Neiva, 18/Junio/2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Giovanny Alexander Carvajal Donoso, con C.C. No. 1070612043,

Cristian Andrés Trujillo Rodríguez, con C.C. No. 1075274951,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado EVALUACIÓN DETALLADA Y LEVANTAMIENTO POR ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL DE LA FORMACIÓN LOMAGORDA Y GRUPO OLINI EN LA SECCIÓN GIRARDOT-NARIÑO
presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de

Ingeniero de Petróleos;

autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

• Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

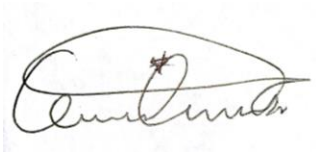
• Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

EVALUACION DETALLADA Y LEVANTAMIENTO POR ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL DE LA FORMACION LOMAGORDA Y GRUPO OLINI EN LA SECCION GIRARDOT - NARIÑO

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Trujillo Rodríguez	Cristian Andrés
Carvajal Donoso	Giovanny Alexander

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Vargas Cuervo	Roberto

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Esquivel	Pedro Alejandro

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO DE PETROLEOS

FACULTAD: **INGENIERÍA**

PROGRAMA O POSGRADO: PETROLEOS

CIUDAD: NEIVA **AÑO DE PRESENTACIÓN: 2015** **NÚMERO DE PÁGINAS: 77**

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**)**:**

Diagramas___ Fotografías_X_ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas_X_ Música impresa___ Planos_X_ Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros_X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

Planos

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria)*:

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	Español	Inglés		Español	Inglés
1.	_GRUPO OLINI_	_OLINI GROUP_	6.	_VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA	UPPER MAGDALENA VALLEY_
2.	_GIRARDOT_	_GIRARDOT	7.	_COLUMNA ESTRATIGRAFICA_	_STRATIGRAPHIC COLUMN_
3.	_PARASECUENCIA	_PARASEQUENCE_	8.	_POLIGONAL ABIERTA_	_OPEN POLYGON_
4.	_LITOLOGIA_	_LITOLOGY_	9.	_ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL_	_SEQUENCE STRATIGRAPHY
5.	_CURVA EUSTATICA	EUSTATIC CURVE	10.	_FORMACION LOMAGORDA_	LOMAGORDA FORMATION_

ESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El estudio de los ambientes de sedimentación, proporciona a la industria del petróleo el conocimiento sobre los sucesos sedimentarios ocurridos y que llevaron a cabo la existencia de las formaciones productoras, generadoras y sello; en este documento son estudiadas las rocas de la Formaciones Lomagorda y grupo Olini en la Subcuenca de Girardot; Valle Superior del Magdalena.

La formación Lomagorda posee un espesor de 205 metros en las secciones donde fue levantada estratigráficamente, se muestra como una formación predominante de lodolitas formadas en un ambiente de plataforma fuera de la influencia del oleaje, esta característica particular cataloga a la formación Lomagorda con características propias como roca generadora.

El grupo Olini posee un espesor de 349.5 metros en las secciones donde fue levantada estratigráficamente, y se muestra como una formación predominante de limolita silicea en los miembros superior e inferior, sin embargo en el Olini medio predominan las lodolitas formadas en un ambientes de plataforma fuera de la influencia del oleaje, esta característica propia de roca generadora.

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

El análisis estratigráfico secuencial proporcionó un enfoque sobre los cambios eustáticos y ambientes de sedimentación en los que se generó la formación Lomagorda y grupo Olini, el análisis de estratigrafía secuencial permitió dividir las columnas estratigráficas levantadas en secuencias y parasecuencias que detallan los sucesos ocurridos a una escala menor y describiendo las variaciones en la depositación de sedimentos. Determinando ambientes de tipo plataforma externa a shoreface y fueron divididos en parasecuencias que incluyen un sistema deposicional de tipo dos (Highstand - Transgressive System Tract).

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The study of depositional environments, provide to the petroleum industry the knowledge about of the events sedimentary and that allow the existence of the reservoir, source and seal formations; in this document are studies the rocks of the formations Lomagorda and Olini in the Girardot subbasin; upper magdalena valley (UMV).

The Lomagorda formation shown in the sections where was stratigraphic raised, like a formation of shale formed in a platform environment out of the influence of surf, this particular feature catalogs to the Lomagorda formation with features own like source rock.

The Olini formation shown in the sections where was stratigraphic raised, like a formation of siltstone in the members upper and lower, however in the medium Olini predominate the mudstones formed in a platform environment out of the influence of surf, this feature is own of source rock.

The sequential stratigraphic analysis provided an approach about the changes eustatics (check-sea) and depositional environments in that the formations Lomagorda and Olini were generated, the analysis of sequential stratigraphy allow divide the stratigraphic column raised in sequences and para-sequences that detail the events occurred in a smaller scale and describing the variations in the depositional of the sediments.

The stratigraphic column to the Olini and Lomagorda formations were raised in the spoolable Girardot-Nariño of the Girardot subbasin, the Lomagorda formation has a gross of 205 meters and the Olini formation has a gross of 299.5 meters; in both were determinate environments of platform.

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Director: Roberto Vargas Cuervo

Firma:

Nombre Jurado: Isauro Trujillo

Firma:

Nombre Jurado: Jersahin Lamilla

Firma:

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

EVALUACION DETALLADA Y LEVANTAMIENTO POR ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL DE LA FORMACION LOMAGORDA Y GRUPO OLINI EN LA SECCION GIRARDOT - NARIÑO

CRISTIAN ANDRES TRUJILLO RODRIGUEZ
GIOVANNY ALEXANDER CARVAJAL DONOSO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA HUILA
2015

EVALUACION DETALLADA Y LEVANTAMIENTO POR ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL DE LA FORMACION LOMAGORDA Y GRUPO OLINI EN LA SECCION GIRARDOT - NARIÑO

CRISTIAN ANDRES TRUJILLO RODRIGUEZ
GIOVANNY ALEXANDER CARVAJAL DONOSO

Trabajo de grado presentado como requisito académico para optar al título de Ingeniero de Petróleos.

Director
Geólogo Msc. ROBERTO VARGAS CUERVO
Docente del programa de Ingeniería de Petróleos
Universidad Surcolombiana

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA HUILA
2015

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del Director

_____

Firma del Evaluador

_____

Firma del Evaluador

Neiva, Huila Junio 2015

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a Dios agradeciéndole por todas sus bendiciones y permitirme terminar una gran etapa en mi vida, a mis padres Rigoberto Trujillo y Fanny Rodriguez que siempre confían y creen en mí, además de brindarme su cariño y apoyo incondicional, a mi novia Jesica Zúñiga que me ha acompañado, apoyado y ayudado en todo los momentos de mi pregrado, a mi hermano Juanjo y mi hermana Angie por ese gran cariño y aprecio que siempre me han tenido. A mis amigos y futuros colegas por su amistad, ayuda y todos los buenos momentos vividos.
Cristian Andres Trujillo Rodriguez

Dedico este trabajo principalmente a Dios por permitir culminar de la mejor manera esta etapa de mi vida siendo una llena de aprendizaje y de buenas memorias. A mi padre José Aníbal Carvajal que siempre me brindo apoyo cuando lo necesite en cuestiones educativas y personales, a mi madre Olga Lucia Donoso por el cariño y sus constantes palabras de ánimo, fuerza y confianza. A mis hermanos (Diana, Tito y Julián) por el aprecio que sienten por mí, brindándome la motivación para seguir logrando mis objetivos.
Con mucho cariño y alegría, sin ustedes no lo hubiera logrado.
Giovanny Alexander Carvajal Donoso

AGRADECIMIENTOS

Queremos brindar nuestros más sinceros agradecimientos a las personas que hicieron esto posible, que de alguna manera permitieron la realización de este proyecto:

Roberto Vargas Cuervo. Geólogo y Director. Gracias por permitirnos hacer parte de su grupo de trabajo, por su incondicional ayuda, constancia y amistad.

A nuestras familias, por el gran cariño que nos tienen, por su ayuda incondicional, por creer en nosotros y esperar pacientemente por este momento.

Pedro Esquivel. Compañero y amigo. Por su amistad y ayuda desinteresada.
A todos los monitores y tesistas del área de geología. Por su compañerismo y apoyo en la realización de este proyecto.

A nuestros amigos y compañeros de la carrera. Ustedes dejan solo buenas memorias de esta gran etapa de nuestras vidas.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. GENERALIDADES	3
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. RELACIÓN CON LA INDUSTRIA PETROLERA	5
1.3. LOCALIZACION GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA	6
2. BASES CONCEPTUALES	10
2.1. AMBIENTES SEDIMENTARIOS MARINOS	10
2.1.1. Plataforma Continental	10
2.1.2. Talud y ascenso continental	11
2.1.3. Cuencas oceánicas	11
2.2. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL. MARGENES CONTINENTALES Y CUENCAS	13
2.2.1. Causas de los cambios del nivel del mar	14
2.2.2. Órdenes cíclicos y correlación global	15
2.3. SISTEMA DEPOSITACIONAL	17
2.3.1. Lowstand system tract (LST)	17
2.3.2. Transgressive system tract (TST)	17
2.3.3. Highstand system tract (HST)	17
3. GEOLOGÍA REGIONAL	20
3.1. ESTRATIGRAFÍA	20
3.2. RELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LA NOMENCLATURA DE INGEOMINAS Y LA INDUSTRIA PETROLERA	25
3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	26
3.4. GEOLOGÍA HISTÓRICA	28
3.5. TRABAJOS PREVIOS	30
4. GEOLOGÍA LOCAL DE LAS FORMACIONES DE ESTUDIO	34
4.1. FORMACION LOMAGORDA	39
4.1.1. Estratigrafía para el área de la formación Lomagorda	39
4.1.2. Estratigrafia secuencial para la formación Lomagorda	46
4.2. GRUPO OLINI	50
4.2.1. Estratigrafía para el área del grupo Olini	50
4.2.2. Estratigrafia secuencial para el grupo Olini	61
CONCLUSIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	66

LISTA DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. Ubicación y límites del Valle Superior del Magdalena. Tomado del documento Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology. ANH…….....6

Figura 2. Ubicación de las zonas de estudio. Espacio mapa 245, IGAC…….7

Figura 3. Recorridos desde la Ciudad de Girardot, hasta la zona de estudio. En color rojo la vía pavimentada y en verde el carreteable. Tomado de mapas generados por el grupo de investigación del museo geológico y del petróleo USCO, Roberto Vargas Cuervo, escala 1:250000…….....8

Figura 4. Distribución de bloques petroleros Colombia, directamente desde la ANH…..……..9

Figura 5. Ambientes sedimentarios y curvas eustáticas, relación con los ambientes deposicionales. Tomado de C. Kendall en: “Clastic herarchies and Eustasy”……..…12

Figura 6. Cuatro órdenes de los ciclos estratigráficos. Tomado de Duvel et al….15

Figura 7. Ambientes de sedimentación…….19

Figura 8 Columna estratigráfica generalizada, sin escala, de las unidades litoestratigráficas del VSM, subcuenca de Girardot. Roberto Vargas Cuervo…….24

Figura 9. Rasgos Estructurales Esenciales del Valle superior del Magdalena. Mojica & Franco: Valle Medio *y* Superior del Magdalena (Figura 5)…….27

Figura 10. Poligonal abierta para el grupo Olini, dividida por sus miembros y segmentos descritos en este trabajo…….....37

Figura 11. Poligonal abierta para la formación Lomagorda, dividida en los segmentos descritos en este trabajo……...38

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Sección de las columnas estratigráficas para el Valle Superior del Magdalena utilizadas por las compañías petroleras e INGEOMINAS……..25

Tabla 2. Unidades Litoestratigráficas del Cretácico en el Departamento de Tolima (Modificado de Ingeominas, 2001)……..31

Tabla 3. Coordenadas de la poligonal abierta de la formación Lomagorda y el grupo Olini……...34

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Pag.

Fotografía 1. Fotografía satelital tomada de Google Earth, con la localización del carreteable……..34

Fotografía 2. Lodolitas calcáreas meteorizadas de la formación Lomagorda (GPS 144)…….40

Fotografía 3. Concreción de 2 metros de diámetro e impregnación de hidrocarburos de la formación Lomagorda (GPS 141)……...41

Fotografía 4. Caliza (Wackstone) con restos de fósiles de la formación Lomagorda (GPS 117)…….42

Fotografía 5. Lodolitas calcáreas con nivel de **c**oncreciones de 2 a 3 metros de diámetro de la formación Lomagorda (GPS 99)……..43

Fotografía 6. Lodolitas calcáreas muy plegadas de la formación Lomagorda (GPS 86)…….44

Fotografía 7. Lodolitas silíceas de la formación Lomagorda (GPS 80)…….45

Fotografía 8. **L**odolitas fisiles (shale) de la formación Lomagorda (GPS 58).....46

Fotografia 9. Vista desde el anticlinal Alonso Vera hacia la quebrada El Buche.47

Fotografía 10. Base del miembro Olini Inferior, en contacto con la formación Lomagorda (GPS 57)……52

Fotografía 11. Afloramiento de limolitas silíceas y chert oscuro plegados del grupo Olini (GPS 52)……53

Fotografía 12. Afloramiento de lodolitas silíceas, meteorizadas y plegadas con algunas concreciones del grupo Olini (GPS 49)……...54

Fotografía 13. Lodolitas calcáreas del grupo Olini (GPS 47)……55

Fotografía 14. Lodolitas calcáreas, una concreción de 0.2 metros de diámetro del grupo Olini (GPS 40)…….56

Fotografía 15. Concreción de 1.2 metros, en una secuencia de lodolitas del grupo Olini (GPS 37)……57

Fotografía 16. Limolitas silíceas intercaladas con lodolitas silíceas y nivel de concreciones del grupo Olini (GPS 33)……..58

Fotografía 17. Lodolitas silíceas intercaladas con limolitas silíceas del grupo Olini (GPS 25)…….59

Fotografía 18. Paquete de calizas de tipo Wackstone según Dunham del grupo Olini (GPS 13)……60

Fotografía 19. Vista del anticlinal Alonso Vera, flanco oriental, desde el arbolito……62

RESUMEN

El estudio de los ambientes de sedimentación, proporciona a la industria del petróleo el conocimiento sobre los sucesos sedimentarios ocurridos y que llevaron a cabo la existencia de las formaciones productoras, generadoras y sello; en este documento son estudiadas las rocas de la Formaciones Lomagorda y grupo Olini en la Subcuenca de Girardot; Valle Superior del Magdalena (VSM).

La formación Lomagorda se muestra en la secciones donde fue levantada estratigráficamente, como una formación predominante de lodolitas con formadas en un ambientes de plataforma fuera de la influencia del oleaje, esta característica particular cataloga a la formación Lomagorda con características propias como roca generadora.

El grupo Olini se muestra en la secciones donde fue levantada estratigráficamente, como una formación predominante de limolita silicea en los miembros superior e inferior, sin embargo en el Olini medio predominan las lodolitas con formadas en un ambientes de plataforma fuera de la influencia del oleaje, esta característica propia de roca generadora.

El análisis estratigráfico secuencial proporcionó un enfoque sobre los cambios eustáticos (entrada y salida del mar) y ambientes de sedimentación en los que se generó la formación Lomagorda y grupo Olini, el análisis de estratigrafía secuencial permitió dividir las columnas estratigráficas levantadas en secuencias y parasecuencias que detallan los sucesos ocurridos a una escala menor y describiendo las variaciones en la depositación de sedimentos.

Las columnas estratigráficas para la formación Lomagorda y grupo Olini fueron levantadas en el carreteable Girardot – Nariño de la Subcuenca de Girardot, la formación Lomagorda posee un espesor de 205 metros y el grupo Olini con un espesor de 349.5 metros; se determinaron ambientes de tipo plataforma externa a shoreface y fueron divididos en parasecuencias que incluyen un sistema deposicional de tipo dos (Highstand y Transgressive System Tract).

ABSTRACT

The study of depositional environments, provide to the petroleum industry the knowledge about of the events sedimentary and that allow the existence of the reservoir, source and seal formations; in this document are studies the rocks of the formations Lomagorda and Olini in the Girardot subbasin; upper magdalena valley (UMV).

The Lomagorda formation shown in the sections where was stratigraphic raised, like a formation of shale formed in a platform environment out of the influence of surf, this particular feature catalogs to the Lomagorda formation with features own like source rock.

The Olini formation shown in the sections where was stratigraphic raised, like a formation of siltstone in the members upper and lower, however in the medium Olini predominate the mudstones formed in a platform environment out of the influence of surf, this feature is own of source rock.

The sequential stratigraphic analysis provided an approach about the changes eustatics (check-sea) and depositional environments in that the formations Lomagorda and Olini were generated, the analysis of sequential stratigraphy allow divide the stratigraphic column raised in sequences and para-sequences that detail the events occurred in a smaller scale and describing the variations in the depositional of the sediments.

The stratigraphic column to the Olini and Lomagorda formations were raised in the spoolable Girardot-Nariño of the Girardot subbasin, the Lomagorda formation has a gross of 205 meters and the Olini formation has a gross of 299.5 meters; in both were determinate environments of platform.

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Continuando con el desarrollo de las investigaciones y los aportes obtenidos para el Valle Superior del Magdalena (VSM), liderados por el Museo Geológico y del Petróleo con el apoyo del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC) de la Universidad Surcolombiana, se desarrolló el trabajo de grado "EVALUACION DETALLADA Y LEVANTAMIENTO POR ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL DE LA FORMACION LOMAGORDA Y GRUPO OLINI EN LA SECCION GIRARDOT - NARIÑO"

Así también debido a los grandes requerimientos de energía que actualmente demanda el mundo, los yacimientos de hidrocarburos, cada vez son más escasos y difíciles de alcanzar. Si bien a lo largo de la evolución de la industria del petróleo se creía que dichos reservorios se encontraban exclusivamente en un tipo de rocas sedimentarias, existen alrededor del mundo varios ejemplos con los que se puede demostrar que las rocas pelíticas aparte de ser las rocas generadoras de hidrocarburos, bajo ciertas condiciones, pueden albergar cantidades considerables de estos. (Gas shale y Oil shale). De ahí la importancia de identificar algunas características por medio de un reconocimiento geológico, para comprobar en el ámbito local la posibilidad de yacimientos de este tipo sabiendo de antemano la existencia de grandes secuencias de rocas lutíticas que afloran en los piedemontes de la cordillera central y oriental y dentro del valle superior del rio Magdalena, subcuenca de Girardot.

El presente trabajo representa la primera etapa de la investigación sobre las rocas lutíticas de las formaciones Lomagorda y las rocas del grupo Olini, consistió en el levantamiento estratigráfico de estas dos formaciones en la sección carreteable Girardot-Nariño, reconociendo sus ambientes de sedimentación y un análisis de la estratigrafía secuencial basado principalmente en las estructuras sedimentarias presentes. Con esto se determinaron las curvas eustáticas las cuales son representativas de las variaciones del nivel del mar y el ambiente sedimentario de depósito.

Para el levantamiento estratigráfico detallado de estas formaciones en la Subcuenca de Girardot fue escogida la sección geológica de la parte sur-oeste del departamento de Cundinamarca, y se enfoca al reconocimiento de la estratigrafía de la denominada cobertura productiva de la Subcuenca de Girardot la cual cobija la parte Norte del Valle Superior del Magdalena considerada como una de las cuencas más promisorias de Colombia desde la perspectiva exploratoria de hidrocarburos. El trabajo se enfoca principalmente en el reconocimiento geológico y estratigráfico de la formación Lomagorda y grupo Olini, para tal efecto se realizaron seis salidas de campo en las cuales se realizaron los siguientes trabajos:

Primera salida: Levantamiento estratigráfico detallado para los afloramientos de limolitas silíceas y chert en la antigua carretera que comunica Girardot con Nariño; donde fue reconocido, medido y muestreado el miembro Olini superior (lidita superior) desde el contacto superior con la formación Buscavidas, no se alcanzó a llegar al contacto con el miembro Olini medio debido a que la carretera iba por el rumbo de las capas y por lo tanto la longitud recorrida es mayor ya que no se atraviesan perpendicularmente las capas sino paralelamente.

Segunda salida: Levantamiento estratigráfico detallado para los afloramientos de limolitas silíceas y chert en la antigua carretera que comunica Girardot con Nariño; donde fue reconocido, medido y muestreado el miembro Olini superior (lidita superior) desde donde se había alcanzado el primer día, hasta el contacto inferior con el miembro Olini medio (nivel de lutitas).

Tercera salida: Levantamiento estratigráfico detallado para los afloramientos de lutitas en la antigua carretera que comunica Girardot con Nariño; donde fue reconocido, medido y muestreado el miembro Olini medio (nivel de lutitas) desde el contacto superior con el miembro Olini superior (lidita superior), hasta el contacto inferior con el miembro Olini inferior (lidita inferior).

Cuarta salida: Levantamiento estratigráfico detallado para los afloramientos de limolitas silíceas y chert en la antigua carretera que comunica Girardot con Nariño; donde fue reconocido, medido y muestreado el miembro Olini inferior (lidita inferior) desde el contacto superior el miembro Olini medio, hasta el contacto inferior con la formación Lomagorda.

Quinta salida: Levantamiento estratigráfico detallado para los afloramientos de lutitas en la antigua carretera que comunica Girardot con Nariño; donde fue reconocida, medida y muestreada la formación Lomagorda desde el contacto superior el miembro Olini inferior (lidita inferior), hasta la parte media de la formación.

Sexta salida: Levantamiento estratigráfico detallado para los afloramientos de lutitas en la antigua carretera que comunica Girardot con Nariño; donde fue reconocida, medida y muestreada la formación Lomagorda desde la parte media de la formación donde se terminó el día anterior, hasta el contacto inferior con el miembro Olini medio, se vuelve a encontrar el grupo Olini debido a que es un anticlinal y el miembro Olini inferior desaparece debido a una falla.

En el presente trabajo se hace un análisis de los diferentes tipos de litología, ambientes sedimentarios, unidades litoestratigráficas, geología estructural y estratigrafía de secuencias que se encuentra en las dos secciones geológicas, lo cual nos permite tener una visión específica de la geología de la Subcuenca de Girardot y sus formaciones generadoras.

1.2. RELACIÓN CON LA INDUSTRIA PETROLERA

El reconocimiento de zonas de interés exploratorio para hidrocarburos: convencionales o no, conllevan tareas investigativas, entre ellas la geología y sus áreas, que incluyen el reconocimiento de la litología y geoquímica de una cuenca petrolífera. En el Valle Superior del Magdalena, estos estudios han sido limitados, en especial para rocas pertenecientes a formaciones generadoras de hidrocarburos.

.

