

PETROTECTÓNICA Y BIOESTRATIGRAFÍA DE LAS ARENISCAS DEL GRUPO AZÚCAR AL SUROESTE DEL ECUADOR

Petrotectónica and Biostratigraphy of the Sugar Group Sandstones of Southwest Ecuador

Clelia Naranjo Freire¹, Marco Tinoco Espinoza² *

Recibido el 25 de julio de 2011; recibido en forma revisada 25 de octubre 2011, aceptado 8 de diciembre 2011

Resumen

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 feldespatoíticas derivadas del arco magmático volcano-plutónico (Dickinson, 1982). 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.

Palabras claves: Líticos volcánicos, orogenia, areniscas, tectónicas

Abstract

Most are litharenites Sugar sandstones containing 68.4 % quartz, 26 % feldspar lithic and 5.9 % , its volcanic lithic are 32.6 % , 37.8 % and 29.6 % sedimentary cherts , and their constituent mono-and polycrystalline quartz are 60.7 % , 33.6 % 5.7 % total lytic feldspar. The cherts and volcanic lithic increase northbound (Zapotal outcrops north and west) by 10.8 % and 3.4 % respectively.

The essential component diagrams (Q , F , L) and mono-and polycrystalline Total (Qm , F , Lt) of Dickinson (1986) indicate for Sugar sandstone depositional provenance recycled orogenic tectonics , specifically the type of collision orogeny .

The arc - trench system of the Circum - Pacific orogenic belt sandstone deposits typically contains feldespatoíticas litofeldespáticas or derived from volcano- plutonic magmatic arc (Dickinson , 1982) . The knowledge of the composition of the sandstone Sugar and depositional tectonic conditions to optimize oil exploration on the southern coast of Ecuador.

Key words: Volcanic lithic, orogeny, sandstones, tectonic

¹ Egresado de la Carrera de Ingeniería Geológica, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Ingeniero Geólogo, Director Tesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue. Consultores Ambientales.

* marco.tinoco@geoservicios-ec.com

1. Introducción

En el suroeste del Ecuador una gruesa sucesión sedimentaria de edad Paleoceno Tardío y de 2750 metros de espesor, ha sido identificada como Grupo Azúcar. El Grupo Azúcar sobreyace a una discordancia pre-Paleoceno Tardío (fig. 1) y consiste de areniscas con menores conglomerados y lutitas. Se distribuye entre Salinas (provincia de Santa Elena) al oeste hasta Playas (provincia del Guayas) al este; su límite norte es la Cordillera Chongón- Colonche; y limita con el océano Pacífico al sur.

El Grupo Azúcar ha sido poco estudiado en los últimos 40 años, a pesar de que sus areniscas son reservorios que han producido más de 80 millones de barriles de petróleo en el Campo Ancón de la Península de Santa Elena.

FORMACIONES	LITOSTRATIGRAFÍA	EDADES RELATIVAS Y ZONAS BIOESTRATIGRÁFICAS	PALEOAMBIENTES
Grupo Ancón	Punta Ancón	Eoceno Medio medio - Eoceno Medio tardío. Zonas: P13 - P14; N P16; <i>Podocyrus mitra</i>	Marino de salinidad normal, plataforma externa, mezcla de aguas cálidas y frías.
	Seca	Eoceno Medio medio. Zonas: P12; N P15 - N P16; <i>Podocyrus ampla</i>	
	Socorro	Eoceno Medio temprano - Eoceno Medio medio. Zonas: P11 - P12; N P14 - N P15; <i>Thyrsocyrus triacantha</i>	
	Clay Pebble Beds	Eoceno Temprano - Eoceno Medio. Pisos: Ypresiano - Lutetiano. Zonas: P8 - P10; N P12 - N P13; <i>Dictyoprara mongolfieri</i>	
Grupo Azúcar		Paleoceno. Pisos: Daniano superior - Thanetiano superior.	Marino profundo, abisal de 2000 a 3000 m de profundidad
Santa Elena		Maastrichtiano - Paleoceno	Marino profundo

Fig. 1.- Litoestratigrafía, bioestratigrafía y paleoambientes de las formaciones de la Península de Santa Elena (Ordoñez et al., 2006).

Objetivo del Estudio

Objetivo General

1. El objetivo de este estudio es definir la composición, procesos sedimentarios, ambiente deposicional, bioestratigrafía y condiciones tectónicas de depositación de las areniscas del Grupo Azúcar en el suroeste del Ecuador.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos para el estudio de las rocas del Grupo Azúcar son los siguientes:

1. Describir los distintos afloramientos del área de estudio para determinar su composición, estructura geológica y ambiente sedimentario deposicional.
2. Clasificar petrográficamente a las areniscas.
3. Definir el ambiente deposicional tectónico de las areniscas.
4. Determinar la edad y el paleoambiente de las areniscas en base a asociaciones microfósilíferas.

