



# **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS Y AMBIENTALES

## **TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de Ingeniero Geólogo

### **Petrotectónica y Bioestratigrafía de las areniscas del Grupo Azúcar al suroeste del Ecuador**

Realizado por:

**Clelia Isabel Naranjo Freire**

**Director**

Ing. Marco Tinoco Espinoza

Guayaquil, Ecuador

2011

**TRIBUNAL EXAMINADOR EN LA SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE LA  
TESIS**

---

Ing. José Veloz Pin  
Presidente del Tribunal

---

Ing. Celso Cárdenas Arévalo  
Miembro del Tribunal

---

Ing. Geol. Ítalo Zambrano Alcívar  
Miembro del Tribunal

---

Abg. Jorge Solórzano Cabezas  
Secretario de la Facultad

## DEDICATORIA

A mis padres, que incondicionalmente  
me han dado **SIEMPRE**  
su apoyo, confianza y estima  
**Ellos son los héroes de nuestros logros.**

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por darme vida, salud, sabiduría y don de ciencia a cada instante.

A la **Universidad de Guayaquil**, Facultad de Ciencias Naturales, por haberme brindado la oportunidad de tener un futuro mejor.

A **EP-PETROECUADOR** por permitirme desarrollar la tesis por medio del convenio existente con la Universidad de Guayaquil.

A los Directivos del **CENTRO DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS DE GUAYAQUIL** en especial al Ing. Rafael Torres Constante por su apoyo, colaboración, sugerencias durante la realización de este estudio.

Al Ing. Marco Tinoco Director de esta tesis por sus sugerencias y presentación.

Un reconocimiento muy especial a la Dra. Martha Ordoñez por su apoyo, solidaridad y sugerencias en la realización del Capítulo III que corresponde a **BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOECOLOGÍA**.

A la Ing. Xiomara Coello, por la toma de fotografías de foraminíferos. Al Sr. Julio Vera por la preparación de las láminas delgadas y al Sr. Stalin Veliz por la preparación de las muestras de foraminíferos.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>Págs.</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b>	
I.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
I.1.1 Objetivo General	3
I.1.2 Objetivos específicos	3
I.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
I.2.1 Acceso	6
I.2.2 Actividad de la Población	6
I.2.3 Clima y Vegetación	7
I.2.4 Relieve e Hidrografía	8
I.3 METODOLOGÍA DE ESTUDIO	9
I.4 MARCO GEOLOGICO	13
I.5 ESTUDIOS ANTERIORES DEL GRUPO AZÚCAR	19
<b>CAPITULO II: CARACTERISICAS DE LAS ARENISCAS TURBIDITICAS DE AZÚCAR</b>	
La Secuencia de Bouma: conceptos básicos	22
II.1 CARACERÍSTICAS DE LAS ARENISCAS Y CONGLOMERADOS AZÚCAR EN LOS ACANTILADOS PLAYAS	25
Afloramiento	25
Análisis Petrográfico	30

II.2 CARACTERISTICAS DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN ZAPOTAL SUR	34
Afloramiento	34
Análisis Petrográfico	34
II.3 CARACTERISTICAS DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN ZAPOTAL NORTE	39
Afloramiento	39
Análisis Petrográfico	41
II.4 CARACERISTICAS DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN ZAPOTAL OESTE	45
Afloramiento	45
Análisis Petrográfico	48
II.5 CARACTERISTICA DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN LOS CAMPOS PETROLEROS DE ANCÓN Y SANTA PAULA.	54
<b>CAPITULO III: BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOECOLOGÍA</b>	
III.1 BIOESTRATIGRAFÍA	58
III.1.1 Generalidades	58
III.1.2 Resultados de los análisis micropaleontológicos	59
III.2 PALEOECOLOGÍA	66
III.2.1 Generalidades	66
III.2.2 Resultados Parciales	68
<b>CAPITULO IV: PROCEDENCIA TECTÓNICA DE DEPOSITACIÓN DE LAS ARENISCAS AZÚCAR (PETROTECTÓNICA)</b>	
Procedencia tectónica de las areniscas: conceptos básicos.	69

