escala de trabajo del presente documento, sin embargo su presencia si es muy frecuente, imposibilitando en gran medida la mecanización de tierras, estos depósitos se originan especialmente por la remoción de materiales, y

por la caída de cantos y bloques de los escarpes y cornizas de las partes altas.

3.5. ESTRATIGRAFIA LOCAL

En el área estudiada afloran unidades del cretácico superior, del Terciario Inferior y del Cuaternario. Se trata según los autores precedentes, en especial Duran *et al.* (1976) y CARBORIENTE (1988), de las Formaciones Umir, Lisama, y el cuaternario se compone de sedimentos pre-Holocenos (en forma de abanicos aterrazados) y Holocenos (coluviones o derrubios de Ladera, y aluviones confinados a los lechos de los ríos).

En el caso de las Formaciones, se trata de unidades definidas a partir de aéreas tipo relativamente distantes, y que han sido extendidas hacia el área de interés, con base en criterios de continuidad cartográfica, similitud litológica, y/o posición estratigráfica.

La experiencia demuestra que, en algunos casos, existen diferencias importantes en las secuencias litológicas, que dificultan la estricta paralelización con las del área tipo, o que sugieren que el uso dado a los términos no corresponde bien con los de otras regiones al sur o al norte. Tal es el caso, por ejemplo, de la Formación Umir, que en la región del Sinclinal de San Luis contiene una cantidad importante de mantos y capas de carbón explotable, pero que no está presente o descrita en la localidad tipo. Tampoco parece haber unanimidad con respecto a las características y posición de algunos límites estratigráficos.

También es cierto que las edades descritas son aproximadas, sin que en la zona analizada se hayan realizado análisis de datación por medio de macro y micropaleontología que permitan de alguna forma resolver los problemas estratigráficos que se detecten, o las diferencias de criterio con respecto a la posición en la columna, de afloramientos aislados por la cobertera sedimentaria o por defectos tectónicos.

3.5.1. Formación Lisama.



Figura 19. Mosaico fotográfico Controles sobre la quebrada La Vizcaína, siguiendo la formación Lisama.

Fue descrita originalmente por Link (en MORALES, et al., 1958) y publicada por primera vez por Wheeler (en DE PORTA, et al., 1974). Esta unidad aflora al occidente de Santander y su sección de referencia está en la Quebrada Lisama, afluente del Río Sogamoso.

La unidad en el área de la concesión se muestra constituida por areniscas grises, verdosas y pardas (**Figura 19**), de grano fino a medio y algunas capas delgadas de carbón.

Dentro de los trabajos realizados para determinar las areniscas del Lisama se hicieron controles, sobre afloramientos dentro de la zona, de igual manera se procedió a realizar un levantamiento de una columna estratigráfica (**Figuras 20 y 21**) sobre las quebradas que permitían visualizar la estratificación de la Fm. Lisama y también posibles contactos con la Fm. Umir sobre las mismas, estas quebradas son la Vizcaína y la Vizcainita.

Estas areniscas presentan ángulos de buzamiento fuerte y de igual manera presentan zonas escarpadas con más de 7 metros de altura.

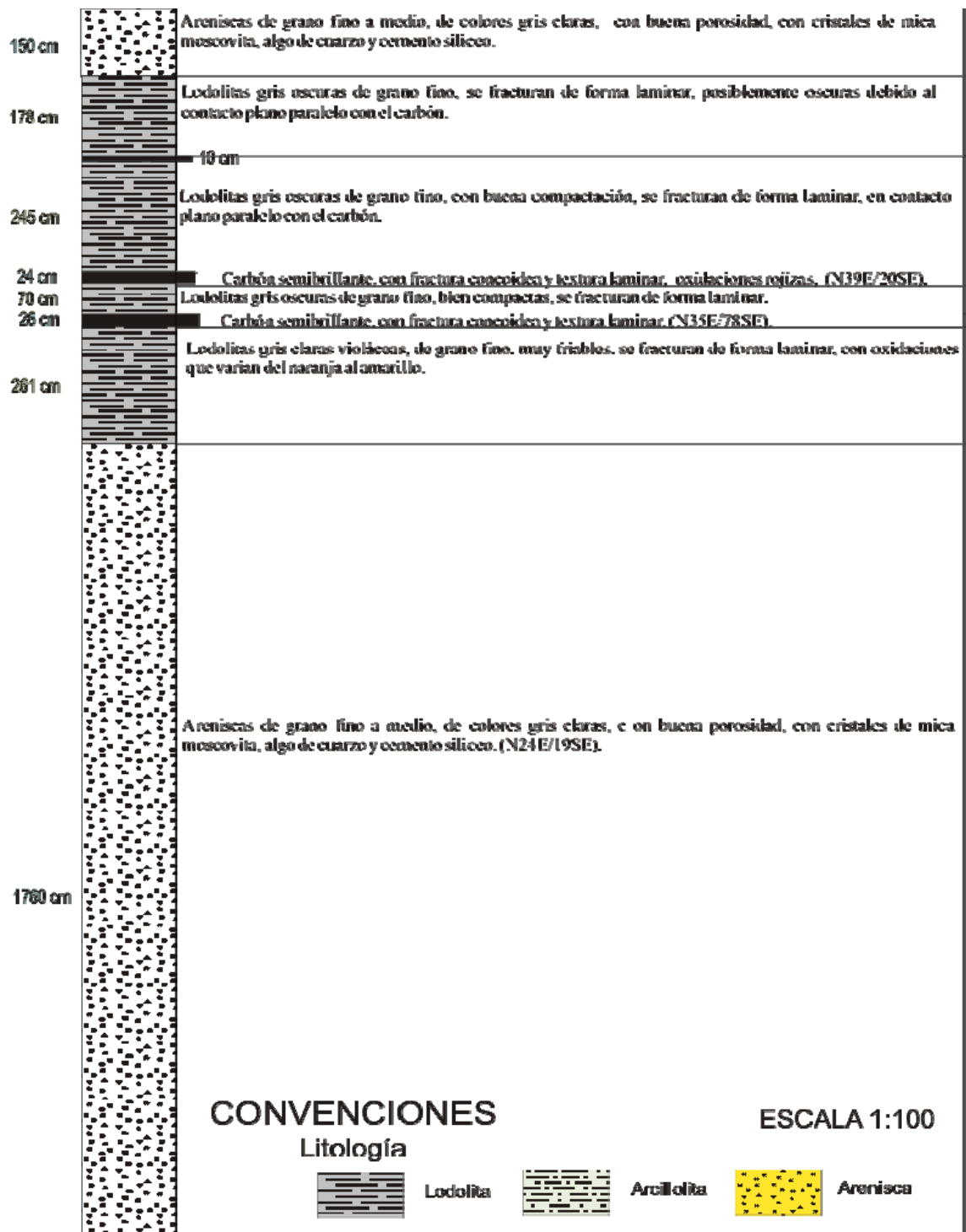


Figura 20. Columna estratigráfica realizada en la quebrada La Vizcaína (Elaborado Rubén Mendoza y David Arenas).

ESTACIÓN RD-43 (X:1.059.866 Y:1.262.831 Z: 237)