En el presente documento se hace un enfoque especial a la formación Lomagorda y grupo Olini con el objetivo de definir litoestratigraficamente las unidades (Facies) que lo conforman y definir el ambiente sedimentario en el que se depositó la materia orgánica y las estructuras sedimentarias generadoras de los hidrocarburos que ahora hacen parte de la subcuenca. El estudio y reconocimiento de las rocas pertenecientes a estas formaciones en la subcuenca de Girardot dan un enfoque adecuado para la extracción de hidrocarburos asociados a Shales.

Los hidrocarburos que se extraen de manera no convencional contribuyen hoy en día de manera significativa al volumen que se produce mundialmente; específicamente, los hidrocarburos (gas y aceite) obtenidos en procesos de fracturamiento (fracking), representan a los Estados Unidos una disminución de las importaciones de gas en un 40% y aceite un 20%, en nuestro país se están llevando a cabo los primeros pasos, definiendo licencias ambientales y creando políticas que le den soporte legal a estas tareas de exploración y extracción.

1.3. LOCALIZACION GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA

El área de estudio se encuentra localizada en la denominada subcuenca de Girardot que pertenece al extremo norte del Valle Superior del Magdalena, que limita al norte con el denominado umbral de Natagaima, que divide el VSM en dos secciones, Sudeste con el sistema de fallas Algeciras-Garzón y al Oeste con las rocas del Pre-cretáceo de la cordillera occidental. Abarca parte del área rural de los municipios de Girardot y Nariño (Véase Figura 1).

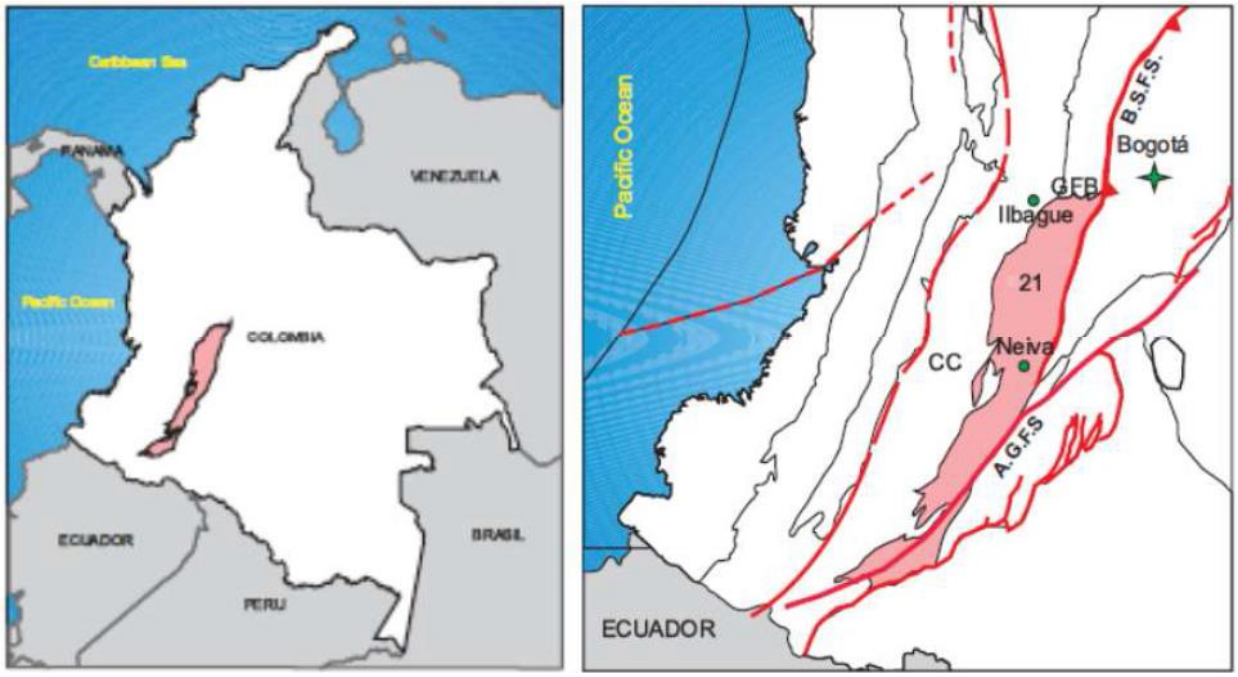
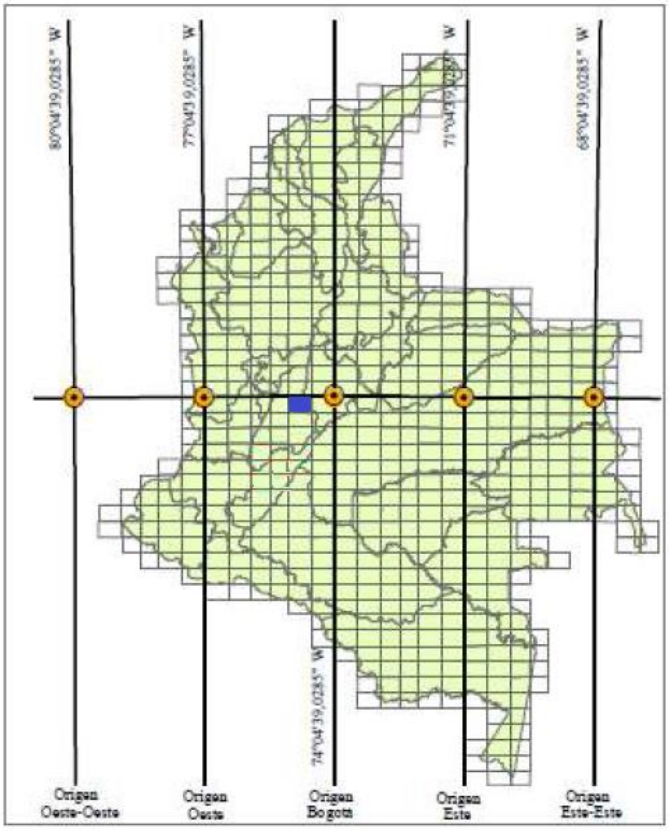


Figura 1. Ubicación y límites del Valle Superior del Magdalena. Tomado del documento Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology. ANH.

La base cartográfica utilizada para este proyecto fue consultada y adquirida al IGAC (Instituto Geografico Agustín Codazzi) utilizando la plancha geológica y espacio-mapas 245 IV (Véase Figura 2) a escala 1:100.000.



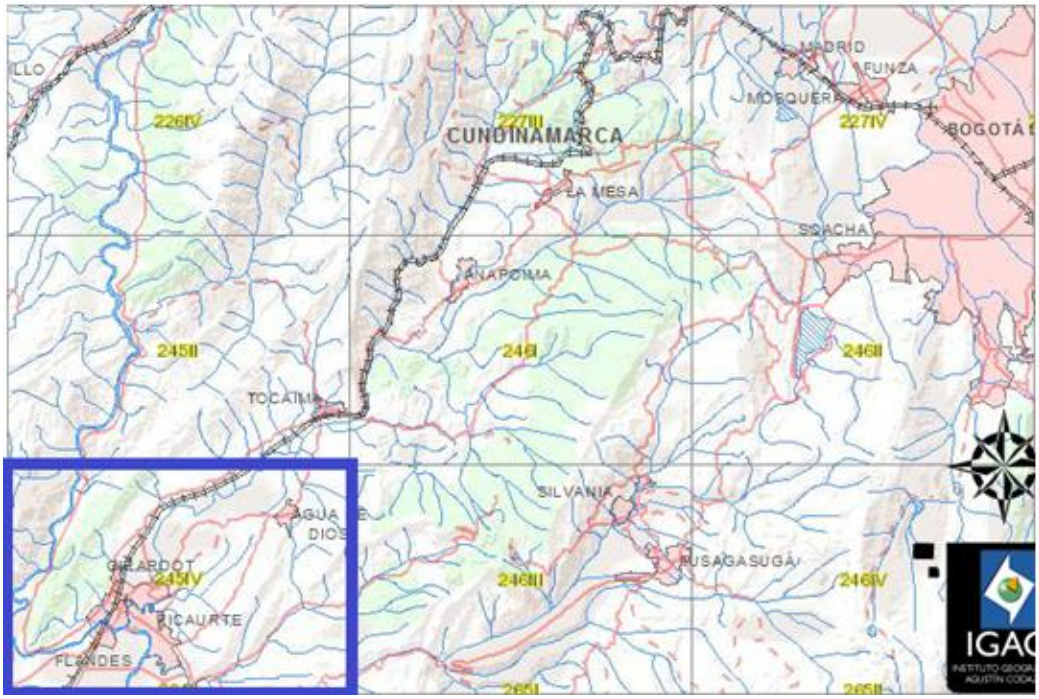


Figura 2. Ubicación de las zonas de estudio. Espacio mapa 245, IGAC.

Hasta la zona de estudio es posible acceder hasta ciertos lugares por carreteras pavimentadas y carreteables (Véase Figura 3); a la zona de estudio, para trabajar la formación Lomagorda se partió desde la ciudad de Girardot hacia el municipio de Nariño, se toma por la vía hacia Nariño hasta el estadio Luis Antonio Duque Peña y de ahí se toma un carreteable hacia la vereda el arbolito, terminando esta carreteable en el municipio de Nariño. Para realizar el trabajo en el grupo Olini se partió desde la ciudad de Girardot hacia el municipio de Nariño por la vía pavimentada y de ahí se toma el carreteable hacia Girardot.

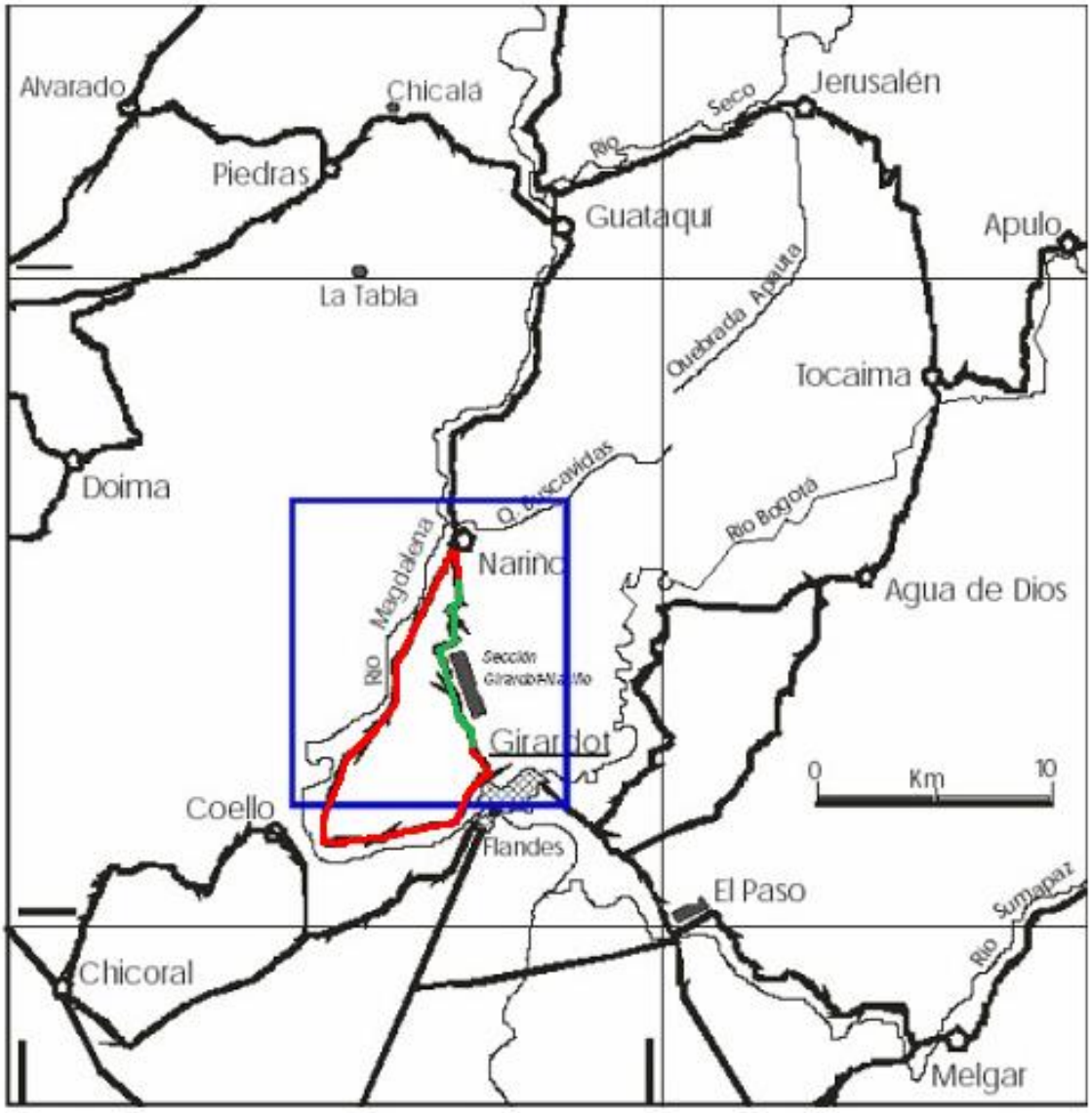


Figura 3. Recorridos desde la Ciudad de Girardot, hasta la zona de estudio. En color rojo la vía pavimentada y en verde el carreteable. Tomado de mapas generados por el grupo de investigación del museo geológico y del petróleo USCO, Roberto Vargas Cuervo, escala 1:250000.

En la ronda 2010 la Agencia Nacional de Hidrocarburos tiene el bloque 332 (correspondiente a la sección Girardot-Nariño) adjudicado a Telpico LLC (Véase Figura 4). Un bloque que se encuentra actualmente en exploración.

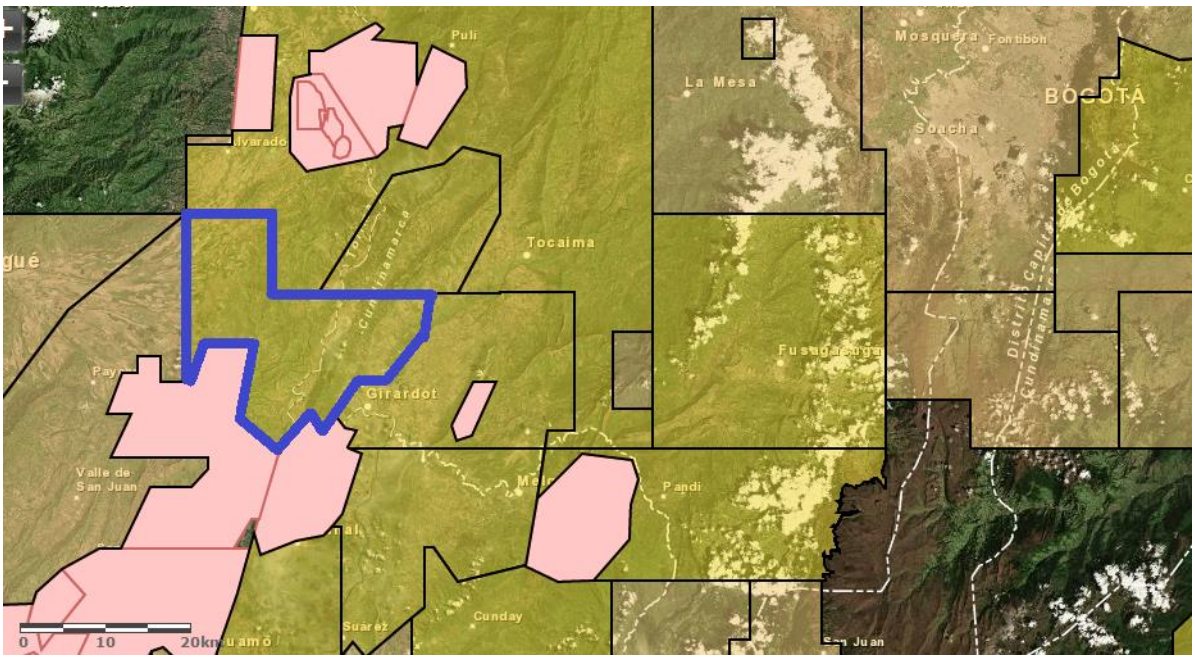


Figura 4. Distribución de bloques petroleros Colombia, directamente desde la ANH.

2. BASES CONCEPTUALES

Para el desarrollo de este trabajo se consultó ampliamente el concepto de estratigrafía secuencial y los ambientes sedimentarios y facies que involucran las rocas objeto de este estudio. A continuación se emiten algunos conceptos tenidos en cuenta.

2.1. AMBIENTES SEDIMENTARIOS MARINOS

Los procesos sedimentarios presentan siempre una influencia geográfica, ya que están definidos por una serie de factores físicos, biológicos y químicos, formando lo que se denomina ambiente sedimentario. El conjunto de estas características imprime al sedimento o facies sedimentaria, unas propiedades que les hacen diferenciables al resto de los sedimentos depositados en otros ambientes.

Los elementos más importantes que definen los ambientes sedimentarios marinos son: fisiografía del medio, energía, clima, aporte de sedimento y cambios del nivel del mar. La fisiografía del medio define y limita las dimensiones del medio, geometría y profundidad. La energía comprende factores como la oceanografía (corrientes geostróficas, olas, mareas, tormentas) hasta otros como la tectónica. El clima, que a su vez puede condicionar algunos aspectos de la oceanografía, así como la naturaleza del aporte de sedimento y el volumen de material aportado. El aporte de sedimento afecta a la composición de los materiales procedentes de ella, y al volumen de sedimento. Las áreas fuentes pueden ser externa (terrestre o atmosférica) e internas (p.e producción biológica marina).

2.1.1. Plataforma Continental

Las plataformas continentales se desarrollan alrededor de las áreas continentales, y se extienden desde el ambiente de litoral hasta el talud continental. Es aquella zona formada por aguas someras que desciende suavemente hasta su interrupción brusca. La anchura de la plataforma varía considerablemente, desde unos pocos hasta más de 1000 km y aunque el fin de la plataforma está a más o menos 200 m de profundidad, puede variar de unos pocos metros a más de 300 m. Presenta gradientes suaves (0.11 a 1.1 grados), salinidades normales y está afectada por una amplio rango de procesos físicos (corrientes de mareas, oleaje,...). Las plataformas continentales presentan un perfil que es una superficie de equilibrio entre la erosión y la sedimentación. Uno de los factores principales que controlan la formación de facies sedimentarias en este ambiente sedimentario es el régimen hidráulico. Desde este punto de vista se diferencian tres tipos de plataformas: dominadas por mareas, por el oleaje y tormentas, y por corrientes oceánicas.

2.1.2. Talud y ascenso continental

El talud continental corresponde a la provincia fisiográfica definida entre el borde de plataforma (aproximadamente 100-200 m) y la cuenca (1.400 a 3.200 m) y se caracteriza por presentar los gradientes más altos en los márgenes continentales.

Es la parte central del margen continental y generalmente se localiza allí donde tiene lugar la transición entre la corteza continental y la corteza oceánica. El ascenso continental representa la provincia fisiográfica de transición entre margen continental y los ambientes marinos profundos. Generalmente sus pendientes son más suaves que las del talud continental y su límite externo es variable (1.400 a 4.000 m). Los elementos morfo sedimentarios más característicos de los ambientes de talud y ascenso continental son los valles submarinos (cañones, canales, cárcavas...) los cuales representan las principales vías de transferencia de sedimento hacia los ambientes marinos profundos. Estos valles presentan una morfología abrupta, son estrechos con paredes de gran pendiente, con un corte transversal en forma de "V" y "U" y generalmente están desarrollados perpendicularmente al margen continental.

La mayoría del material que se acumula en el talud superior es generalmente inestable y tiende a moverse mar adentro. Tales movimientos pueden clasificarse de acuerdo al grado de deformación interna de la masa de sedimento que es movida. Estos varían entre deslizamientos, en los cuales la deformación es mínima y las corrientes de turbidez, en los que el sedimento se desplaza como una suspensión turbulenta. Los depósitos acumulados en las zonas de talud y ascenso continental pueden cubrir toda una gama de sedimentos que va desde turbiditas (grava, arena, limo y fango), masas deslizadas, arenas de canal, arenas de desbordamiento de borde de plataforma, conglomerados organizados, sedimentos de corrientes de fondo, fangos de talud, hemipelagitas. Este conjunto de sedimentos pueden ser agrupados en tres grupos en función del tipo de proceso que los origina: resedimentados (flujos en masa, flujo de cantos, flujos granulares, flujos turbidíticos...), deposición hemipelágica (o sedimentación diferencial que consiste en la sedimentación lenta y continua de partículas a través de la columna de agua) y corrientes de fondo.

2.1.3. Cuencas oceánicas

El término de cuenca, en el sentido más amplio, se define como un área deprimida sin salidas en superficie. Este término presenta una aplicación muy amplia, pero desde el punto de vista morfosedimentario, la cuenca representa el ambiente marino profundo que se desarrolla a continuación del margen continental. Si la cuenca se desarrolla sobre corteza oceánica entonces este ambiente marino también recibe el nombre de "llanura abisal". Morfológicamente, son áreas relativamente planas, donde pueden llegar a prolongarse los valles submarinos desarrollados inicialmente en los márgenes continentales.

Así mismo, en estos ambientes se identifican los denominados canales medio-oceánicos que son valles paralelos o subparalelos al margen continental que presentan recorridos longitudinales de cientos a miles de kilómetros, pudiendo actuar de vías de transferencia de sedimento de una cuenca a otra. Desde el punto de vista sedimentológico representan las áreas donde tiene lugar la deposición final de aquellos sedimentos que son transportados desde el continente y desde el propio margen continental. La revisión del estado actual de los conocimientos sobre la sedimentación en las cuencas oceánicas del Mediterráneo, Caribe, Atlántico noroccidental, y Pacífico indican que en estos ambientes sedimentarios se depositan principalmente depósitos turbidíticos, de flujos de derrubios, hemipelágicos y pelágicos.

