

**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRATIGRÁFICA DE LAS  
UNIDADES DE ROCA AFLORANTES EN LA REGIÓN DE IZA, BOYACÁ,  
COLOMBIA**

**WILMER A. CADENA PATIÑO**

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

**2018**

**CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRATIGRÁFICA DE LAS  
UNIDADES DE ROCA AFLORANTES EN LA REGIÓN DE IZA, BOYACÁ,  
COLOMBIA**

**WILMER A. CADENA PATIÑO**

**Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar al título de  
Geólogo**

**Director:  
LUIS ENRIQUE CRUZ GUEVARA  
Geólogo PhD**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA  
2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios porque sin su Gracia no hubiese sido posible culminar esta etapa; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mis padres, hermanos y mis sobrinos Ana S. Cadena y Matías Cadena a mi primo Nicolás, a mi Profesor, director de tesis y mentor Geólogo Phd Luis Enrique Cruz, al Geólogo Msc Ricardo Mier, a todos ellos gracias infinitas por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional. Por último a mis grandes amigos a quienes puse a prueba sus capacidades, conocimientos y Paciencia durante el desarrollo de este proyecto por todo esto mi agradecimiento a los Geólogos: Luis Mayorga, Leonardo Villamizar, Mauricio Botello, Dalton Claro, Carlos Cote, Daniel Preciado, Felipe Cruz , a los ingenieros Juan Manuel Pinzón , Juan Guillermo Correa , Sergio Franco , Sebastián Uribe , José Quintero. A todos y cada uno de ellos Muchas Gracias.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	16
1. JUSTIFICACIÓN.....	17
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	20
4. METODOLOGÍA .....	22
4.1. BÚSQUEDA, RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	22
4.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA.....	22
4.3 ELABORACIÓN DEL INFORME.....	24
5. GEOLOGÍA REGIONAL .....	25
5.1 ESTRATIGRAFÍA .....	25
5.1.1 Formación Chipaque.....	26
5.1.2 Grupo Guadalupe. ....	26
5.1.3 Formación GuaduasGG .....	27
5.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	28
6. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA.....	30
7. GEOLOGÍA LOCAL .....	31
7.1 GEOMORFOLOGÍA.....	31

7.2 ESTRATIGRAFÍA .....	32
7.2.1 Formación Chipaque (KSC).....	34
7.2.2 Formación Arenisca Dura y Planers (KSGPL).....	37
7.2.3. Formación Labor - Pinos (KSGP).....	39
7.2.4 Formación Arenisca Tierna.....	43
7.2.5. Formación Guaduas (Tkg).....	46
8. AMBIENTES DEPOSICIONALES.....	48
8.1 FACIES.....	48
8.1.1 Formación Chipaque.....	48
8.1.1.2 Facies Arenosa.....	49
8.1.1.3 Facies arcillosas – limosas.....	49
8.1.1.4 Facies Calcárea. Gpp – b.....	50
8.1.1.5 Facie Heteroolíticas.....	51
8.1.1.6 Ambiente de Depósito de la Formación.....	51
8.1.2 Formación Arenisca Dura.....	51
8.1.2.1 Facies arenosa.....	52
8.1.2.2 Facies arcillosas – limosas.....	53
8.1.2.3 Facies heteroolíticas.....	53
8.1.2.4 Ambiente de Depósito de la Formación.....	54
8.1.3 Formación Labor – Pinos.....	54
8.1.3.1 Facies arenosas.....	55
8.1.3.2 Facies arcillosas – limosas.....	55
8.1.3.3 Facies calcárea.....	56
8.1.3.4 Facies heteroolíticas.....	56
8.1.3.5. Ambiente de Depósito de la Formación.....	57
8.1.4 Formación Arenisca Tierna.....	57
8.1.4.1 Facies arenosas.....	58
8.1.4.2 Facies arcillosas – limosas.....	59
8.1.4.3 Facies heteroolíticas.....	60

8.1.4.4 Ambiente de Depósito de la Formación.....	60
8.1.5 Formacion Guaduas .....	61
8.1.5.1. Facies arcillosas – limosas .....	61
8.1.5.2 Ambiente de Depósito de la Formación.....	61
9. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	62
9.1 SINCLINAL DE SAN MIGUEL .....	62
9.2 ANTICLINAL DE IZA.....	63
9.3 FALLA DE GÁMEZA – TOTA .....	63
10. CONCLUSIONES .....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS .....	73

## LISTA DE IMÁGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen 1. Panorámica de la zona de estudio donde de base a techo se encuentra aflorando. A. La formación Chipaque, el grupo Guadalupe; B. Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl), C. Formación Labor y Pinos. D. Formación Guaduas y E: la Formación Socha.....	32
Imagen 2. panorámica del flanco Noreste del sinclinal de San miguel, donde se observa infrayaciendo la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) a la Formación Chipaque (Ksc) en contacto Neto. ....	34
Imagen 3. Base Formación Chipaque (Ksc) en la carretera Iza - Cuítiva, donde tenemos aflorando Grainstone Bioclástico, en contacto con lodolitas, bioturbación; thalassinoides .....	35
Imagen 4. Afloramiento Formación Chipaque (Ksc) en la vía Iza – Tota donde tenemos intercalaciones de lodolitas y areniscas de grano fino. ....	36
Imagen 5. Grainstone bioclástico en la base de la sección de la Formación Chipaque. ....	36
Imagen 6. panorámica del flanco sur este del sinclinal de San Miguel donde tenemos el contacto fallado entre las Formación Guaduas y la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl).....	37
Imagen 7. Icnofósiles presentes en la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl); rissocolarium.....	38
Imagen 8. Afloramiento Formación Arenisca Dura litológicamente compuesto por Cuarzo areniscas y areniscas Fosfáticas.....	39
Imagen 9. Panorámica contacto neto Formación labor y pinos con la Formación Arenisca tierna .....	40
Imagen 10. Intercalaciones de areniscas Cuarzosas de grano fino con lodolitas calcáreas de la Formación Labor y Pinos .....	41
Imagen 11. Quelas de Cangrejo, espículas y vertebras de peces, escamas Oides y	

Cicloides encontradas en la Formación Labor y Pinos. ....	42
Imagen 12. Paquete de cuarzo arenisca Silíceas de la Formación Labor y Pinos.	43
Imagen 13. Areniscas en la Formación arenisca tierna .....	44
Imagen 14. Panorámica del flanco este del sinclinal de san Miguel, donde se observa infrayaciendo la Formación Labor y Pinos a la Formación Arenisca tierna fallada. ....	45
Imagen 15. Cuarzo areniscas y lodolitas de la Formación Guaduas .....	46
Imagen 16. Contacto fallado entre la Formación Arenisca Tierna y la Formación Guaduas hacia el núcleo del sinclinal de San miguel .....	47
Imagen 17. Facies arcillosas – limosas (Lionp); (Lionp) de la Formación Chipaque .....	49
Imagen 18. Facies Calcárea (Gpp - b) en la base de la Formación Chipaque (Ksc) orientadas N85E .....	50
Imagen 19. Facies arenosa al tope de Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) flanco Noroeste del Sinclinal de san Miguel. ....	52
Imagen 20. Areniscas cuarzosas masivas bioturbadas (Am – b) Icnofósiles característicos del techo de la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl); thalassinoides .....	53
Imagen 21. Capas de arcillolitas fosilíferas laminadas con concreciones (Aronp – f), de la Base de la Formación labor y pinos. ....	55
Imagen 22. Facies arcillosas – limosas (Aronp – f) con laminación flaser en la formación Labor y Pinos. ....	56
Imagen 23. Facies heteroolíticas (IA-A) (IP-Af) en la Formación Labor y Pinos. .	57
Imagen 24. Facies arenosa (AmP), donde se registra el espécimen de diente de tiburón de la especie SerratolamGna serrata.....	58
Imagen 24. Facies arenosas (Am-G), (App-bf) de la Formación Arenisca Tierna.	59
Imagen 25. Facies heteroolíticas (I A-Li Pnp) hacia el techo de la Formación Arenisca Tierna.....	60
Imagen 26. Flanco noreste de la cuchilla de Diágota, donde se observa el paso de la falla Gámeza – Tota.....	64

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación espacial de la zona de trabajo al sur este se muestra El municipio de Cuítiva y al nor este el municipio de Iza.....	21
Figura 2: Mapa Geológico de la zona de trabajo al sur este se muestra El municipio de Cuítiva y al nor este el municipio de Iza. El área delimitada en color rojo identifica la zona de trabajo .....	26
Figura 3. Sección estructural de la región Sogamoso-Lago de Tota mostrando los principales rasgos estructurales, la falla de Soapaga al oeste y las fallas de Gámeza, San Miguel y Laguna de Tota al Este. ....	29
Figura 4. Columna estratigráfica generalizada de las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio, de base a techo: La formación Chipaque, el grupo Guadalupe; Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl), Formación Labor y Pinos. Y la Formación Guaduas. ....	33

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. cuadro comparativo de la descripción de las formaciones según los autores Vs las descripciones realizadas en campo del presente estudio. ....	34

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA C1 DE LA FORMACIÓN CHIPAQUE	73
ANEXO B. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA C2 DE LA FORMACIÓN ARENISCA DURA.....	74
ANEXO C. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA C3 DE LA FORMACIÓN LABOR Y PINOS.....	75
ANEXO D. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA C4 DE LA FORMACIÓN ARENISCA TIERNA.....	76
ANEXO E. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA C5 DE LA FORMACIÓN GUADUAS.	77
ANEXO F. MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE TRABAJO.....	78

## RESUMEN

**TITULO:** CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRATIGRÁFICA DE LAS UNIDADES DE ROCA AFLORANTES EN LA REGIÓN DE IZA, BOYACÁ, COLOMBIA\*

**AUTOR:** WILMER CADENA PATIÑO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Formación Chipaque, Grupo Guadalupe, Formación Guaduas, Estratigrafía, Facies

### **DESCRIPCIÓN:**

La secuencia estratigráfica expuesta al sur del municipio de cultiva y límites con el municipio de Iza, expone rocas sedimentarias pertenecientes a las formaciones geológicas: Chipaque, Arenisca Dura, Los Pinos, tierna y Guaduas, que se encuentran dispuestas de forma concordante en una estructura sinclinal que permite el reconocimiento y caracterización detallada de cada unidad. Dichas unidades geológicas fueron estudiadas por: Ulloa et al 1998; Ulloa et al., 2001; Colmenares et al 2008 y con algunos estudios específicos como Monsalve et al 2011; Guarín, 2011. A través del levantamiento de información primaria a nivel de afloramiento de cada unidad, se establecieron las propiedades de composición estructura y textura de cada capa estudiada, además de interacción en la vertical entre las capas y su distribución espacial, lo que permitió el establecimiento de facies sedimentarias usadas para la interpretación del ambiente sedimentario. Es estudio detallado permitió ajustar los límites de las unidades geológicas, y correlacionar la información estratigráfica con lo descrito con los autores mencionados, lo que le da valor al mejoramiento de la información geocientífica de la región, impactando en la forma que se planifica el ordenamiento del territorio y en el desarrollo minero debido a la explotación de las formaciones geológicas caracterizadas.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. director: Luis Enrique Cruz Guevara. Geólogo PhD

## ABSTRACT

**TITLE:** CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y ESTRATIGRÁFICA DE LAS UNIDADES DE ROCA AFLORANTES EN LA REGIÓN DE IZA, BOYACÁ, COLOMBIA\*

**AUTHOR:** WILMER CADENA PATIÑO\*\*

**KEYWORDS:** Formación Chipaque, Grupo Guadalupe, Formación Guaduas, Estratigrafía, Facies

### **DESCRIPTION:**

The stratigraphic sequence exposed to the south of the municipality of cultivation and limits with the municipality of Iza, exposes sedimentary rocks belonging to the geological formations: Chipaque, Dura Sandstone, Los Pinos, Tender and Guaduas, which are arranged in a concordant manner in a synclinal structure that allows the recognition and detailed characterization of each unit. These geological units were studied by: Ulloa et al 1998; Ulloa et al., 2001; Colmenares et al 2008 and with some specific studies such as Monsalve et al 2011; Guarín, 2011. Through the collection of primary information at the outcrop level of each unit, the properties of structure and texture composition of each studied layer were established, as well as interaction in the vertical between the layers and their spatial distribution, which allowed the establishment of sedimentary facies used for the interpretation of the sedimentary environment. This detailed study allowed us to adjust the limits of the geological units, and to correlate the stratigraphic information with that described with the aforementioned authors, which gives value to the improvement of the geo-scientific information of the region, impacting on the way that the planning of the territory and mining development due to the exploitation of the geological formations characterized.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. director: Luis Enrique Cruz Guevara. Geólogo PhD

## INTRODUCCIÓN

Es de gran valor para la comunidad académica y científica la caracterización detallada de unidades estratigráficas continuas en el territorio colombiano, pues se aportan elementos de correlación estratigráficas con unidades pares en tiempo geológico y/o ambiente de formación. El presente trabajo de investigación contiene la caracterización estratigráfica detallada de las unidades geológicas aflorantes en zona rural de los municipios de Cuítiva e Iza en el departamento de Boyacá.