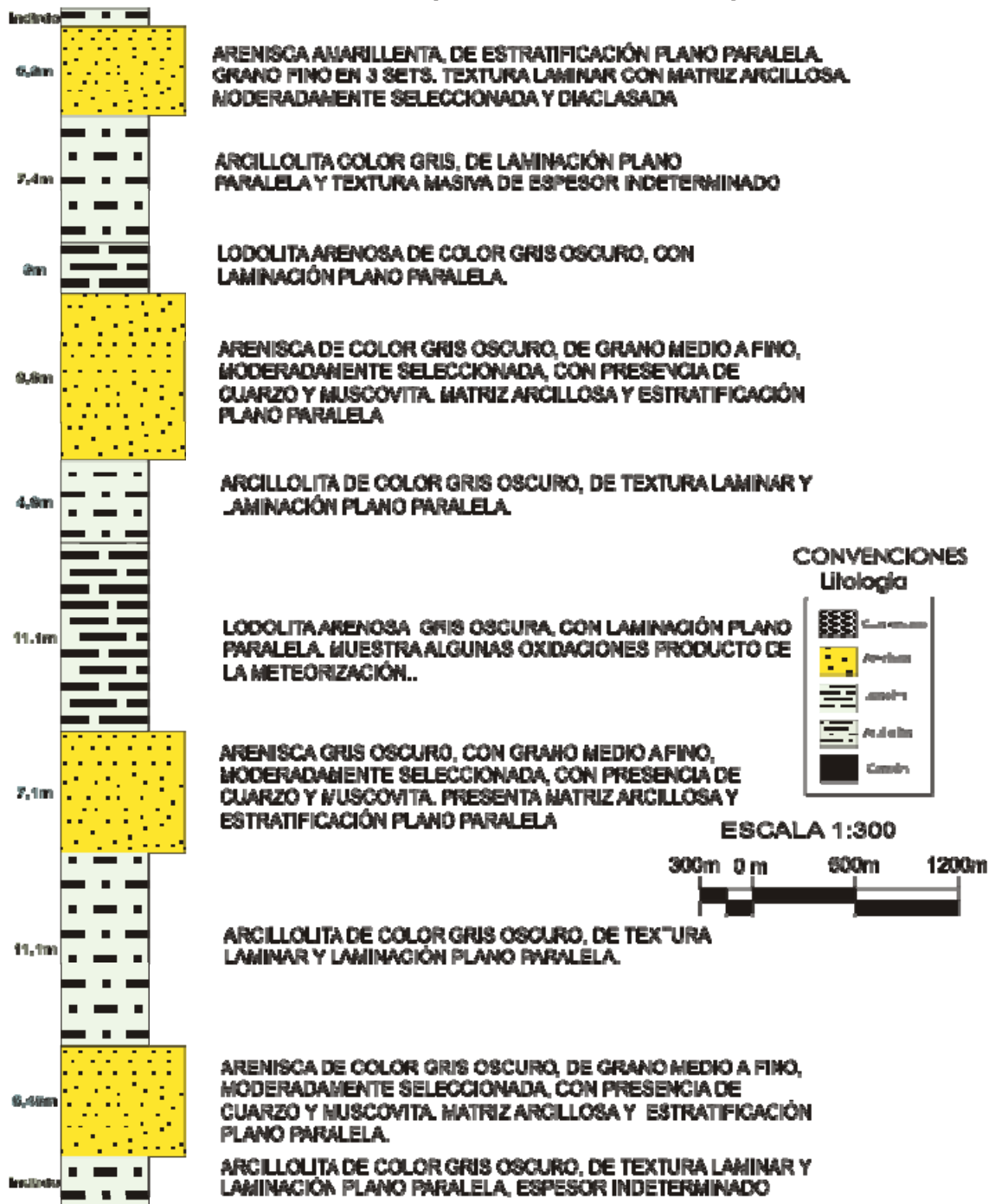


Figura 21. Esquema estratigráfico del levantamiento de una columna estratigráfica realizada sobre la Quebrada La Vizcainita (Elaborado Rubén Mendoza y David Arenas)

3.5.2. Formación Umir.



Figura 22. Contacto de la formación Umir-Lisama

Descrita por Huntley (en JULIVERT, et al., 1968); la localidad tipo se encuentra en la Quebrada Umir al oriente del cerro del mismo nombre en Santander. En el área de la concesión FGJ-151 se muestra compuesta de arcillolitas grises a negras, carbonosas, micáceas, intercaladas con limolitas, grises, carbonosas y micáceas. **(Figura 22)**. También se tiene la presencia de capas explotables de carbón de 0,60 a 2,7 m de espesor.

De acuerdo a las descripciones realizadas por Huntley esta se divide en 3 miembros los cuales son:

El Miembro Inferior (KSU1), de acuerdo a Duran et al. (op. cit.) está compuesto esencialmente de Lutitas gris plomo, algo arcillosas, con interposiciones de lentejones de limolitas y nódulos ferruginosos, pero exento de capas de carbón; las exposiciones han de restringirse al sector próximo a la Falla La Salina y al oriente de la misma. El espesor estimado puede ser próximo a 400 m. el límite inferior con la Fm La Luna es claramente discordante, en tanto que el superior con el miembro medio es concordante y marcado por la aparición de la primera capa de carbón.

El Miembro Medio (KSU2) está constituido por lutitas gris oscuras con escasas intercalaciones limosas, a veces margosas o de calizas impuras, pero con abundantes capas y mantos de carbón. El espesor estimado es de unos 350 m. El límite inferior se define por la aparición del primer estrato de carbón, en tanto que el superior está marcado por la presencia de un horizonte de areniscas limolíticas de 10 a 15 cm de espesor. Según Duran et al. (op. cit.), el Miembro Medio de la formación Umir aflora parcialmente en ambos flancos del Sinclinal de Los Andes y contiene dos horizontes importantes de carbón explotable, marcados como “Horizonte 5”, en el W y “Horizonte 4” en el E.

El Miembro Superior (KSU3) está compuesto por lutitas grises a negruzcas, con intercalaciones arenosas frecuentes hacia el tope, y con abundantes capas de carbón, en las que Duran et al. distinguen cuatro

horizontes explotables en el flanco occidental y tres en el oriental, llamados “Horizontes 1, 2, 3 y 4”. El espesor de este miembro ha de ser próximo a 400 m. El límite superior ha de ser discordante con limolitas arcillosas, gris verdosas del miembro inferior de la Fm La Paz.

Todo esto concuerda con nuestras observaciones de dicha formación en lo que concierne al área de la concesión FGJ-151, donde se comprobó que la mayor presencia de mantos se tiene en lo que debe corresponder a los Miembros Medio y Superior, donde la litología predominante se muestra compuesta de lutitas arcillosas grises a negras, carbonosas, micáceas, intercaladas con limolitas, grises, carbonosas y micáceas. También se tiene la presencia de capas explotables de carbón de 0,60 a 2,7 m de espesor, pero no se pudo identificar algún afloramiento dentro del área de concesión que diera indicios de la arenisca limolítica o arenisca guía que en la nomenclatura está registrada con 10 cm a 15 cm de espesor que sirve para identificar el límite entre los dos miembros superiores de la Formación Umir.

Sin embargo se encontró un afloramiento de esta arenisca guía fuera del área del contrato de concesión en las coordenadas planas (N: 1'262.931; E: 1'059.866), y con un espesor de 5 a 7 m aproximados.

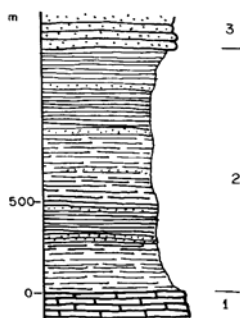


Figura. 23: *Columna estratigráfica simplificada de la Fm. Umir (modificado de Morales et al., 1958). 1: Techo de la Fm. La Luna, 2: Fm. Umir, 3: Base de la Fm. Lisama. (Evolución geológica de Colombia J. F. TOUSSAINT 1996)*

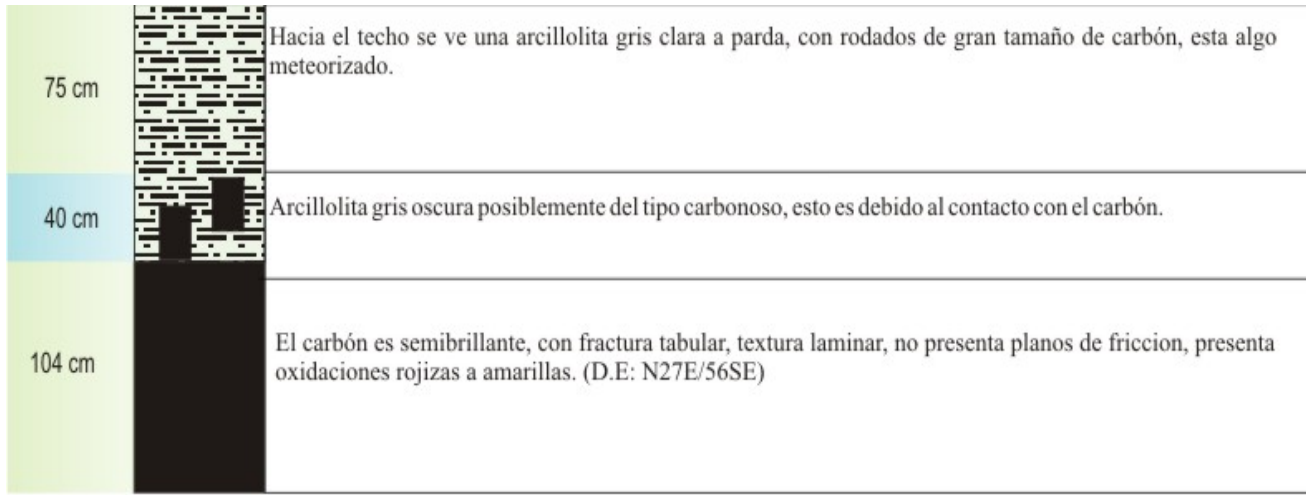


Figura 24. Afloramiento de la formación Umir cubierta por el cuaternario.