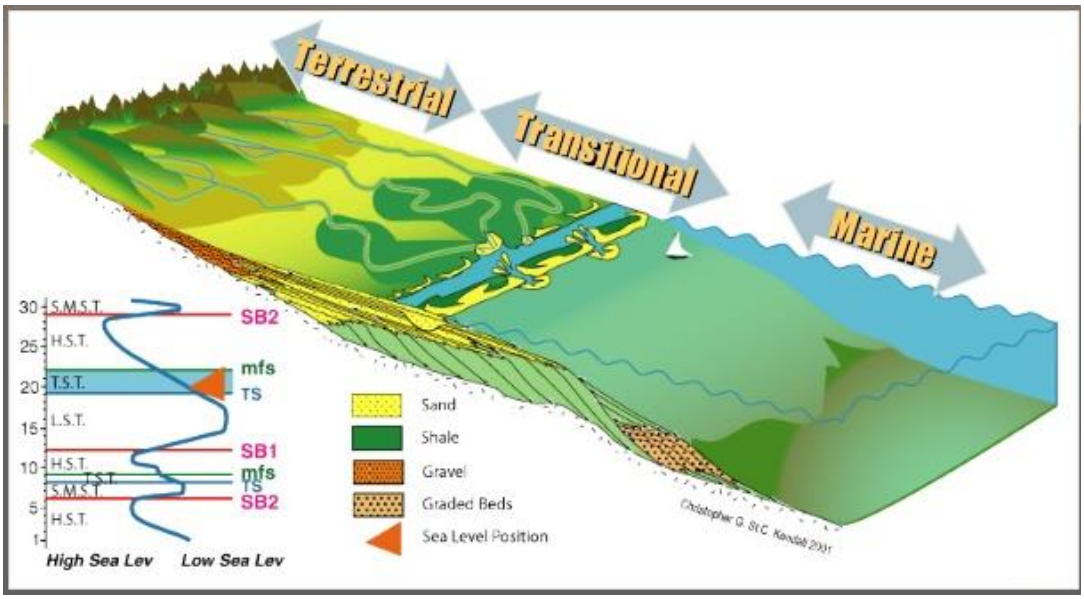


Figura 5. Ambientes sedimentarios y curvas eustáticas, relación con los ambientes deposicionales. Tomado de C. Kendall en: “Clastic herarchies and Eustasy”.

2.2. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL. MARGENES CONTINENTALES Y CUENCAS

Los márgenes continentales y las cuencas oceánicas contienen en su registro sedimentario información sobre la evolución y dinámica geológica de los mismos, y concretamente acerca de las variaciones nivel del mar, climático, tectónico, etc, permitiendo identificar oscilaciones tanto globales como locales. El análisis del registro sedimentario se aborda a través de la estratigrafía, ciencia que consiste en el reconocimiento y correlación de paquetes de estratos relacionados genéticamente, y que permite delimitar tridimensional la paleogeografía, establecer los modelos de dispersión y reconstruir la historia geológica de los sistemas deposicionales en los márgenes continentales y cuencas.

A finales de los años ochenta nace un nuevo cuerpo de la Estratigrafía, denominado Estratigrafía Secuencial, que versa sobre la redistribución continua de los sedimentos mediante los cambios relativos o globales del nivel mar, y representa hoy en día uno de las teorías fundamentales en Geología. Parte de este trabajo deriva directamente del establecimiento del concepto de secuencia y el reconocimiento de unidades limitadas por discontinuidades. Gracias a esta teoría los geólogos tienen una herramienta para explicar y predecir la distribución espacial, temporal y composicional de los sedimentos.

La estratigrafía secuencial es a menudo considerada como una extensión de la estratigrafía sísmica de los años 70. Sin embargo, ya a principios del Siglo XX, ciertos autores escribieron sobre las relaciones existentes entre sedimentación, discontinuidades y variación del nivel de base – que son la base de la estratigrafía secuencial (Grabau, 1913; Barrel, 1917; Sloss et al., 1949; Sloss, 1962; etc.).

El término de “secuencia”, también básico en estratigrafía secuencial, fue introducido por Sloss et al. (1949) para definir una unidad estratigráfica limitada por dos discontinuidades subaéreas. Sloss subrayó la importancia de estas discontinuidades y subrayó también la importancia de la tectónica en su génesis, ignorada por los partidarios de la estratigrafía sísmica.

La estratigrafía sísmica, cuando apareció en los años 1970 (Vail, 1975; Vail et al, 1977), provocó una revolución en la estratigrafía. Conjuntamente con el concepto de estratigrafía sísmica se publicó la carta de los ciclos globales (Vail et al., 1977), basada sobre el postulado que el eustatismo es el motor principal de la formación de las secuencias y de la ciclicidad estratigráfica. Cuando se incorporaron a la estratigrafía sísmica los datos de campo y de perforaciones, se pasó a la estratigrafía secuencial; esto fue en los años 1980.Pero, en su comienzo, la estratigrafía secuencial presentaba el eustatismo global como el principal (y para muchos autores el único) motor de la génesis de las secuencias; la carta de los ciclos eustáticos globales (la carta de Vail) constituía con la estratigrafía secuencial un conjunto inseparable.

El paso, en los años 1990, de la noción de variación del nivel del mar (es decir de la noción de eustatismo global) a la de variación relativa del nivel del mar constituyó un avance mayor en la estratigrafía secuencial. Con esta nueva noción de variación relativa del nivel del mar (o del nivel de base), no intervienen las consideraciones relativas a las fluctuaciones del nivel eustático o de la tectónica en la determinación de las secuencias o de los otros elementos (cortejos sedimentarios, superficies estratigráficas) de la estratigrafía secuencial. Por el contrario, la naturaleza de las superficies y la de la relación de las unidades estratigráficas entre ellas, son consideradas como elaboradas según una curva de los cambios relativos del nivel del mar que toma en cuenta tanto lo que corresponde al eustatismo, a la tectónica y a los otros controles alógenos de la sedimentación.

2.2.1. Causas de los cambios del nivel del mar

Conceptualmente, las causas de los cambios globales del nivel del mar pueden ser de origen climático (cambios glacio-eustáticos), que implica un cambio en el volumen del agua del océano, y de origen tectónico (cambios tecto-eustáticos), que conduce a un cambio en el volumen y tamaño de las cuencas oceánicas.
Los cambios del nivel del mar glacio-eustáticos están relacionados con el crecimiento y retracción de los casquetes polares como consecuencia de los cambios climáticos.

Por ejemplo, el total deshielo del hielo antártico representaría un ascenso generalizado del nivel del mar, de hasta 60 m. Los procesos relacionados con la dinámica de la tectónica de placas causan cambios en la forma y tamaño de las cuencas oceánicas. Las posibles causas de estos cambios son las variaciones en la tasa de expansión de las cuencas oceánicas, y las variaciones en la compensación isostática de los continentes. Estos cambios originan variaciones del nivel del mar de baja frecuencia.

2.2.2. Órdenes cíclicos y correlación global.

Una secuencia depositacional representa un ciclo completo de depósito limitado arriba y debajo por discordancias erosionales. La secuencia tiene una duración máxima, la cual es medida entre las conformidades correlativas y las inconformidades que la limitan. Entonces, la duración de la secuencia será determinada por el evento que controla la creación y destrucción del acomodamiento, por ejemplo la subsidencia tectónica y/o eustacia. Los ciclos tectónicos de subsidencia y levantamiento y los ciclos eustáticos de incremento y decremento del nivel del mar (Véase Figura 6) pueden operar sobre diferentes periodos de tiempo, y es muy usual clasificar las secuencias en términos de su magnitud de duración, comúnmente llamados primer orden, segundo, tercero, cuarto, etc.

El ciclo de primer orden o de inundación continental (Véase Figura 6), es definido por la mayor escala de ciclos sedimentarios con duración > 50 millones de años, el onlap y offlap son parte de los supercontinentes. Los ciclos de invasión continental de primer orden son considerados por ser controlados por la tectono-eustacia; por ejemplo, los cambios en el volumen de las cuencas oceánicas relacionados a ciclos de tectónica de placas. Por lo tanto, estos cambios son considerados como tectono-eustáticos y se interpretan como el efecto de cambios mayores en la posición de la línea de costa debida a la fragmentación de los supercontinentes, que ocasionan reajuste de las placas e inundaciones de continentes.

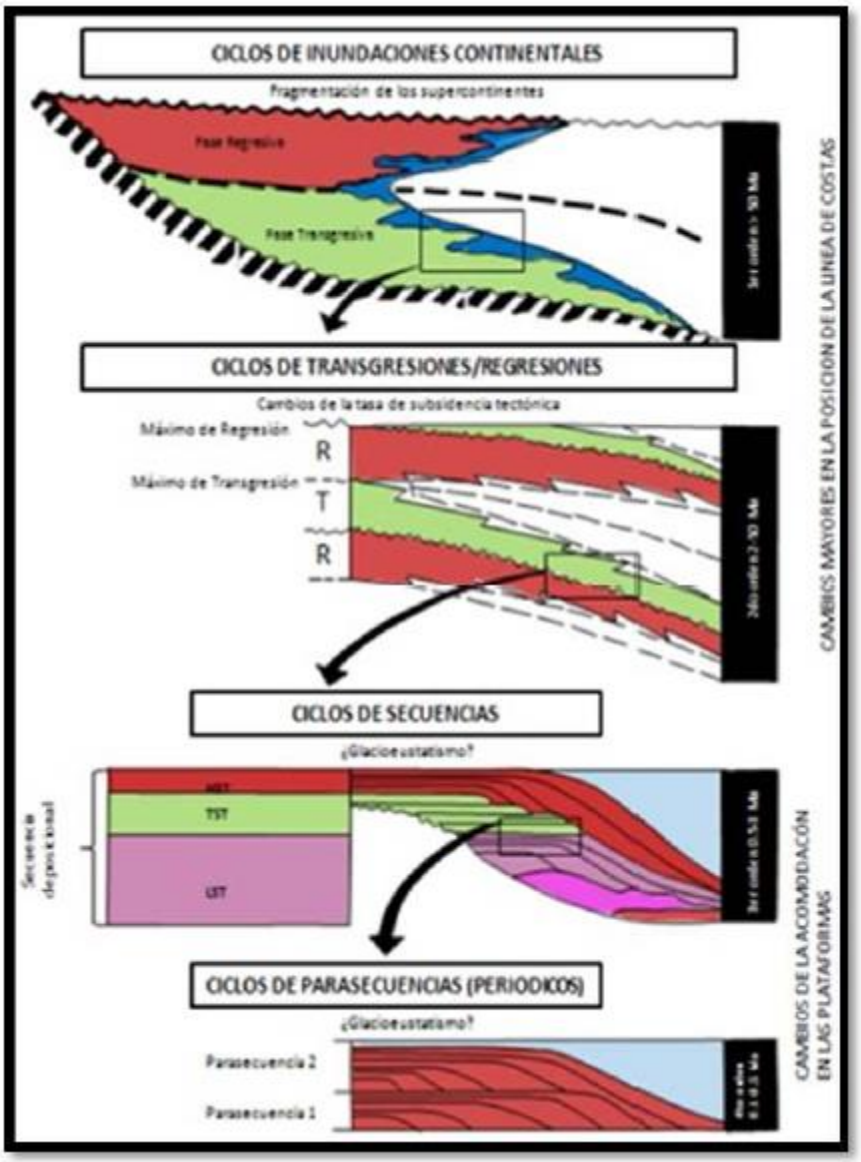


Figura 6. Cuatro órdenes de los ciclos estratigráficos. Tomado de Duvel et al.

Los ciclos de segundo orden (Véase Figura 6) de duración Los ciclos de segundo orden de duración entre 3 y 50 millones de años son los pilares de las secuencias de primer orden y representan estadios particulares en la evolución de una cuenca. Estos pueden ser provocados por cambios en la tasa de subsidencia tectónica de la cuenca o la tasa de levantamiento en el terreno que es fuente de sedimentos. Al igual que los ciclos de primer orden son considerados tectonoeustáticos y se interpretan como relacionados con cambios mayores en la posición de la línea de costa, aunque, en este caso, debido a cambios en la tasa de subsidencia tectónica que ocasiona grandes transgresiones y regresiones que pueden ser globales.

Los ciclos de secuencia de tercer orden (Véase Figura 6) duran de entre 0.5 y 3 millones de años, son los que dieron origen a la estratigrafía de secuencias, debido a que son frecuentemente reconocibles en una escala de datos sísmicos convencionales. Éstos son identificados por la presencia de ciclos individuales de creación y destrucción del acomodamiento; estos ciclos fueron reconocidos y estudiados por Vail, Audemart, Bowman, Eisner y Perez-Cruz (1991).

Generalmente son originados por glacioeustacia, aunque otros mecanismos tectónicos también los pueden originar (Cloetingh, 1988). Estos ciclos originan las secuencias depositacionales y se limitan por superficies de discontinuidad que marcan etapas de interrupción sedimentaria (con o sin erosión) en las plataformas.

Los ciclos de tercer orden pueden deberse a factores globales, regionales o locales, resultando muy complejo en la mayoría de los casos diferenciar un tipo de otro. Los factores globales son cambios eustáticos que pueden ser tectonoeustáticos, aunque no se descartan los glacio-eustáticos.

El término de secuencias compuestas (composite sequences), es algunas veces usado para describir secuencias de segundo y tercer orden (Mitchum and Van Wagoner, 1991).

Los ciclos de cuarto orden (Véase Figura 6) con una duración que varía entre 0.1 y 0.5 millones de años originan “parasecuencias”, que representan ciclos individuales de facies crecientes limitadas por superficies de abruptos ahondamientos. Este tipo de ciclos pueden ser glacioeustáticos o deberse a factores tectónicos locales.

2.3. SISTEMA DEPOSITACIONAL

Es un arreglo tridimensional de litofacies provocado por un sistema encadenado; es un vínculo de sistemas depositacionales contemporáneos. Se usa aquí el término de sistema encadenado para designar tres subdivisiones dentro de cada secuencia: lowstand, transgresive y highstand en secuencias tipo 1 y margen de plataforma, transgresivo, y highstand en sistemas tipo 2.

Los sistemas encadenados se definen objetivamente en base a tipos de superficies límites, su posición dentro de la secuencia, y patrón de empaquetamiento en la parasecuencia. De acuerdo con las teorías sobre estratigrafía secuencial desarrolladas por Van Wagoner et al. (1988), y Posamentier & Allen (1999), existen una serie de conceptos básicos que se muestran a continuación, entre los cuales es importante tener claros, para realizar una adecuada interpretación secuencial, aun cuando no todos fueron aplicados al modelo definitivo del estudio.

- Límite de secuencia (SB): Superficie generada por erosión durante un descenso relativo del nivel del mar. Base del sistema depositacional de bajo nivel del mar.

- Superficie de inundación (FS): Superficie de baja energía generada durante un ascenso relativo del nivel del mar.

- Superficie transgresiva (TS): Superficie de alta energía generada por erosión retrogradante del shoreface durante un ascenso relativo del nivel del mar. Tope de los cortejos depositacionales de bajo nivel o de cuña de bajo nivel.

- Superficie de máxima inundación (MFS): Superficie formada durante el momento de máxima transgresión de la plataforma. Límite entre el cortejo depositacional transgresivo y el sistema de alto nivel.

Una vez aclarado algunos términos importantes para la interpretación de secuencias depositacionales, también es necesario señalar los sistemas encadenados que pueden constituir una determinada secuencia estratigráfica, los cuales se encuentran limitados por superficies marcadores regionales descritas anteriormente.

2.3.1. Lowstand system tract (LST)

Es el system tract basal (estratigráficamente más antiguo). Se deposita durante un intervalo de caída del nivel del mar en el offlap break y subsecuente suave aumento del nivel del mar. Antes de la caída relativa del nivel del mar, el río habrá más o menos mantenido un perfil de río gradado con una porción superior erosional y una porción inferior depositacional. (Planicie aluvial y planicie costera). Cuando el nivel relativo cae en el offlap break el perfil debe ajustarse al nivel base bajo. El río incide dentro de los depósitos topsets bajos; la planicie aluvial, planicie costera y/o depósitos de cuenca de la secuencia previa.

La tasa de aumento del nivel relativo del mar es inicialmente bajo, esto resulta en una baja tasa de creación de la acomodación, el suministro de sedimentos será mayor y el sistema progradará. Sin embargo, la tasa de creación de acomodación eventualmente puede traspasar el suministro de sedimentos, resultando en un cambio de progradación a agradación y retrogradación y el del siguiente system tract (transgressive system tract).

2.3.2. Transgressive system tract (TST)

Es el system tract de la mitad de la secuencia. Se deposita durante un aumento del nivel relativo del mar cuando la acomodación se aumenta más rápido que la taza de suministro de sedimento, es retrogradacional. Este sistema puede mostrar evidencia de subsuministro de sedimentos y puede ser rico en carbones, depósitos de overbank y de lagoon. El sistema de drenaje se puede inundar por estuarios. Distalmente pasa a ser una sección condensada, caracterizada por tazas de depositación extremadamente bajas y el desarrollo de facies condensadas como glauconíticas, ricas en materia orgánica, chert, fosfatos y carbonatos pelágicos. La máxima tasa de aumento del nivel del mar ocurre en algún momento dentro del transgressive system tract y el final de este sistema ocurre cuando la taza de acomodación decrece a un punto donde comienza a aumentar el suministro de sedimentos; la progradación comienza otra vez. Este punto se reconoce como superficie de máxima inundación. El transgressive system tract a menudo contiene horizontes sellos y/o estratos generadores de hidrocarburos.

2.3.3. Highstand system tract (HST)

Es el sistema más joven. Representa el sistema progradacional después de una máxima trasgresión y antes de un límite de secuencia, cuando la tasa de creación de acomodación es menor que la tasa de suministro de sedimentos. Se caracteriza por una tasa desacelerante de aumento del nivel del mar a través del tiempo, resultando en arquitectura inicialmente agradacional y posterior progradacional. Estos sistemas depositacionales pueden ser inicialmente similares a los del transgressive system tract, pero el relleno de áreas de plataforma por progradación y el decrecimiento en la taza del nivel del mar, puede conducir a un

decrecimiento en la influencia de mareas durante un highstand system tract y un decrecimiento en la cantidad de carbones, overbanks y shales de lagoon. Los canales de cuerpos arenosos serán más comunes y más conectados. Una secuencia tradicional completa está constituida por tres sistemas encadenado que de base a tope se encuentra LST, TST y HST.

Los recientes estudios sísmicos han reconocido dos tipos de secuencias que reflejaban el caso de la caída del nivel del mar debajo del quiebre del margen de rotura (tipo I) y el caso donde el nivel del mar no cae debajo de este quiebre (tipo II). Aunque haya habido mucha confusión subsecuente sobre el uso de estos dos tipos de afloramientos estudiados, sus definiciones se han modificado tales que una secuencia del tipo I se refiere a uno en el cual haya una caída relativa en nivel del mar debajo de la posición de la actual línea de playa y una secuencia tipo II se refiere a una secuencia en la cual la caída relativa en nivel del mar no genera un cambio en la posición de la línea de la playa.

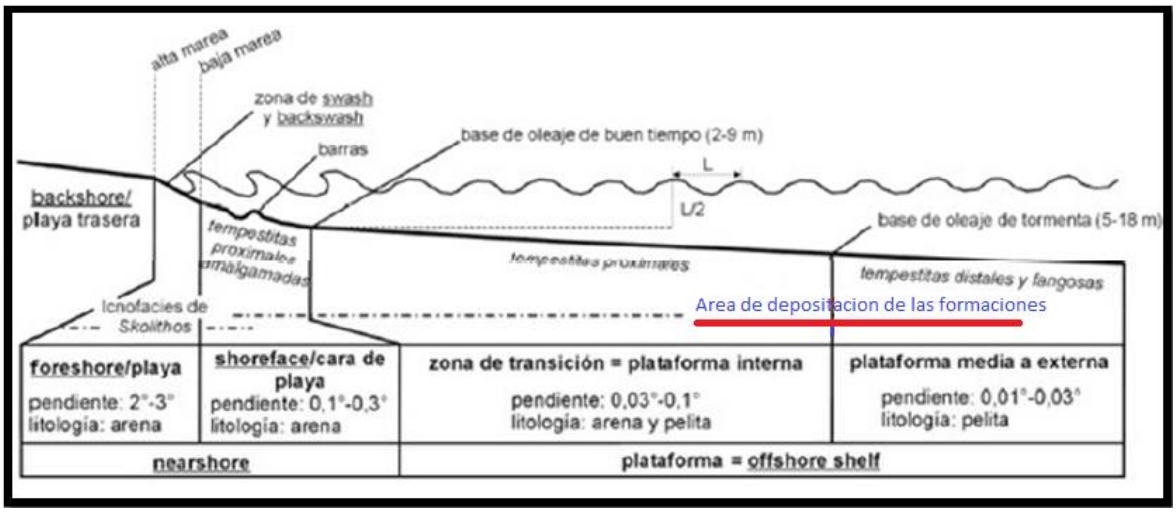


Figura 7. Ambientes de sedimentación. Zona de depositacion de la formación Lomagorda y grupo Olini en la subcuenca de Girardot representada en la línea de color rojo.

3. GEOLOGIA REGIONAL

El Valle Superior del Magdalena corresponde a una cuenca de intramontaña ubicada entre la Cordillera Central y la Cordillera Oriental. Está limitada al Este y Oeste principalmente por basamento con edades de Precámbrico a Jurásico, al Sureste por el sistema de fallas de rumbo de Algeciras-Garzón y por el sistema de cabalgamiento del Piedemonte de la Cordillera Oriental. Los sistemas de falla de Bituima y La Salina, y el cinturón plegado de Girardot, corresponden a los límites Norte y Nororientales. El basamento aflorante en el alto Natagaima – El Pata, divide el VSM en dos subcuencas: Girardot y Neiva (Reyes & Osorio, 2005).

3.1. ESTRATIGRAFIA

De acuerdo a reconocimiento de campo realizado y al análisis de la bibliografía consultada se determinó que el basamento no aflora en la subcuenca de Girardot y su registro más cercano se localiza en el piedemonte la cordillera central en donde afloran las formaciones Luisa, Payande y Saldaña instruidas por el stock de Payande.

La cobertura productiva de la región Girardot-Nariño representada palogeograficamente y denominada como la barrera Girardot-Nariño-Guataqui se encuentra constituida por rocas de edad Cretáceo medio a superior (Hondita-Lomagorda-Olini-Buscavidas-Tabla) y Cenozoicas representadas en el paloegeno por las formaciones Seca y Barzalosa y el Neogeno por las formación Honda con su miembro Agua de Dios. Los depósitos cuaternarios se encuentran representados por algunos niveles prioclasticos depósitos laharicos provenientes del abanico del Espinal o Ibagué, y depósitos cuaternarios fluviales del rio magdalena y quebradas tributarias a este (El Buche). (Véase figura 8)

FORMACIÓN LOMAGORDA

Su nombre procede de la loma gorda situada entre los caminos de loma larga y La Tabla en el municipio de Piedras Cundinamarca.

Hacia su base se tiene un nivel de lutitas y shales grisáceos con abundantes nódulos calcáreos de hasta 1 metro de diámetro. Su parte media y el tope están compuestos por lutitas interestratificadas con esporádicos niveles de chert gradando con pequeñas capas de areniscas de grano fino, siendo comunes en toda la sucesión las intercalaciones calcáreas. El techo está limitado por el primer banco de chert y corresponde a la formación Lidita Inferior del Grupo Olini; su edad es de unos 80 millones de años correspondiente al Coniaciano.

El espesor medido en campo en el carreteable Girardot- Nariño y la sección de la quebrada El Buche es de unos 200 mts.