2. Materiales y Métodos

Área de Estudio

El área de estudio de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador se encuentra ubicado al sur de la falla de La Cruz, entre los campos petroleros de Ancón y Santa Paula al oeste y los afloramientos de Playas y cerro Zapotal al este. Los afloramientos de Playas y cerro Zapotal que están ubicados en el sector este del área de estudio son los siguientes (fig. 2):

- 1.- Acantilados de Playas (provincia del Guayas).
- 2.- Zapotal Sur (provincia de Santa Elena).
- 3.- Zapotal Oeste (provincia de Santa Elena).
- 4.- Zapotal Norte (provincia de Santa Elena).

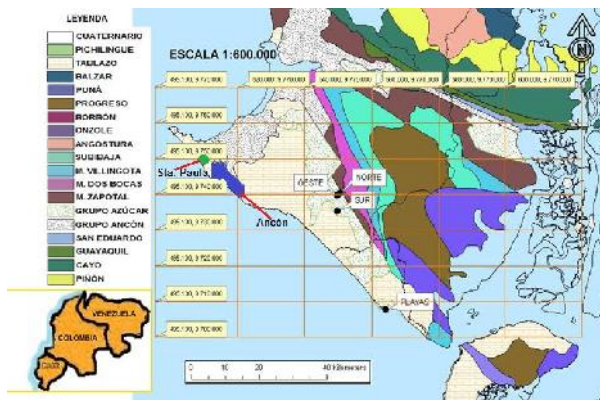


Fig. 2.- Mapa de ubicación del área de estudio. Al este los afloramientos de azúcar en Playas y cerro Zapotal (Sur, Norte y Oeste) y al oeste la arenisca Azúcar en el subsuelo de los campos Ancón y Santa Paula.

Metodología

La metodología del estudio se divide en cuatro etapas o fases que son: planificación, trabajo de campo, trabajo de laboratorio y trabajo de oficina.

Primera Fase: Planificación

- Recopilación de información.
- Planificación del trabajo
- Planificación del trabajo de laboratorio

Segunda Fase: Trabajo de Campo.

- Reconocimiento geológico de los sitios de afloramientos del Grupo Azúcar en el suroeste: acantilados de Playas (provincia del Guayas); y Zapotal: Sur, Norte y Oeste (en el Cerro Zapotal; provincia de Santa Elena).
- Observaciones y anotaciones geológicas del afloramiento en estudio.

Tercera Fase: Trabajo de Laboratorio.

- Elaboración de láminas delgadas de las muestras de rocas tomadas en el campo.
- Análisis petrográfico de láminas delgadas.
- Preparación de las muestras tomadas en el campo para bioestratigrafía.
- Separación y observación de microfósiles.
- Identificación taxonómica y nomenclatura de los géneros y especies.

Cuarta Fase: Trabajo de Oficina.

- Elaboración y digitación de columna estratigráfica y ubicación de datos litológicos, estructurales y muestras para cada uno de los afloramientos estudiados.
- Elaboración de mapas: localización del área de estudio, geológico local.
- Interpretación de la información obtenida en base a los análisis bioestratigráficos y petrográficos.
- Redacción de tesis.

En primera instancia se planificó reconocer tres afloramientos ubicados en el sector oeste del área de estudio: acantilados de Playas en la provincia del Guayas; presa Azúcar y Acantilados Santa Rosa en la provincia de Santa Elena. Los dos últimos afloramientos no se reconocieron por motivo de logística e integridad física. Sin embargo, en compensación se estudiaron tres afloramientos del Grupo Azúcar y que están ubicados al Sur, Norte y Oeste del Cerro Zapotal en la provincia de Santa Elena. Además, se utilizó información petrográfica de las areniscas Azúcar del subsuelo de los campos Ancón y Santa Paula (Vilema, 1998) que están ubicados en el sector oeste del área de estudio.

En los cuatro afloramientos de Azúcar se tomaron 36 muestras principalmente de areniscas y se elaboraron 33 láminas delgadas para análisis petrográficos; y se prepararon 23 muestras para estudios bioestratigráficos (tabla 2). De los campos Ancón y Santa Paula se procesó información petrográfica procedente de 9 pozos petroleros.