El ambiente de su depositación es nerítico. El espesor se ha calculado para el área de la concesión entre 800m y 830m, con un rumbo predominante de aproximadamente Norte-Sur, y un buzamiento promedio de 30° hacia el Este.

De igual manera, con el fin de localizar los carbones aflorantes en el área de trabajo se procedió a realizar una minuciosa búsqueda de afloramientos del Umir (**Figura 24**), en los cuales se podía ver carbón en contacto concordante con el carbón y algunos niveles limolíticos a lodolíticos.

De igual forma se procedió a realizar un levantamiento de trincheras (**Figuras 25 y 26**) de acuerdo a trabajos de destape con pica y pala, para así poder ver que tan potentes son estos carbones.



CONVENCIONES

ESCALA 1:30

Litología



Lodolita

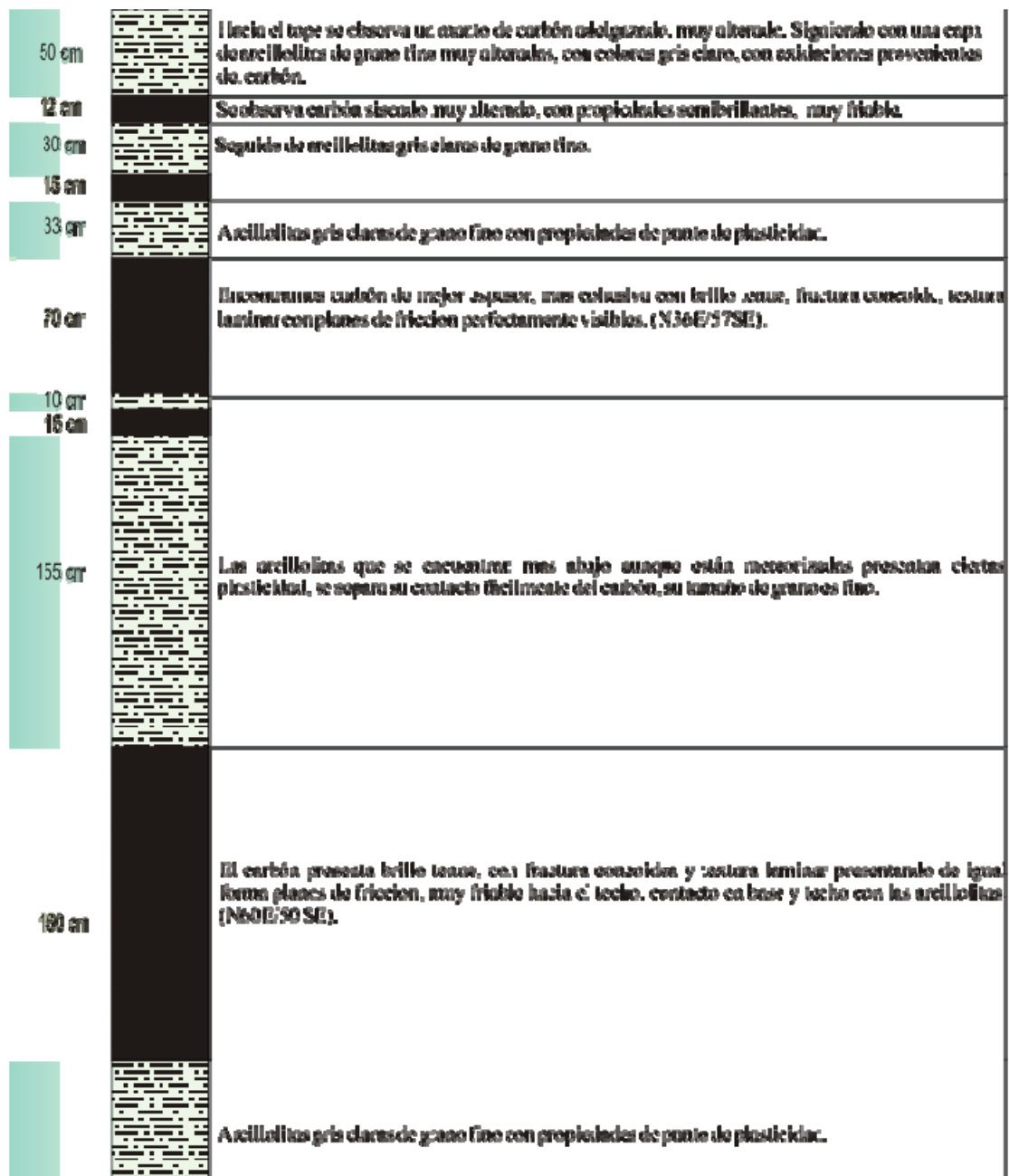


Arcillolita



Arenisca

Figura 25. Esquema estratigráfico de la formación Umir sobre los linderos de Reynaldo Espinoza (Elaborado Rubén Mendoza y David Arenas)



CONVENCIONES

ESCALA 1:30

Litología



Lujullita



Arcillita



Arenisca

Figura 26. Esquema estratigráfico de la formación Umir sobre los linderos de Hilda Rojas (Elaborado Rubén Mendoza y David Arenas)

3.5.3. Localización de los carbones en la formación Umir

A lo largo del trabajo se logro definir dos franjas carboníferas, una que es la superior, la cual se localiza hacia el este de la zona, y la franja inferior localizada al oeste de la zona, estos carbones se encuentran separados por una distancia relativa aproximada de 100m, y pasa por las fincas ya mencionadas, sin embargo se procederá a describir que mantos pasan por cada lindero.

Area Finca La Gaitana. En los linderos de la finca La Gaitana las cuales pertenecen al señor Reynaldo Espinoza, se pueden observar los mantos de la franja inferior, numerados del 3 al 8, de igual forma se observa una cinta de carbón según indicaciones del Doctor Alfonso Tamara y asesorando de igual manera José Antonio Patiño, estos mantos van desde el más pequeño de 1,05m a 2,27m, y sus propiedades físicas son; Carbón bituminoso semibrillante a brillante, de textura laminar y fractura concoidea, con algunas intercalaciones de 15-50cm de arcillolitas gris claras y masivas en los mantos de mayor espesor. (**Figuras 27 y 28**).



Figura 27. Afloramiento de carbón sobre los linderos del señor Reynaldo Espinoza.



Figura 28. Registro fotografico de las trincheras manuales sobre la finca del señor Reynaldo Espinoza.

Área Finca La Estrella. En los linderos de la finca La Estrella las cuales pertenecen al señor Luis Ramírez, se pueden observar los mantos de la franja superior, numerados del 3 al 5, estos mantos van desde el más pequeño de 1,0m a 2,70m, y sus propiedades físicas son; Carbón bituminoso semibrillante a brillante, de textura laminar y fractura concoidea que presenta planos de fricción, con una intercalación de 4-10cm de arcillolitas gris claras masivas en los mantos de mayor espesor. (**Figura 29 a y b**).



Figura 29a. Mosaico fotográfico de los linderos del señor Luis Ramírez.

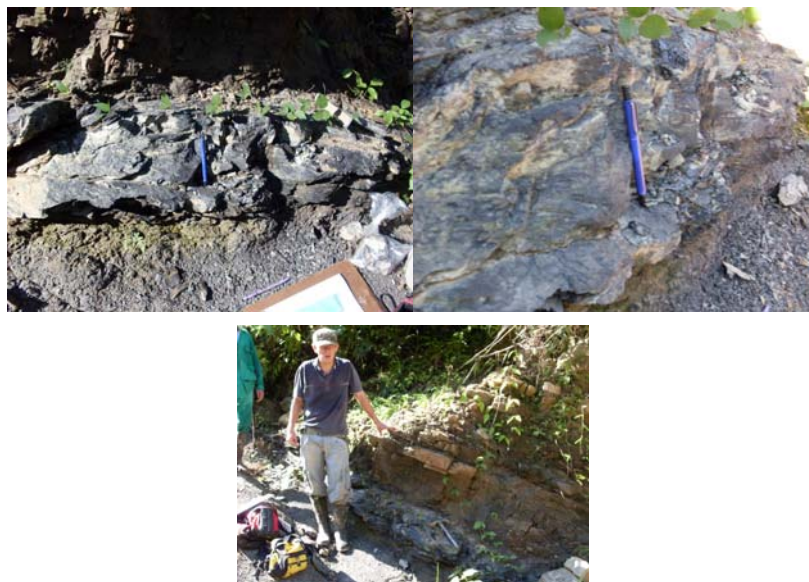


Figura 29b. Mosaico fotográfico de los linderos del señor Luis Ramírez zona de la quebrada la Vizcaína.