GRUPO OLINI

Comprende de base a techo las formaciones Lidita inferior, Nivel de lutitas y Lidita superior.

FORMACIÓN LIDITA INFERIOR

Esta unidad estratigráfica aflora ampliamente en el sector del carreteable viejo a Nariño y por la quebrada el Buche.
Su contacto inferior con la formación Lomagorda es nítido y lo determina la aparición de las primeras capas silíceas representadas por una alternancia de chert de colores gris claros a amarillentos y capas de limolitas silíceas y lutitas gris claras a localmente negruscas; su edad corresponde al Coniaciano superior-Santoniano. El espesor medido en campo en el carreteable Girardot- Nariño y las secciones de la quebrada El Buche y la quebrada San José es de unos 200 mts.

FORMACIÓN OLINI MEDIO - NIVEL DE LUTITAS

Su límite inferior es nítido y está determinado por la desaparición de las capas silíceas de la formación Lidita Inferior y la aparición de lutitas grisáceas localmente arenosas; en su parte media y superior alternan las lutitas con areniscas y algunos niveles de chert pero con predominio de lutitas. Su edad corresponde al Santoniano-Campaniano.

FORMACIÓN LIDITA SUPERIOR

En esta unidad litológica en general predominan los chert sobre las limolitas silíceas y en bancos más gruesos; existen intercalaciones de algunos niveles de roca fosfórica y shales con delgadas intercalaciones de yeso. Su edad pertenece al Campaniano.
El ambiente de depositación para el grupo Olini de acuerdo a su asociación litológica nos indica un ambiente marino de plataforma que en comparación con las facies finas de la formación Lomagorda señala el comienzo de una regresión.

FORMACIÓN BUSCAVIDAS

Esta unidad Litoestratigráfica se encuentra representada por dos unidades litológicas reconocidas como el Nivel de Lutitas y el Nivel de Arenas.
El Nivel de Lutitas se encuentra representado por una secuencia monótona de limolitas calcáreas, margas y arcillolitas de colores gris claros a blancuzcos. Los niveles margosos presentan venillas y nidos de concentraciones más calcáreas.
Esta unidad fue reconocida en el carreteable Girardot-Nariño y tiene un espesor aproximado de 515 metros.

El Nivel de Arenas está conformado por areniscas de color amarillo claro en capas de estratificación gruesa a masiva de grano medio a grueso bien seleccionadas y con buena porosidad y permeabilidad. Esta unidad fue reconocida en el sector de las cavernas. Su edad es el Maestrichtiano y se correlaciona con el miembro K1 de la formación Monserrate de la subcuenca de Neiva.

FORMACIÓN TABLA

Se presenta en una amplia extensión territorial como un cordón montañoso de dirección suroeste - noreste, y se encuentra representada por un conjunto clástico de areniscas y conglomerados con delgadas intercalaciones lutíticas.

Las areniscas se encuentran en bancos de estratificación media a gruesa y son de colores amarillos claros, Texturalmente son de grano medio a grueso, subredondeados y de buena selección, sus estratos de formas tabulares y lenticulares son comunes. Los niveles conglomeráticos son escasos de colores gris claros a blancuzcos de carácter oligmítico compuestos por gránulos y guijas de cuarzo y chert. Su edad pertenece al Maestrichtiano.

FORMACIÓN GUADUAS

Esta formación aflora localmente sobre el sector occidental de la vía que de Girardot conduce a la población de Tocaima, sus características litológicas indican un ambiente parálico de transición. Petrograficamente la unidad está representada por una sucesión de arcillolitas abigarreadas de colores gris a rojizo, plásticas a semiplásticas muy fracturadas y ocasionalmente con niveles carbonosos y capas de conglomerados de tipo oligmitico de poco espesor intercalados con areniscas de tipo grawacas de grano grueso y poco cementada.

FORMACIÓN BARZALOSA

Su sección tipo se encuentra localizado en la vereda Barzalosa. Esta formación está representada por tres miembros compuestos por rocas clásticas de origen continental y de ambiente lagunal - fluvial.

BARZALOSA INFERIOR: presenta una topografía abrupta, está representado por conglomerados gris claro a blancuzco, compuesto por fragmentos de tamaño granulo-guijas de cuarzo hialino y lechoso y shales en una matriz arenosa, areniscas de grano grueso a medio localmente gradadas a conglomeráticas; también se presentan algunos niveles blandos de arcillolítas de colores violáceos a rojizos no plásticos y localmente arenosos. El espesor medido es de 60 metros.

BARZALOSA MEDIO: de esta formación consta de arcillolitas abigarreadas de color gris claro a oscuro, duras, fracturadas e intercaladas con lentes arenosos teniéndose en su tope delgados niveles de yeso mineralizado en las arcillolitas, los cuales son explotados rústicamente por los habitantes de la región.

BARZALOSA SUPERIOR: se caracteriza por la presencia de rocas clásticas predominando las areniscas sobre los conglomerados con algunos niveles de arcillolitas; los conglomerados son oligmíticos y compuestos por cantos y gravas de cuarzo, chert y limolítas silíceas embebidos en una matriz areno-arcillosa; las arenas son de color rojizo y de grano grueso a conglomerático; su composición es principalmente cuarzo embebidos en una matriz limoarcillosa. La formación marca una topografía ondulada y se encuentra localizada principalmente en la sección oriental del área de trabajo. Su edad corresponde al Oligoceno medio.

FORMACION HONDA (AGUA DE DIOS)

Está representada por una secuencia clástica de origen continental y ambiente fluvial a lagunal principalmente. Litológicamente está representada hacia la base por conglomerados de tipo oligmitico con una selección regular; hacia su parte media consta de arcillolitas abigarreadas localmente arenosas, semiplásticas a plásticas y explotadas económicamente por unos chircales para la producción de ladrillo; hacia el tope predominan las areniscas.

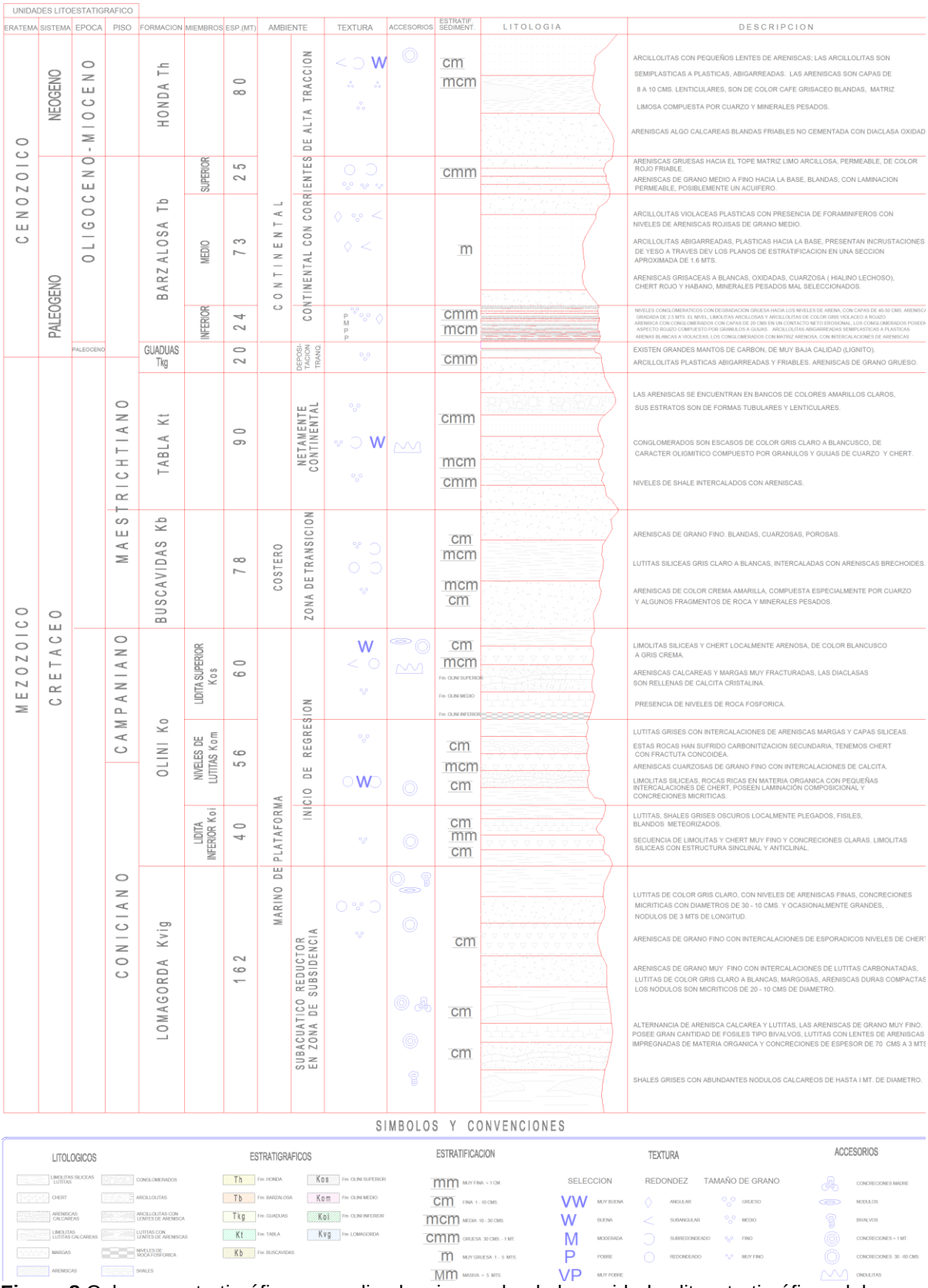


Figura 8 Columna estratigráfica generalizada, sin escala, de las unidades litoestratigráficas del VSM, subcuenca de Girardot. Roberto Vargaz Cuervo.

3.2. RELACIÓN ESTRATIGRÁFICA ENTRE LA NOMENCLATURA DE INGEOMINAS Y LA INDUSTRIA PETROLERA

El Valle Superior Magdalena presenta una sinonimia de unidades estratigráficas bastante compleja y diferente para la subcuenca de Neiva, Prado y Girardot, así también en el año 2001 el SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL (INGEOMINAS) hizo la publicación del mapa del Huila con una nomenclatura diferente a la que se tenía para el Cretáceo, pero la industria petrolera continua aun denominando sus unidades litologicas antiguas para la subcuenca de Neiva.

La subcuenca de Girardot y para este trabajo se utiliza la nomenclatura oficial de SGN, en la tabla 2 se presenta una correlación de los nombres estratigráficos empleados para las tres subcuencas y la nomenclatura empleada en este momento para la industria petrolera.

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">EDAD</th><th colspan="2">NOMENCLATURA EMPLEADA EN LA INDUSTRIA PETROLERA</th><th colspan="2">NOMENCLATURA EMPLEADA POR INGEOMINAS</th></tr>
<tr><th>GRUPO</th><th>FORMACIÓN</th><th>GRUPO</th><th>FORMACIÓN</th></tr>
<tr><td rowspan="10">CRETÁCICO</td><td rowspan="4">SUPERIOR</td><td rowspan="4">Maastrichtiano
Campaniano</td><td rowspan="4">Monserrate</td><td>K1</td><td rowspan="4">K III</td><td rowspan="2">Buscavidas
La Tabla</td></tr>
<tr><td>K2</td></tr>
<tr><td>K3</td><td rowspan="2">Olini</td></tr>
<tr><td>K4</td></tr>
<tr><td rowspan="6">INFERIOR</td><td rowspan="4">Santoniano
Albiano</td><td rowspan="4">Villeta</td><td>Aico Chert</td><td rowspan="4">K II</td><td rowspan="2">Loma Gorda</td></tr>
<tr><td>La Luna</td></tr>
<tr><td>Shale de Bambucá</td><td rowspan="2">Hondita</td></tr>
<tr><td>Calizas de Tetuán</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Albiano</td><td rowspan="3">Caballos</td><td>Superior</td><td rowspan="4">K I</td><td rowspan="3">Caballos</td></tr>
<tr><td>Medio</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Aptiano</td><td>Inferior</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yaví</td><td>Yaví</td></tr>
</table>

Tabla 1. Sección de las columnas estratigráficas para el Valle Superior del Magdalena utilizadas por las compañías petroleras e INGEOMINAS.

3.3. GEOLOGIA ESTRUTURAL

La geología estructural del Valle Superior del Magdalena está sujeta a la orogenia de las Cordilleras Central y Oriental a su alrededor y según Mojica & Franco se pueden observar básicamente dos sistemas de estructuras diferentes (Véase Figura 9):

1. Una cadena plegada cabalgante de antepaís con vergencia al este, que se presenta en el piedemonte oriental de la Cordillera Central (Butler,1986). Esta cadena plegada cabalgante se subdivide en dos sistemas: el de Chusma, en la Subcuenca de Neiva, y el de Girardot, en la Subcuenca de Girardot; este último está limitado al norte por la falla transcurrente dextral de Ibagué (Véase Figura 9).

2. Una cadena plegada cabalgante con vergencia al oeste, presente en el piedemonte occidental de la Cordillera Oriental, de edad miocena temprana a pliocena. Esta cadena cabalgante está constituida por el Sistema de Fallas de Garzón-Suaza y el Sistema del Magdalena.

EI Sistema de Fallas de Girardot parece ser más antiguo que el de Chusma, puesto que las rocas de la formación Gualanday Inferior reposan discordantemente sobre rocas sedimentarias plegadas, poco antes del Oligoceno, lo cual indica que el Sistema de Girardot comenzó su desarrollo en el Eoceno Tardío (Mojica & Franco, 1990); por su parte el Sistema de Chusma parece ser bien posterior a la depositaci6n del Grupo Gualanday (ESRI, 1986), ya que las formaciones cenozoicas afectadas no muestran que el mismo haya actuado como borde de cuenca, es decir que en sus proximidades se produzcan adelgazamientos importantes, acuñamientos, o desarrollo persistente de fanglomerados (Mojica & Franco, 1990). Por otra parte el Sistema de Cabalgamientos de Girardot podría extenderse hacia el norte por debajo de la Subcuenca de Honda, en donde se encontraría oculto por el Sinclinal de Guaduas y los cabalgamientos miocenos asociados (ESRI, 1986).

Las fallas de cabalgamiento se propagan de tal manera que producen "anticlinales en rampa" o "anticlinales nucleados por basamento" (ESRI, 1986) y la mayoría de los grandes anticlinales del Valle Superior de Magdalena están nucleados por basamento económico, lo cual se ha comprobado por trabajo de campos y perforaciones.

A dos kilómetros al norte del centro urbano de Girardot se encuentra el anticlinal Alonso Vera o anticlinal de Girardot (Véase figura 9), un anticlinal de rampa donde afloran la formación Lomagorda y el grupo Olini y es la principal fuente de información de este trabajo, en el cual se determinó el eje del anticlinal (Véase figura 11, azul grueso), las fallas estructurales, y micro fallas, las cuales producen repeticiones de los afloramientos.

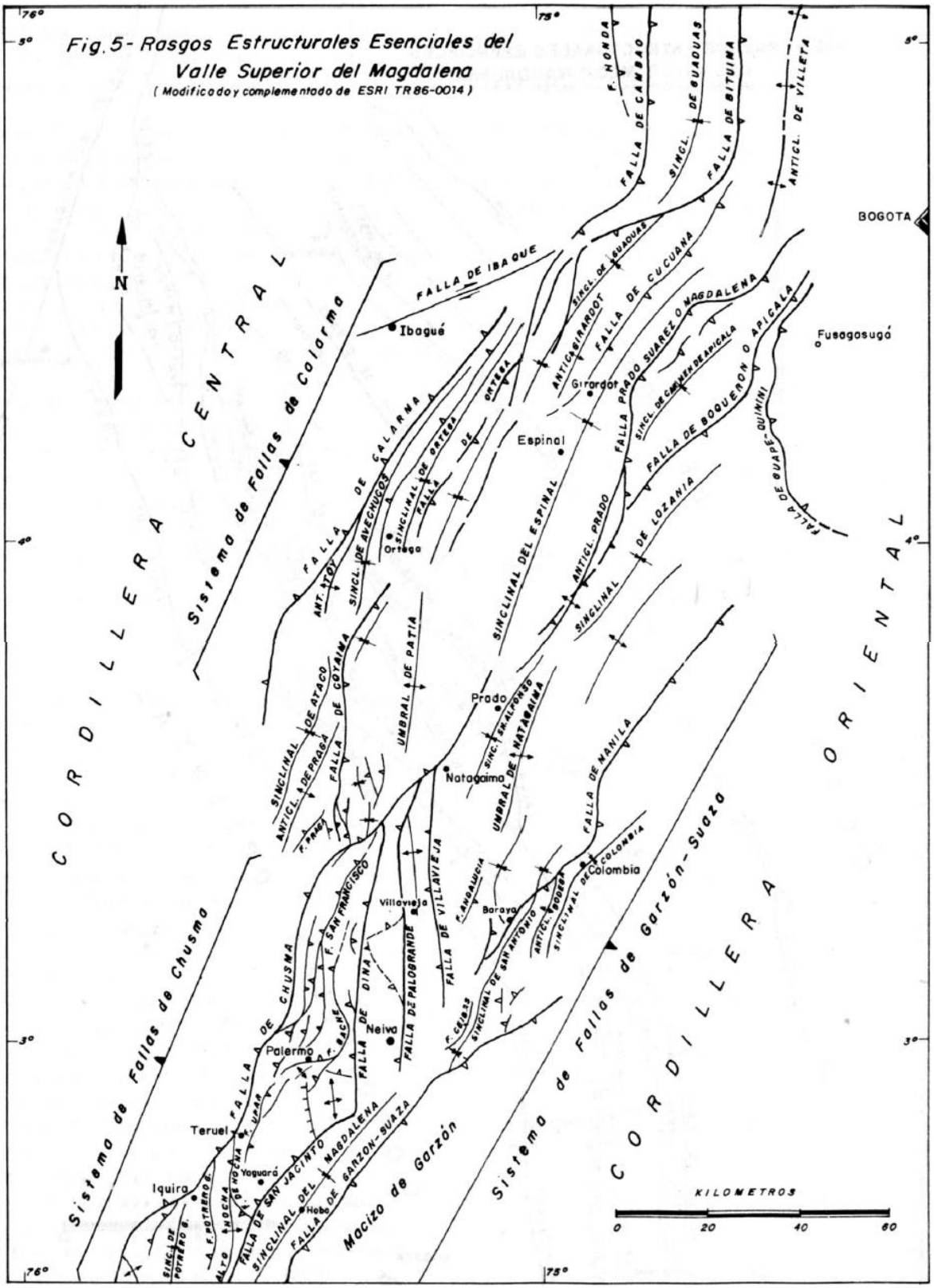


Figura 9. Rasgos Estructurales Esenciales del Valle superior del Magdalena. Mojica & Franco: Valle Medio *y* Superior del Magdalena (Figura 5).

3.4. GEOLOGÍA HISTÓRICA

El Valle Superior del Magdalena es una región compleja geológicamente, donde afloran rocas desde el Precámbrico hasta el Reciente y conforman un relieve irregular. Para efectos del presente trabajo, se enfocará la descripción de las rocas de interés dentro de la industria del petróleo, especialmente la formación Lomagorda objeto de este trabajo.

El origen del Valle Superior del Magdalena se remonta a finales del Paleozoico y/o comienzos del Mesozoico, en medio de un ambiente erosivo, en donde por efectos de fallamiento normal se produjo la subsidencia de una franja de terreno o "bloque tectónico", constituyendo un graben, limitado por las ancestrales Cordilleras Central y Oriental. Dicha estructura se desarrolló sobre un fundamento metamórfico precámbrico, cubierto por sedimentos paleozoicos.

Inicialmente, es decir durante el Triásico inferior a medio, la sedimentación de las capas rojas de la Formación Luisa, se restringió a la región occidental del actual Valle Superior del Magdalena. En el Triásico superior luego de una intensificación de los procesos tectónicos y de la subsidencia del área de sedimentación, el mar penetró en el Valle Superior del Magdalena y dio lugar a la deposición de calizas fosilíferas correspondientes a la Formación Payandé, retirándose luego de la acumulación de la parte basal de la Formación Saldaña. Seguidamente se inicia una actividad volcánica esencialmente explosiva y simultáneamente ocurre una ampliación del área receptora de materiales, tendencia que continúa hasta el fin de la sedimentación de la Formación Saldaña. Cuando cesó la subsidencia, se colmató la cuenca y se extinguió el vulcanismo; prosiguió un período erosivo que se prolongó hasta el Cretácico Pre-Aptiano.

Algunos autores como Etayo et al. (1969) postulan que el vulcanismo y la erosión pudieron persistir hasta comienzos del Cretácico. Explican regionalmente una transgresión marina que desde el norte tuvo lugar durante este tiempo. Con la transgresión se alcanzó un ambiente de plataforma somera con condiciones reductoras a comienzos del Cretácico tardío, lo que permitió la acumulación de sedimentos finos.

El ambiente de acumulación de sedimentos marinos se mantuvo hasta finales del Cretácico, cuando casi la totalidad del oriente del país estuvo emergida. Toussaint (1996) lo atribuye a un descenso global del nivel del mar y no a un evento tectónico regional. Luego se registra el cambio a un medio continental durante el Maestrichtiano-Paleoceno que en versión de Irving (1971) coincide con el levantamiento de la Cordillera Occidental y el emplazamiento de batolitos en la Cordillera Central.

El principal evento tectónico tuvo lugar en el Eoceno y Oligoceno con el levantamiento de la Cordillera Central, por esfuerzos compresivos y a lo largo de las fallas de cabalgamiento del Sistema de Chusma. La acumulación del Grupo Honda en el Mioceno se ha relacionado (Butler 1983) con el continuo levantamiento de la cordillera central y el comienzo de la exposición del macizo de Garzón en la Cordillera Oriental.

La acumulación paulatina de sedimentos vulcano-clásticos provenientes esencialmente de la Cordillera Central, en depresiones asimétricas en forma de abanicos coalescentes constituye la Formación Gigante.

Durante el Cuaternario, en ambiente continental y debido a procesos a gradacionales por la dinámica fluvial y la acción de la gravedad fundamentalmente, se conforman depósitos aluviales, vulcano-clásticos, fluviolacustres, de flujos de lodo y de ladera.

3.5. TRABAJOS PREVIOS

El conocimiento de la estratigrafía en la cuenca del Valle Superior del Magdalena y el extremo Sur del Valle Medio del Magdalena inicia con Hettner (1892), quien estudia la estratigrafía del Cretácico a lo largo de la cordillera oriental definiendo la Formación Guadalupe y Villeta, entre otras.