En esta área se presenta una muy buena exposición de la sección cretácica de la cuenca de la cordillera oriental, lo que permite identificar y diferenciar según propiedades texturales, composicionales, contenido fósil y su disposición en la secuencia estratigráfica de las unidades fundamentales de roca, las formaciones geológicas: Chipaque, el grupo Guadalupe y la formación Guaduas.

A través de trabajo de descripción textural y composicional macroscópica detallada, evaluación de geometría de capas e identificación de fauna fósil, se realizó el levantamiento de columnas estratigráficas detalladas de cada una de las formaciones aflorantes, generando como producto final un análisis de facies sedimentarias con incorporación de detalles bioestratigraficos para obtener una mejor versión de la descripción geológica de la región.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la región de Iza cuenta con estudios geológicos generales como Ulloa et al 1998; Ulloa et al., 2001; Colmenares et al 2008 y con algunos estudios específicos como Monsalve et al 2011; Guarín, 2011. Definiendo para el Cretáceo Superior - Paleoceno las siguientes formaciones: Fm. Chipaque, Fm. Arenisca Dura y Plaeners, Fm. Labor y Pinos, Fm. Arenisca Tierna y Fm. Guaduas.

Dichos estudios presentan los rasgos generales de las formaciones geológicas nombradas, donde se describen espesores y secuencias generalizadas, pero no se detalla la continuidad de los contactos y el detalle de las facies sedimentarias en las formaciones, la investigación busca complementar el trabajo realizado de estos autores y darle más peso a las nuevas propuestas como método de consulta de información detallada.

El nombre de Formación Chipaque (Ksc) fue dado por Hubach (1931b) y redefinido por Renzoni (1962). La formación se caracteriza por lodolitas que supra yacen e infra yacen a unidades areníticas, que son respectivamente la Formación Une y el Grupo Guadalupe (Guerrero & Sarmiento, 1996). La Formación Chipaque (Ksc) de edad Turoniano temprano – Santoniano y de un espesor de 200m en la localidad tipo, según Hubach, E (1957); El Grupo Guadalupe está dividido en las siguientes formaciones según ULLOA et al., (1973) en: (1) Dura y Plaeners que corresponden a un conjunto de Limolitas silíceas con intercalaciones de areniscas y frecuentes niveles fosfáticos; (2) Fm. Labor y Pinos que corresponden a un conjunto de lutitas y Limolitas negras con intercalaciones de calizas y areniscas de poco espesor; (3) Fm. Arenisca Tierna compuesta por areniscas cuarzosas macizas con laminación inclinada de grano fino a grueso.

La Formación Dura y Plaeners de edad Campaniano superior-Maastrichtiano

inferior (Vergara & Rodríguez, 1995; Pérez & Salazar, 1978 y Föllmi et al., 1992. Con un espesor de 170m. La Formación Dura y Plaeners es correlacionable con la Formación Plaeners de la cuenca del río Chicamocha modificada (Ulloa y Rodríguez 1996).

El nombre de Formación Labor - Pinos usado informalmente por Fabre (1985b) y Etayo Serna (1985) para el área del Cocuy y lo correlacionan con el miembro Los Pinos de Ulloa & Rodríguez (1979) definida en el área de las planchas 170 Vélez y 190 Chiquinquirá. La Formación Labor - Pinos de edad Campaniano al Maastrichtiano inferior (Fabre, 1985b:129; Sarmiento (en Osorno, 1994)), en el área de Paz del Río es del Maastrichtiano inferior. Con un espesor de en su localidad tipo y un espesor real de aproximadamente 130 m.

El término Arenisca Tierna se debe a Hubach (1957<sup>a</sup>), quien lo utilizó en la cartografía del miembro que representa el techo del Grupo Guadalupe. La Formación Arenisca tierna de edad Maastrichtiano (Etayo Serna, 1985 y Fabre 1985 a y b) y de un espesor de 100m.

Alvarado & Sarmiento (1944) denominan Formación Guaduas en la región de Paz del Río a la sucesión litológica comprendida entre las areniscas calcáreas fosilíferas del tope de la Formación Ermitaño y el primer conjunto grueso de areniscas de la Formación Socha Inferior. La Formación Guaduas según Hammen (1957b), es del Maastrichtiano - Paleoceno y Sarmiento (1994) establece una edad Maastrichtiano superior - Paleoceno inferior. Con un espesor en la localidad tipo de 350m.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar sedimentológica y estratigráficamente las unidades de roca del Cretáceo Superior aflorantes en la región de Iza, mediante el levantamiento de secciones estratigráficas detalladas.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

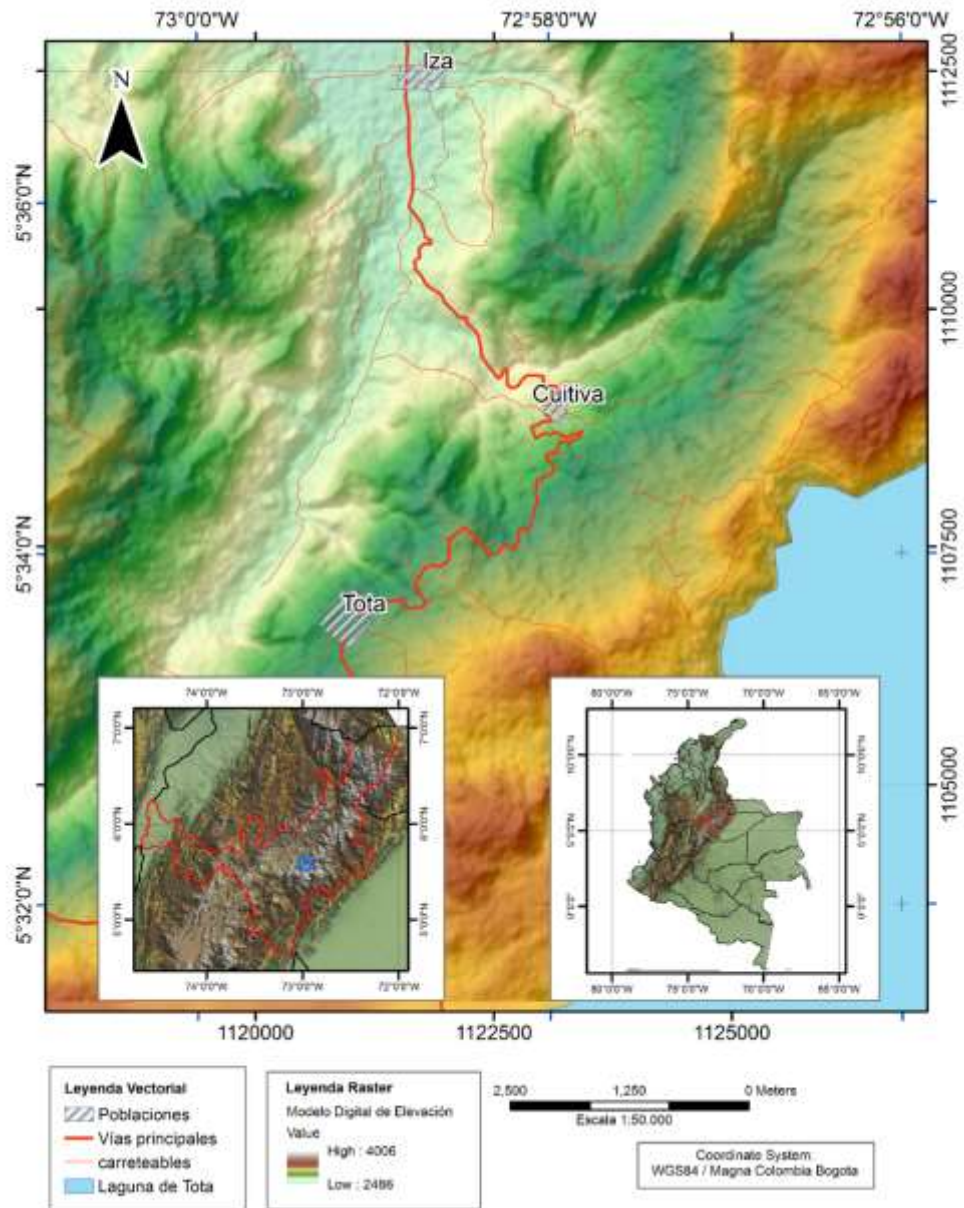
- Levantar 5 columnas estratigráficas a escala 1:500.
- Realizar la cartografía geológica de la zona de estudio a una escala 1:25000.
- Establecer los ambientes deposicionales de las formaciones aflorantes.

### 3. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de trabajo, se encuentra localizada en la parte central de la Cordillera Oriental al Sur de la ciudad de Sogamoso entre los municipios de Iza – Cuítiva, en el departamento de Boyacá, entre las coordenadas en X: 1'114.000 hasta X: 1'110.000 y en el eje de la Y: 1'121.000 hasta Y: 1'125.000 DATUM BOGOTÁ comprendiendo una zona de aproximadamente 65  $Km^2$  (ver figura 1).

Geológicamente se encuentra integrada por un bloque tectónico en la parte central de la cordillera Oriental al E de la Falla de Soapaga al este por la Laguna de Tota, con rocas sedimentarias marinas someras del Cretáceo Superior y litorales del Paleógeno y afectadas por la presencia de un complejo volcánico reciente (Complejo dómico-volcánico de Iza). (Ver figura 3)

Figura 1. Ubicación espacial de la zona de trabajo al sur este se muestra El municipio de Cuítiva y al nor este el municipio de Iza.



## **4. METODOLOGÍA**

El desarrollo del presente trabajo de grado se programó para una duración de seis (6) meses en los cuales se llevó a cabo en distintas fases, el proyecto en sí consistió de Tres (3) fases o etapas principales, cada una de ellas se mencionan y se describen a continuación:

### **4.1. BÚSQUEDA, RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

En esta fase se realizó la búsqueda de información en la base de datos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander y en publicaciones científicas, entre otras fuentes relacionadas con los temas de interés para el desarrollo del proyecto de grado, esta información se compilo y se analizó su contenido para su posterior selección. De acuerdo a la información obtenida y analizada en la fase, se procedió a seleccionar la información de mayor importancia y con aportes relevantes en el desarrollo del trabajo.

### **4.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA**

En esta corresponde al trabajo de campo, el trabajo de campo contemplo tres comisiones; la primera de ellas un reconocimiento de dos días a lo largo de los municipios de Iza y Cuítiva en el departamento de Boyacá; la segunda comisión conto con 10 días de campo en los que se levantaron cinco secciones estratigráficas y se recolectaron muestras de roca y de especímenes fósiles. Las secciones a estudiar fueron:

1. Sección estratigráfica de las Formación Chipaque sobre la vía Iza – Cuítiva, Km 2.
2. Sección estratigráfica de la formación Dura y Plaeners flanco este de la Cuchilla

de Diágota

3. Sección estratigráfica de la formación labor y Pinos flanco noreste de la cuchilla de San miguel.
4. Sección estratigráfica de la formación arenisca tierna en el flanco sureste de la Cuchilla de San Miguel
5. Sección estratigráfica de la formación Guaduas noreste de la Cuchilla de Diágota.