Área Finca Getsemaní. En los linderos de la finca La Estrella las cuales pertenecen a la señora Hilda Rojas, se pueden observar los mantos de la franja superior, numerados del 1 al 2, estos mantos van desde el más pequeño de 1,1m a 2,50m, y sus propiedades físicas son;

Carbón bituminoso de color negro rojizo, semibrillante, de textura masiva y fractura concoidea. Tiene oxidaciones y se muestra muy meteorizado hacia la superficie. (**Figura 30**).



Figura 30. Mosaico fotográfico sobre los linderos de la señora Hilda Rojas.

Área de la finca la Herencia. No tuvo desarrollo de trincheras por lo que no tiene una relación a detalle sin embargo los carbones aflorantes presentan un manto de carbón de unos 47cm de espesor. El carbón es de color negro, brillante, con fractura tabular y textura laminar –tabular,

El carbón se encuentra bajo una capa de arcillolitas grises con un espesor de 1.20m, la cual está muy meteorizada; y también supra yace (la capa de carbón) a otra capa de arcillolitas grises de espesor 4.32m. La arcillolita esta meteorizada y humedecida, y muestra una textura laminada plano paralelamente a ondulosa no paralela. (**Figura 31**).



Figura 31. Mosaico fotográfico sobre la finca la Herencia (Afloramiento de carbón de 47cm).

3.6. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciados, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental.

El área de la concesión INGEOMINAS FGJ-151 se encuentra ubicada en la región central de las tres regiones estructurales del departamento de Santander y presenta estructuras que demuestran una respuesta de la característica de plegamientos de esta región. Aunque en la superficie del área de la concesión no se observan pruebas del plegamiento característico de esta región, se tiene la idea de que estos están presentes y afectan de alguna manera a la zona, dada la ubicación geográfica del área.

Las estructuras principales y el patrón de fallamiento terciario en el valle Medio exhiben una orientación general NNE – SSW, paralela a la cuenca. La parte oriental se caracteriza por pliegues sinclinales y anticlinales estrechos, limitados por fallas inversas hacia su flanco occidental (Yory, Bayer y Medina, 1977). Dicho fallamiento se relaciona generalmente con el eje de la estructura anticlinal (**Figura 32**).

El sinclinal más importante es el de Peña de Oro al oriente del municipio de San Vicente de Chucuri y las fallas primarias son La Salina, Opón, Infantas, Arrugas, Peña de Oro, por el lado oriental por el

costado Occidental de la cuenca presentan características monoclinales bien definidas, disturbadas por escasos pliegues y un complicado fallamiento de tipo normal. Los planos de falla buzan aproximadamente 80°, con una orientación predominante y similar al plegamiento – fallamiento inverso de la margen oriental. Entre las fallas normales más sobresalientes están las de Casabe, Cantagallo y la Rompida; quedando dentro del área municipal únicamente Casabe.

El desarrollo del fallamiento primario, normal e inverso fue simultáneo; el primero actúa como una resultante de compresión del segundo, de cuyas características de mayor o menor cabalgamiento depende el desarrollo del fallamiento normal. Este evento progresó de manera continua desde la iniciación del ciclo sedimentario continental y se relacionó recíprocamente con el basculamiento de la cuenca.

La parte oriental del municipio de San Vicente de Chucuri está dentro de una gran estructura anticlinal en el cual su flanco oriental está afectado por la falla inversa de Infantas, que a la vez genera una serie de fracturamientos adyacentes a la misma. El sector occidental se caracteriza tectónicamente por presentar una estructura de anticlinal asimétrico que se extiende SW a NE, fallado en su flanco occidental por esfuerzos de carácter tensional.

Aunque en la superficie del área de la concesión no se observan pruebas del plegamiento característico de la región central, se tiene la idea de que estos están presentes y afectan de alguna manera a las litologías presentes en la zona, dada la ubicación geográfica del área.

El estilo estructural de este sector oriental del Valle Medio del Magdalena está definido por el sistema de fallas de La Salina de las que a unos 10Km al norte de su intersección con el río Opón (sector occidental del Cerro Indio), se desprenden las Fallas Arrugas y San Luis, todas ellas de dirección casi Norte-Sur y con transporte tectónico hacia el occidente. Entre ellas quedan atrapados el oriental Sinclinal de San Luis y el occidental de Peña de Oro, que contienen en sus núcleos rocas del Terciario Inferior, y en sus flancos sedimentos del Cretácico Superior.

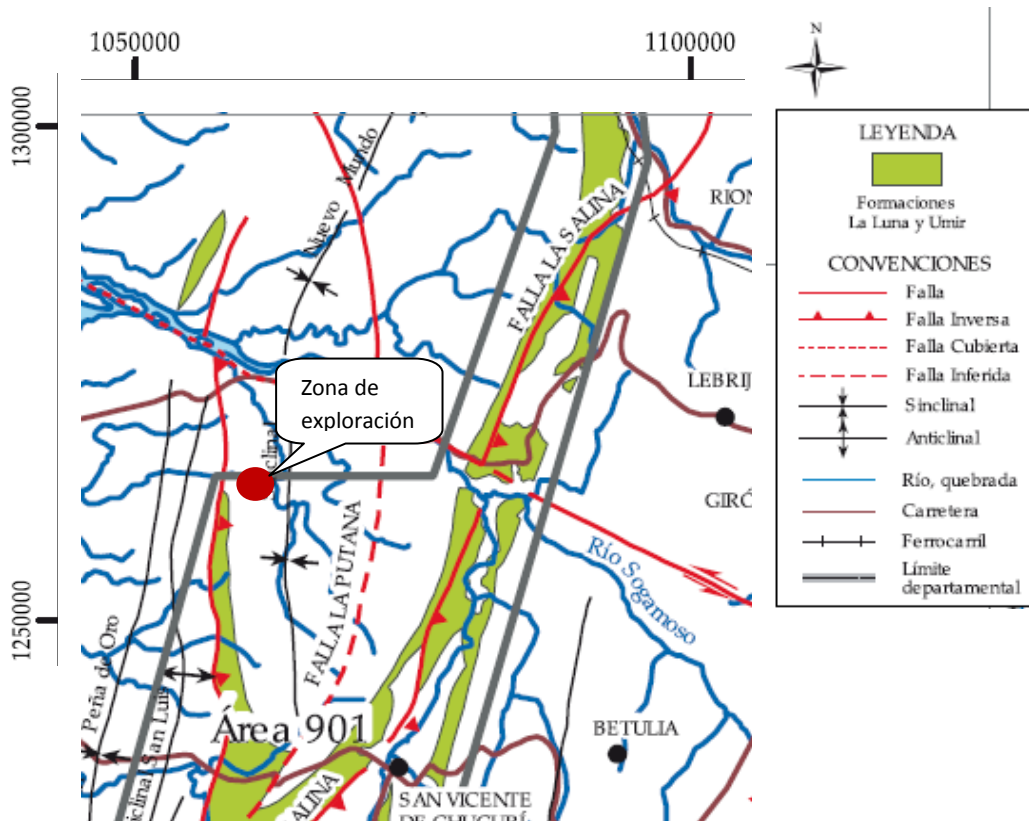


Figura 32. Mapa geológico de la Zona Carbonífera Santander, parte occidental
Fuente: Modificado del Mapa Geológico de Santander - Ingeominas, 1999

De la falla La Salina se desprenden también, pero al norte del Río Cascajales, la Falla Chucuri, que de acuerdo con Gómez (1996) resulta ser bastante activa sísmicamente; en contraste con la Falla La Salina, descrita por el mismo autor como una falla de ángulo alto, muy poco activa.