Posteriormente, Hubach da un corte más detallado del Cretácico, precisando el límite Guadalupe – Villeta. Este trabajo es publicado en su informe de la geología petrolera en 1931. Sin embargo, Stille (1938), indica que el límite petrográfico no está bien definido y propone situar el límite Guadalupe – Villeta de modo que coincida con el límite entre Cretácico Inferior y Superior.

Una década después del trabajo de Stille, Caudri (1948) realiza un trabajo bioestratigráfico, comparando la fauna de la formación Guaduas, representada por Sulcoperculina vermunti y Lepidorbitoides sp, con la Formación Habana de Cuba y con Cárdenas Beds de México proponiendo una edad Maastrichtiana – Terciaria.
Posteriormente, Petters (1954) desarrolla una serie de estudios en el Valle Medio del Magdalena los cuales lo llevan a agrupar tres unidades conocidas como Chert Inferior, Miembro Arenoso y Chert Superior otorgándoles el nombre de Grupo Oliní. Hubach & Sarmiento (1947), extienden este nombre para el Valle Superior del Magdalena y Porta (1965), lo redefine e indica como sección de referencia los afloramientos ubicados en el camino que de Piedras conduce al caserío de La Tabla, en el Departamento del Tolima.

El término “Grupo Olini” es usado por primera vez en el VSM por geólogos de Intercol, pero es introducido a la literatura por Petters (1954). De Porta (1965), lo redefine en la región de Piedras, departamento del Tolima, describiendo tres unidades litológicas diferentes, de base a tope: Lidita Inferior, Nivel de Lutitas y Lidita Superior. Cáceres y Etayo (1969) elevan al rango de formaciones a las denominadas Lidita Inferior y Lidita Superior, sin embargo la unidad intermedia (Nivel de Lutitas) permanece informal hasta tiempos recientes, solo Bermúdez y Morcote (1995) y Morcote y Bermúdez (1997) siguiendo el concepto original de Porta op Cit., denominan a la unidad intermedia del Grupo Olini como Formación Nivel de Lutitas.

Es en este “Nivel de Lutitas”, donde se presentan las mayores diferencias y generalizaciones que han conducido a confusión y al empleo de términos informales para designar la unidad intermedia del Grupo Olini. El nombre original de “Nivel de Lutitas” hace pensar en una unidad predominantemente arcillosa que

separa las dos secuencias de liditas; dicho argumento puede ser válido en gran cantidad de secciones estratigráficas y pozos a lo largo de la cuenca, pero en el borde occidental el desarrollo de areniscas, e incluso conglomerados finos en el medio de estas dos unidades de liditas, ha hecho común el uso de términos como los de “Arenisca del Cobre”, para designar variaciones faciales a arenitas, y de “Shale de Aico” para sectores donde predominan las lutitas. Cabe anotar que el mismo Petters (1954) hablaba de un “Upper Sandstone member” ubicado en el medio de las dos liditas, lo que ya indicaba la presencia de litologías diferentes a las descritas en la sección de referencia de De Porta (1965).

Burgl & Dumit (1954)			Raasveldt (1956)		De Porta (1965;1966)			Vergara (1997b)			Guerrero et al (2000)			Tchegliakova & Mojica			Universidad Surcolombiana		
Edad		Unidad	Edad	Unidad	Edad	Unidad		Edad	Unidad		Edad	Unidad		Edad	Unidad		Edad	Unidad	
Campaniano	Superior	K2b	Campaniano	K2	Campaniano	Nivel de Lutitas y Arenas		Maastrichtiano Temprano	Nivel de Lutitas y Arenas		Maastrichtiano Temprano	Formación Buscavida		Maastrichtiano Temprano	Formación Buscavida		Maastrichtiano	Formación Buscavida	
	Medio	K2c																	
	Inferior	K3 Primera lidita		K3		Nivel de Lidita Superior	Grupo Olini	Campaniano Tardío	Lidita Superior	Grupo Olini	Campaniano Tardío	Fm. Lidita Superior	Grupo Olini	Campaniano Tardío	Fm. Lidita Superior	Grupo Olini	Campaniano	Olini Superior	Grupo Olini
Santoniano		K3-4 K4a K4b	Santoniano	K4	Santoniano	Nivel de Lutitas		Campaniano Temprano	Nivel de Lutitas		Campaniano Temprano	Fm. El Cobre		Santoniano	Fm. Lutitas y Areniscas			Olini Medio	
Coniaciano	Superior	K5 Segunda Lidita	Coniaciano	K5	Coniaciano	Nivel de Lidita Inferior		Santoniano	Lidita Inferior		Santoniano	Fm. Lidita Inferior		Coniaciano	Fm. Lidita Inferior		Coniaciano	Olini Inferior	
	Inferior	K6a K6b (Rueda de Carreta)		K6 (Rueda de Carreta)		Formación Lomagorda		Turoniano Tardío Santoniano	Formación Lomagorda		Turoniano Santoniano	Formación Lomagorda			Formación Lomagorda			Formación Lomagorda	

Tabla 2. Comparación de la nomenclatura histórica estratigráfica en el Valle Superior del Magdalena.

Diversos autores han denominado algunas unidades litoestratigráficas del área de manera diferente, generando una sinonimia entre estas formaciones. La Tabla 1 muestra algunos nombres propuestos y comparaciones de las formaciones de la Subcuenca de Girardot.

En las últimas décadas se han desarrollado estudios en la cuenca del Valle Superior del Magdalena, tanto por universidades como por compañías petroleras. Sin embargo gran parte de la información generada por estas últimas presenta un carácter confidencial, por lo cual es de vital importancia incrementar el número de investigaciones que contribuyan a entender de una mejor forma la evolución geológica de Colombia y la construcción de conocimiento científico en general.

Son numerosos los trabajos que existen sobre rocas del Cretácico en EL VSM, especialmente referidos a las formaciones cretácicas debidas principalmente a su importancia económica en el mundo del petróleo y especialmente la Universidad Surcolombiana con su programa de Ingeniería de Petróleos por medio de los cursos de Geología general, estructural y del petróleo o sedimentología.; sin embargo estudios específicos de estratigrafía local son pocos y sin el detalle de este trabajo; a continuación se hace alusión a algunos de estos trabajos:

- **Hermann Darío Bermúdez Aguirre**

Estratigrafía del Grupo Olini en el borde occidental de la Cuenca del Valle Superior del Magdalena, Colombia.

A partir de la descripción estratigráfica detallada de dos localidades, propuestas como secciones auxiliares de referencia para el Grupo Olini (Cretácico superior), se discuten las características litoestratigráficas, faciales, paleontológicas y regionales de la unidad en el costado occidental de la cuenca del Valle Superior del Magdalena. La evolución de la cuenca durante el Coniaciano superior – Santoniano inferior, permite observar una fuerte transgresión marina que acumuló calizas, fosforitas y facies biosilíceas de la Formación Lidita Inferior, la cual representa la retrogradación de ambientes sedimentarios de plataforma media a externa. Se eleva al rango de formación al denominado “Nivel de Lutitas” de De Porta (1965), y se formalizan como miembros los términos “Shale de Aico” y “Arenisca del Cobre”, los cuales registran una regresión generalizada del mar en el Santoniano - Campaniano inferior, que ocasionó la progradación de ambientes de plataforma interna (facies lutíticas del Miembro Shale de Aico) y permitiendo, en secciones de proximales, el desarrollo de areniscas e incluso conglomerados de ambientes de frente de playa, del Miembro Arenisca del Cobre. En el Campaniano superior un nuevo evento transgresivo permitió la acumulación de fosforitas, calizas y cherts de ambientes depósito de plataforma interna a media, representados por la Formación Lidita Superior.

- **L.F. Sarmiento, A. Rangel**

SISTEMAS PETROLIFEROS DEL VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA

En el Valle Superior del Magdalena, Colombia, se identificaron cuatro sistemas petroleros. Dos sistemas petroleros se encuentran en la sub-cuenca Girardot y los otros dos en la sub-cuenca Neiva. Calizas cambiar lateralmente para pizarras de la parte inferior de la Villeta Gp, depositada durante eventos de inundaciones marinas Albiano y Turoniano, constituye las principales rocas de origen de las familias del petróleo. Estas rocas contienen 1.4% TOC y tipo II kerógeno. Las areniscas de cuarzo litorales del Caballos (Albiano) y Monserrate (Maastrichtiano)

Fms son las principales rocas reservorio. Sello rocas son esquistos Cretácico y Paleoceno. Sobrecargar incluye las rocas del Cretácico y el Terciario molasse depositada simultáneamente con el desarrollo de dos sistemas de empuje opuestos rayando durante el Cenozoico. Estos eventos de deformación fueron responsables de la creación de trampa. A excepción de la zona de Villarrica, donde la roca madre alcanzó la madurez durante el Paleoceno, la generación se produjo durante el Mioceno. Dos familias de petróleo son identificados, cada uno en ambas subcuencas: Un derivado de una fuente rica en arcilla y el segundo de un carbonato rico litofacies roca fuente de la parte inferior de Villeta Gp. Sourcerock geoquímica de correlaciones de crudo se demostró por tres de los sistemas petroleros. Up-dip distancias de migración laterales son relativamente cortos y fallas sirvieron como vías de migración verticales. Una enorme cantidad de aceite probablemente se degradó en la superficie, como resultado de la deformación Mioceno y la erosión.

- **IVÁN FELIPE ZAMUDIO RODRÍGUEZ Y GERMÁN EDUARDO GONZÁLEZ GARZÓN**

Estratigrafía y caracterización petrográfica del Grupo Olini (Cretácico Superior) en la sección aflorante en la antigua carretera Girardot – Nariño (Cundinamarca, Colombia)

Las rocas del Grupo Olini aflorantes en la antigua carretera Girardot – Nariño son de origen marino, compuestas principalmente por partículas calcáreas, fosfáticas, silicificadas y en pocas ocasiones terrígenas. Estas rocas fueron depositadas en un ambiente de baja energía, por debajo del nivel de acción de las olas pero por encima del nivel de acción de las tormentas. La abundancia de material fosfático en algunas unidades se presenta como evidencia de procesos de surgencia (upwelling) y éstos a su vez están asociados con los procesos de silicificación. El trabajo se centró en la estratigrafía física de estas unidades litoestratigráficas para lo cual se levantó una columna detallada complementada con el análisis de muestras de mano y secciones delgadas. Adicionalmente, se realizó un comentario acerca de la nomenclatura utilizada para estas unidades en el área de trabajo. Por último se considera que la silicificación hace parte de un proceso diagenético relacionado con la descomposición de conchas de radiolarios después de la sedimentación.

4. GEOLOGÍA LOCAL DE LAS FORMACIONES DE ESTUDIO

Para el levantamiento detallado de la formación Lomagorda y el grupo Olini, objetivo del presente trabajo fue seleccionado el carreteable de la antigua carretera Girardot-Nariño. Desde la finca Los Mango ubicado en el municipio de Nariño, hasta el arbolito ubicado en el municipio de Girardot con un de trayecto de 4 km. (Véase Fotografía 1)

Fotografía 1. Fotografía satelital tomada de Google Earth, con la localización del carreteable.

Para el levantamiento estratigráfico fue realizada una poligonal abierta con controles de GPS Garmin (GPSmap 60CSx) para un total de 169 estaciones y medición directa en el campo con Hip-chain y brújulas tipo Brunton azimutales, en la tabla 3 se muestra el número de las estaciones de control y en la figura 10 y 11 además del plano 1 (”Poligonal abierta, de la formación Lomagorda, sección Girardot-Nariño”) y plano 2 (”Poligonal abierta, del grupo Olini, sección Girardot Nariño”) se muestra la poligonal abierta realizada con los datos estructurales y la identificación estratigráfica y litológica de las formaciones aflorantes.

PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA
4	916609	975574	382 m
5	916571	975554	389 m
6	916571	975552	392 m
7	916549	975540	393 m

PUNTO	ESTE	NORTE	ALTURA
87	916583	974240	569 m
88	916597	974223	570 m
89	916599	974203	572 m
90	916577	974182	575 m

8	916542	975518	395 m
9	916523	975490	397 m
10	916518	975478	396 m
11	916517	975455	401 m
12	916509	975454	403 m
13	916504	975490	408 m
14	916444	975424	415 m
15	916472	975453	411 m
16	916422	975388	416 m
17	916438	975341	418 m
18	916411	975331	420 m
19	916392	975321	426 m
20	916364	975256	430 m
21	916355	975244	432 m
22	916355	975211	434 m
23	916359	975192	433 m
24	916372	975186	435 m
25	916386	975178	436 m
26	916389	975166	454 m
27	916400	975164	454 m
28	916414	975144	451 m
29	916442	975167	452 m
30	916466	975127	461 m
31	916454	975118	463 m
32	916454	975085	465 m
33	916459	975063	466 m
34	916471	975048	462 m
35	916494	975028	464 m
36	916519	975030	461 m
37	916544	975035	462 m
38	916540	975044	461 m
39	916588	975061	455 m
40	916583	975053	456 m
41	916578	974966	461 m
42	916576	974925	466 m
43	916571	974891	468 m
44	916601	974871	469 m
45	916623	974875	470 m
46	916637	974834	474 m
47	916645	974833	475 m
48	916674	974826	477 m

91	916578	974164	575 m
92	916593	974143	577 m
93	916588	974112	577 m
94	916576	974078	580 m
95	916574	974053	582 m
96	916582	974045	586 m
97	916597	974039	588 m
98	916599	974023	588 m
99	916585	974004	590 m
100	916574	973969	591 m
101	916561	973962	593 m
102	916538	973936	594 m
103	916533	973920	596 m
104	916520	973922	597 m
105	916503	973908	598 m
106	916497	973884	602 m
107	916486	973876	605 m
108	916463	973868	603 m
109	916450	973859	604 m
110	916429	973838	606 m
111	916405	973813	609 m
112	916395	973809	613 m
113	916368	973800	614 m
114	916350	973792	615 m
115	916317	973783	616 m
116	916290	973774	616 m
117	916270	973763	618 m
118	916239	973741	620 m
119	916208	973736	621 m
120	916176	973732	623 m
121	916159	973724	624 m
122	916124	973705	626 m
123	916079	973681	626 m
124	916043	973697	629 m
125	916013	973714	631 m
126	916002	973720	632 m
127	915979	973747	635 m
128	915938	973750	638 m
129	915933	973728	639 m
130	915933	973697	640 m
131	915940	973675	641 m

49	916663	974796	479 m
50	916677	974775	483 m
51	916679	974747	485 m
52	916702	974728	490 m
53	916726	974684	501 m
54	916712	974680	503 m
55	916677	974704	506 m
56	916658	974670	506 m
57	916653	974592	509 m
58	916663	974588	509 m
59	916662	974586	509 m
60	916601	974628	513 m
61	916580	974673	517 m
62	916535	974680	519 m
63	916498	974699	522 m
64	916446	974728	523 m
65	916431	974729	523 m
66	916400	974728	524 m
67	916387	974721	527 m
68	916379	974708	527 m
69	916375	974689	528 m
70	916368	974647	529 m
71	916365	974613	531 m
72	916365	974591	531 m
73	916357	974564	533 m
74	916373	974530	535 m
75	916389	974507	537 m
76	916387	974460	541 m
77	916399	974441	542 m
78	916401	974421	544 m
79	916398	974398	545 m
80	916402	974386	545 m
81	916436	974349	549 m
82	916453	974329	550 m
83	916468	974311	558 m
84	916501	974303	560 m
85	916564	974266	561 m
86	916573	974253	567 m
132	915954	973646	642 m
133	915959	973645	641 m
134	915963	973622	641 m
135	915981	973587	643 m
136	915972	973558	643 m
137	915967	973524	646 m
138	915964	973486	644 m
139	915988	973473	643 m
140	916038	973451	637 m
141	916036	973464	625 m
142	916127	973444	618 m
143	916171	973396	614 m
144	916216	973354	611 m
145	916225	973290	606 m
146	916261	973237	600 m
147	916241	973191	600 m
148	916233	973145	602 m
149	916236	973113	605 m
150	916208	973085	607 m
151	916207	973026	611 m
152	916182	973006	612 m
153	916184	972969	615 m
154	916200	972915	619 m
155	916200	972891	621 m
156	916187	972873	622 m
157	916171	972851	624 m
158	916165	972823	623 m
159	916177	972807	620 m
160	916155	972743	624 m
161	916169	972690	626 m
162	916167	972675	627 m
163	916166	972575	617 m
164	916187	972459	602 m
165	916488	972044	556 m
166	916976	970571	405 m
167	917584	969098	320 m
168	917766	968990	317 m
169	918347	967873	304 m

Tabla 3. Coordenadas de la poligonal abierta de la formación Lomagorda y el grupo Olini

Poligonal abierta del grupo Olini:

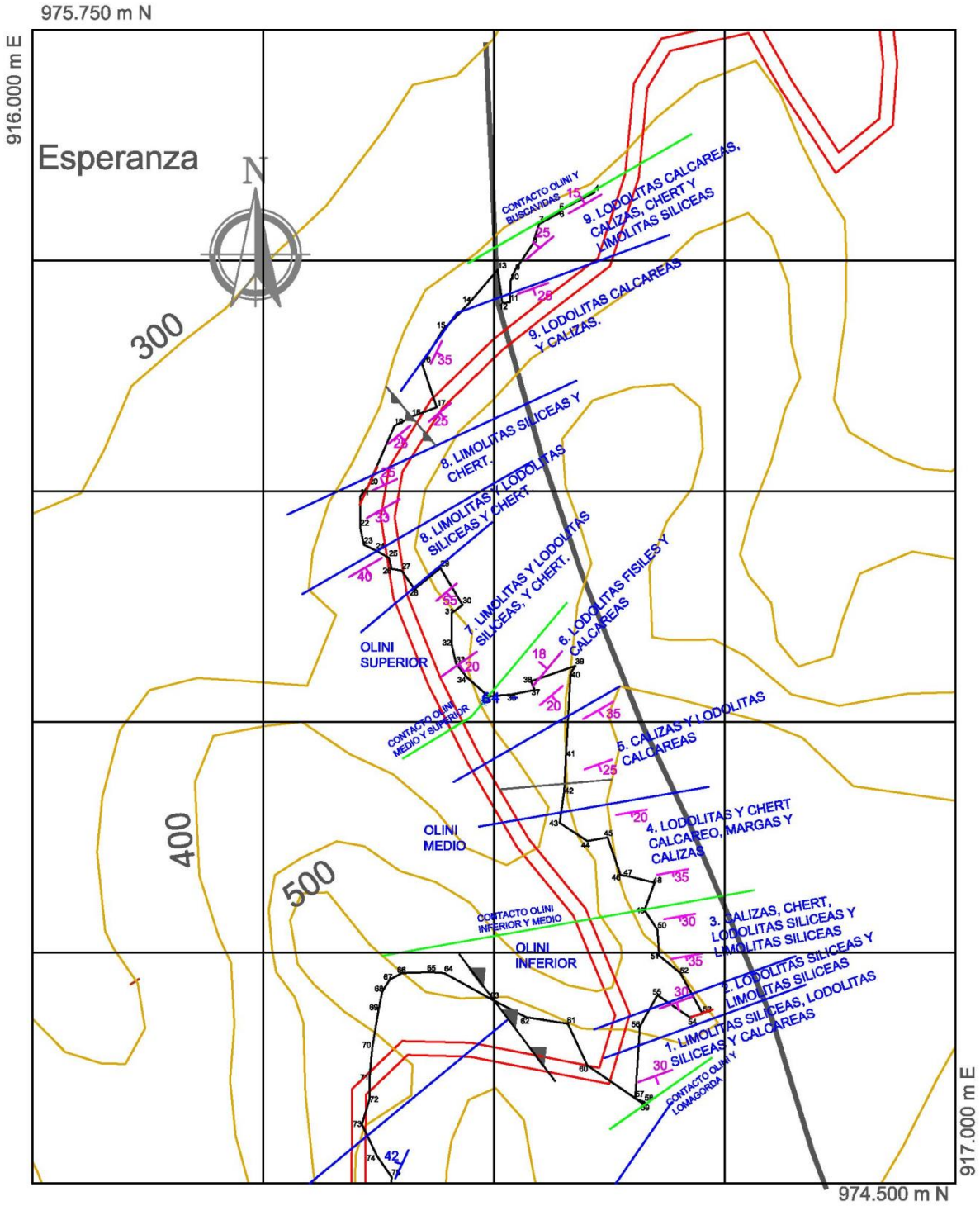


Figura 10. Poligonal abierta para el grupo Olini, dividida por sus miembros y segmentos descritos en este trabajo. (Plano 2)

Poligonal abierta de la formación Lomagorda:

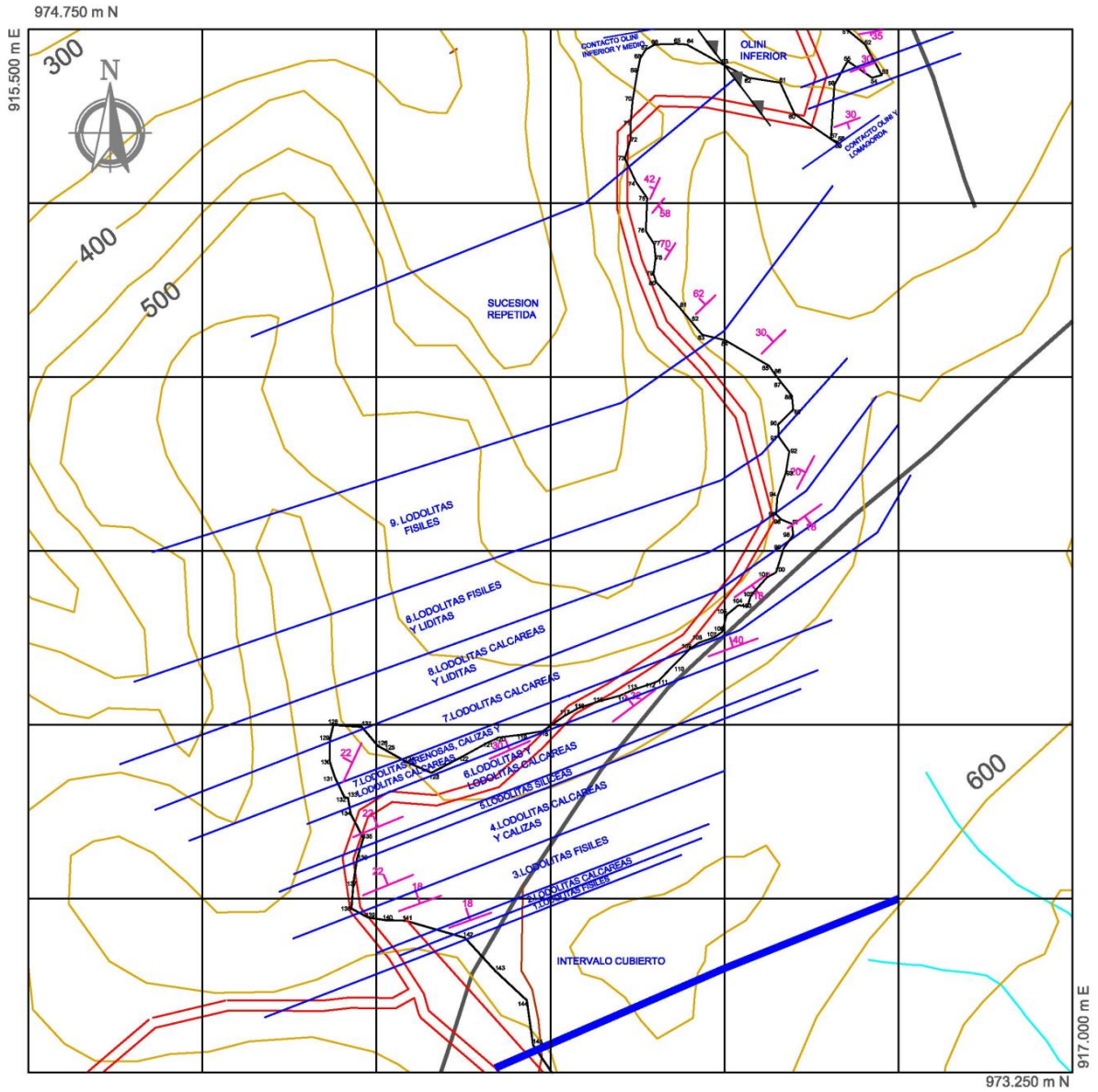


Figura 11. Poligonal abierta para la formación Lomagorda, dividida en los segmentos descritos en este trabajo. (Plano 1)

4.1. FORMACION LOMAGORDA

La sección estratigráfica levantada con un espesor aparente de 595 metros y un espesor real de 205 metros determinado con base en balanceo estructural de las secciones, la omisión de capas repetidas y control de plegamiento es descrita con base en los parámetros establecidos por la estratigrafía secuencial dividiéndola en segmentos el cual cobija paquetes rocosos con características litológicas y deposicionales.