Con el objetivo de estandarizar las descripciones de campo se adoptaron los siguientes criterios:

1. La metodología de medición de las secciones estratigráficas contempla tanto el trazado de poligonales abiertas según (Cruz & Mier, 2014) y donde sea posible se utilizará el método de bastoneo.
2. La escala para describir el espesor de capas y láminas es tomada de la propuesta de CAMPBELL (1967).
3. La descripción geométrica de capas y láminas sigue a REINECK & SINGH (1980).
4. La descripción de las muestras se realizará utilizando las recomendaciones contenidas en Cruz et al (2003).
5. El diagrama de comparación para la forma de los granos es tomado de KRUMBEIN & SLOSS (1969).
6. El tipo de selección de las partículas es tomado de PETTIJOHN ET AL (1973)
7. Los tipos de contactos entre granos sigue lo propuesto por TAYLOR (1950).
8. La clasificación composicional de las rocas terrígenas está basada en FOLK (1980) y textural en la escala granulométrica de WENTWORTH (1922).
9. La clasificación composicional de las rocas calcáreas sigue a FOLK (1974) y textural a DUNHAM (1962).
10. La clasificación composicional y textural de las fosforitas y rocas fosfóricas sigue la metodología de FÖLLMI et al. (1992-1996), TRAPPE (2001), PUFAHL et al.,

(2003) y BATURIN, G (2003).

11. La descripción de los ambientes seguirá la metodología de Irwin (1965) para depósitos de plataforma en costas carbonatadas, en Colmenares et al (2008).

#### **4.3 ELABORACIÓN DEL INFORME**

Teniendo como fundamento los datos levantados en campo y la información geológica de la zona de estudio, se realizó un análisis macroscópico de las muestras colectadas según la metodología propuesta por Cruz et al (2003), usando herramientas de teledetección (Google Earth) se establecieron límites de unidades y se integró la información mediante la implementación del software QGIS (2016) para la digitalización del mapa geológico de la zona del presente estudio, y mediante la implementación del software INKSCAPE (2016) se elaboraron las columnas estratigráficas y se adoptó la metodología para columnas estratigráficas seguida en Guarín, ( 2011) la cual para las rocas terrígenas presentan las relaciones entre los tamaños de grano y para las rocas calcáreas y fosfáticas la relación entre matriz y cemento, incluyendo datos texturales tales como redondez y selección, y los principales componentes del armazón en donde se incluyen las partículas biogénicas presentes y los minerales accesorios principales.

El informe incluye las descripciones realizadas a las muestras y demás aspectos relevantes que sustentan la realización del mismo y para la elaboración del documento final se seguirá la metodología propuesta por Cruz y Mier, (2014).

## **5. GEOLOGÍA REGIONAL**

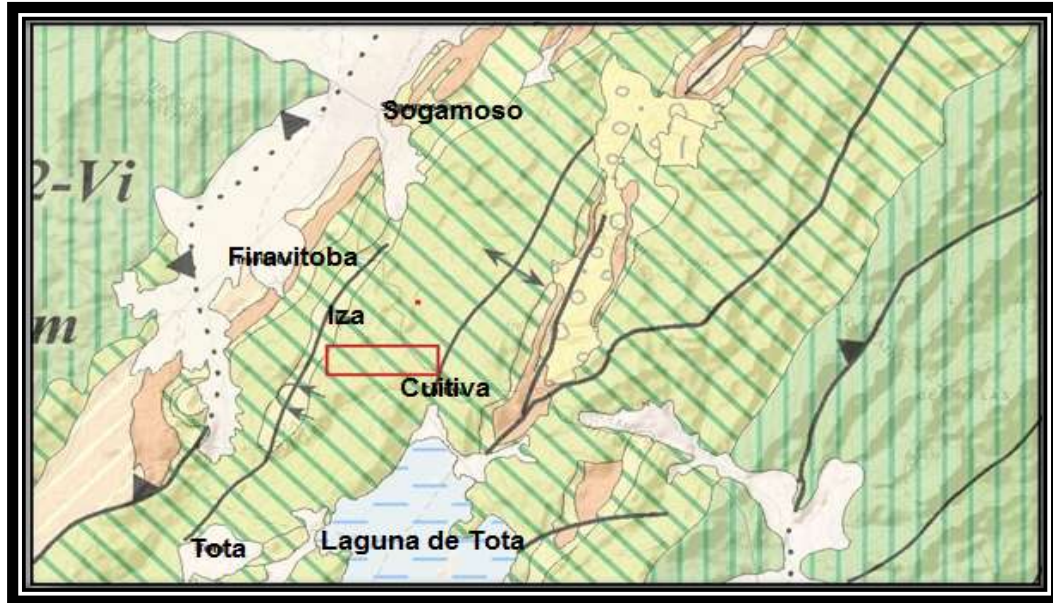
Actualmente la región de Iza cuenta con estudios geológicos generales como Ulloa et al 1998; Ulloa et al., 2001; Colmenares et al 2008 y con algunos estudios específicos como Monsalve et al 2011; Guarín, 2011. Definiendo para el Cretáceo Superior - Paleoceno las siguientes formaciones: Fm. Chipaque, Fm. Arenisca Dura y Plaeners, Fm. Labor - Pinos, Fm. Arenisca Tierna y Fm. Guaduas.

En esta área se han realizado numerosos trabajos con diferentes enfoques, la cartografía, la estratigrafía y la geología estructural actualizada de esta localidad se encuentran descritas en la memoria explicativa de la plancha 192 – Laguna de Tota, (ULLOA, 2001)

### **5.1 ESTRATIGRAFÍA**

En la región estudiada afloran unidades sedimentarias de edades desde Turoniano al Paleógeno, un cuerpo volcánico dacítico a riolítico (Monsalve et al, 2011) de edad finales del Neógeno (Renzoni et al. (1967) y Renzoni & Rosas (1983) y depósitos fluvio lacustres del Holoceno.

Figura 2. Mapa Geológico de la zona de trabajo al sur este se muestra El municipio de Cuítiva y al nor este el municipio de Iza. El área delimitada en color rojo identifica la zona de trabajo. Tomado parcialmente de Monsalve et al., 2011



**5.1.1 Formación Chipaque.** El nombre de Formación Chipaque fue dado por Hubach (1931b) y redefinido por Renzoni (1962). La formación se caracteriza por lodolitas que supra yacen e infra yacen a unidades areníticas, que son respectivamente la Formación Une y el Grupo Guadalupe (Guerrero & Sarmiento, 1996). La Formación Chipaque de edad Turoniano temprano – Santoniano y de un espesor de 200m en la localidad tipo, según Hubach, E (1957).

**5.1.2 Grupo Guadalupe.** El Grupo Guadalupe está dividido en las siguientes formaciones según ULLOA et al., (1973) en: (1) Dura y Plaeners que corresponden a un conjunto de Limolitas silíceas con intercalaciones de areniscas y frecuentes niveles fosfáticos; (2) Fm. Labor y Pinos que corresponden a un conjunto de lutitas y Limolitas negras con intercalaciones de calizas y areniscas de poco espesor; (3) Fm. Arenisca Tierna compuesta por areniscas cuarzosas macizas con laminación inclinada de grano fino a grueso.

La Formación Dura y Plaeners de edad Campaniano superior-Maastrichtiano inferior (Vergara & Rodríguez, 1995; Pérez & Salazar, 1978 y Föllmi et al., 1992. Con un espesor de 170m. La Formación Dura y Plaeners es correlacionable con la Formación Plaeners de la cuenca del río Chicamocha modificada (Ulloa y Rodríguez 1996).

El nombre de Formación Labor - Pinos usado informalmente por Fabre (1985b) y Etayo Serna (1985) para el área del Cocuy y lo correlacionan con el miembro Los Pinos de Ulloa & Rodríguez (1979) definida en el área de la plancha 170 Vélez y 190 Chiquinquirá. La Formación Labor y Pinos de edad Campaniano al Maastrichtiano inferior (Fabre, 1985b:129; Sarmiento (en Osorno, 1994)), en el área de Paz del Río es del Maastrichtiano inferior. Con un espesor de en su localidad tipo y un espesor real de aproximadamente 130 m.

El término Arenisca Tierna se debe a Hubach (1957<sup>a</sup>), quien lo utilizó en la cartografía del miembro que representa el techo del Grupo Guadalupe. La Formación Arenisca tierna de edad Maastrichtiano (Etayo Serna, 1985 y Fabre 1985 a y b) y de un espesor de 100m.

**5.1.3 Formación GuaduasGG.** Alvarado & Sarmiento (1944) denominan Formación Guaduas en la región de Paz del Río a la sucesión litológica comprendida entre las areniscas calcáreas fosilíferas del tope de la Formación Ermitaño y el primer conjunto grueso de areniscas de la Formación Socha Inferior. La Formación Guaduas según Hammen (1957b), es del Maastrichtiano - Paleoceno y Sarmiento (1994) establece una edad Maastrichtiano superior - Paleoceno inferior. Con un espesor en la localidad tipo de 350 m.

## 5.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra enmarcada por los cabalgamientos de la falla de Boyacá y la falla de Soapaga al W, y la Falla de Gámeza (Colmenares, 2008)\_de retrocabalgamiento al E, que forman en su parte W en los bloques colgantes de la falla de Soapaga y de la falla de Boyacá escamas de inversión tectónica de unidades del cretácico superior en su parte más E y unidades más antiguas del cretácico medio e inferior e incluso del Jurásico en el bloque colgante de la falla de Boyacá. En la parte central el bloque yacente de las fallas de Soapaga- Gámeza presenta unidades del cretáceo superior al paleógeno en pliegues suaves abiertos y largos. Finalmente, en bloque colgante de la falla de Gámeza con pliegues estrechos y cortos con flancos invertidos que presenta unidades del Cretácico

En el bloque colgante de la falla de Soapaga se destacan estructuras tales como el Anticlinal de Tibasosa y la Falla de Soapaga. El Anticlinal de Tibasosa corresponde a la prolongación SW del Anticlinorio de La Floresta; su eje presenta direcciones entre los N25°W y N4°W. La variación en la dirección del eje se debe a que éste es afectado por un sistema de fallas dextrales en un arreglo en echelon. El flanco oriental presenta altos buzamientos por efectos de la Falla de Soapaga, mientras que su flanco occidental tiene una suave inclinación, que hace a esta estructura un anticlinal asimétrico.

La Falla de Soapaga es una estructura definida por Julivert (1970) como una falla afectada por inversión y, según la clasificación de Coward (1992), como falla de inversión positiva. En el área presenta una dirección general N25oE a N35oE, con su plano inclinado hacia el noroeste entre 20 y 38 grados; hacia el sur se ramifica y forma bloques escamados.



## 6. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA

Durante el período Cretácico (entre 135 Ma. y 65 Ma. B.P.), el territorio ocupado hoy por la parte central de la Cordillera Oriental estaba constituido por un mar epicontinental (Etayo. Serna, 1976) limitado al occidente por una cadena volcánica (hoy la cordillera Central) y al oriente por el escudo de la Guayana. Dos porciones de tierra emergidas que aportaban sedimentos a la cuenca.

El tiempo de duración del Cretácico fue de 70 millones de años, tiempo durante el cual la cuenca sufrió ascensos y descensos del nivel del mar, estos dejan marcas sedimentológicas, combinados con eventos tectónicos- El grupo de rocas aflorantes en la zona que representa el nivel del mar más elevado y por lo tanto fondos de depósito más profundos, es la formación conejo de edad Turonience-Coniacience a mediados del Coniaciano el mar comienza a retirarse lentamente, permitiendo que los sistemas, fluviales provenientes tanto del occidente como del oriente formen grandes sistemas deltaicos. Hacia finales del Cretácico los ambientes dominantes en la cuenca son estuarios, en donde grandes extensiones de pantanos son la característica principal, y es aquí en estos ambientes parálisis (Costeros) en donde se encuentra el origen del carbón de la Formación Guaduas, la cual marca el retiro definitivo del mar Cretáceo.