Así pues, el estilo estructural de esta región parece netamente compresivo, con sinclinales amplios y anticlinales apretados, y/o cortados por fallas mayores, es decir, anticlinales del tipo de pliegues de cizalladura o deslizamiento, las cuales se pueden producir en rocas frágiles como las areniscas del terciario, generando pequeñas fracturas laminares, en la que las delgadas láminas de roca son capaces de desplazarse entre sí. Como estructuras importantes se encuentran el Sinclinal de Nuevo Mundo y la Falla de La Salina.

3.6.1. Falla la salina

Se trata de una falla inversa que alcanza a aflorar en el costado más nororiental del municipio, con dirección N-S y buzando al E marca notoriamente el piedemonte occidental de la cordillera oriental. La Falla se extiende a lo largo del flanco oriental del valle medio del Magdalena en una longitud aproximada de 160 Km desde el sur del río Horta hasta el norte del campo Provincia.

En el área de la Lisama la traza superficial está claramente delineada por el cambio topográfico existente entre las rocas duras y abruptas del cretáceo en el labio oriental y las rocas blandas y aplanadas del

terciario en el bloque occidental y su desplazamiento ha sido estimado entre 4500 y 5000 metros con ángulos que varían entre 40° y 70°.

A lo largo de la falla se observan numerosas manifestaciones de aceite y es una de las principales trampas estructurales para la acumulación de hidrocarburos en el área.

3.6.2. Sinclinal de peña de oro

Se revela en superficie muy suavemente en capas de la formación real con buzamientos que oscilan entre 5° y 20° y dirección N-S en el subsuelo se encuentra afectado por la falla inversa de Peña de Oro que ha sido comprobada por estudios sísmicos y perforación de pozos que la han atravesado.

Este Rasgo estructural se encuentra localizado en el flanco occidental del anticlinal de Lisama extendiéndose desde el sur del río la Llana hasta cercanías del río Sogamoso.

3.6.3. Sinclinal de Nuevo Mundo.

Es una estructura amplia, ligeramente asimétrica, cuyo eje está recargado hacia su flanco occidental, probablemente como resultado del fuerte levantamiento a lo largo del lado oriental de la Falla La Salina, la cual marca su límite occidental. El eje de este sinclinal al sur del Río Sogamoso está desplazado 4 a 5 km al occidente de su posición normal, desplazamiento que sugiere una falla de dirección oriente-occidente a lo largo del Río Sogamoso, bajo los depósitos aluviales.

3.6.4. Quebrada Comején

En la zona de la concesión INGEOMINAS FGJ – 151, se puede observar un lineamiento en lo que constituye la quebrada Comején, la cual se creyó una posible falla satélite producto del sistema de fallas de La Salina, pero no se ha podido definir debido a que no se observan afloramientos sobre esta quebrada. La quebrada Comején está cubierta por depósitos de cuaternario y se presume que por la misma sucede una falla debido a la forma recta de la quebrada que generalmente se asocia a fallas, y a que se encuentra casi que perpendicular a la dirección de la falla La Salina, cruzando de Este a Oeste el área.

Para corroborar si se trata de una falla se necesitan datos estructurales de la estratificación a uno y otro lado de la quebrada, tanto al norte como al sur, pero los datos con los que se cuenta están bastante distanciados, dada la escases de afloramientos, sobre todo hacia la parte sur del área donde casi todo está cubierto por vegetación y depósitos de cuaternario.

Si se observa la parte más Este del área, cerca de donde podemos encontrar la formación Lisama del Terciario, se verán a la parte sur de la quebrada, los datos estructurales medidos en la estación denominada RD-19 en el contacto entre las formaciones Lisama y Umir, que dieron la lectura de N4W/36NE; y para la parte que se encuentra al norte de esta misma quebrada se tienen los datos estructurales tomados al contacto entre las formaciones Lisama y Umir en la estación RD-21, los cuales fueron de N10E/44SE. Con esta evidencia se tiene que dicha falla; de existir, no afecta a las rocas terciarias de la Formación Lisama lo que la ubica en el Cretácico. Hacia la parte oeste

del área sobre la Fm Umir, y con datos obtenidos de la estación RD- 39, al sur de la quebrada comején se confirma un rumbo y buzamientos de NS/29W, que contrastan con datos de la parte norte de la quebrada en la misma formación, los cuales cifraron N27E/56SE, en la estación RD30. Podemos ver que las direcciones de buzamientos son opuestas, ya que en la estación RD-39 los estratos buzan al Oeste y en la estación RD-30 buzan hacia el Este. Pero esto no indica la presencia de una falla en la quebrada a la que hacemos referencia, ya que pudiera tratarse de un plegamiento en los mantos, generado por efectos compresivos y por la permisividad a estos fenómenos estructurales que ofrecen las arcillas de la Fm Umir en esta parte, puesto que en las estaciones que continúan hacia el norte se obtuvieron datos cuya dirección de buzamiento concuerdan con la dirección de la estructura regional predominante, el cual es hacia el Este.

Por lo tanto se cree, según la evidencia que poseemos, que la quebrada comején no es otra cosa que un drenaje generado por la escorrentía y no uno causado por una falla, y que la Fm Umir en el área de la concesión se mantiene sin presentar evidencia de fallamientos, pero puede presentar, dada la plasticidad de las arcillas, plegamientos que son observables en el cambio de la dirección de los buzamientos de los mantos de carbón; todo esto asociado a movimientos compresivos que acompañan a estructuras como el sinclinal de Nuevo Mundo y la Falla La Salina, estructuras vecinas de la zona.

Los mantos de carbón podrían mostrar plegamientos asimétricos locales, los cuales serían como los llamados de tipo 1 según Ramsay (1967; Ramsay & Hubert, 1985) (**Figura 33**), caballetes a lo largo de la longitud de los mantos en la dirección del rumbo, con el eje de simetría en la dirección del rumbo de los estratos, y a su vez pueden generarse

una serie de sinclinales y anticlinales pequeños, en una forma de superposición de plegamientos, que se muestran de una manera muy local, y que no es predominante en el área y tampoco para todos los mantos.

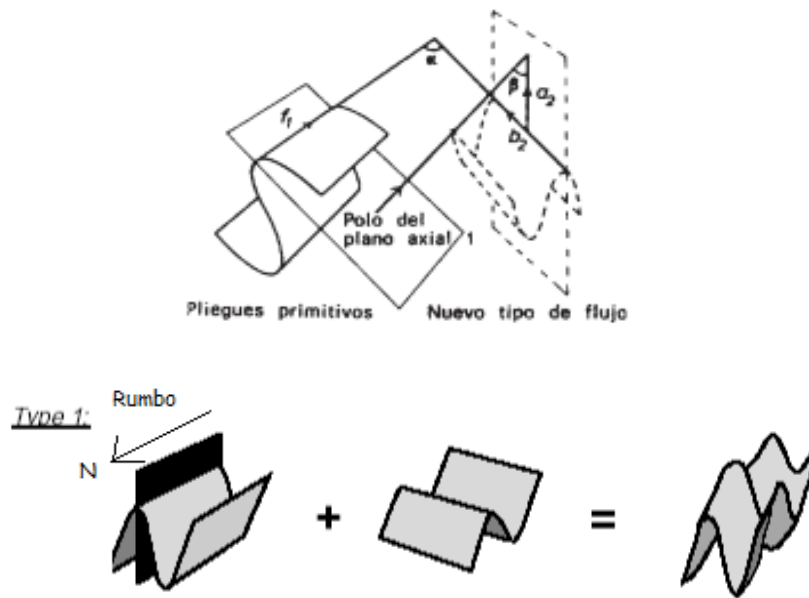


Figura. 33. Pliegues compuestos tipo 1. Tomado de Martínez Catalán, Geología Estructural y Dinámica Global, pg. 224

3.7. DESCRIPCION DE LOS ESTRATOS CARBONIFEROS EXISTENTES

Con el fin de poder evaluar el potencial y la calidad del área de concesión FGJ-151, se procederá a comparar con las características que tiene el área carbonífera de San Luis en Santander más precisamente los mantos de carbón, Área Carbonífera San Luis, Sector Flanco Occidental (**Tabla 2**).