4.1.1. Estratigrafía para la formación Lomagorda

El sector del carreteable Girardot-Nariño fue escogido por el grupo de investigación del museo geológico, por ser una de las áreas más trabajadas en los cursos de campo de geología para ingeniería de petróleos y donde mejor aflora la formación Lomagorda, se realizó un trabajo de ocho días de campo en el cual fue levantada la sección por el método de la poligonal abierta; posteriormente esta poligonal fue representada en un plano planimétrico (Véase figura 11) separándola por segmentos, en esta, y teniendo en cuenta todos los parámetros estructurales como son: Orientación de las capas (rumbos y buzamientos), fallas y pliegues se realizó el balanceo de las secciones por el método geométrico y se determinó el espesor real de la unidad la formación Lomagorda, la cual tiene 205 metros.

De acuerdo al análisis litológico la sección estratigráfica se dividió en nueve segmentos descritos a continuación:

Segmento 1:

En el contacto cubierto hacia la base de la formación Lomagorda se presenta un conjunto de estratificación fina con un espesor real de 3.5 metros representado por lodolitas fisiles de color grises claras a crema, este último producto de la meteorización química y planos de fisilidad planar, presenta estructura sedimentarias internas como laminación interna planoparalela fina a muy fina y presencia de concreciones semiesféricas de 0.1 a 0.3 m de diámetros estas son de composición micrita y puntualmente se observan algunos sulfuros dentro de su núcleo como pirita marcasita. En esta sección se observan algunos fragmentos de restos fósiles de amonitas.

Segmento 2:

Con un espesor real 4 metros se presenta una secuencia de lodolitas calcáreas de color gris claro localmente amarillentas en capas de estratificación fina a muy finas, presenta fisilidad planar fina y laminación interna planoparalela fina muy fina el segmento también presenta dos lentes de caliza de color gris oscuro, duras, frescas, tipo Wackstone (biomicrita), estas se presentan en capas de forma lenticular con poca extensión lateral. Hacia el tope de las unidades calcáreas se presentan líneas continuas de concreciones de aspecto planar a discoidal,

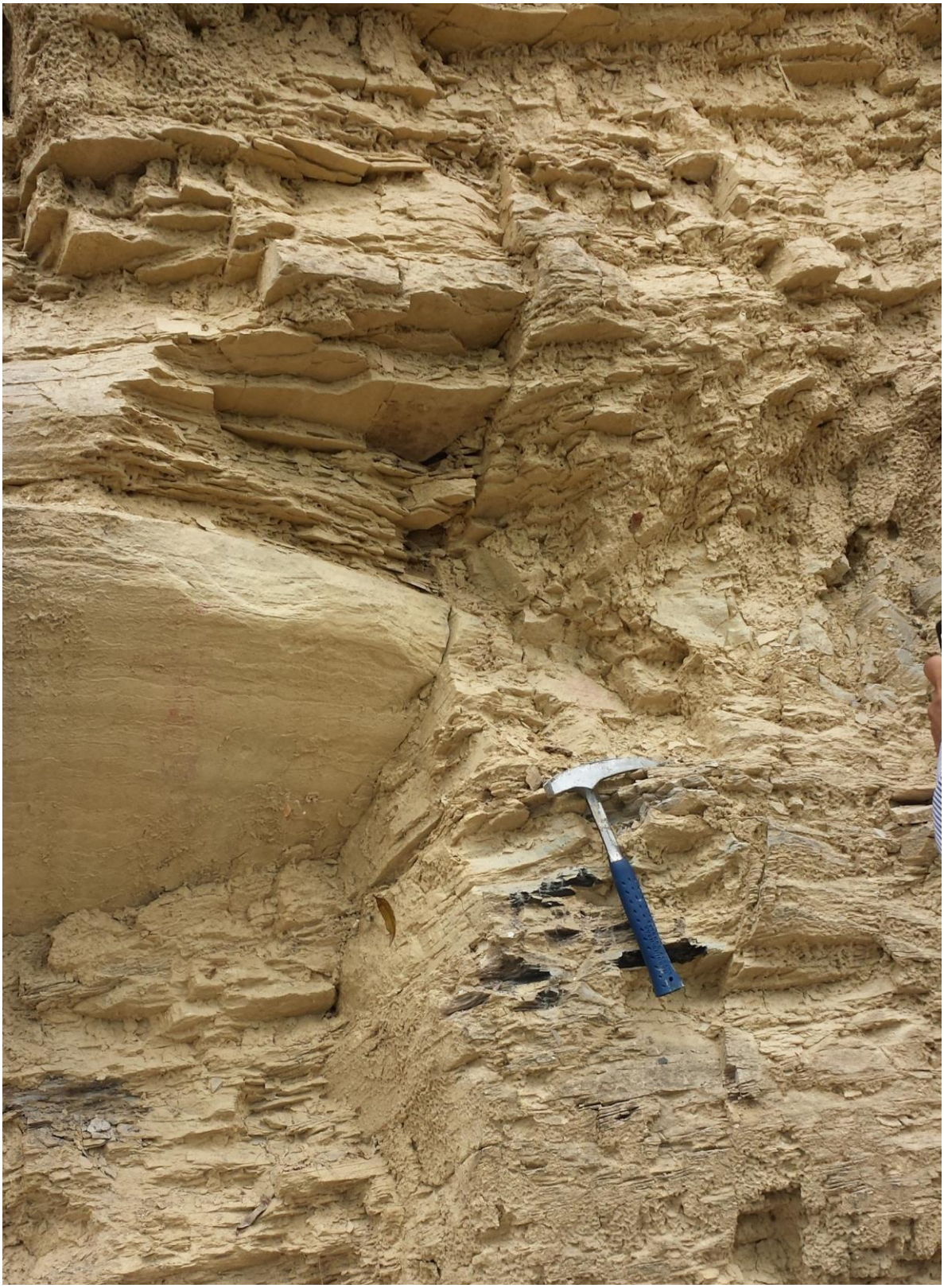
paralelas a los planos de estratificación, por la forma de presentación de estas concreciones como son la ausencia de microplegamientos alrededor de las estas, por esto se consideran sindiageneticas. Este segmento se encuentra semi-meteorizado y altamente tectonizado, manifestado por el plegamiento intenso. (Véase Fotografía 2)

Fotografía 2. Lodolitas calcáreas meteorizadas de la formación Lomagorda (GPS 144).

Segmento 3:

Con un espesor real 17.5 metros se presentan como una secuencia de lodolitas fisiles de color gris oscuro a negro (shale), con capas de estratificación fina a muy fina y estructuras sedimentarias de tipo laminación planoparalela muy fina, algunos niveles presentan laminación lenticular, entre los 16 – 18 metros desde la base de la columna se presentan impregnadas de hidrocarburos, alimentadas por la presencia de un rezumadero activo.

Se presenta un nivel de concreciones discoidales mayores a un metro de diámetro, correlacionándose con la unidad estratigráfica denominada “rueda de carreta”. (Véase Fotografía 3).



Fotografía 3. Concreción de 2 metros de diámetro e impregnación de hidrocarburos de la formación Lomagorda (GPS 141).

Segmento 4

Con un espesor real de 25 m se presenta una secuencia de lodolitas calcáreas de color gris claro con núcleos oscuros, manifestando el color real de la roca fresca ya que la sección se encuentra altamente meteorizada. Se presentan capas de estratificación fina a muy fina y hacia el tope estratificación media. Con estructuras sedimentarias internas de tipo laminación planoparalela y en el medio de tipo lenticular.
El segmento presenta 4 niveles de caliza de forma lenticulares, los cuales son discontinuos lateralmente. Las calizas son grises claro, duras y su armazón (25%) está compuesto por fósiles de fragmentos de amonitas y foraminíferos, en una matriz micritica (wakstone). EL segmento a los 40 metros presenta niveles de margas.
El segmento presenta niveles de concreciones hacia la base de 0.3 m, en la parte media de 0.15 m y en el tope de 0.2 m; las concreciones son discoidales aplanadas y de composición micritica, estas son estructuras diageneticas. (Véase Fotografía 4).

Fotografía 4. Caliza (Wackstone) con restos de fósiles de la formación Lomagorda (GPS 117).

Segmento 5:

Con un espesor real de 5 metros se encuentra representado por una secuencia de lodolitas silíceas de color gris claro a amarillentas, en capas de estratificación fina a media, y con laminación planoparalela media a gruesa. Estas son duras altamente fracturadas y como características las fracturas son perpendiculares a la estratificación. Hacia la base se presenta un nivel de concreciones discoidales de un metro de diámetro en promedio.

Segmento 6:

En contacto neto con el segmento 5 se presenta una secuencia interestratificadas de lodolitas calcáreas con lodolitas fisiles de un espesor real de 20 metros.
Las lodolitas calcáreas presentes en mayor proporción en la parte media del segmento, son de color gris claro a abana, de aspecto terroso, frágiles, blandas y semi-meteorizadas. Se presentan en capas de estratificación fina a media. La estructura sedimentaria dominante es de laminación ondulosa.

Las lodolitas fisiles tienen un color gris oscuro a negruzco con estratificación fina y planos de fisilidad planar, presenta estructura sedimentarias internas como laminación interna planoparalela fina a muy fina y presencia de concreciones de aspecto planar discoidales de hasta tres metros de tipo diageneticos. (Véase Fotografía 5).

Fotografía 5. Lodolitas calcáreas con nivel de **c**oncreciones de 2 a 3 metros de diámetro de la formación Lomagorda (GPS 99).

Segmento 7:

Con un espesor real de 25 metros se presenta como una secuencia de rocas sedimentarias clásticas conformada por lodolitas arenosas y lodolitas calcáreas y un nivel de caliza.

Las lodolitas arenosas se presentan de color gris claro amarillentas en capas de estratificación fina a muy fina y estructura sedimentaria interna de laminación lenticular fina muy fina, las intercalaciones de lodolitas calcáreas se presentan en capas de estratificación fina. (Véase Fotografía 6).

Fotografía 6. Lodolitas calcáreas muy plegadas de la formación Lomagorda (GPS 86).

Segmento 8:

Con un espesor real de 36.5 m se presenta como una secuencia de lodolitas silíceas, lodolitas calcáreas, lodolitas silificadas y lodolitas fisiles, el aspecto más notable del segmento es la presencia de tres paquetes de rocas sedimentarias de origen clástico de color gris claro a blancuzco homogéneas finas, en capas de estratificación fina a muy fina y de apariencia de chert.

Por análisis petrográficos realizados en otros proyectos del grupo ECOSUR se determinó que estas rocas corresponden a lodolitas que han sufrido durante la diagénesis un proceso de invasión de sílice, conformando las lodolitas silificadas y fácilmente confundibles con chert en muestras de mano macroscópica.
Estos tres paquetes de lodolitas silificadas se encuentra a 115, 121 y 133.5 metros desde la base de la columna.

Hacia la base se presenta un paquete de lodolitas silíceas de color gris claro a blancuzco, duras, frescas, homogéneas y de capas de estratificación fina a medias, hacia el tope del segmento entre las lodolitas silíceas hay un predominio de rocas lodolitas fisiles. (Véase Fotografía 7).

Fotografía 7. Lodolitas silíceas de la formación Lomagorda (GPS 80).

Segmento 9:

Con un espesor real de 68.5 metros se encuentra representado por lodolitas fisiles de color grises claras a crema, este último producto de la meteorización química, con estratificación fina y planos de fisilidad planar, presenta estructura sedimentarias internas como laminación interna planoparalela fina a muy fina. En el segmento se encuentra un paquete de lodolitas fisiles de color gris oscuro a 10 metros del tope de la columna, estos con un alto contenido de materia orgánica que se caracteriza por la presencia de hidrocarburos. (Véase Fotografía 8).

Fotografía 8. Lodolitas fisiles (shale) de la formación Lomagorda (GPS 58).

4.1.2. Estratigrafía secuencial para la formación Lomagorda

La sucesión estratigráfica levantada corresponde a la formación Lomagorda, aflorante en la barrera Girardot-Nariño ambos flancos del anticlinal Alonso Vera. Esta unidad litológica presenta un espesor de 205 metros, en la región de Girardot y de acuerdo a los estudios realizados hacia Beltran y Guataqui, esta formación tiene espesores de hasta 250 metros.

De acuerdo al levantamiento litológico la formación Lomagorda se separó en 9 segmentos, los cuales analizando sus características estructurales, sedimentarias y consulta en la parte de paleontología, estos segmentos conforman cuatro parasecuencias, las cuales se muestran en la columna estratigráfica presentada en el plano 3 (“Columna estratigráfica para la formación Lomagorda”).

Fotografia 9. Vista desde el anticlinal Alonso Vera hacia la quebrada El Buche.

De acuerdo al análisis realizado a la litología y estructuras sedimentarias, principalmente las estructuras internas, como laminación, forma y espesor de las capas, se pudo reconstruir la curva eustática (Véase plano 3 “Columna estratigráfica para la formación Lomagorda”)

El análisis de las litofacies y la curva eustática determina que para la formación Lomagorda se pueden representar en un sistema deposicional o System Tract el cual se asocia a las siguientes secuencias:

Highstand System Tract (HST)

Manifestada como una superficie de baja energía generada durante un ascenso relativo del nivel del mar el cual deposito sedimentos finos en un ambiente de plataforma fuera de la influencia de olas y mareas.

De acuerdo al análisis litológico y las estructuras sedimentarias presentes la sección estratigráfica correspondiente al HST ha sido dividida en cuatro parasecuencias de similares características, que va de ambientes de shorface a plataforma externa.

Parasecuencia 1:

Conformada por los segmentos 1, 2, 3 y 4 presentes en la base de la formación Lomagorda y con un espesor de 50 metros neto, fue determinada la parasecuencia 1.

Los primeros 25 metros corresponden a una secuencia de lodolitas fisiles de color negro a gris oscuro con alto contenido en materia orgánica y localmente dentro de las paredes de las diaclasas de determino la presencia de hidrocarburos, las estructuras sedimentarias dominantes en esta parasecuencia corresponden a capas con estratificación media a muy fina y laminación plano paralela y algunas capas lenticulares que corresponde a algunas intercalaciones de calizas (Biomicrita/Wackstone). Las estructuras internas dominante son laminación planoparalela fina para las lodolitas y laminación media para las lodolitas calcáreas.

De los 25 a los 50 metros la secuencia se va enriqueciendo en carbonatos predominando las lodolitas calcáreas en capas de estratificación media y siendo los lentes de caliza mucha más común. El dominio de laminación planoparalela media a gruesa argumentando un aumento de la energía del depósito.

Esta parasecuencia corresponde en la curva eustatica a un ambiente de plataforma externa donde predominan las lodolitas oscuras, variando hacia plataforma media a interna manifestada por el predominio de sedimentos carbonatados como son la lodolitas calcáreas y los niveles de calizas. (Véase plano 3, “Columna estratigráfica para la formación Lomagorda”).

Parasecuencia 2:

Con un espesor neto de 50 metros corresponde a los segmentos 5, 6 y 7 de la columna estratigráfica de la formación Lomagorda.

Las características litológicas descritas en los segmentos que cobijan las parasecuencia 2 como también sus estructuras sedimentarias externas e internas, manifiestan un cambio brusco en al ambiente de sedimentación de plataforma externa hacia su base correspondiendo a capas de lodolitas silíceas.

Se aprecia la mayor variación de la curva eustatica en la formación Lomagorda, presentándose ambientes de depositación desde plataforma externa a interna, manifestando la presencia de zonas de mayor energía, correspondiente a las lodolitas arenosas. (Véase plano 3, “Columna estratigráfica para la formación Lomagorda”).

Parasecuencia 3:

Con un espesor de 36.5 metros corresponde al segmento 8.

En la base de esta sección se presentan un conjunto lodolitas silíceas y una capa de lodolitas calcáreas color gris claro a blancuzco, con estratificación media a fina. En su tope de 21.5 metros predominan las lodolitas silificadas con apariencia de chert intercaladas con algunas lodolitas fisiles, con estratificación fina a muy fina.

Se aprecia la fluctuación de la curva eustatica de plataforma externa a media, presentando las mayores concentraciones de sílice en las rocas sedimentarias de la formación Lomagorda, evidenciando los procesos de surgencia (upwelling). (Véase plano 3, “Columna estratigráfica para la formación Lomagorda”).

Parasecuencia 4:

Con un espesor de 68.5 metros, se encuentra representado por el segmento 9 con un paquete masivo de lodolitas fisiles de color grises, las estructuras sedimentarias dominantes en esta parasecuencia corresponden a capas con estratificación fina a muy fina y laminación planoparalela fina, caracterizado por la baja energía de un ambiente de depositacion de plataforma externa, fuera del alcance de las olas. (Véase plano 3, “Columna estratigráfica para la formación Lomagorda”).

4.2. GRUPO OLINI

La sección estratigráfica levantada por el método de poligonal abierta, medida con Hip chain y GPS, dio como resultado un espesor aparente de 797 metros. Las reconstrucciones geométricas y el balanceo de la sección estructural realizado sobre la base planimetría (Véase Plano 2, (”Poligonal abierta, del grupo Olini, sección Girardot-Nariño”), la omisión de capas repetidas y control de plegamientos fue descrita con base en los parámetros establecidos por la estratigrafía secuencial, dio finalmente un espesor real de 349.5 metros, la cual es dividida en nueve segmentos los cuales cobijan paquetes rocosos con características litológicas, texturales y deposicionales que los hacen diferenciar.

4.2.1. Estratigrafía para el grupo Olini

El sector del carreteable Girardot-Nariño fue escogido por el grupo de investigación del museo geológico, por ser una de las áreas más trabajadas en los cursos de campo de geología para ingeniería de petróleos y donde mejor aflora el grupo Olini, se realizó un trabajo de diez días de campo en el cual fue levantada la sección por el método de la poligonal abierta; posteriormente esta poligonal fue representada en un plano planimétrico (Véase figura 10) separándola por segmentos y su subdivisión, y teniendo en cuenta todos los parámetros estructurales como son: Orientación de las capas (rumbos y buzamientos), fallas y pliegues se realizó el balanceo de las secciones por el método geométrico y se determinó el espesor real de la unidad del grupo Olini, la cual tiene 349.5 metros.

De acuerdo al análisis litológico, textural y estructuras sedimentarias presente la sección estratigráfica se dividió en los miembros Inferior con tres segmentos, Medio con tres segmentos y Superior con tres segmentos descritos a continuación:

Olini Inferior:

El contacto con la formación Lomagorda es neto y se manifiesta por la desaparición de las capas de lodolitas calcáreas y calizas y la aparición de rocas clásticas silíceas conformadas por limolitas silíceas, lodolitas silíceas y algunas capas de roca fosfórica. El espesor real medido para esta formación es de 95 metros y ha sido dividida en tres segmentos de acuerdo al análisis secuencial observado

Segmento 1

Con un espesor 25.3 metros se inicia con una secuencia de 5 metros de lodolitas silíceas de color gris claro amarillento en capas de estratificación fina a muy fina de formas tabulares y localmente fisiles, presentan laminación lenticular fina manifestada por lentes de lodo de tonalidades oscuras, suprayace a esta secuencia 11 metros de limolitas silíceas con delgadas intercalaciones de lodolitas silíceas y aparecen los primeros niveles de chert. Las limolitas silíceas se presentan en capas de estratificación fina son duras y con fractura recta perpendicular a los planos de estratificación, las lodolitas de colores gris claro semimeteorizadas en capas de estratificación fina a muy fina, presentan fisilidad. Los chert que se encuentran en delgadas intercalaciones entre las limolitas silíceas se presentan en capas de estratificación fina a media y son de color gris claro y con núcleos de aspecto negruzco. La forma de presentación de estos núcleos podría manifestar que estos chert pueden ser producto de proceso de silificación durante la diagénesis en rocas resistentes. Sigue con una capa de roca fosfórica de estratificación media y color gris claro a café y conformados por partículas como armazón de espinas de peces y coprolitos, estos se presentan en forma de nidos blancos lechosos embebidos en una matriz de arena fosfática y cementada.

Continua con 5 metros de lodolitas calcáreas fisiles de color gris claro cuando están semimeteorizadas y oscuras cuando están frescas, están se presentan en capas de estratificación fina a muy fina y con estructuras sedimentarias internas de tipo laminación plano paralela, este segmento se presentan los primeros niveles de concreciones sedimentarias de tipo nódulos micríticos y de formas discoidales y con diámetros entre 0.2 y 0.3 metros de diámetro, de acuerdo al análisis estructural realizado en campo estas concreciones de tipo diagenético ya que se presenta microplegamiento y milonitizacion de la roca asociada a sus bordes. Hacia el tope de esta secuencia de lodolitas calcáreas se presenta un nivel de calizas de color gris claro en capas de estratificación media, esta es de tipo esparitico y su armazón está conformado por fósiles tipo foraminíferos y corresponde petrográficamente a bioesparita según Folk y Packstone según Dunham.