Durante el periodo terciario inferior (Paleógeno y Mioceno) hay alternancia de sedimentación fluvial y lacustre representada por la formación Socha inferior.

En la era cuaternaria las rocas que se encuentran, constituyendo el cuerpo ígneo. Ascendieron a la superficie a través de fisuras existentes en la región, provocadas por el debilitamiento estructural del área. En la actualidad la subducción de la placa Nazca bajo la placa Suramericana ha creado grandes fuerzas compresionales que han dado origen a sistemas de fallas y pliegues regionales con dirección preferencial NE en el área de estudio.

## **7. GEOLOGÍA LOCAL**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la descripción detallada de las columnas estratigráficas de las formaciones aflorantes en la zona de estudio.

### **7.1 GEOMORFOLOGÍA**

La zona de trabajo hace parte del Altiplano Cundiboyacense de la vertiente oriental andina, el área presenta altitudes entre 1.200 y 3.800 msnm.

En el área de estudio, la Formación Chipaque (Ksc) se caracteriza por presentar pendientes suaves, tenemos además que eventos tectónicos han levantado a la Formación Plaeners exponiéndola a meteorización dando como resultado laderas convexas que disponen empezar un proceso denudativo por el grado de fracturación que presentan estas rocas.

Las formaciones Guaduas, Labor y Tierna que afloran en el área de estudio presentan laderas rectilíneas y cóncavas que hacen de ellas, sectores propicios para la acumulación de materiales desprendidos de la Formación Plaeners y de los materiales transportados por las corrientes de quebradas y el río Boyacá, creando así los depósitos más recientes que se encuentran en la zona de estudio como son el Cuaternario Coluvial y el Cuaternario Aluvial. (ETAYO, F. 1969)

En las partes más bajas de la zona se reconocen depósitos cuaternarios de tipo coluvial y aluvial, que crean amplios valles.

Para la zona se reconocieron las siguientes estructuras geomorfológicas;

- Abanico Coluvial
- Valle aluvial
- Cárcavas de erosión

- Facetas triangulares
- Hardground
- laderas estructurales en flancos de sinclinal
- Contrapendientes en flancos de sinclinales
- Cuaternario de origen lacustre
- Geoformas estructurales pliegues.
- Domos ígneos
- Valle aluvial

## 7.2 ESTRATIGRAFÍA

Se muestran las unidades litoestratigráficas que conforman la secuencia aflorante en la zona de estudio; describiendo la zona donde aflora, las litologías que la constituyen y las estructuras que la conforman.

Las formaciones se describen en orden cronológico de la más antigua a la más joven según la nomenclatura de INGEOMINAS:

Imagen 1. Panorámica de la zona de estudio donde de base a techo se encuentra aflorando. A. La formación Chipaque, el grupo Guadalupe; B. Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl), C. Formación Labor y Pinos. D. Formación Guaduas y E: la Formación Socha



Figura 4. Columna estratigráfica generalizada de las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio, de base a techo: La formación Chipaque, el grupo Guadalupe; Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl), Formación Labor y Pinos. Y la Formación Guaduas.

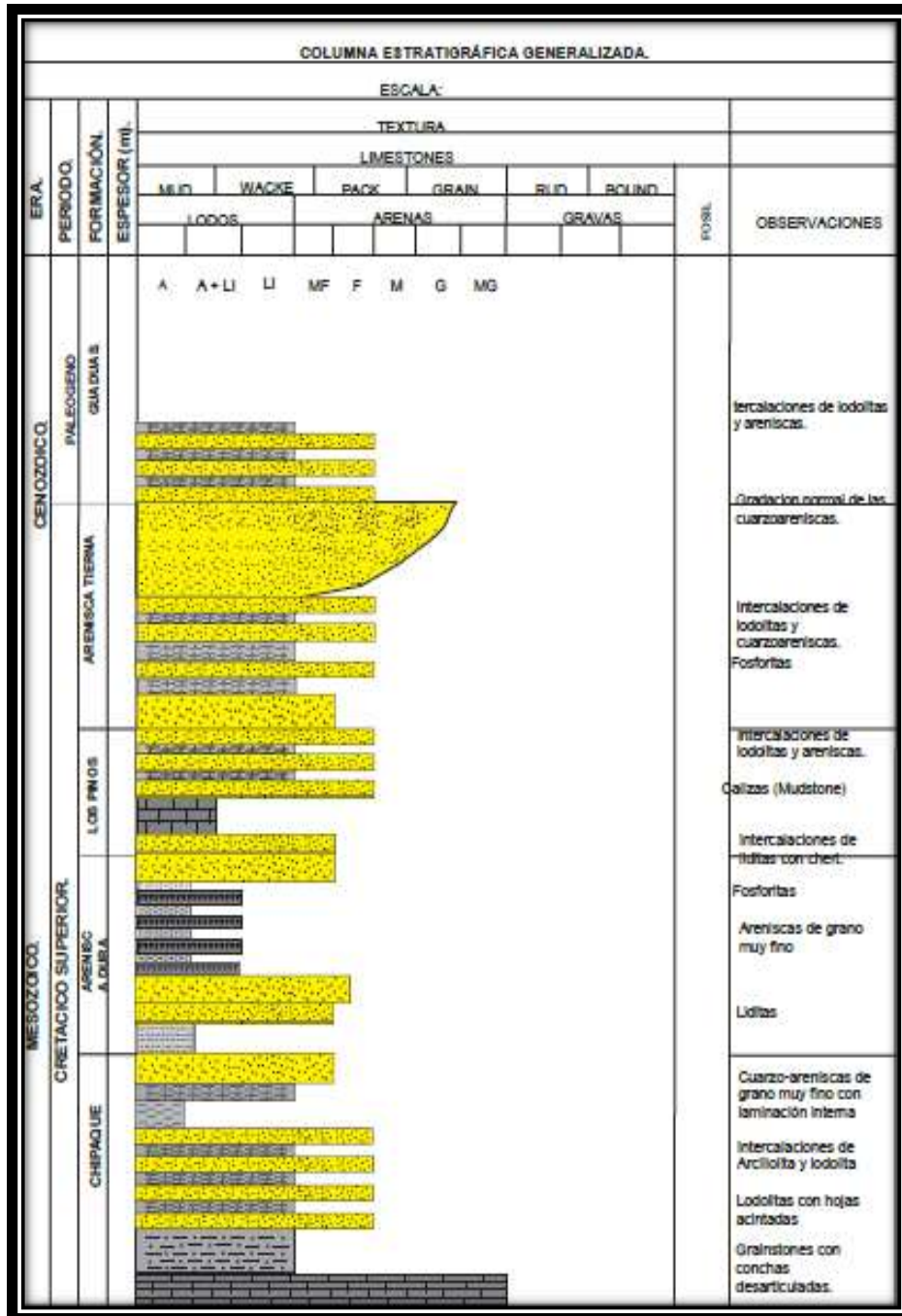


Tabla 1. Cuadro comparativo de la descripción de las formaciones según los autores Vs las descripciones realizadas en campo del presente estudio.

FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>Formación Chipaque</b>	La formación se caracteriza por lodolitas que supra yacen e infra yacen a unidades areníticas, que son respectivamente la Formación Une y el Grupo Guadalupe (Guerrero & Sarmiento, 1996).
<b>Formación Arenisca Dura y Planers</b>	conjunto de Limolitas silíceas con intercalaciones de areniscas y frecuentes niveles fosfáticos ULLOA et al., (1973)
<b>Formación Pinos</b>	Conjunto de lutitas y Limolitas negras con intercalaciones de calizas y areniscas de poco espesor. ULLOA et al., (1973)
<b>Formación Arenisca tierna</b>	compuesta por areniscas cuarzosas macizas con laminación inclinada de grano fino a grueso ULLOA et al., (1973)
<b>Formación Guaduas</b>	sucesión litológica comprendida entre las areniscas calcáreas fosilíferas del tope de la Formación Ermitaño y el primer conjunto grueso de areniscas de la Formación Socha Inferior Alvarado & Sarmiento (1944)
<b>Riolita de Iza</b>	volcánico dacítico

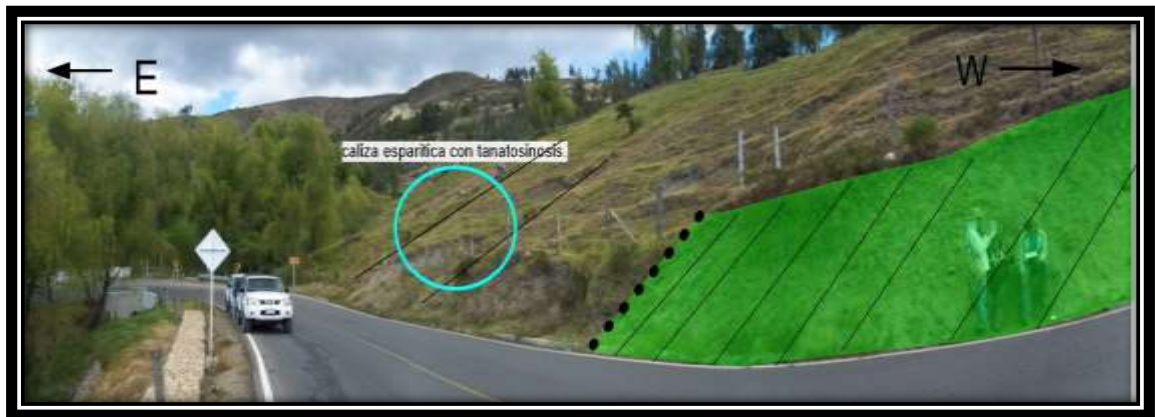
**7.2.1 Formación Chipaque (KSC).** La **Formación Chipaque** corresponde a la formación más antigua en la zona de estudio, esta formación aflora en la base del bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando el núcleo del sinclinal de Iza, y formando el flanco nor oeste del sinclinal de Sanmiguel. Una sección del flanco sur del sinclinal de san miguel, en el bloque colgante de la falla Gámeza- Tota formando el flanco sur este del anticlinal de Diágota. (Ver anexo F).

Imagen 2. panorámica del flanco Noreste del sinclinal de San miguel, donde se observa infrayaciendo la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) a la Formación Chipaque (Ksc) en contacto Neto.



La descripción de la unidad se hace con base en la columna estratigráfica (ver Anexo A: columna estratigráfica C1) levantada por la Carretera Iza - Cuítiva, En esta localidad, la unidad presenta un espesor de 155 metros.

Imagen 3. Base Formación Chipaque (Ksc) en la carretera Iza - Cuítiva, donde tenemos aflorando Grainstone Bioclástico, en contacto con lodolitas, bioturbación; thalassinoides



Litológicamente la **Formación Chipaque** en la sección, está constituida por areniscas terrígenas, arcillolitas, limolitas y rocas calcáreas.

Las rocas terrígenas en la sección corresponden areniscas de grano muy fino, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa cemento silíceo - calcáreo, composicionalmente se constituyen por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%; Cuarzo arenisca, geometría externa de las capas tabulares a sub tabulares

Imagen 4. Afloramiento Formación Chipaque (Ksc) en la vía Iza – Tota donde tenemos intercalaciones de lodolitas y areniscas de grano fino.



Arcillolitas Fosilífera de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa plano paralela muy fisiles (shale). Presencia de horizontes delgados con nódulos de hierro, ocasionales nódulos de caliza y láminas de yeso.

Limolitas con láminas y cintas ferruginosas, color gris oscuro, láminas carbonosas. Contactos netos paralelos, laminación ondulosa no paralela.

Imagen 5. Grainstone bioclástico en la base de la sección de la Formación Chipaque.