Miembro Umir Medio			Miembro Umir Superior		
Nombre Manto	Espesor (m)	Anotaciones	Nombre Manto	Espesor (m)	Anotaciones
M305	0,80	Espesor en el sur	M100	0,60	Sólo en el norte
M315*	1,00	Continuo	M140*	0,80	Continuo
M325	0,40 a 0,80	Continuo	M143*	0,70	Continuo
M330	0,60	Continuo	M145*	0,50	Se pierde al norte
M335	0,60 a 0,80	Continuo	M150*	1,60	Más grueso al norte
M355	1,00	Estos 4 mantos son cercanos en el norte; se separan en el sur	M160*	0,65	Continuo
M360*	0,65		M165*	0,40	Continuo
M365*	0,80		M170	0,70	Local
M370*	0,60		M205*	0,40 a 2,20	Continuo
M390*	0,80	Con intercalación	M220*	1,00	Continuo
M400	0,80	Continuo	M225	0,80	Continuo
M405*	1,00	Continuo	M230	0,60	Continuo
M410	0,90	Continuo	M235*	0,60	Intercal. delgada
M445*	0,90	Continuo	M245	0,80	Continuo
M450*	0,80	Continuo	M250*	1,00	Continuo
M475*	0,60	Local	M260	0,60	Continuo
M490	1,20	Asociado al M500	M265	0,60	Continuo
M500*	2,40 a 3,70	En afloramiento			

Nota: Los asteriscos están puestos para los mantos sobre los cuales se dan reservas

Tabla 2. Mantos de carbón, Área Carbonífera San Luis, Sector Flanco Occidental (Tomado Minercol 2001)

Para la determinar la calidad se tuvieron en cuenta las características físico químicas de los carbones térmicos de la secuencia superior del Área Carbonífera San Luis, Flanco Occidental, se tuvieron en cuenta 73 muestras, entre pozos corazonados, muestras de túnel y trincheras. Para la secuencia inferior, coquizables (mantos 315, 320, 370, 390, 405, 410, 440, 445, 450, 465, 466, 475, 490, 495, 500 y 505). (**Tabla 3 y 4**).

	ESP. V. (m)	HE %	HR %	CZ %	MV %	CF %	P. CAL.		St %	IM	IH	d %	RoV %
							Cal/g	BTU/lb					
Promedio	1,03	1,66	1,09	20,93	30,32	47,66	6692	12046	1,80	-	-	-	-
Prom. Pond.		1,67	1,08	19,97	30,63	48,32	6779	12202	1,78	-	-	-	-
Máximo	2,15	2,37	2,10	39,13	38,89	57,63	7972	14350	4,04	74	7,5	29 0	0,76
Mínimo	0,12	0,80	0,56	8,33	20,01	35,04	5079	9142	0,56	37	1,5	10	0,52
Dstd	0,44	0,33	0,37	7,82	4,14	5,26	698	1256	0,82	8	-	-	-
Varianza	0,20	0,11	0,14	61,17	17,17	27,71	486565	1576469	0,67	71	-	-	-
No. Datos	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	22	10

Tabla 3. Características físico químicas de los carbones, base como se analiza, del Área Carbonífera San Luis, Sector Flanco Occidental. Carbones térmicos (Tomado Minercol 2001).

	PSA %	HT %	HE %	HR %	CZ %	MV %	CF %	P. CAL.		St %	IM	IH	d %	RoV %
								Cal/g	BTU/lb					
Promedio	1,22	3,10	2,45	1,54	8,43	33,15	56,88	7734	13921	1,55	-	-	-	-
Prom. Pond.	1,08	3,12	2,51	1,63	7,65	33,38	57,33	7775	13995	1,37	-	-	-	-
Máximo	4,55	5,76	5,12	4,01	18,35	39,54	69,75	8389	15100	4,52	87	9	175	0,89
Mínimo	0,23	1,40	1,27	0,28	2,46	23,28	39,99	6421	11558	0,55	35	1	20	0,53
Dstd	1,19	1,26	1,06	0,88	4,73	5,73	8,33	481	865	1,10	19	2,7	46	0
Varianza	1,41	1,59	1,12	0,77	22,40	32,79	69,40	230903	748125	1,21	379	7,2	2124,88	0
No. Datos	16	16	25	25	25	25	25	25	25	25	20	25	8	11

Tabla 4. Características físico químicas de los carbones, base como se analiza, del Área Carbonífera San Luís, Sector Flanco Occidental. Carbones coquizables (Tomado Minercol 2001)

A continuación se procederá a dar la descripción macroscópica de los estratos aflorante en el área de concesión.

3.7.1. Cinta 1

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante, de textura laminar y fractura concoidea, con un espesor de 0,55 m. Al tope de este se encuentra una Arcillolita de color gris verdoso a gris claro de textura masiva, con textura laminar plano paralela a ondulosa, aspecto plástico. Con presencia de bloques de carbón y de areniscas que alcanzan tamaños desde 10 cm a 70 cm. Hacia la base de esta cinta de carbón se tiene una Arcillolita de color gris claro de textura masiva, disgregable y friable, la cual hacia la base varia el color a gris verdoso.

3.7.2. Manto 1

Litotipo que presenta características tipo Clareno, de color negro rojizo, semibrillante, de textura masiva y fractura concoidea, con espesor de 2,5 m el cual tiene algunas oxidaciones. Presenta bloques caídos que dan la impresión de que el manto buzara hacia el oeste. Hacia el tope

presenta una Arcillolita de color gris claro de textura masiva, disgregable y friable. Hacia la base, el manto tiene un estrato de Arcillolitas de color gris claro que varia a gris plomo y gris verdoso, de textura masiva y aspecto plástico, con presencia de bloques de carbón con tamaños desde 10cm hasta los 80cm que se presentan a lo largo del estrato

3.7.3. Cinta 2

Litotipo que presenta características tipo Dureno de brillo mate, de textura masiva y fractura concoidea a tabular con bastante meteorización en la parte expuesta y de 0,6m de espesor. En el tope de esta cinta se tiene un estrato de Arcillolitas de color gris claro, masiva, con presencia de niveles limolíticos amarillentos. En la base se observa un estrato de arcillolitas gris claro, masivas.

3.7.4. Manto2

Litotipo que presenta las siguientes características: muy negro y semibrillante del tipo Clareno, de textura masiva y fractura concoidea, macizo, con un espesor de 1,10 m. Hacia el tope se tiene una arcillolita gris, con niveles limolíticos amarillentos y hacia la base se tiene una arcillolita gris, masiva y de aspecto plástico.

3.7.5. Cinta 3

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante, de textura laminar y fractura concoidea a tabular con oxidaciones amarillentas y una intercalación de arcillolita gris oscura de 4cm hacia la base. Supra yaciendo al estrato de carbón se tienen unas arcillolitas grises de oxidaciones amarillentas y con algunos niveles limolíticos. En la parte inferior a esta cinta de carbón se tiene arcillolitas grises oscuro a claro, de textura masiva y aspecto plástico, con bloques de carbón.

3.7.6. Manto 3

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante a brillante, de textura laminar y fractura concoidea que muestra un espesor de 2,7 m. Hacia el tope se tienen estratos de arcillolitas grises, de textura masiva y aspecto plástico, con múltiples niveles delgados de limolitas amarillentas; y hacia la base se tienen arcillolitas grises, masivas, de aspecto plástico.

3.7.7. Manto 4

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante a brillante, macizo de textura laminar y fractura concoidea, con espesor de 2,27 m y algunas intercalaciones de 4cm de arcillolitas gris claras, masivas. En el tope se encuentra un estrato de Arcillolita de color gris, de textura masiva y aspecto plástico, con bloques de carbón y niveles

de limolitas amarillentos muy delgados; y hacia la base se tienen estratos de Arcillolita de color gris, textura masiva y aspecto plástico.

3.7.8. Manto 5

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante a brillante, de textura laminar y fractura concoidea a tabular, con un espesor de 1,4 m y una intercalación de 4cm de arcillolitas gris claras masivas, presenta algunas oxidaciones. Supra yaciendo a este estrato de carbón, se tienen Arcillolitas de color gris, textura masiva y aspecto plástico, con algunos bloques de carbón y algunas oxidaciones amarillentas.

Subyaciendo se tiene un estrato de Arcillolita de color gris, textura masiva y aspecto plástico con presencia de niveles limolíticos.

3.7.9. Manto 6

Litotipo que presenta características tipo Vitreno brillante, de textura laminar y fractura tabular aunque a veces concoidea, Macizo y con un espesor de 1,1 m. En el tope presenta arcillolitas de color gris, textura masiva y aspecto plástico con presencia de niveles limolíticos amarillentos; y en la base se tienen Arcillolitas de color gris, textura masiva y aspecto plástico con presencia de niveles limolíticos amarillentos.