El tope de este segmento el cual va hasta los 25 metros de espesor real finaliza con una secuencia de lodolitas silíceas con delgadas intercalaciones de chert, las lodolitas se presentan en capas de estratificación fina a muy fina de color gris oscuro, son fisiles y con laminación plano paralela. Hacia el tope se presenta una segunda capa de roca fosfórica con estratificación media y conformada por partículas fosfatadas embebidas en una matriz calcárea. (Véase Fotografía 10).

Fotografía 10. Base del miembro Olini Inferior, en contacto con la formación Lomagorda (GPS 57).

Segmento 2

El segmento dos con un espesor real de 20.9 metros, se presenta como secuencia monótona de lodolitas silíceas y un nivel de limolitas silíceas con intercalaciones de chert. Las lodolitas silíceas se presentan hacia la base y tope de este segmento en capas de estratificación fina a muy fina y con estructuras sedimentarias de tipo laminación planoparalela fina. Las limolitas silíceas se presentan en capas de estratificación fina y son de color gris claro a amarillentas y presentan delgadas intercalaciones de chert calcáreo. A los 46 metros de espesor se presenta un nivel de roca fosfórica asociado por la base y el techo a niveles de chert. (Véase Fotografía 11).

Fotografía 11. Afloramiento de limolitas silíceas y chert oscuro plegados del grupo Olini (GPS 52).

Segmento 3

Con un espesor real de 48.8 metros se presenta como una secuencia clástica y bioquímica conformada por limolitas silíceas y lodolitas silíceas con delgadas intercalaciones de chert. Las limolitas silíceas se presentan en la sección altamente fracturadas y plegadas repitiendo constantemente su litología, esta roca se presentan de color gris claro a amarillentos, son duras, y con partición recta a concoidal, en este nivel se presenta intercalaciones comunes de capas de chert calcáreo y algunos niveles de calizas, el chert se presenta en capas de estratificación media a fina estas son de color gris claro a abano y comúnmente presenta núcleos grises oscuros a negruzcos, las calizas son de colores gris claro se presentan en capas de estratificación media y de composición micritica del tipo Wackstone. Se presenta una capa de roca fosfórica con estratificación media y conformada por partículas fosfatadas embebidas en una matriz calcárea. (Véase Fotografía 12).

Fotografía 12. Afloramiento de lodolitas silíceas, meteorizadas y plegadas con algunas concreciones del grupo Olini (GPS 49).

Olini Medio

El miembro Olini medio con un espesor real de 114.4 está conformada por los segmentos 4, 5 y 6 continuando con la secuencia de estos dentro de todo el grupo Olini.

Segmento 4

Con un espesor de 50.4 metros está conformado por una secuencia de lodolitas calcáreas, margas, chert calcáreo y calizas, las lodolitas calcáreas que se presentan en gruesos paquetes hacia la base y tope de este segmento, en capas de estratificación media a fina, estas lodolitas son de color gris claro, fisiles y semimeteorizadas, presentan estructuras internas de tipo laminación planoparalela fina, hacia la base presentan unas ligeras intercalaciones de chert calcáreo de color gris amarillento con núcleos oscuros. Estos niveles se encuentran intercalados con capas de estratificación fina de margas de color gris amarillento fisiles y con contactos ondulantes, las calizas se presentan en capas de estratificación media son de color gris claro y su armazón está compuesto por fósiles de tipo foraminíferos en una matriz de tipo esparitico y corresponden a bioesparitas según Folk y Wackstone según Dunham. Presenta entre los 95 y 100 metros y a los 120 metros niveles de concreciones discoidales y de composición micritica. (Véase Fotografía 13).

Fotografía 13. Lodolitas calcáreas del grupo Olini (GPS 47).

Segmento 5

Con un espesor de 47 metros está conformado por calizas con delgadas intercalaciones de lodolitas calcáreas, las calizas de colores gris claro se presentan en capas de estratificación media a fina y de composición micritica del

tipo Wackstone, las lodolitas se presentan en capas de estratificación fina a muy fina son de color gris claro, estas son fisiles y presentan estructuras internas de tipo de laminación planoparalela. Este nivel presenta a los 171 metros un nivel de concreciones discoidales de 0.7 metros de diámetro. (Véase Fotografía 14).

Fotografía 14. Lodolitas calcáreas, una concreción de 0.2 metros de diámetro del grupo Olini (GPS 40).

Segmento 6

Con un espesor de 17 Corresponde al tope del miembro Olini medio y se manifiesta por la desaparición de capas calcáreas, hacia la base presenta conjunto de estratificación fina a muy fina conformado por lodolitas calcareas fisiles y con laminación planoparalela estos presentan niveles de concreciones discoidales mayores a 1 metro, suprayace a esta unidad un conjunto de lodolitas fisiles de color gris claro cuando están semimeteorizadas y gris oscuro cuando están frescas presentan niveles de concreciones discoidales menores a un metro. (Véase Fotografía 15).

Fotografía 15. Concreción de 0.34 metros, en una secuencia de lodolitas del grupo Olini (GPS 37).

Olini superior

Con un espesor de 140 metros está conformado por los segmentos 7, 8 y 9 los cuales se describen a continuación.

Segmento 7

Con un espesor de 44 metros va desde la cota 209 hasta la 254 y está conformado principalmente por rocas sedimentarias clásticas de carácter silíceo y delgados niveles de calizas, hacia la base y parte media del segmento predominan limolitas y lodolitas silíceas de color gris claro a amarillento y en capas de estratificación fina a media y con estructuras internas de tipo laminación

planoparalela y localmente lenticular, son comunes las intercalaciones de chert de color gris claro y con núcleos de colores grises oscuros, estos se encuentran muy fracturados con diaclasas perpendiculares a los planos de estratificación, se presenta un nivel de concreciones discoidales menores a 0.5 metros de diámetro; los niveles de calizas son delgados y se presentan hacia la cota 247 como capas de estratificación media representado por bioesparitas, en la cota 248 se presenta una capa de estratificación media de roca fosfórica. (Véase Fotografía 16).

Fotografía 16. Limolitas silíceas intercaladas con lodolitas silíceas y nivel de concreciones del grupo Olini (GPS 33).

Segmento 8

Con un espesor de 50.5 metros se presenta como una secuencia hacia su base de lodolitas silíceas y dominando hacia el tope las limolitas silíceas y niveles de chert, las limolitas silíceas dominantes en todo el segmento se presenta en capas de estratificación fina a media y con estructuras internas de tipo laminación planoparalela, los niveles de chert en capas lenticulares son de color gris claro con núcleos oscuros, en estos segmentos se presentan dos niveles de roca fosfórica en la cota 265 y 279 metros. (Véase Fotografía 17).

Fotografía 17. Lodolitas silíceas intercaladas con limolitas silíceas del grupo Olini (GPS 25).

Segmento 9

En este segmento con un espesor de 45.5 hay predominio de rocas carbonatadas representadas por calizas y lodolitas calcáreas con delgadas intercalaciones de limolitas silíceas, chert y roca fosfórica. Las calizas presentándose de los 304 a los 320 metros de la columna está conformada por bioesparitas de color gris claro semimeteorizadas y muy fracturadas, sus capas son tabulares a lenticulares, hacia el tope se presenta un enriquecimiento progresivo de rocas silíceas desapareciendo parcialmente las calizas y dos niveles de roca fosfórica a las cotas 327 y 335, los niveles de limolitas silíceas localizados entre los 324 y 341 metros tienen intercalaciones comunes de chert en capas de estratificación media a fina. (Véase Fotografía 18).

Fotografía 18. Paquete de calizas de tipo Wackstone según Dunham del grupo Olini (GPS 13).

4.2.2. Estratigrafía secuencial para el grupo olini

De acuerdo al levantamiento estratigráfico del grupo Olini que se separó en 9 segmentos, los cuales analizando sus características estructurales, texturales, sedimentarias y consulta en la parte de paleontología, estos segmentos conforman cuatro parasecuencias, las cuales se muestran en la columna estratigráfica presentada en el plano 4 (“Columna estratigráfica para el grupo Olini”).

De acuerdo al levantamiento litológico y estratigráfico del grupo Olini fue separada en 9 segmentos de acuerdo a sus características texturales, composicionales y reconocimiento paleontológico, los cuales fueron agrupados en 4 parasecuencias de acuerdo al análisis de la estratigrafía secuencial realizada y con la cual se construyó la curva eustatica, (véase plano 4 “Columna estratigráfica para el grupo Olini”).

El análisis de las litofacies y la curva eustatica determina que para el grupo Olini se pueden representar en dos sistemas deposicionales o Systems Tracts los cuales se asocia a los siguientes ciclos y sus correspondientes parasecuencias:

Transgressive System Tract (TST)

Este ambiente de sedimentación fue identificado a lo largo de toda la secuencia del miembro Olini inferior conformado litológicamente principalmente por limolitas y lodolitas silíceas, además de intercalaciones de chert, chert calcáreo y calizas, y algunos niveles de roca fosfórica que representan un cambio en el sistema deposicional de plataforma externa a shoreface. En esta sección se describe el miembro Olini Inferior correspondiente a la primera parasecuencia. Así también este ciclo de parasecuencias TST se repite en las parasecuencias 3 y 4 que corresponden al miembro Olini Superior.

Highstand System Tract (HST)

Este sistema representa una progradación somera después de una máxima transgresión cuando la tasa de creación de acomodación o la tasa de acomodación es menor que la tasa de suministro de sedimentos, se caracteriza por una tasa desacelerante del nivel del mar a través del tiempo, este sistema está representado en la zona de influencia de olas

De acuerdo al análisis litológico y las estructuras sedimentarias presentes la sección estratigráfica correspondiente al HST en la parasecuencia 2 similares características, que va de ambientes de shoreface a plataforma externa.

Fotografía 19. Vista del anticlinal Alonso Vera, flanco oriental, desde el arbolito.

Parasecuencia 1. (Segmentos 1 al 3) levantada la sección desde el tope con la formación Lomagorda en contacto neto hasta la base del miembro Olini medio en contacto transicional y comprende un espesor de 95 metros, con predominio de limolitas y lodolitas silíceas en capas de estratificación fina a muy fina, donde se observan contactos transicionales, netos y localmente erosiónales, las capas de lodolitas silíceas se presentan en capas tabulares y localmente lenticulares, las estructuras internas dominantes son la laminación planoparalela fina y en menor proporción laminación lenticular, la presencia de chert calcáreo cuya forma de presentación es en estratos tabulares finos a medios y de color café grisáceos y con un núcleo lenticular oscuro bien marcado. Esta característica podría indicar que estos niveles silíceos fueron producto de la inyección de sílice durante los procesos de litificación y diagénesis, aunque la presencia de niveles fosfáticos fosilíferos podría indicar para algunos de estos niveles de chert como de origen sinsedimentario. (Véase plano 4, “Columna estratigráfica para el grupo Olini”).

Parasecuencia 2. (Segmentos 4 al 6) Basados en la interpretación del tipo de litología y su relación con la energía del depósito y las estructuras sedimentarias asi como también una revisión y reconocimiento de la sección paleontológica fue determinada la parasecuencia 2 la cual corresponde a los segmentos 4, 5 y 6 y la cual corresponde litoestratigraficamente al miembro Olini medio con un espesor de 114.4 metros y la cual se presenta como un conjunto de estratificación fina a media conformado por lodolitas calcáreas, margas y con mayor abundancia de calizas de tipo bioesparita según folk (tipo Wackstone según Dunham) las estructuras internas dominantes son la laminación planoparalela fina a media. Hacia la base se presentan las últimas capas de chert calcáreo aunque se presume por sus características petrofísicas que son de origen diagenetico. Los contactos entre las capas son netos, gradacionales y puntualmente erosiónales. Con base en la interpretación de estos datos presentados se concluye que en la parasecuencia 2 predominan los ambientes de plataforma interna con entradas al shoreface. (Véase plano 4, “Columna estratigráfica para el grupo Olini”).

Parasecuencia 3. (Segmentos 7 al 8) Con un espesor de 94.5 esta parasecuencia se caracteriza por la presencia en proporciones altas de rocas clásticas silíceas representadas por limolitas y lodolitas silíceas, con comunes intercalaciones de chert, así también se presentan algunos niveles de calizas y 3 capas de roca fosfórica, las capas son de formas tabulares y localmente las calizas se observan lenticulares, las estructuras sedimentarias predominantes es la laminación planoparalela fina. Esta parasecuencia representa una sucesión progradante de ambientes de plataforma media a externa. (Véase plano 4, “Columna estratigráfica para el grupo Olini”).

Parasecuencia 4. (Segmento 9) Con un espesor real de 45.5 de acuerdo a sus características ha sido acomodada en el TST, litológicamente se caracteriza por un predominio de rocas carbonatadas representas por calizas y lodolitas calcáreas con delgadas intercalaciones de niveles silíceos representados por limolitas silíceas y chert, de acuerdo a las características texturales la curva eustatica se acomoda en zonas de plataforma media a interna. (Véase plano 4, “Columna estratigráfica para el grupo Olini”).

CONCLUSIONES

- La sección estratigráfica de la formación Lomagorda presenta un espesor real medido de 205 metros y el grupo Olini de 349.5 metros.

- El grado de meteorización de la sección Girardot-Nariño, enmascaran muchas de las estructuras sedimentarias determinantes para determinar el ambiente de sedimentación.

- La alta actividad tectónica en la región Girardot-Nariño hace común la repetición de grandes secciones determinando espesores aparentes de hasta 300 metros.

- En la formación Lomagorda se presentan tres niveles claros de concreciones que son correlacionable con la unidad ruedas de carretas.

- Estas formaciones se caracterizan por sus abundantes concreciones que pueden llegar a tener diámetros de 3 metros.

- El análisis de facies y estructuras sedimentarias permite ubicar a la formación Lomagorda en la sección Highstand System Track (HST) con ambientes de plataforma medio a interno marcados en la curva eustatica y a el grupo Olini en la sección Highstand System Track (HST) y Transgressive System Tract (TST) con ambiente de plataforma externo a shoreface.

- Análisis petrográficos detallados a las secciones silíceas demuestran que son procesos de silificación en rocas preexistentes como limolitas y calizas

- Se determinó la presencia de un rezumadero de hidrocarburos indicador de la generación de hidrocarburos en las lutitas de la formación Lomagorda.

- La formación Lomagorda se determinó un predominio de lodolitas de color oscuro, con laminación plano paralela sugiere una depositación por precipitación vertical de material en suspensión, bajo condiciones anaeróbicas a anóxicas; estas características corresponden a rocas acumuladas en fondos planos, tranquilos, ubicados por debajo del nivel de acción de las olas, dentro de la plataforma continental interna.

BIBLIOGRAFIA

- Vargas Cuervo Roberto, 2002. Proyecto de Integración Cartográfica de la Geología de la Cordillera Central y Occidental de Colombia Aplicada a la Exploración Aurífera, Geotec Ltda. Anglo Gold Ashanti Colombia.

- Vargas Cuervo Roberto & Polania Martínez M. Geología de la Zona Norte del Huila y el Desierto de la Tatacoa. Publicación especial Facultad de Ingeniería, Instituto de Ensayos e Investigaciones IDEI. Universidad Surcolombiana. Postgrado en Ambiental Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín.

- Vargas Cuervo Roberto. Proyecto de exploración aurífera en el Departamento del Huila. ANGLO GOLD ASHANTI COLOMBIA 2006.

- Vargas Cuervo Roberto. Estratigrafía del jurasico de la región Surcolombiana. Universidad Surcolombiana. USCO. 2010

- Vargas Cuervo Roberto. Geomorfología y riesgos Geológicos de la Ciudad de Neiva. Revista Ingeniería y Región. Facultad de Ingeniería 2001.

- Vargas Cuervo Roberto & Lamilla Galindo J. Reconocimiento Geológico de la cobertura Productiva de la Subcuenca de Neiva Huila Colombia Field Trip PETROMINERALES 2010.

- Vargas Cuervo Roberto. Reconocimiento Geológico del Basamento Economico de la subcuenca de Neiva-y su perspectiva como yacimientos no convencionales. Universidad Surcolombiana 2013.

- Jaime Mojica y Ricardo Franco. Estructura y Evolucion Tectonica del Valle Medio y Superior del Magdalena. 1990

- Vargas Cuervo Roberto, Director. Carlos Pérez & Carlos Díaz. Trabajo de Grado “Levantamiento estratigráfico detallado para el miembro shale de Bambuca en dos secciones de la subcuenca de Neiva”

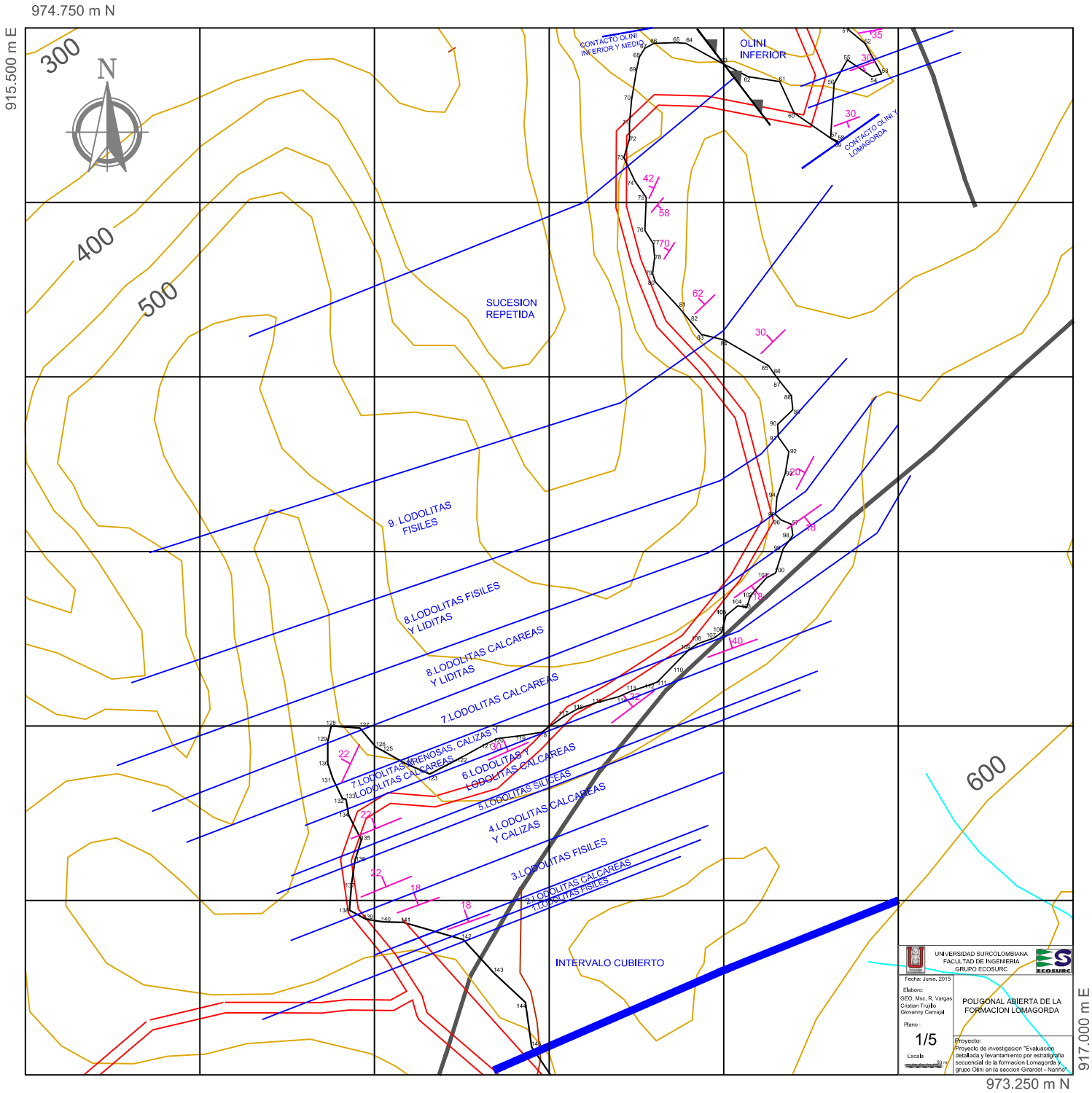
- Nadejda Tchegliakova, Directora. German Gonzales & Ivan Zambrano. Trabajo de Grado “Estratigrafia y caracterización petrográfica del grupo Olini (Cretácico superior) en la sección aflorante en la antigua carretera Girardot-Nariño (Cundinamarca, Colombia)

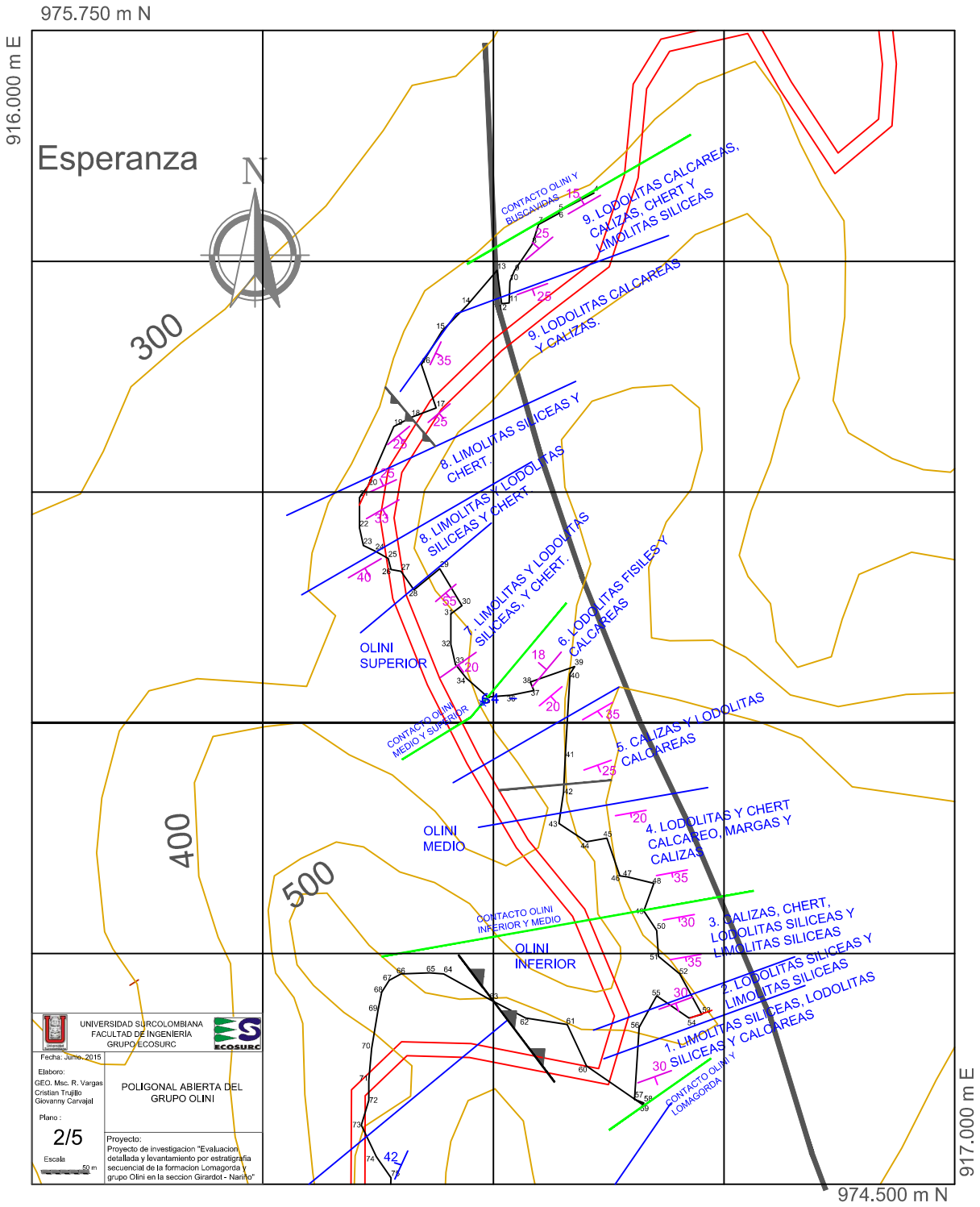
- Petters, V. 1954. Tertiary and Upper Cretaceous Foraminifera From Colombia. En Julivert M., Lexique Stratigraphique, Centre National de la Recherche Scientifique, 570 p.