IV.1 PROCEDENCIA TECTÓNICA DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN EL AFLORAMIENTO ACANTILADOS PLAYAS.	78
IV.2 PROCEDENCIA TECTÓNICA DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN EL AFLORAMIENTO ZAPOTAL SUR.	83
IV.3 PROCEDENCIA TECTÓNICA DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN EL AFLORAMIENTO ZAPOTAL OESTE.	88
IV.4 PROCEDENCIA TECTÓNICA DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN EL AFLORAMIENTO ZAPOTAL NORTE.	93
IV.5 PROCEDENCIA TECTÓNICA DE DEPOSITACIÓN DE LAS ARENISCAS AZÚCAR DE LOS CAMPOS PETROLEROS ANCÓN Y SANTA PAULA.	98
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
V.1 SECUENCIAS TRUNCADAS DE BOUMA EN LAS ARENISCAS AZÚCAR.	103
V.2 PEROGRAFÍA DE LAS ARENISCAS AZÚCAR RICAS EN CUARZO.	104
V.3 PROCEDENCIA DE OROGENIA RECICLADA DEL TIPO COLISIÓN DE OROGENIA PARA LAS ARENISCAS AZÚCAR.	107
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
VI.1 CONCLUSIONES.	116
VI.2 RECOMENDACIONES	118
<b>CAPITULO VII: REFERENCIAS</b>	119

## ILUSTRACIONES

### INDICE DE FIGURAS.

Fig. 1.- Litoestratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes de las formaciones de la Península de Santa Elena (Ordoñez et al., 2006).	2
Fig. 2.- Mapa de ubicación del área de estudio.	5
Fig. 3.- Elementos tectónicos principales y cuencas del suroeste del Ecuador y noreste del Perú (Rafael Aguilar et al., 2001).	14
Fig. 4.- Secuencia turbidítica teórica de Bouma (1962).	23
Fig. 5.- Tipos de secuencias, según Bouma (1962).	24
Fig. 6.- Forma hipotética del cono de deyección de una corriente de turbidez y de la distribución de la secuencia Bouma (1962).	25
Fig. 7.- Serie de Bouma – Acantilados Playas (Secuencia Truncada Ta, Tb y Te).	27
Fig. 8.- Serie de Bouma – Acantilado Playas (Secuencia Truncada Ta y Tb).	28
Fig. 9.- Conglomerado del afloramiento acantilados de Playas.	29
Fig. 10.- Láminas delgadas de areniscas de los Acantilados de Playas.	32
Fig. 11.- Clasificación petrográfica de las areniscas Azúcar en los acantilados de Playas.	33
Fig. 12.- Láminas delgadas de areniscas del afloramiento Zapotal Sur.	37
Fig. 13.- Clasificación petrográfica de las areniscas Azúcar en Zapotal Sur.	38
Fig. 14.- Arenisca del afloramiento Zapotal Norte.	39



Fig. 15.- Lutita del afloramiento Zapotal Norte.	40
Fig. 16.- Láminas delgadas de areniscas Zapotal Norte.	43
Fig. 17.- Clasificación petrográfica de las areniscas Azúcar en Zapotal Norte.	44
Fig. 18a.- Areniscas del afloramiento Zapotal Oeste.	46
Fig. 18b.- Interestratificación con limolita.	46
Fig. 18c.- Arenisca con estratificación cruzada.	47
Fig. 18d.- Orientación de estratos en la arenisca.	47
Fig. 19.- Secuencia Truncada de Bouma (Ta y Tb) en el afloramiento Zapotal Oeste.	48
Fig. 20a.- Láminas delgadas de areniscas Zapotal Oeste.	51
Fig. 20b.- Láminas delgadas de areniscas Zapotal Oeste.	52
Fig. 21b.- Clasificación petrográfica de las areniscas Azúcar en Zapotal Oeste.	53
Fig. 22.- Clasificación petrográfica de las areniscas Azúcar de los campos petroleros Ancón y Santa Paula.	57
Fig. 23.- Foraminífero <i>Bathysiphon eocénica</i> (Paleoceno al Eoceno).	60
Fig. 24.- Foraminífero <i>Bathysiphon gerochi</i> (Cretácico Tardío al Paleoceno).	60
Fig. 25.- Foraminífero <i>Haplophragmoides eggeri</i> (Cretácico Tardío al Paleoceno Tardío).	61
Fig. 26.- Foraminífero <i>Haplophragmoides walteri</i> (Cretácico Tardío-Eoceno).	62
Fig. 27.- Foraminífero <i>Thalmanammia subturbinata</i> (Cretácico Tardío-	