3.7.10. Manto 7

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante a brillante, de textura laminar y fractura concoidea aunque a veces tabular de 0,9 m de espesor. Al tope se tienen estratos de Arcillolita de color gris, textura masiva y aspecto plástico con presencia de niveles limolíticos amarillentos; y en la base se tiene Arcillolita de color gris, textura masiva y aspecto plástico con presencia de niveles limolíticos amarillentos.

3.7.11. Manto 8

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante, de textura laminar y fractura concoidea, con un espesor de 1,4 m. Hacia el tope se encuentra una Arcillolita de color gris, textura masiva y aspecto plástico con presencia de niveles limolíticos amarillentos; y hacia la base se tienen Arcillolitas de color gris oscuro, textura masiva y aspecto plástico.

3.7.12. Cinta 4

Litotipo que presenta características tipo Clareno, semibrillante a brillante, de textura laminar y fractura concoidea, Macizo, con 0,6 m de espesor. En el tope se halla un estrato de Arcillolita de color gris, textura masiva y aspecto plástico, con bloques de carbón. En la base se

encuentran Arcillolitas de color gris, textura masiva y aspecto plástico, con bloques de carbón

3.8. RESERVAS EXISTENTES

3.8.1 Metodología

El cálculo de reservas se realiza para determinar la cantidad de mineral de interés presente en el yacimiento limitado por el área de concesión sumado a su área de influencia.

El dato obtenido de la cuantificación de carbón será utilizado para realizar la evaluación económica del proyecto en todo su conjunto, y con ello, tomar decisiones en cuanto a las inversiones que se puedan dar y a los gastos que se puedan generar.

El cálculo de reservas que se determina en el consecuente estudio, se basa según las especificaciones adaptadas de Wood et al., (1983), por MINERCOL LTDA (1995).

El análisis se complementó con la siguiente información: Cuadrícula de coordenadas planas, traza de los mantos, los puntos donde se tomaron medidas de espesor y muestras de carbón, los rumbos y buzamientos, las cotas de los puntos de medición, los rasgos estructurales que afectan el carbón como ejes de plegamientos y fallas, las líneas de los cortes geológicos, las áreas correspondientes a las diferentes categorías de los recursos o reservas y los límites del área del contrato y su zona de influencia.

Se realizó el cálculo de las reservas para los mantos de Carbón establecidos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

3.8.2 Reservas Básicas Medidas.

En esta categoría están los recursos comprobados que tienen el más alto grado de confiabilidad geológica y que han sido evaluados en el ámbito de apreciación inicial. Los cálculos de tonelaje para reservas básicas medidas se llevan a cabo mediante la prolongación de espesores de carbón, de datos geológicos y de calidad, por una distancia de 250 m a partir del punto de medición.

3.8.3 Reservas Básicas Indicadas

En esta categoría están los volúmenes identificados de carbón que tienen un grado moderado de certeza geológica. El cálculo de tonelaje para reservas básicas indicadas se realiza sobre la base de evidencias geológicas por prolongación de espesores de carbón, de rango y de datos de calidad, por una distancia de 500 m comprendida entre los 250 y 750 m a partir del punto de medición más cercano.

3.8.4. Reservas Básicas Inferidas

En esta categoría están los volúmenes identificados de carbón que tienen un bajo grado de certeza geológica y que han sido evaluados en

el ámbito de apreciación inicial, los cálculos de reservas básicas inferidas se establecen con base en el conocimiento geológico por medio de prolongaciones de espesores de carbón, de rango y de calidad de carbón, hasta por una distancia de 1.500 m comprendida entre los 750 m y los 2.250 m contados a partir del punto de medición y muestreo más cercano.

Para obtener los resultados de la evaluación de las reservas básicas medidas, indicadas e inferidas se definen los datos estructurales y geológicos de los mantos de carbón, y se utiliza el procedimiento propuesto en el manual de MINERCOL “Sistema de Clasificación de Recursos y Reservas de Carbón.”

3.8.5. Calculo de Reservas

Para determinar el grado de certeza se utilizo el Sistema de Clasificación de Recursos y Reservas de Carbón (Ecocarbón, 1995a), el cual permite ordenar los recursos y reservas de carbón en el área de la licencia FGJ - 151, ya que estas se consideraran según el grado de certeza de la información geológica disponible y según el grado de seguridad técnica y económica del aprovechamiento de este recurso. La zona carbonífera es una superficie que abarca una o más áreas con carbón, geográficamente asimilable a uno o dos departamentos (Ecocarbón, 1995a:49). En este momento se trabajara sobre un bloque carbonífero considerado como la superficie mínima subyacida por mantos de carbón e individualizada por medio de la combinación de datos estratigráficos y estructurales, de tal forma que en la exploración y en la explotación se pueda considerar una unidad”. (Ecocarbón,

1995a:25). Para llegar a dar un significado minero y económico a la evaluación de los recursos de carbón, se ha estimado de utilidad definir, de antemano, el concepto de potencial carbonífero. Así, El potencial en recursos carboníferos de un bloque, un sector, un área y una zona es la sumatoria de las reservas y/o de los recursos. Por tanto, se expresa como la suma de las cifras calculadas según los grados de certeza geológica y de seguridad técnica y económica hasta el nivel inicial de evaluación económica.

Para la posterior subdivisión de los mantos en el área, se tomó en consideración la distribución de los diferentes mantos carboníferos y la extensión y continuidad de las principales características estratigráficas y estructurales dentro de cada manto.

Las formulas usadas para el cálculo de las reservas son las siguientes:

$$\text{Reservas} = (\text{Densidad del carbón}) * (\text{Área}) * (\text{Espesor del manto})$$

$$\text{Reservas} = (\delta) * (A) * (\epsilon)$$

$$\text{Reservas medidas} = (1,35) * (200 * 200) * (\epsilon)$$

$$\text{Reservas indicadas} = (1,35) * (400 * 400) * (\epsilon)$$

$$\text{Reservas Inferidas} = (1,35) * (800 * 800) * (\epsilon)$$

3.8.5.1. Reservas Medidas De Carbón

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 1

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 3	145800 Ton.
Manto 4	54000 Ton.
Manto 5	62100 Ton.

Tabla 5. Cálculos de reservas medidas de la trinchera 1

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 2

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 3	56700 Ton
Manto 4	122500,8 Ton.
Manto 5	75600 Ton.
Manto 6	59400 Ton.
Manto 7	48600 Ton.
Manto 8	75600 Ton.

Tabla 6. Cálculos de reservas medidas de la trinchera 2

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 3

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 1	135000 Ton.
Manto 2	59400 Ton

Tabla 7. Cálculos de reservas medidas de la trinchera 3

3.8.5.2. Reservas Indicadas De Carbón

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 1

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 3	437400 Ton.
Manto 4	162000 Ton.
Manto 5	186300 Ton.

Tabla 8. Cálculos de reservas indicadas de la trinchera 1

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 2

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 3	170100 Ton
Manto 4	367819,2 Ton.
Manto 5	226800 Ton.
Manto 6	178200 Ton.
Manto 7	145800 Ton.
Manto 8	226800 Ton.

Tabla 9. Cálculos de reservas indicadas de la trinchera 2

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 3

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 1	405000Ton.
Manto 2	178200 Ton

Tabla 10. Cálculos de reservas indicadas de la trinchera 3

3.8.5.3. Reservas Inferidas De Carbón

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 1

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 3	1749600 Ton.
Manto 4	648000 Ton.
Manto 5	745200 Ton.

Tabla 11. Cálculos de reservas inferidas de la trinchera 1

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 2

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 3	680400 Ton
Manto 4	1470960 Ton.
Manto 5	907200 Ton.
Manto 6	712800 Ton.
Manto 7	583200 Ton.
Manto 8	907200 Ton.

Tabla 12. Cálculos de reservas inferidas de la trinchera 2

CÁLCULOS DE LA TRINCHERA 3

MANTO	CALCULO DE RESERVAS
Manto 1	1620000Ton.
Manto 2	712800 Ton

Tabla 13. Cálculos de reservas inferidas de la trinchera 3

3.8.6. RESERVAS MEDIDAS TOTALES

MANTO	TRINCHERA 1	TRINCHERA 2	TRINCHERA 3	TOTAL (E1+2+3)
Manto 1	-	-	135000 Ton.	135000 Ton.
Manto 2	-	-	59400 Ton	59400 Ton
Manto 3	145800 Ton.	56700 Ton	-	202500 Ton.
Manto 4	54000 Ton.	122500,8 Ton.	-	176500,8 Ton.
Manto 5	62100 Ton.	75600 Ton.	-	137700 Ton.
Manto 6	-	59400 Ton.	-	59400 Ton.
Manto 7	-	48600 Ton.	-	48600 Ton.
Manto 8	-	75600 Ton.	-	75600 Ton.
E1+2+3+4+5+6+7+8		GRAN TOTAL		894700,8 Ton.