Las rocas calcáreas en la sección corresponden calizas esparíticas, muy fosilíferas, grainstone de bivalvos y equibalvos, los bivalvos epifaunales se encuentran completos y ubicados en posición vida, otros desarticulados en capas de geometría tabular calizas grano soportadas, cemento spar, carecen de lodo calcáreo (ver imagen 5); bioturbadas (madrigueras horizontales y verticales)

**7.2.2 Formación Arenisca Dura y Planers (KSGPL).** La **Formación Arenisca Dura y Planers** se encuentra estratigráficamente supra yaciendo a la Formación Chipaque en contacto concordante, aflora en la Base del bloque colgante de la falla de Gámeza- Tota formando el núcleo de los anticlinales de Diágota y Canoas, y en el bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando los en lo que corresponde a los flancos del anticlinal de iza y los flanco este del sinclinal de san miguel, y truncado en el flanco oeste del mismo. (Ver anexo F).

Imagen 6. panorámica del flanco sur este del sinclinal de San Miguel donde tenemos el contacto fallado entre las Formación Guaduas y la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl)



La descripción de la unidad se hace con base en la columna estratigráfica (Anexo B: columna estratigráfica C2) levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá. En esta localidad, la unidad presenta un espesor de 182 metros.

Litológicamente la **Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl)**, en la sección,

está constituidas por niveles de Areniscas, areniscas Fosfáticas, lodolitas, Arcillolitas, como mineral accesorio glauconita, (Anexo: columna estratigráfica C2)

Las rocas terrígenas en la sección corresponden areniscas de grano muy fino a medio, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa cemento calcáreo y de sílice, composicionalmente se constituyen por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca con armazón fosfático de tamaño arena (pellets fecales), foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y planctónicos. Geometría externa de las capas tabulares, la bioturbación es alta

Imagen 7. Icnofósiles presentes en la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl); rissocolarium



Areniscas de grano muy fino, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa cemento silíceo - calcáreo, composicionalmente se constituyen por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca Geometría externa de las capas tabulares a sub tabulares.

Areniscas fosfáticas de grano muy fino, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa terrígena parcial a totalmente fosfatada se constituyen sedimentológicamente por pellets fecales fosfáticos, fragmentos fosfatados de

huesos de peces foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y planctónicos *Numulites*. Geometría externa de las capas tabular.

Imagen 8. Afloramiento Formación Arenisca Dura litológicamente compuesto por Cuarzo areniscas y areniscas Fosfáticas



Lodolitas silíceas con laminación plana paralela discontinua, con contactos netos, la geometría tabular y de fractura concoidea Chert Tipo Flint

Arcillolitas Fosilíferas de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa plano paralela muy fisiles (shale).

**7.2.3. Formación Labor - Pinos (KSGP).** La **Formación Labor - Pinos** se encuentra estratigráficamente supra yaciendo a la Formación Arenisca Dura y Planers, aflora en la Base del bloque colgante de la falla de Gámeza- Tota formando el flanco nor este del anticlinales de Diágota y en el bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando los en lo que corresponde a los flanco Noroeste del

anticlinal de iza y flanco Noroeste del sinclinal de san miguel en contacto concordante con la Formación Arenisca Dura y Planers. (Ver anexo F).

La **Formación Labor - Pinos** no es observable en el anticlinal de Diágota debido a una falla inversa que afecta esa zona.

Imagen 9. Panorámica contacto neto Formación labor y pinos con la Formación Arenisca tierna



La descripción de la unidad se hace con base en la columna estratigráfica levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá. (Anexo C: columna estratigráfica C3) En esta localidad, la unidad presenta un espesor de 146 metros.

Litológicamente la **Formación Labor - Pinos**, en la sección, está constituida por Arcillolitas, e intercalaciones de Calizas y Areniscas. (Anexo: columna estratigráfica C3)

Imagen 10. Intercalaciones de areniscas Cuarzosas de grano fino con lodolitas calcáreas de la Formación Labor y Pinos



Las rocas terrígenas en la sección corresponden areniscas de grano muy fino a medio, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa cemento de sílice, composicionalmente se constituyen por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca Geometría externa de las capas subtabulares.

Arcillolitas Fosilíferas de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa, plano paralela con cemento calcáreo, pelets, foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y concreciones.

Imagen 11. Quelas de Cangrejo, espículas y vertebras de peces, escamas Oides y Cicloides encontradas en la Formación Labor y Pinos.



Las rocas calizas esparíticas fosilíferas (bioesparitas Folk (1959, 1962)) de bivalvos y ostreidos de tamaño arena fina, matriz de lodo calcáreo los bivalvos y ostreidos desarticulados, fragmentados (1 valva) con textura packestone (Dunham 1962), capas medias de geometría externa tabular y contactos neto planar; internamente sin estructura.

Las rocas Calizas micríticas fosilíferas (biomicrita Folk (1959, 1962)) de foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*), arenosas y con textura grainstone. Dunham (1962)

Imagen 12. Paquete de cuarzo arenisca Silíceas de la Formación Labor y Pinos



**7.2.4 Formación Arenisca Tierna.** La **Formación Arenisca tierna** se encuentra estratigráficamente supra yaciendo La Formación Labor y Pinos e infrayaciendo la Formación Guaduas, Aflora en la base del bloque yacente de la falla de Gámeza-Tota formando el flanco sureste del sinclinal de San Miguel y el anticlinal de Iza, y en el bloque colgante de la falla de Gámeza- Tota en el anticlinal de Diágota no aflora producto de la falla inversa y a los procesos erosivos. (Ver anexo F).

Imagen 13. Areniscas en la Formación arenisca tierna



La descripción de la unidad se hace con base en la columna estratigráfica (Anexo D: columna estratigráfica C4) levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, en esta localidad, la unidad presenta un espesor de 110 metros.

Litológicamente la **Formación Arenisca Tierna**, en la sección, está constituida principalmente por, areniscas y en menor proporción Limolitas y Arcillolitas.

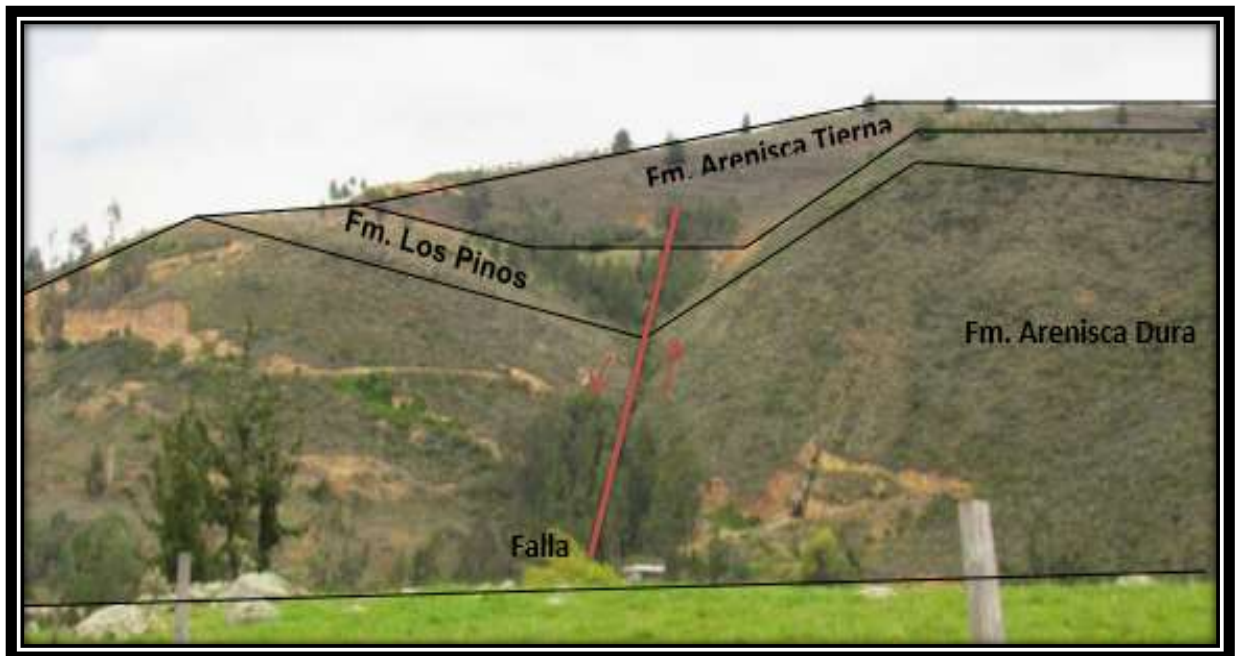
Las rocas terrígenas en la sección corresponden areniscas de grano muy fino a medio, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa cemento calcáreo y de sílice, composicionalmente se constituyen por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca

Cuarzo areniscas fosfáticas de grano fino a medio, grano soportadas de matriz lodosa terrígena fosfatada se constituyen por pellets fecales fosfáticos, fragmentos fosfatados de huesos de peces foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y planctónicos. Geometría externa de las capas tabular.

Cuarzo areniscas bioturbadas de grano fino a medio con granos subredondeados de buen calibrado, grano soportada de matriz arcillosa y cemento silíceo, compacta, capas plano paralelas, con estratificación interna ondulada a masiva, con alto contenido de foraminíferos(*Orthokarstenia ewaldi*).

Cuarzo areniscas Glauconíticas de grano medio, redondeados, de buen calibrado, grano soportada con matriz areno arcillosa, poco cohesivas, con contenido de lítico opacos y cristales minerales de glauconita.

Imagen 14. Panorámica del flanco este del sinclinal de san Miguel, donde se observa infrayaciendo la Formación Labor y Pinos a la Formación Arenisca tierna fallada.



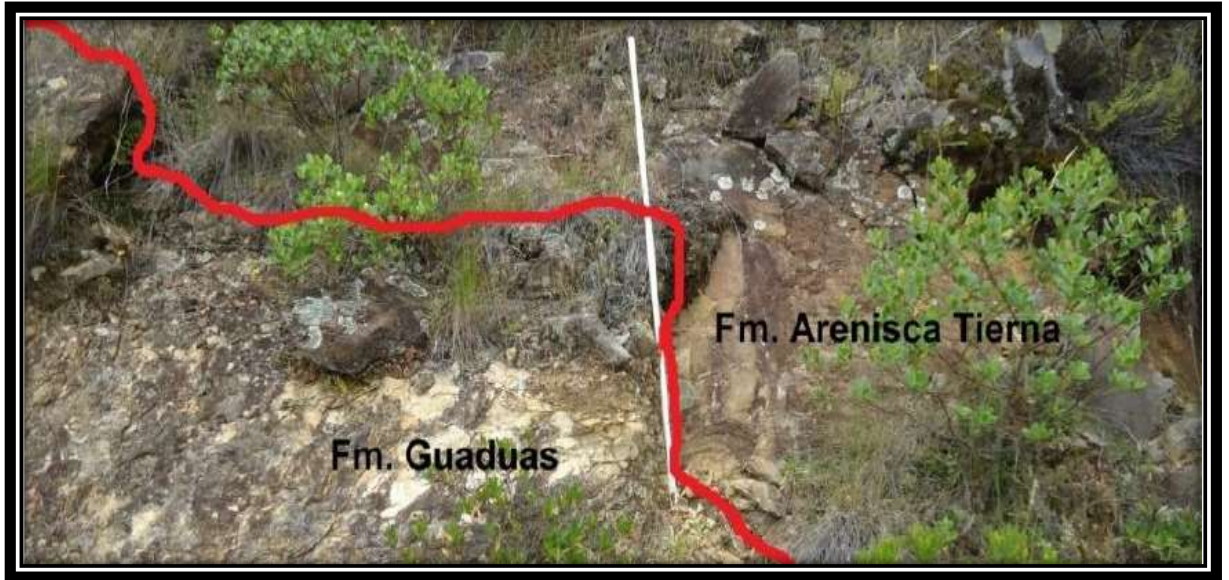
**7.2.5. Formación Guaduas (Tkg).** La **Formación Guaduas** se encuentra estratigráficamente supra yaciendo a la Formación Arenisca Tierna , aflora en el bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando los en lo que corresponde al flanco Noroeste del anticlinal de iza y núcleo del sinclinal de san miguel en contacto concordante con la Formación Arenisca Tierna en el flanco oeste , y al oeste en contacto fallado con la Formación Arenisca Dura y Planers esto debido a la inversión Tectónica producida por la falla Gámeza- Tota de componente inverso(Ver anexo F).