Paleógeno).	62
Fig. 28.- Foraminífero <i>Reticulophragmoides sp.</i> (Cretácico Tardío-Eoceno).	63
Fig. 29.- Foraminífero <i>Trochammina sp.</i> (Cretácico Tardío-Eoceno).	64
Fig. 30.- Tendencia en batimetría y contenido fósil de sedimentos desde la plataforma a fondos abisales.	68
Fig. 31.- Ambiente deposicional tectónico de las areniscas Dickinson, 1986).	70
Fig. 32.- Diagrama de componentes esenciales de la arenisca Azúcar en los acantilados de Playas.	80
Fig. 33.- Diagrama de componentes monocristalinos y policristalinos de la arenisca Azúcar en los acantilados de Playas.	81
Fig. 34.- Diagrama de componentes líticos policristalinos de la arenisca Azúcar en los acantilados de Playas.	82
Fig. 35.- Diagrama de componentes esenciales de la arenisca Azúcar de Zapotal Sur.	85
Fig. 36.- Diagrama de componentes monocristalinos y policristalinos de la arenisca Azúcar de Zapotal Sur.	86
Fig. 37.- Diagrama de componentes líticos policristalinos de la arenisca Azúcar de Zapotal Sur.	87
Fig. 38.- Diagrama de componentes esenciales de la arenisca Azúcar en Zapotal Oeste.	90
Fig. 39.- Diagrama de componentes monocristalinos y policristalinos de la arenisca Azúcar en Zapotal Oeste.	91

Fig. 40.- Diagrama de componentes líticos policristalinos de la arenisca Azúcar en Zapotal Oeste.	92
Fig. 41.- Diagrama de componentes esenciales de la arenisca Azúcar en Zapotal Norte.	95
Fig. 42.- Diagrama de componentes monocristalinos y policristalinos de la arenisca Azúcar en Zapotal Norte.	96
Fig. 43.- Diagrama de componentes líticos policristalinos de la arenisca Azúcar en Zapotal Norte.	97
Fig. 44.- Diagrama de componentes esenciales de la arenisca Azúcar de los campos Ancón y Santa Paula.	100
Fig. 45.- Diagrama de componentes monocristalinos y policristalinos de la arenisca Azúcar de los campos Ancón y Santa Paula.	101
Fig. 46.- Diagrama de componentes líticos policristalinos de la arenisca Azúcar de los campos Ancón y Santa Paula.	102
Fig. 47.- Componentes esenciales de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador.	106
Fig. 48.- Componentes líticos de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador.	107
Fig. 49.- Diagrama de componentes esenciales de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador.	109
Fig. 50.- Diagrama de componentes monocristalinos y policristalinos total de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador.	110
Fig. 51.- Diagrama de compones líticos policristalinos de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador.	111

- Fig. 52.- Modelo tectónico del Cretácico al Eoceno Tardío en el suroeste del Ecuador (Kerr et al, 2002). 113
- Fig. 53.- Modelo tectónico del Cretácico Tardío al Paleoceno Terminal en el suroeste del Ecuador (Jaillard et al, 1995). 115

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Ubicación de los afloramientos Azúcar en Zapotal: Sur, Norte y Oeste (provincia Península de Santa Elena).	4
Tabla 2.- Distribución de las muestras de los afloramientos del Grupo Azúcar.	12
Tabla 3.- Los componentes esenciales de las areniscas Azúcar en los acantilados de Playas.	31
Tabla 4.- Los componentes esenciales de las areniscas Azúcar en Zapotal Sur.	36
Tabla 5.- Los componentes esenciales de las areniscas Azúcar en Zapotal Norte.	42
Tabla 6.- Los componentes esenciales de las areniscas Azúcar en Zapotal Oeste.	50
Tabla 7.- Descripción de las areniscas Azúcar de los campos Ancón y Santa Paula en la Península de Santa Elena.	54
Tabla 8.- Componentes esenciales de la arenisca Azúcar en núcleos de pozos de los campos Ancón y Santa Paula.	56
Tabla 9.- Distribución de muestras de rocas para análisis bioestratigráfico de Playas y Zapotal (afloramientos Sur, Oeste y Norte).	59
Tabla 10.- Distribución estratigráfica de los foraminíferos bentónicos del Grupo Azúcar de los acantilados Playas.	65
Tabla 11.- Énfasis de procedencia en los diagramas triangulares (después de Dickinson, 1979).	71

Tabla 12.- Composición de las areniscas y su ambiente tectónico de depositación (después de Dickinson, 1979).	77
Tabla 13.- Componentes de la arenisca Azúcar en el afloramiento Playas.	79
Tabla 14.- Componentes de la arenisca Azúcar en Zapotal Sur.	84
Tabla 15.- Componentes de la arenisca Azúcar en Zapotal Oeste.	89
Tabla 16.- Componentes de la arenisca Azúcar en Zapotal Norte.	94
Tabla 17.- Componentes de las areniscas Azúcar en el subsuelo del campo Ancón y Santa Paula.	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis petrográfico detallado de las areniscas Azúcar.	130
Anexo 2.- Composición petrográfica de las areniscas Azúcar en Playas – cerro Zapotal.	164
Anexo 3.- Mapa de Ubicación de las muestras de la arenisca Azúcar en Playas-cerro Zapotal.	166
Anexo 4.- Columna geológica detallada del Grupo Azúcar en los acantilados Playas.	168

## ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

CEDEGE	Comisión Ecuatoriana Desarrollo de la Cuenca Guayas
CEPE	Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana.
CIGG	Centro Investigaciones Geológicas Guayaquil.
cm	centímetro
E	Este
Fig.	Figura
Figs.	Figuras
Fm	Formación
Fms	Formaciones
Gp.	Grupo
IEPC	International Ecuatorian Petroleum Company
Km	Kilometro
Km <sup>2</sup>	Kilometro cuadrado
m	metro
mts	metros
N	Norte
NE	Noreste
NO	Noroeste
O	Oeste
Pag	Pagina
Pags	Paginas
Prov	Provincia
S	Sur
SE	Sureste
SO	Suroeste
sp	especie



## **Petrotectónica y Bioestratigrafía de las areniscas del Grupo Azúcar al suroeste del Ecuador**

### **RESUMEN**

El Grupo Azúcar del Paleoceno Tardío en el suroeste del Ecuador han producido petróleo por 100 años, pero aún son objetivos atractivos para exploración y desarrollo. El Grupo Azúcar tiene al menos 2750 metros de espesor y consiste de areniscas, conglomerados y lutitas. Las areniscas Azúcar sobreyacen discordantemente a las lutitas silicificadas de la formación Santa Elena (Cretácico-Paleoceno Temprano); se distribuyen al sur de la falla Chongón-Colonche.

El objetivo del estudio es determinar la bioestratigrafía, composición y condiciones tectónicas de depositación de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador. Para este propósito se reconocieron 4 afloramientos en Playas-cerro Zapotal y se examinaron 33 muestras petrográficas y 23 micropaleontológicas; además, se analizaron datos petrográficos procedentes de 9 pozos de los campos petroleros Ancón y Santa Paula; y finalmente se utilizaron diagramas de procedencia tectónica (Dickinson, 1979 y 1986).

El Grupo Azúcar en Playas-cerro Zapotal consiste de monótonas repeticiones de areniscas, conglomerados y menores lutitas, que representan secuencias truncadas de Bouma (Ta, Tb, Te; Ta Tb, Td; Ta, Tb; y Ta). En el afloramiento Playas se identificaron foraminíferos bentónicos aglutinados de edad Paleoceno y de paleoambiente marino profundo mayor a 3000 metros.

La mayoría de las areniscas Azúcar son litarenitas que contienen 68.4% cuarzo, 26% líticos y 5.9% feldespatos; sus líticos son 32.6% volcánicos, 37.8% sedimentarios y 29.6% cherts; y sus constituyentes mono y policristalinos son 60.7% cuarzo, 33.6% líticos total y 5.7% feldespato. Los líticos volcánicos y de cherts aumentan en dirección norte (afloramientos Zapotal norte y oeste) en 10.8% y 3.4% respectivamente.

Los diagramas de componentes esenciales (Q,F,L) y mono y policristalinos total (Qm,F,Lt) de Dickinson (1986) indican para la arenisca Azúcar una procedencia deposicional tectónica de orogenia reciclada, específicamente del tipo de colisión de orogenia.

El sistema arco-fosa del cinturón orogénico Circum-pacífico contiene típicamente depósitos de areniscas litofeldespáticas o feldespatolíticas derivadas del arco magmático volcano-plutónico (Dickinson, 1982). La procedencia de orogenia reciclada de Azúcar sugiere que otros factores influenciaron su depósito. Se ha sugerido que los detritos Azúcar procedentes del continente, se depositaron sobre la meseta oceánica Piñón (Cretácico Medio) en un lugar distante ubicado al S o SO; y que posteriormente fueron acrecidas tectónicamente al margen occidental continental del Ecuador durante el Eoceno Medio-superior (Kerr et al, 2002). Este planteamiento no presenta mayor sustento tectónico y estratigráfico.

La sugerencia que explica para Azúcar la procedencia de orogenia reciclada del tipo colisión de orogenia, afirma que se depositó en una cuenca de antearco o talud al colisionar el remanente arco insular Cayo con el margen continental andino en el Paleoceno Tardío (Jaillard et al, 1995). Por lo tanto, los

clastos de cuarzo de Azúcar procedieron del margen continental andino, los líticos volcánicos del arco remanente insular Cayo; y los líticos sedimentarios y cherts de la Cordillera Chongón-Colonche.

El conocimiento de la composición de la arenisca Azúcar y sus condiciones tectónicas de depositación permitirán optimizar su exploración y explotación petrolera en la costa sur ecuatoriana.