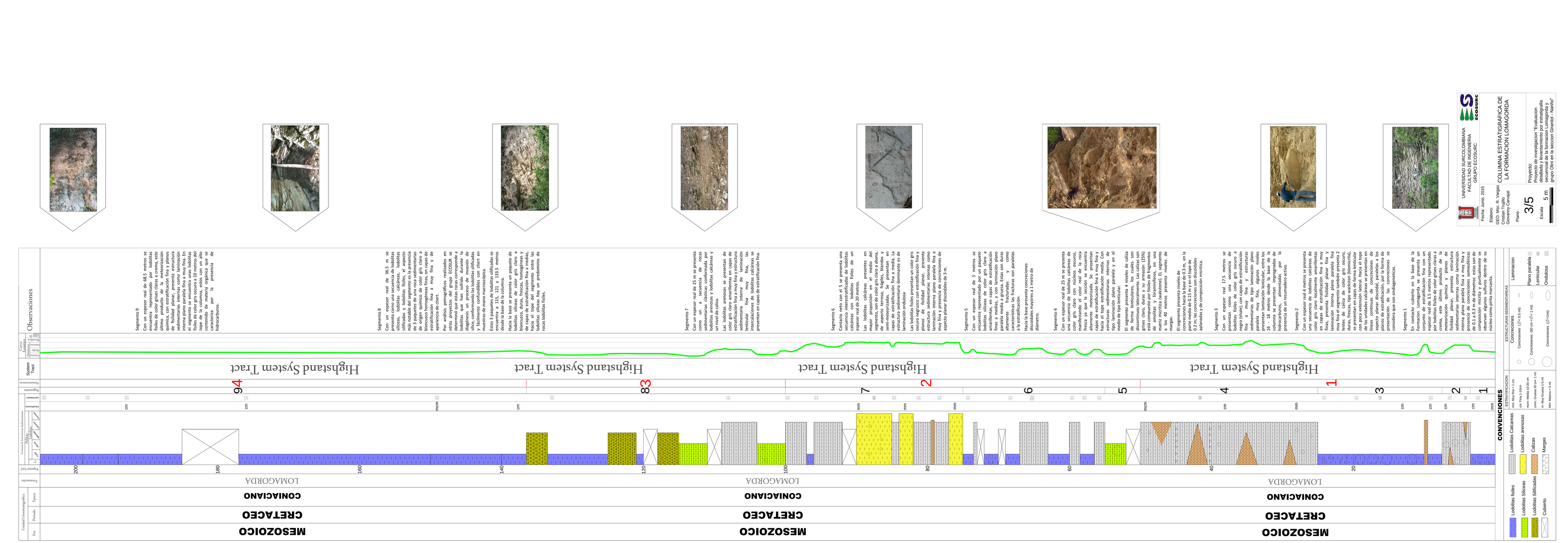
- Porta, J. de., 1965. La Estratigrafía del Cretácico Superior y Terciario en el Extremo S del Valle Medio del Magdalena. En Julivert M., Lexique Stratigraphique, Centre National de la Recherche Scientifique, 570 p.

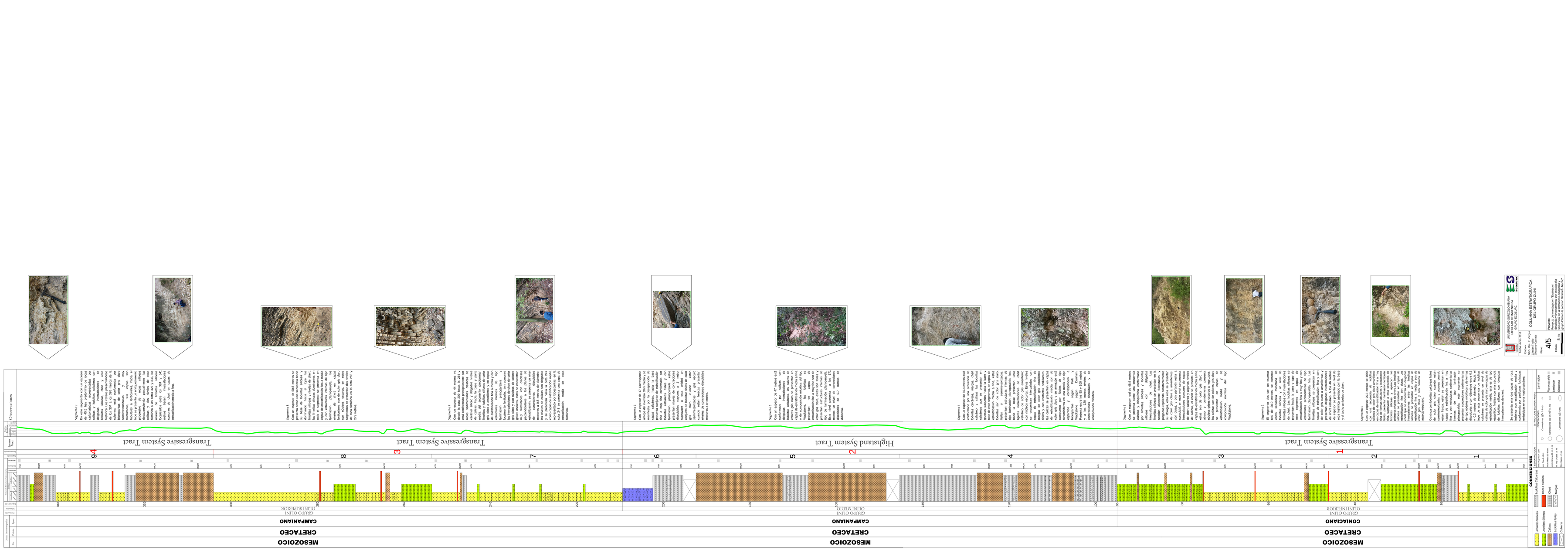
- L.F. Sarmiento, A. Rangel. “Sistemas de Petróleo del Valle Superior del Magdalena, Colombia.”, Ecopetrol.

- Pérez R., Perdomo J. Metodología para la caracterización de yacimientos no convencionales de gas shale en Colombia-VIM, Universidad Surcolombiana, facultad de ingeniería de petróleos.


974.750 m N
915.500 m E
973.250 m N
917.000 m E
300
400
500
600
N
CONTACTO OLINI INFERIOR Y MEDIO
OLINI INFERIOR
CONTACTO OLINI Y LOMAGORDA
SUCESION REPETIDA
9. LODOLITAS FISILES
8.LODOLITAS FISILES Y LIDITAS
8.LODOLITAS CALCAREAS Y LIDITAS
7.LODOLITAS CALCAREAS
7.LODOLITAS ARENOSAS; CALIZAS Y LODOLITAS CALCAREAS
6.LODOLITAS Y LODOLITAS CALCAREAS
5.LODOLITAS SILICEAS
4.LODOLITAS CALCAREAS Y CALIZAS
3.LODOLITAS FISILES
2.LODOLITAS CALCAREAS Y LODOLITAS FISILES
INTERVALO CUBIERTO
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
GRUPO ECOSURC
ECOSURC
Fecha: Junio, 2015
Elaboro:
GEO. Msc. R. Vargas
Cristian Trujillo
Giovanny Carvajal
Plano :
1/5
Escala
50 m
POLIGONAL ABIERTA DE LA FORMACION LOMAGORDA
Proyecto:
Proyecto de investigacion "Evaluacion detallada y levantamiento por estratigrafia secuencial de la formacion Lomagorda y grupo Olini en la seccion Girardot - Nariño


975.750 m N
916.000 m E
Esperanza
N
300
400
500
CONTACTO OLINI Y BUSCAVIDAS
9. LODOLITAS CALCAREAS, CALIZAS, CHERT Y LIMOLITAS SILICEAS
9. LODOLITAS CALCAREAS Y CALIZAS.
8. LIMOLITAS SILICEAS Y CHERT.
8. LIMOLITAS Y LODOLITAS SILICEAS Y CHERT
7. LIMOLITAS Y LODOLITAS SILICEAS, Y CHERT.
6. LODOLITAS FISILES Y CALCAREAS
OLINI SUPERIOR
CONTACTO OLINI MEDIO Y SUPERIOR
5. CALIZAS Y LODOLITAS CALCAREAS
4. LODOLITAS Y CHERT CALCAREO, MARGAS Y CALIZAS
OLINI MEDIO
CONTACTO OLINI INFERIOR Y MEDIO
3. CALIZAS, CHERT, LODOLITAS SILICEAS Y LIMOLITAS SILICEAS
OLINI INFERIOR
2. LODOLITAS SILICEAS Y LIMOLITAS SILICEAS
1. LIMOLITAS SILICEAS, LODOLITAS SILICEAS Y CALCAREAS
CONTACTO OLINI Y LOMAGORDA
974.500 m N
917.000 m E
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
GRUPO ECOSURC
ECOSURC
Fecha: Junio. 2015
Elaboro:
GEO. Msc. R. Vargas
Cristian Trujillo
Giovanny Carvajal
POLIGONAL ABIERTA DEL GRUPO OLINI
Plano :
2/5
Escala
50 m
Proyecto:
Proyecto de investigacion "Evaluacion detallada y levantamiento por estratigrafia secuencial de la formacion Lomagorda y grupo Olini en la seccion Girardot - Nariño"


UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
GRUPO ECOSURC
Neiva, Junio. 2015
Elaboró:
GEO. Msc. R. Vargas
Cristian Trujillo
Giovanny Cañujal
Plano:
3/5
Escala
5 m
Proyecto:
Proyecto de investigación "Evaluación estratigráfica, sedimentológica y modelo de secuencial de la formacion Lomagorda y grupo Oleo en la seccion Girardot - Hatillo"
COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION LOMAGORDA
ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS
Laminacion
Plano paralela
Lenticular
Ondulosa
Concreciones
Concreciones (2/3 cm)
Concreciones (20 cm< √ < 1 m)
Concreciones (√> 1 m)
CONVENCIONES
ESTRATIFICACION
mm: Muy fina < 1 cm
cm: Fina a 10cm
mcm: Media 10-50 cm
Lam: Gruesa 50 cm- 1 M
Mas: Maciza > 1 M
Lodolitas Calcareas
Lodolitas arenosas
Calizas
Margas
Lodolitas fisiles
Lodolitas Silíceas
Lodolitas Silificadas
Cubierto
Era
Periodo
Epoca
Formación
Espesor (m)
Litología
Estructuras Sedimentarias
Fósiles
Lamination
Estratificación
Tectónica
Unidad Estratigráfica
Observaciones
MESOZOICO
CRETACEO
CONIACIANO
LOMAGORDA
Highstand System Tract
Segmento 9
Con un espesor real de 68.5 metros se encuentra representado por lodolitas fisiles de color grises claras a crema, este segmento presenta una composición química, con estratificación fina y planos de fisilidad planar, presenta estructura sedimentaria interna plano paralela fina a muy fina. En el segmento se encuentra unas lodolitas silificadas con un alto contenido de materia orgánica que se encuentra por la presencia de hidrocarburos.
Segmento 8
Con un espesor real de 36.5 m se encuentra una secuencia de rocas silíceas, lodolitas calcáreas, lodolitas silificadas y lodolitas fisiles, el aspecto general de la sección es de una roca silícea de 3 paquetes de una roca sedimentaria de origen químico de color gris claro a blanquecino, duras, frescas, homogéneas y de estratificación fina a muy fina y de apariencia de chert.
Por análisis petrográficos realizados en esta secuencia de rocas silíceas se determinó que estas rocas corresponde a lodolitas, que han sufrido durante la diagénesis procesos de recristalización de sílice, conformando las lodolitas silificadas y finalmente coalesciendo con chert en estos tres paquetes de rocas.
Estos 3 paquetes de lodolitas silificadas se encuentra a 115, 121 y 133.5 metros desde la base de la sección estudiada.
Hacia la base se presenta un paquete de lodolitas silíceas de color gris claro a blanquecinos, duras, frescos, homogéneas y de estratificación fina a muy fina, hacia el topo del segmento entre las lodolitas silíceas hay un predominio de rocas lodolíticas finas.
Segmento 7
Con un espesor real de 25 m se presenta como un a secuencia de rocas interestratificadas de lodolitas calcáreas, lodolitas fisiles y de lodolitas arenosas y lodolitas calcáreas y un nivel de caliza.
La base de la secuencia se presentas de color gris claro amarillentas en capas de estratificación fina a muy fina y estructura sedimentaria interna de laminación lenticular fina a muy fina, intercalaciones de lodolitas calcáreas se presentan en capas de estratificación fina.
Segmento 6
Contacto neto con el 5 se presenta una secuencia interestratificadas de lodolitas calcáreas, lodolitas fisiles de un espesor real de 20 metros.
Las lodolitas calcáreas presentes en mayor proporción en el medio del segmento presentan una composición de aspecto terroso, frágiles, blandas y semi-resistentes. Se presentas en estratificación fina a muy fina con una estructura sedimentaria dominante es de laminación ondulosa.
La base del segmento presenta un color gris oscuro negruzco con estratificación fina y planos de fisilidad planar, presenta estructura sedimentaria interna de tipo laminación interna plano paralela fina a muy fina y presencia de concreciones de aspecto plano discoidales de 2 m.
Segmento 5
Con un espesor real de 5 metros se encuentra representado por lodolitas fisiles de color gris claro a amarillentas, en capas de estratificación fina a muy fina y estructura sedimentaria paralela media a gruesa. Estas son duras altamente fracturadas y como características principales son paralelas a la estratificación.
Hacia la base presenta concreciones discoidales a niveles a 1 metro de diámetro.
Segmento 4
Con un espesor real de 25 m se presenta una secuencia de lodolitas calcáreas de color gris claro a amarillentas, en el cual se manifestando el color real de la roca fresca ya que la sección se encuentra altamente meteorizada, la secuencia presenta estratificación fina a muy fina y estructura sedimentaria interna plano paralela muy fina, algunos niveles presentan laminación lenticular, entre los 8 a 12 metros desde la base de la sección de la columna se presentan impregnadas de hidrocarburos, alimentadas por la permeabilidad en estratificación.
Segmento 3
Con un espesor real 17.5 metros se presentan como una secuencia de lodolitas fisiles de color gris claro a gris negro (shale), con capas de estratificación fina a muy fina y estructura sedimentaria interna plano paralela muy fina, algunos niveles presentan laminación lenticular, entre los 8 a 12 metros desde la base de la sección de la columna se presentan impregnadas de hidrocarburos, alimentadas por la permeabilidad en estratificación.
Segmento 2
Con un espesor real 6 metros se presenta una secuencia de lodolitas calcáreas de color gris claro localmente amarillentas en capas de estratificación fina a muy fina, presenta fisilidad planar fina y laminación interna plano paralela fina a ondulosa, presenta concreciones discoidales lentes de caliza de color gris oscuro, duras, frescas, tipo wackston (biomicrita). Hacia el tope del segmento se encuentra con poca extensión lateral. Hacia el tope de las unidades calcáreas se presentan en capas de estratificación fina a muy fina de aspecto planar discoidal, paralelas a los planos de estratificación, por la forma de los cuerpos y la composición química se considera que son sinsedimentarios.
Segmento 1
En contacto cubierta en la base de la Formación Lomagorda se presenta un segmento de lodolitas fisiles con un espesor real de 1.5 metros representan en capas de estratificación fina a muy fina y presencia de concreciones semiesféricas de composición micrita y puntualmente se encuentran algunos sulfuros dentro de su nucleo como pirita masacada.


MESOZOICO
CRETACEO
CONIACIANO
CAMPANIANO
CRETACEO INFERIOR
CRETACEO SUPERIOR
Transgressive System Tract
Highstand System Tract
Transgressive System Tract
Transgressive System Tract
Observaciones
Segmento 9
Con un espesor de 43,5 metros se inicia la columna estratigráfica en la base de todoles sobre la quebrada Honda, con limolitas arcillosas y arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, todo el segmento se presenta en capas delgadas, intercalaciones de lodolitas arenosas y con estratificación ondulosa a flaser, con espesores y composición a veces variables, de 1cm a 1 metro, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, con matriz arcillosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,20 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 8
Con un espesor de 30,5 metros se presenta en la base del segmento un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina, hacia el techo del segmento se presenta una intercalación de capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 7
Con un espesor de 44,5 metros se inicia el segmento con un nivel de arenisca conglomerática polimíctica de grano fino a medio, con clastos de chert, cuarzo, roca ígnea y pocos clastos de arcillolitas, con matriz arcillosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5%, hacia el techo del segmento se presenta una intercalación de capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 6
Con un espesor de 37 Corresponde al tope del nivel Guacamayo, se presenta en la base del segmento un nivel de arenisca conglomerática polimíctica de grano grueso a medio con clastos subredondeados de chert, cuarzo, roca ígnea y pocos clastos de arcillolitas, con matriz arcillosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina, hacia el techo del segmento se presenta una intercalación de capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 5
Con un espesor de 47 metros está conformado por capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con composición mixta de tipo volcanoclástico y composición mixta, hacia el techo del segmento se presenta una intercalación de capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 4
Con un espesor de 54,5 metros está conformado por capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con composición mixta de tipo volcanoclástico y composición mixta, hacia el techo del segmento se presenta una intercalación de capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 3
Con un espesor de 48,5 metros se presenta en la base del segmento limolitas arcillosas con intercalaciones de capas de arcillolitas y lodolitas arenosas con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 2
El segmento aca con un espesor de 30,5 metros se presenta como secuencia monótona de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina y con laminación plano paralela, con espesores de 1 a 2 metros de espesor, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Segmento 1
Con un espesor 29,5 metros se inicia con una secuencia de lodolitas arenosas con intercalaciones de capas de arcillolitas de color gris claro a gris oscuro, con estratificación fina a muy fina, hacia el techo del segmento se presenta un nivel de arenisca de grano fino a medio de color gris claro, cuarzosa, friable, con estratificación cruzada tabular, de 1,50 metros de espesor, con algunos niveles de nódulos silíceos con impresiones de fósiles de moluscos en un 5% y con estratificación media a fina.
Se presenta una dos capas de roca ígnea con estratificación media y con intrusiones en una parte cuarzosa.
Contacto concordante
Contacto discordante
Contacto Erosivo
Contacto Tectónico
Contacto Gradacional
Arena
Arcilla
Limolita
Lodolita
Caliza
Chert
Roca Ígnea
Fosiles
Limolita Silicea
Lodolita Silicea
Lodolita Arenosa
Caliza Arenosa
Caliza Silicea
CONVENCIONES
Observaciones
Litología
Edad
Tope
Base
Secuencias
Segmentos
Litoestratigrafía
Edad
Era
Sistema
Serie
Piso
Escala 1:500
Universidad Surcolombiana
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Petróleos
Proyecto de Investigación "Evaluación Estratigráfica y Sedimentológica de la Formación Guacamayo en el Sector Suroccidental de la Cuenca Superior del Valle Medio del Magdalena"
Autores:
Cristian Camilo Ramírez Cabrera
Cristian Camilo Ortiz Cabrera
Asesor:
Ph.D. Jaime Arturo Gómez Cruz
Fecha:
Noviembre 2021
Proyecto:
COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL GRUPO OLINI
Escala:
1:500
Hoja:
4/5
Universidad Surcolombiana
GRUPO ECOGEOC
INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA AMBIENTAL
Neiva - Huila
Colombia - Suramérica
2021

975.750 m N

915.750 m E

Hda. La Esperanza

Finca los mangos

NARIÑO

Kb

Qal

Kos

Kom

Koi

Kvig

Kb

Kos

Kom

EL BUCHE

GIRARDOT

400

500

600

973.250 m N

917.000 m E

NORTE Y ESCALA GRAFICA

N

0 100 200 300 400 500Mts.

CONVENCIONES GEOLOGICAS

Kb	FORMACION BUSCAVIDAS
Kos	FORMACION OLINI SUPERIOR
Kom	FORMACION OLINI MEDIO
Koi	FORMACION OLINI INFERIOR
Kvig	FORMACION LOMAGORDA

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- CONTACTO GEOLOGICO
- BORDE DE TERRAZA

SIMBOLOS ESTRUCTURALES

- FALLA DE CABALGAMIENTO
- FALLA NORMAL (CUBIERTA)
- ANTICLINALES
- RUMBOS Y BUZAMIENTOS

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- RIO
- QUEBRADA
- CARRETERA NACIONAL
- VIA SECUNDARIA O SIN PAVIMENTAR
- CURVA DE NIVEL (400)
- POLIGONAL Y NUMERO DE ESTACION (55)

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
GRUPO ECOSURC

Fecha: Junio. 2015

Elaboro:
GEO. Msc. R. Vargas
Cristian Trujillo
Giovanny Carvajal

Plano :

5/5

Escala
50 m

MAPA GEOLOGICO DEL CARRETEABLE GIRARDOT-NARIÑO

Proyecto:
Proyecto de investigacion "Evaluacion detallada y levantamiento por estratigrafia secuencial de la formacion Lomagorda y grupo Olini en la seccion Girardot - Nariño"