Imagen 15. Cuarzo areniscas y lodolitas de la Formación Guaduas



La descripción de la unidad se hace con base en la columna estratigráfica (Anexo E: columna estratigráfica C5) levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, En esta localidad, la unidad presenta un espesor de 65 metros.

Imagen 16. Contacto fallado entre la Formación Arenisca Tierna y la Formación Guaduas hacia el núcleo del sinclinal de San miguel



Litológicamente la **Formación Guaduas**, en la sección, está constituida por paquetes de lodolitas fosilíferas, Cuarzo areniscas

Las rocas terrígenas en la sección corresponden areniscas de grano medio de matriz lodosa, bien calibrada, grano soportada matriz lodosa composicionalmente constituida por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca De cemento de sílice geometría externa de las capas tabulares con estratificación interna cruzada.

Lodolitas Fosilíferas de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa plano paralela Con cemento calcáreo, Pelets.

## 8. AMBIENTES DEPOSICIONALES

Para el análisis de los ambientes de las secciones levantadas en campo, se realizaron asociaciones faciales de cada una de las secuencias al momento de realizar las columnas estratigráficas.

### 8.1 FACIES

Hace referencia a la acumulación de depósitos con características específicas que gradúan lateralmente a otras acumulaciones sedimentarias, que se han formado simultáneamente, pero con características diferentes. En el área de estudio predominan las facies marina de plataformas carbonatadas, hacia el tope las Formación Guaduas facies líticas.

**8.1.1 Formación Chipaque.** La Formación Chipaque, en la sección levantada en la carretera Iza - Cuítiva, inicia en su base con capas de calizas esparíticas, Facies calcárea (*Gpp*), intercaladas con Facies arcillosas – limosas (*Aronp*) facie heterolíticas (*IG- Lppf*) suprayaciendo tenemos una interestratificación de calizas con cristales de carbonatos de calcio, Cuarzo areniscas calcáreas (*Ao-ca*), lodolitas fosilíferas con predominio de la facie arenosa, facie heterolíticas (*IG- LApp*) estas asociaciones faciales se repiten hasta la parte media de la sección donde tenemos paquetes de areniscas silíceas (*Am - s*), se presenta un predominio de la facie arcillosa (*Aronp*) el techo donde tenemos niveles de facies arenosa (*Am - s*) al tope, en el contacto neto con la Formación Arenisca Dura y Planers (*Ksgpl*).

Imagen 17. Facies arcillosas – limosas (Lionp); (Lionp) de la Formación Chipaque



**8.1.1.2 Facies Arenosa.** Ao-ca: Cuarzo Areniscas con laminación ondulosa ligeramente calcárea. Areniscas de grano muy fino de buen calibrado, grano soportada de matriz lodosa y cemento calcáreo composicionalmente constituida por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca De cemento calcáreo

Am - s: Cuarzo arenita masiva silícea

Areniscas de grano medio a fino con gradación normal, calibrado moderado, granos, matriz lodosa, cemento silíceo, composicionalmente constituida por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca De cemento silíceo en capas subtabulares sin estructura interna.

**8.1.1.3 Facies arcillosas – limosas.** Aronp: Arcillolitas con laminación ondulosa no paralela fosilífera. Arcillolitas Fosilífera de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa plano paralela muy fisiles (shale). Presencia de horizontes delgados con nódulos de hierro, ocasionales nódulos de caliza y láminas de yeso.

Lionp: Limolitas con laminación ondulosa no paralela

Limolitas con láminas y cintas ferruginosas, color gris oscuro, láminas carbonosas. Contactos netos paralelos, laminación ondulosa no paralela.

**8.1.1.4 Facies Calcárea. Gpp – b.** Grainstone con estratificación plano paralela bioturbadas. Calizas esparíticas, muy fosilíferas, grainstone de bivalvos y equivalvos, los bivalvos epifaunales se encuentran completos y ubicados en posición vida, otros desarticulados en capas de geometría tabular calizas grano soportadas, cemento spar, carecen de lodo calcáreo; bioturbadas (madrigueras horizontales y verticales) Grainstone *Dunham (1962)*

Imagen 18. Facies Calcárea (Gpp - b) en la base de la Formación Chipaque (Ksc) orientadas N85E



**8.1.1.5 Facie Heteroolíticas.** IG- Lppf: Interestratificación de calizas bioclásticas y lodolitas con laminación plano paralela fosilíferas

IG- LApp Interestratificación calizas bioclásticas, lodolitas con laminación plano paralela y areniscas de grano fino

**8.1.1.6 Ambiente de Depósito de la Formación.** Según la asociación de facies *descritas* para la sección de la Formación Chipaque levantada en la carretera Iza – Cuítiva la asociación de facies y ambiente para la Formación Chipaque descritas por Colmenares et al 2008, quien sigue la metodología de Irwin (1965) para depósitos de plataforma en costas carbonatadas, ubicando oscilaciones en el ambiente depósito de la Formación entre la zona externa (zona X) de la plataforma y la zona de barrera (zona Y) , mostrando estas oscilaciones en el depósito variaciones en el nivel del mar con ascensos y descensos, posiblemente de carácter eustático (Colmenares et al 2008).

**8.1.2 Formación Arenisca Dura.** La Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) ,en la sección levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, inicia en su base con capas de lodolitas silíceas Facies arcillosas – limosas(LSh) , intercaladas con Cuarzo areniscas Facies arenosa(*Am*) suprayaciendo hasta la parte media de la sección tenemos una inter estratificación de cuarzo areniscas con lodolitas Facies heteroolíticas (I Ar-A op) que infrayace una capa de Facies arenosa(*Am*) , *que* está en contacto neto con una Facies arcillosas – limosas(LSh), hacia el techo de la sección tenemos un contacto entre facies arcillosas – limosas con facies arenosas bioturbadas (*Am – b*), en contacto con la Formación los Pinos

Imagen 19. Facies arenosa al tope de Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) flanco Noroeste del Sinclinal de san Miguel.



#### 8.1.2.1 Facies arenosa. Am – b: Areniscas cuarzosas masivas bioturbadas

Areniscas de grano muy fino a medio de matriz lodosa, bien calibrada, grano soportada composicionalmente constituida por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca De cemento calcáreo y de sílice presentan un armazón fosfático de tamaño arena (pellets fecales), foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y planctónicos estos en porcentajes no mayores a 10%. Geometría externa de las capas tabulares, la bioturbación es alta

AmP: Arenisca cuarzosa masiva, con fosfatos

Cuarzo areniscas fosfáticas de grano muy fino, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa terrígena parcial a totalmente fosfatizada se constituyen sedimentológicamente por pellets fecales fosfáticos, fragmentos fosfatizados de huesos de peces foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y planctónicos Geometría externa de las capas tabular

**8.1.2.2 Facies arcillosas – limosas.** LSh: Lodolitas silícea con laminación planar paralela continua y discontinua

Lodolitas silícea con laminación plana paralela discontinua, con contactos netos, la geometría tabular y de fractura concoidea Chert Tipo Flint.

Aronp: Arcillolitas con laminación ondulosa no paralela fosilíferas

Arcillolitas Fosilíferas de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa plano paralela muy fisiles (shale).

**8.1.2.3 Facies heterolíticas.** I Ar-A op: Interestratificaciones arcillolita – cuarzo arenisca ondulosa paralela continua y discontinua

Imagen 20. Areniscas cuarzosas masivas bioturbadas (Am – b) Icnofósiles característicos del techo de la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl); thalassinoides



**8.1.2.4 Ambiente de Depósito de la Formación.** Según la asociación de facies *descritas* para la sección de la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, se correlaciona con la asociación de facies y ambiente para la formación Planers descritas Colmenares et al 2008, quien sigue la metodología de Irwin (1965) para depósitos de plataforma en costas carbonatadas, ubicando el ambiente depósito de la formación en una plataforma marina, por debajo de la acción de las olas (plataforma externa) en un medio tranquilo que permitió la depositación de rocas finas laminadas, arenitas de cuarzo, capas de Chert, alguna capa delgada de caliza y con la presencia de foraminíferos y pellets fosfáticos. Hacia la parte más alta de la sección al igual que lo descrito por Colmenares et al 2008.

Parece iniciarse un ambiente menos tranquilo evidenciado por la presencia de Cuarzo areniscas y lodolitas fosilíferas que suprayace la Formación Labor y Pinos (Colmenares et al 2008)

**8.1.3 Formación Labor – Pinos..** La Formación Labor y Pinos, en la sección levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, inicia en su base con capas de arcillolita fosilífera laminadas con concreciones (Aronp – f), luego 2 calizas esparíticas fosilíferas facies calcáreas (Pm), y de arcillolita fosilífera con laminación plano paralela Facies arcillosas – limosas (Aronp – f). Intercalaciones de Arcillolitas fosilíferas en capas delgadas con de Limolitas Facies heteroolíticas (IA-Li). Prosiguen intercalación de calizas esparíticas fosilíferas con equinodermos, y arcillolita Fosilífera muy fisil, facies heteroolíticas (IP-Af), luego se presenta una intercalación de arcillolita fosilífera con cuarzo arenisca de grano fino de matriz lodosa Facies heteroolíticas (IA-A), al techo de la sección tenemos de arcillolita con concreciones Facies arcillosas – limosas (Aronp – f) y al tope la sección las lodolitas presentan laminación lenticular y bioturbación Facies arcillosas – limosas en contacto con la Formación Arenisca Tierna

Imagen 21. Capas de arcillolitas fosilíferas laminadas con concreciones (Aronp – f), de la Base de la Formación labor y pinos.



**8.1.3.1 Facies arenosas.** Ap: Areniscas cuarzosas con estratificación paralela. Areniscas de grano muy fino a medio, de buen calibrado, grano soportadas de matriz lodosa cemento de sílice, composicionalmente se constituyen por Cuarzo = 95%, Feldespatos = 0%, Fragmentos de roca = 5%, Cuarzo arenisca con Geometría externa de las capas subtabulares.

**8.1.3.2 Facies arcillosas – limosas.** Aronp - f: Arcillolitas con laminación ondulosa no paralela fosilífera. Arcillolitas Fosilíferas de grano muy fino, lodo soportadas con laminación interna ondulosa plano paralela con cemento calcáreo, Pelets, foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y concreciones.

Imagen 22. Facies arcillosas – limosas (Aronp – f) con laminación flaser en la formación Labor y Pinos.



**8.1.3.3 Facies calcárea.** Pm: Packstone macizo. Calizas esparíticas fosilíferas (bioesparitas Folk (1959, 1962)) de bivalvos y ostreidos de tamaño arena fina, matriz de lodo calcáreo Los bivalvos y ostreidos desarticuladas, fragmentados (1 valva) con textura packstone según Dunham (1962), capas medias de geometría externa tabular y contactos neto planar; internamente sin estructura.

Gm: Grainstone macizo

Calizas micríticas fosilíferas (biomicrita Folk (1959, 1962)) de foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*), arenosas y con textura Dunham (1962) grainstone.

#### **8.1.3.4 Facies heteroolíticas**

IA-Li: Interestratificaciones de arcillolitas con limolitas

IP-Af: Interestratificaciones de Packstone con Arcillolitas fosilíferas

IA-A: Interestratificaciones de Arcillolitas con cuarzo arenisca

Arcillolita fosilífera interestratificada con cuarzo arenisca de grano fino de matriz lodosa

Imagen 23. Facies heteroolíticas (IA-A) (IP-Af) en la Formación Labor y Pinos.