Tabla 14. Cálculos de reservas medidas totales (sumatoria trinchera 1, 2 y 3)

3.8.7. RESERVAS INDICADAS TOTALES

MANTO	TRINCHERA 1	TRINCHERA 2	TRINCHERA 3	TOTAL (E1+2+3)
Manto 1	-	-	405000Ton.	405000Ton.
Manto 2	-	-	178200 Ton	178200 Ton
Manto 3	437400 Ton.	170100 Ton	-	607500 Ton.
Manto 4	162000 Ton.	367819,2 Ton.	-	529819,2 Ton.
Manto 5	186300 Ton.	226800 Ton.	-	413100 Ton.
Manto 6	-	178200 Ton.	-	178200 Ton.
Manto 7	-	145800 Ton.	-	145800 Ton.
Manto 8	-	226800 Ton.	-	226800 Ton.
E1+2+3+4+5+6+7+8		GRAN TOTAL		2684419,2 Ton.

Tabla 15. Cálculos de reservas indicadas totales (sumatoria trinchera 1, 2 y 3)

3.8.8. RESERVAS INFERIDAS TOTALES

MANTO	TRINCHERA 1	TRINCHERA 2	TRINCHERA 3	TOTAL (E1+2+3)
Manto 1	-	-	1620000Ton.	1620000Ton.
Manto 2	-	-	712800 Ton	712800 Ton
Manto 3	1749600 Ton.	680400 Ton	-	2430000 Ton.
Manto 4	648000 Ton.	1470960 Ton.	-	2118960 Ton.
Manto 5	745200 Ton.	907200 Ton.	-	1652400 Ton.
Manto 6	-	712800 Ton.	-	712800 Ton.
Manto 7	-	583200 Ton.	-	583200 Ton.
Manto 8	-	907200 Ton.	-	907200 Ton.
E1+2+3+4+5+6+7+8			GRAN TOTAL	10737360 Ton.

Tabla 16. Cálculos de reservas inferidas totales (sumatoria trinchera 1, 2 y 3)

3.8.9. TOTAL DE RESERVAS

MANTO	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Reservas Medidas	135.000,0	59.400,0	202.500,0	176.500,8	137.700,0	59.400,0	48.600,0	75.600,0	894.700,8
Reservas Indicadas	405.000,0	178.200,0	607.500,0	529.819,2	413.100,0	178.200,0	145.800,0	226.800,0	2.684.419,2
Reservas Inferidas	1.620.000,0	712.800,0	2.430.000,0	2.118.960,0	1.652.400,0	712.800,0	583.200,0	907.200,0	10.737.360,0
TOTAL	2.160.000,0	950.400,0	1.053.000,0	2.825.279,9	2.203.200,0	950.400,0	777.600,0	1.209.600,0	14.316.480,0

Tabla 17. Cálculos de reservas totales (sumatoria Reservas medidas, indicadas e inferidas)

Con 14.316.480 ton de carbón, entre reservas medidas, indicadas e inferidas, y tomando como referente el sector minero de San Luis flanco occidental, que en 1996 tenía un potencial de 155.343.030 ton, caracterizado como minería a gran escala; se determina que el área de la concesión FGJ-151 INGEOMINAS, tiene potencial para minería a pequeña escala.

CONCLUSIONES

- Por medio del trabajo de campo y observaciones de varios afloramientos, se pudo definir el contacto neto de la formación Lisama con la formación Umir, el cual descansan concordantemente sobre la Fm. Umir.
- Después de la recolección, de varias muestras, y observar varios afloramientos de gran extensión, de realizar los respectivas limpiezas o destapes dentro del área de trabajo de acuerdo a cada finca trabajada, se definieron buenos espesores, dentro de la formación Umir, donde están depositados alrededor de 8 mantos de carbón.
- Definimos con ayuda de los trabajos de trinchera con retroexcavadora 2 franjas carboníferas que separan los 8 mantos en 2 mantos superior y 6 mantos inferiores, localizados en lo que corresponde a los miembros superior y medio de la Fm. Umir, estas observaciones se elaboraron a detalle dentro de los parámetros de cartografía y trazas de mantos.
- El contacto entre los miembros aflorantes de la Fm. Umir, en la zona, fue determinado para una arenisca guía la cual también se encuentra presente en varias nomenclaturas geológicas, que representa una transición de los miembros Umir medio y Umir superior.

- Se pudieron establecer estimaciones muy buenas acerca de las reservas de carbón en la zona de trabajo, que dan cifras de 14 millones de toneladas entre reservas medidas inferidas e indicadas.

- En varias observaciones se pudo apreciar descansando concordantemente sobre las areniscas y lodolitas de la formación Lisama, pequeñas cintas de carbón hacia la parte inferior y cerca al contacto con la Fm. Umir.

BIBLIOGRAFIA

- CLAVIJO J.; ROYERO GUTIÉRREZ J. M.; et. al, 2001. Memoria Explicativa del Departamento de Santander, INGEOMINAS.
- CARBORIENTE. 1989a. Proyecto Páramo del Almorzadero. Informe Final, Geología de superficie, Carboriente. Bucaramanga.
- DE PORTA J. (1965) La estratigrafía del Cretáceo superior y Terciario en el extremo sur del Valle Medio del Magdalena. Bol. de Geología. Univ. Ind. de Santander. Bucaramanga.
- DURÁN, R., et al., 1976. Geología y Recursos Carboníferos del área de San Luis (Santander).
- ETAYO F. y RODRÍGUEZ G. (1985) Edad de La Formación de Los Santos. Proyecto Cretáceo. Pub. Geol. Esp. Ingeominas.
- INGEOMINAS (1969) Mapa Geológico del Cuadrángulo H-12 "Bucaramanga". Colombia, Bogotá.
- INGEOMINAS. Informe 1700, 25 p. Bogotá. ECOCARBON; (1995) Normas generales sobre muestreo y análisis de carbones. Gerencia de planificación del carbón división - análisis de reservas. Bogotá

- INGEOMINAS. 2004. El Carbón Colombiano, Recursos, Reservas y Calidad. Bogotá.
- JULIVERT, M. et al., 1968. Lexique Stratigraphique International, merique Latine Colombia Premiere Parte). Centre National de la Recherche Scientifique. 5, (4a), Colombie, 651 p. París.
- L.T. GEOPERFORACIONES & GEOCONSULTA. 1996. Estudio de optimización de la exploración geológica en el área de San Luis, Fase I, Informe Final, Departamento de Santander. Minercol. Bogotá.
- MOJICA J. (1998). Propuesta de un plan de perforaciones, trazas y números de los mantos de carbón, revisión de información previa e integración de nuevos datos de campo. Informe presentado a ECOCARBON S.A.; CENTROMIN S.A., Bogotá D.C
- MORALES L. ET AL. (1958) General Geology and Oil occurrences of the middle Magdalena Valley, Colombia. In Weeks, Habitat of oil, Am. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa
- PORTA J. DE (1974) Amerique Latine, Colombie (deuxième partie), Vol V., Fascicule Ab. Lex. Stratigr. Int., Union Internat. Sc. Geol., Centr. Nation. Res. Scie., Paris.

- TABORDA (1965), que da a conocer los rasgos geológicos generales en el ámbito de la Concesión de Mares.
- TOUSSAINT J.F. (1996) Evolucion Geologica de Colombia – Cretacico. Ed. Univ. Nal Medellín. Tomo 3.
- WARD, D.; GOLDSMITH, R.; CRUZ, J.; RESTREPO, H. 1973. Geología de los Cuadrángulos H - 12 Bucaramanga y H – 13 Pamplona Departamento de Santander. Boletín Geológico V, XXI Números 1 - 3. Ingeominas. Bogotá.

LISTA DE ANEXOS

- Columna Estratigráfica Generalizada Área de concesión FGJ-151 TRADEXA S.A.
- Mapa geológico área de concesión FGJ-151 TRADEXA S.A.
- Mapa de reservas área de concesión FGJ-151 TRADEXA S.A.
- Mapa Traza de mantos área de concesión FGJ-151 TRADEXA S.A.