**8.1.3.5. Ambiente de Depósito de la Formación.** Según la asociación de facies *descritas* para la sección de la Formación Labor y Pinos (Ksgp) levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá se correlaciona con la asociación de facies y ambiente para la formación Labor y Pinos descritas Colmenares et al 2008, quien sigue la metodología de Irwin (1965) para depósitos de plataforma en costas carbonatadas, Ubicando el ambiente depósito de la base de la sección de la formación en una plataforma externa de aguas tranquilas por debajo de la acción de las olas (Zona X), y la parte media hasta el tope de la secuencia en zona de barrera, turbulenta bajo la acción del oleaje (Zona Y). En contacto con la Formación Arenisca tierna (Colmenares et al 2008).

**8.1.4 Formación Arenisca Tierna.** La Formación Arenisca Tierna, en la sección levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá su base con lodolitas, Facies arcillosas – limosas (Lonp) intercalada con una secuencia de cuarzo arenisca fosfática de grano medio en estas arenas fosfáticas se registraron fragmentos de un diente de un organismo perteneciente al género *Serratolamna*

serrata (AmP) y areniscas (Am-G), y láminas de lodolitas , facies heteroolíticas(I A-Li Pnp) , lodolita compacta , Facies arcillosas – limosas (Lonp), una interestratificación de arenisca y lodolita facies heteroolíticas (I A-Li Pnp) ,lodolitas y areniscas gradacionales , facies heteroolíticas , hacia el tope tenemos Facies de areniscas gradacionales de grano fino a medio con laminación plano paralela(*App-bf*) en el tope de la Columna tenemos una facie calcárea interestratificación de lodolitas en mínima proporción , en el tope de la sección tenemos de interestratificación de areniscas y lodolitas facies heteroolíticas (I A-Li Pnp) , llegando a el contacto con la Formación Guaduas tenemos unas Facies arenosas , en contacto con la formación que la suprayace.

#### 8.1.4.1 Facies arenosas. AmP: Arenita cuarzosa masiva, con fosfatos

Cuarzo areniscas fosfáticas de grano fino a medio, grano soportadas de matriz lodosa terrígena fosfatizada se constituyen por pellets fecales fosfáticos, fragmentos fosfatizados de huesos de peces foraminíferos bentónicos (*Orthokarstenia ewaldi*) y planctónicos. Geometría externa de las capas tabular.

Imagen 24. Facies arenosa (AmP), donde se registra el espécimen de diente de tiburón de la especie *SerratolamGna serrata*.



App-bf: Arenita cuarzosa con estratificación plano paralela bioturbada fosilífera  
Cuarzo areniscas bioturbadas de grano fino a medio con granos subredondeados de buen calibre, grano soportada de matriz arcillosa y cemento silíceo, compacta, capas plano paralelas, con estratificación interna ondulada a masiva, con alto contenido de foraminíferos(*Orthokarstenia ewaldi*). Bioturbadas.

Am-G: Areniscas cuarzosas masivas con glauconita

Cuarzo areniscas Glauconíticas de grano medio, redondeados, de buen calibre, grano soportada con matriz areno arcillosa, poco cohesivas, con contenido de lítico opacos y cristales minerales de glauconita.

Imagen 24. Facies arenosas (Am-G), (App-bf) de la Formación Arenisca Tierna.



**8.1.4.2 Facies arcillosas – limosas.** Lonp: Lodolita silícea con laminación ondulosa no paralela

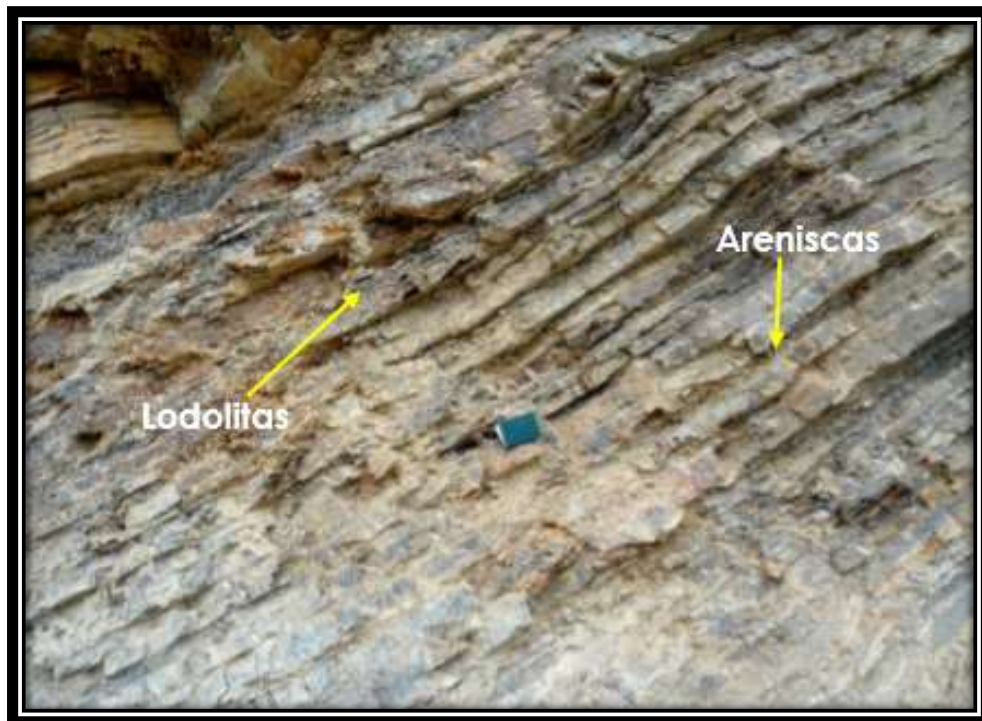
### **Limolitas silíceas**

Aronp-F: Arcillolita con laminación ondulosa no paralela continua y discontinua  
Fosilíferas

Arcillolitas Fosilíferas

### **8.1.4.3 Facies heteroolíticas. I A-Li Pnp Intercalaciones Lodolita – Arenisca con laminación planar no paralela continua**

Imagen 25. Facies heteroolíticas (I A-Li Pnp) hacia el techo de la Formación Arenisca Tierna.



**8.1.4.4 Ambiente de Depósito de la Formación.** Según la asociación de facies *descritas* para la sección de la Formación Arenisca Tierna levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, se correlaciona con la asociación de facies y ambiente para la formación Arenisca Tierna descritas por Colmenares et al 2008, Ubicando el ambiente depósito de la base de la sección de la formación

en un ambiente de isla barrera facies arenosa hay un cambio transicional a un ambiente de circulación restringida dentro de una salubre. Facies limosas lodosas. Se produce luego un evento transgresivo que da origen a la depositación de facies arenosas con características de ambientes de depósito de isla barrera con un nivel intermedio que marca una subsidencia de la cuenca y consecuente progradación representada por facies lodo arcillosas de la parte media, donde se apreció la influencia de corrientes mareales concluyendo con un evento transgresivo que dio origen a la depositación de facies areníticas de un ambiente de frente de playa. (Colmenares et al 2008)

Estas facies reflejan la depositación de la formación Arenisca Tierna en un ambiente transicional, durante la progradación de una línea donde se logran apreciar algunos eventos transgresivos hacia el tope de la unidad. (Colmenares et al 2008)-

**8.1.5 Formación Guaduas.** La Formación Guaduas, en la sección levantada por la Quebrada Chiguata vía antigua escuela Chiguatá, inicia presenta un predominio de paquetes potentes de lodolitas fosilíferas, Facies arcillosas – limosas, debido a que no se levantó la sección completa

**8.1.5.1. Facies arcillosas – limosas.** Lonp -F: Lodolita con laminación ondulosa no paralela continua y discontinua

Lodolitas Fosilíferas

**8.1.5.2 Ambiente de Depósito de la Formación.** Las Facies arcillosas – limosas, indica que la Formación Guaduas se depositó inicialmente en un ambiente de lagunas detrás de una isla de barrera, donde se originaron sedimentos limo-arcillosos en una llanura mareal hacia la parte inferior de la unidad (Colmenares et al 2008)

## 9. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Al no ser el componente estructural uno de los objetivos del presente estudio no se profundizara en este aspecto pero se dejaran planteadas las interrogantes para próximos estudios en la zona.

En la zona de estudio, se observa un estilo estructural predominantemente compresivo, estructuras de extensión regional como el anticlinal del Picacho o de Iza, el Sinclinal de San Miguel, el Anticlinal de Cuítiva o de Canoas (Colmenares, 2008).

Se evidencio como rasgos principales La falla de Gámeza - Tota (Colmenares, 2008), La Falla de San Miguel (Colmenares, 2008) o Falla de Diágota.

### 9.1 SINCLINAL DE SAN MIGUEL

Haciendo una revisión a los estudios geológicos realizados (Ulloa et al., 1998 y Monsalve et al., 2011) en la zona encontramos incongruencias en la información contenida. Una de las incongruencias de tipo estructural que allí se presenta es el sinclinal de San Miguel al Este de la cabecera municipal de Iza, el cual es considerado como un sinclinal simétrico según la cartografía geológica, pero su eje está representado como un anticlinal invertido. Cuando la realidad es que se trata de una estructura sinclinal con su flanco Este claramente invertido, y truncado por una falla de cabalgamiento con dirección N15°E, estructura que cabalga unidades del Turoniano temprano al Este sobre unidades del Maastrichtiano- Paleógeno al Oeste.

El **sinclinal de San Miguel** presenta un eje con dirección de N 30° E / 79°SE, debido a que está afectado por un sistema de fallas en su parte oriental, en la zona de

estudio. En el núcleo del sinclinal aflora la Formación Guaduas, y en flanco, oeste aflora la secuencia normal (Formación Chipaque, Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl), Formación Labor y Pinos, Formación arenisca tierna y la Formación Guaduas en el núcleo), el flanco oeste no aflora producto de la falla de retro cabalgamiento que afecta la zona.

## **9.2 ANTICLINAL DE IZA**

El **Anticlinal de Iza** presenta un eje con dirección de N 21° E / 88°SE, limitado por las fallas de Gámeza (al occidente) y de San Miguel (al oriente). su eje corre paralelo al del sinclinal de San Miguel, en el núcleo del anticlinal aflora la Formación Chipaque (Ksc), y en los flancos la secuencia ( Formación Guaduas, Formación Arenisca tierna , Formación Labor y Pinos , Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) , Formación Chipaque (Ksc)en el núcleo )

El **Anticlinal de Iza** presenta un eje con dirección de N 21° E / 88°SE; en su flanco occidental presenta buzamientos de 25°SW, diferentes de los de su flanco oriental que presenta buzamientos de 45°SE un poco más altos debido a que este flanco se ve afectado por la falla de San Miguel.

## **9.3 FALLA DE GÁMEZA – TOTA**

Ubicada en el flanco oriental del sinclinal de San Miguel. Esta es interpretada como una falla de Cabalgamiento, debido a la presencia de fuerzas compresivas que actúan perpendiculares a la traza de falla y a su ángulo pequeño de buzamiento; esta falla, afectó el flanco oriental del sinclinal de San Miguel, levantando los estratos del mismo, por encima del plano de falla que tiene una orientación de N27E/65°NW; de manera que los estratos más antiguos se instalaron sobre los estratos más jóvenes.

Imagen 26. Flanco noreste de la cuchilla de Diágota, donde se observa el paso de la falla Gámeza – Tota.



## 10. CONCLUSIONES

Se identificaron cinco formaciones geológicas que se identifican y se diferencian según las siguientes características:

La **Formación Chipaque (Ksc)** edad Turoniano temprano – Santoniano según Hubach, E (1957); aflora en la base del bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando el núcleo del sinclinal de Iza, y formando el flanco nor oeste del sinclinal de Sanmiguel. Una sección del flanco sur del sinclinal de san miguel en el bloque colgante de la falla Gámeza- Tota formando el flanco sur este del el anticlinal de Diágota.

Litológicamente la **Formación Chipaque (Ksc)** en el área de estudio, está constituidas por niveles de calizas esparíticas fosilíferas, paquetes de Arcillolitas Fosilíferas, Limolitas, fusolita y en menor proporción Cuarzo areniscas silíceas.

El ambiente de depositación de la **Formación Chipaque (Ksc)** se Ubica entre la zona externa (zona X) de la plataforma y la zona de barrera (zona Y), mostrando variaciones en el nivel del mar.

La **Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl)** Se encuentra estratigráficamente supra yaciendo la **Formación Chipaque (Ksc)** en contacto concordante, aflora en la Base del bloque colgante de la falla de Gámeza- Tota formando el núcleo de los anticlinales de Diágota y Canoas, y en el bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando los en lo que corresponde a los flancos del anticlinal de iza y los flanco del sinclinal de san miguel.

Litológicamente la **Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl)**, en la sección, está constituidas por lodolitas Silíceas, Arcillolitas Fosilíferas, algunos niveles de

Cuarzo Areniscas, Areniscas Fosfáticas, como mineral accesorio glauconita

El ambiente de depositación de la **Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl)** se ubica en una plataforma marina, por debajo de la acción de las olas en un medio tranquilo Plataforma Externa.

La **Formación Labor y Pinos** encuentra estratigráficamente supra yaciendo a la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl), aflora en la Base del bloque colgante de la falla de Gámeza- Tota formando el flanco nor este del anticlinales de Diágota y en el bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando los en lo que corresponde a los flanco Noroeste del anticlinal de Iza y flanco Noroeste del sinclinal de San Miguel en contacto concordante con la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) .La **Formación Labor y Pinos** no es observable en el anticlinal de Diágota debido a una falla inversa que afecta esa zona.

Litológicamente la **Formación Labor y Pinos**, en la sección, está constituidas por Arcillolitas Fosilíferas, e intercalaciones de Calizas esparíticas fosilíferas, calizas micrita fosilífera, Cuarzo Areniscas de matriz arcillosa.

El ambiente de depositación de la **Formación Labor y Pinos** hacia su base se ubica en una plataforma externa de aguas tranquilas por debajo de la acción de las olas (Zona X), y la parte media hasta el tope de la secuencia en zona de barrera, turbulenta bajo la acción del oleaje (Zona Y).

La **Formación Arenisca tierna** se encuentra estratigráficamente supra yaciendo La Formación Labor y Pinos (Ksgp) e infrayaciendo la Formación Guaduas, Aflora en la base del bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando el flanco sureste del sinclinal de San Miguel y el anticlinal de Iza, y en el bloque colgante de la falla de Gámeza- Tota en el anticlinal de Diágota no aflora producto de la falla inversa y a los procesos erosivos.

Litológicamente la **Formación Arenisca Tierna**, en la sección, está constituida principalmente por, Cuarzo areniscas bioturbadas, Cuarzo areniscas glauconíticas, Cuarzo areniscas Fosfáticas, y en menor proporción Limolitas silíceas y Arcillolitas Fosilíferas.

El ambiente de depositación de la **Formación Arenisca Tierna** se ubica en un ambiente transicional, durante la progradación de una línea donde se evidencian algunos eventos transgresivos hacia el tope de la unidad.

La **Formación Guaduas** se encuentra estratigráficamente supra yaciendo a la Formación Arenisca Tierna, aflora en el bloque yacente de la falla de Gámeza- Tota formando los en lo que corresponde al flanco Noroeste del anticlinal de Iza y núcleo del sinclinal de San Miguel en contacto concordante con la Formación Arenisca Tierna en el flanco oeste, y al oeste en contacto fallado con la Formación Arenisca Dura y Planers (Ksgpl) esto debido a la inversión tectónica producida por la falla Gámeza- Tota de componente inverso.

Litológicamente la **Formación Guaduas**, en la sección, está constituida por paquetes de lodolitas fosilíferas, Cuarzo areniscas

El ambiente de deposición de la **Formación Guaduas** indica que la Formación se depositó inicialmente en un ambiente de lagunas detrás de una isla de barrera, donde se originaron sedimentos limo-arcillosos en una llanura mareal hacia la **parte inferior de la unidad**.

## BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, B. & SARMIENTO, R. 1944. Informe geológico general sobre los yacimientos de hierro, carbón y caliza de la región de Paz de Río, Departamento de Boyacá.-Informe No. 468, Servicio Geológico Nacional, Bogotá.

BATURIN, G.N. 2003. Lithology and Mineral Resources.

CAMPBELL, C.V. 1967. Lamina, laminaset, bed and bedset. - *Sedimentology* 8: 7-26, Oxford.

COLMENARES, F. 2008. Secciones estructurales admisible en el sector comprendido entre Suesca y Sogamoso, cuenca de la cordillera oriental. ANH,

CRUZ GUEVARA, L. E. & CABALERO, V. M. 2003. Manual de laboratorio de petrología sedimentaria: Guía para la descripción de rocas terrígenas en el terreno: Parte Composicional. Publicaciones UIS.

CRUZ GUEVARA, L. E. & MIER, R. 2014. Geología de Campo de rocas sedimentarias, guía de campo 1.Publicaciones UIS.

DUNHAM, R. 1962. Classification of carbonate rocks according to their depositional texture. Ham. W.E., ed. *Classification of Carbonate Rocks*, p. 108-121. AAPG Memoir 1. Tulsa

ETAYO-SERNA, F. 1985. Metodología de trabajo del Proyecto Cretácico. Proyecto Cretácico, 1-13p. Bogotá

ETAYO-SERNA, F. 1969. Contornos sucesivos del Mar Cretáceo en Colombia.

Bogotá.

FABRE, A. 1985. Dinámica de la sedimentación Cretácica en la región de la Sierra Nevada del Cocuy (Cordillera Oriental de Colombia).- Proyecto Cretácico, Publicaciones Geológicas Especiales del Ingeominas 16(XIX): 1-20. INGEOMINAS, Bogotá.

FOLK, R. L, 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co. 74 p. Austin, Texas.

FOLLMI, K.B.; GARRISON, R.E.; RAMIREZ, P.C.; ZAMBRANO, F.; KENNEDY, W.J. & LEHNER, B.L. 1992. Cyclic phosphaterich successions in the upper Cretaceous of Colombia. - Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 93: 151 - 182, Amsterdam

FOLLMI, K.B, 1996. The phosphorus cycle, phosphogenesis and marine phosphate-rich deposits. – Earth Science Reviews, 40, 55-124.

GUERRERO, J.; SARMIENTO, G. 1996. Estratigrafía física, Palinológica, Sedimentológica y Secuencial del Cretácico Superior y Paleoceno del Piedemonte Llanero.

GUARIN. H. 2011. Análisis estratigráfico, petrográfico y geoquímico de los episodios fosfáticos de la parte inferior y media del grupo Guadalupe en el sector central de la cordillera oriental, Colombia.

HETTNER, A. 1982. Die Kordillere von Bogotá. Paternans Mitteil Eng., 22 (104) 131p.

HUBACH, E., 1931 a. Geología Petrolífera del Departamento del Norte de

Santander. Serv. Geol. Nal., Informe 176. Bogotá.

HUBACH, E., 1931 b. Exploración en la región de Apulo-San Antonio-Viotá. Bol. Min. Petr., (27-27):41-60. Bucaramanga.

HUBACH, E., 1957. Estratigrafía de la sabana de Bogotá y alrededores. Servicio geológico nacional, Boletín geológico 5(2):93-112.

INGRAM, R.L. 1954. Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks. - Geological Society of America, Bulletin 65: 937-938, Boulder.

KRUMBEIN, W. C., GARRELS, R. M. y SLOSS, L. L., 1969. Estratigrafía y sedimentación

MONSALVE, M. L, ROJAS, N. R., VELANDIA F. P., Pintor, I. MARTINEZ, L.F. 2011. Caracterización geológica del cuerpo volcánico de Iza, Boyacá – Colombia. 33 (1)

OSORNO, J. F. 1994. Estratigrafía y ambientes de depósito de la secuencia regresiva localizada al noreste de Sogamoso. Tesis grado, U. Caldas. Manizales, 102 p...

PÉREZ, G.; SALAZAR, A. 1978. Estratigrafía y Facies del Grupo Guadalupe. U. Nal., Geol. Col., (10):1- 85. Bogotá

PETTIJOHN, F. P.; POTTER, P. E. y SIEVER, R. 1973. Sand and sandstones. Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 618 p.

PUFAHL P.; GRIMM, K.; ABED, A.; SADAQAH, R. 2003. Upper cretaceous (Campanian) phosphorites in Jordan: implications for the formation of a south Tethyan phosphorite giant. Sedimentary Geology 161: 175-205

REINECK, H., SINGH, I. 1980. Depositional sedimentary environments, with reference to terrigenous clastics. Springer-Verlag. Berlín, 549p. 1962.

RENZONI, G. 1963. Apuntes acerca de la litología y tectónica de la zona al este y sureste de Bogotá.- Boletín Geológico 10(1- 3): 59-79. Servicio Geológico Nacional, Bogotá.

ROSERO, A. J. 1996. Análisis estructural tridimensional del sistema de fallamiento y plegamiento al sur de Sogamoso, Boyacá, Colombia. Tesis Grado, U. Nal. Santa Fe de Bogotá.

SARMIENTO, G. 1994. Visión regional de la Formación Guaduas.- Publicaciones Geológicas Especiales 20: 165-180. INGEOMINAS, Bogotá.

TAYLOR, J. 1950. Pore-space reduction in sandstones. American Association Petroleum Geologist, Bulletin 34: 701-715.

TRAPPE, J., 2001. A nomenclature system for granular phosphate rocks according to depositional texture. – Sedimentary Geology, 145, 135-15

TORRES, M. P. 1994. Estratigrafía secuencial de las sedimentitas de la Formación Une, en el sector oriental del departamento de Boyacá, municipios de Beteitiva, Pesca y Aquitania. Tesis Grado, U. Nal. Bogotá.

ULLOA, C., RODRIGUEZ, E., ESCOBAR, R., 1973. Mapa Geológico escala 1:100.000 de la Plancha 192, Laguna de Tota. Mapa preliminar inédito, INGEOMINAS, Bogotá.

ULLOA, C., RODRIGUEZ, E, 1979. Geología del Cuadrángulo K-12, Guateque.- Boletín Geológico 22(1): 1-55, Ingeominas, Bogotá.

ULLOA, C., RODRIGUEZ, E., Escobar, R., 1998. Geología de la plancha 192, laguna de tota, INGEOMINAS.

ULLOA, C., RODRIGUEZ, E., FUQUEN, J., ACOSTA, J., 2001. Geología de la plancha 192, laguna de tota, memoria explicativa. INGEOMINAS.

VAN DER HAMMEN, T. 1957. Estratigrafía Palinológica de la Sabana de Bogotá (Cordillera Oriental de Colombia).Ingeominas, Bol. Geol., 5(2): 189-203.Bogotá.

VERGARA, L. E.; RODRÍGUEZ, G. A. 1996. Consideraciones sobre Petrografía y Diagénesis de los Grupos Guadalupe (Cordillera Oriental) y Palmichal (Piedemonte Llanero). U. Nal., Geol. Col., (21).

VIDAL, G. F.; PARRA, J. M. 1991. Cartografía Geológica y análisis estructural del Anticlinal de Tota. Tesis Grado, U. Nal. Bogotá.

WENTWORTH, C. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. - The Journal of Geology 30: 377-392, Chicago.







## ANEXO D. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA C4 DE LA FORMACIÓN ARENISCA TIERNA

COLUMNA C3. FORMACIÓN LABOR Y PINOS																							
Bastión de Jacobo	Litología	Forma externa y estructuras sedimentarias internas	Tamaño de Grano	Estructura sedimentaria	Distribución fósil	Constituyentes químicos	Distribución icnológico	Color	Porcentaje de Inclusiones	Laminación	Estratificación	Rendimiento	Cementación	Empuje de arco	Accesorios	Dureza	Facies	Ambiente	Ejemplos	Estratificación	Foto	Comentarios	
																							Medio



## ANEXO F. MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE TRABAJO