La clasificación empleada para determinar el nombre de la roca, ha sido la clasificación completa y modificada de Folk (1985). De acuerdo a esta clasificación Folk considera un diagrama trino, que implica la determinación de los contenidos de cuarzo (Q) feldespato (F) y fragmentos de roca (Fr) como componentes esenciales. El método de análisis petrográfico se realizó mediante conteo estadístico de 2000 puntos para cada lámina delgada (Chayes, 1956). Se emplearon diagramas triangulares de Dickinson

y Suczek (1979 y 1986) para establecer el ambiente deposicional tectónico en las areniscas.

En la preparación de las muestras bioestratigráficas se empleó la técnica para foraminíferos de Ordoñez et al., 2006. Esta técnica consiste en fracturar la roca hasta obtener un fragmento de aproximadamente 1cm de diámetro; la desintegración de la roca se realiza con un mortero de hierro, golpeando la muestra hasta que quede reducida a pequeños fragmentos. Estos fragmentos son colocados en una vasija de aluminio que se lava con abundante agua corriente; luego se procede a lavar a través de un tamiz; posteriormente son secadas y etiquetadas en un sobre.

Para la elaboración de mapas y columnas se utilizó programas como CorelDraw 12, Argis y Google Earth.

Tabla 2.- Distribución de las muestras de los afloramientos del Grupo Azúcar.

AFLORAMIENTO	CODIGO	# DE MUESTRAS	# DE LÁMINAS DELGADAS	# DE MUESTRAS PARA BIOSTRATIGRAFIA	COORDENADAS UTM
Acanilados Playas	M01	12	10	10	561080 9709386
	M02				561214 9709316
	M03				561488 9709322
	M04				561612 9709308
	M05				566037 9707922
	M06				565823 907828
	M07				564548 9707675
	M33				564321 9707748
	M34				564050 9707859
	M35				563640 9707986
	M36				563249 9708084
	M37				562820 9708141
	S 16° O Cerro Zapotal				M08
M10		549930 9735326			
M11		549909 9735346			
M12		550020 9735474			
M12b		550020 9735474			
M13		550667 9735497			
N 6° E Cerro Zapotal	M14	6	5	3	551219 9740412
	M15				551140 9740438
	M15b				551140 9740438
	M16				550782 9740300
	M17				550644 9740323
	M18				550704 9740488
	M19				551062 9740335
N 71° O Cerro Zapotal	M20	12	12	7	551062 9740335
	M21				549547 9740908
	M22				549336 9740637
	M23				550079 9739363
	M24				550013 9739685
	M25				549944 9739662
	M26				549887 9739727
	M27				550143 9739999
	M28				549710 9739845
	M29				549720 9739944
	M30				549583 9740127
	M31				550585 9739239
M32	550606 9739255				
TOTAL		36	33	23	

3. Resultados y Discusión

Secuencias Truncadas de Bouma en las Areniscas Azúcar

En los afloramientos de Azúcar ubicados en el sector este del área de estudio, acantilados de Playas y del Cerro Zapotal, se identificaron tres tipos litológicos definidos y que son: arenisca, conglomerado y lutita.

1. La arenisca es gris clara a gris amarillenta, de grano medio a fino y localmente muy grueso, angular a subangular y escasos subredondeados; de selección regular a buena; masiva y gradada normalmente; compacta con cemento silíceo y calcáreo en partes.
2. El conglomerado arenáceo es amarillento a gris amarillento, con clastos de cuarzo, chert, rocas sedimentarias, metasedimentarias y volcánicas básicas; los clastos son redondeados a subredondeados y de selección regular a pobre y buena en partes; masivo y con gradación normal; y esta compactado con cemento silíceo. La matriz arenácea es de grano grueso, medio y en parte muy grueso.
3. La lutita es gris clara y gris verdosa, con variables cantidades de limo.

Las rocas de Azúcar del área Playas-cerro Zapotal se caracterizan por ser repeticiones sucesivas y monótonas de estratos que han sido identificadas como “secuencias truncadas” de Bouma (Ta, Tb, Te; Ta Tb, Td; Ta, Tb; y Ta).

Las rocas de Azúcar se caracterizan por ser escasas o estériles de microfósiles. De 23 muestras recolectadas en Playas-Cerro Zapotal, solo en 2 muestras de Playas se encontró microfósiles que fueron identificados como Paleoceno. La exclusiva presencia de estos foraminíferos bentónicos aglutinados indica un paleoambiente de deposición mínima de 3000 metros de profundidad, por debajo de la línea de compensación del carbonato de calcio.

La existencia de secuencias truncadas de Bouma

mas la evidencia de que sus fósiles indican profundidades mayores a 3000 metros, permite concluir que las rocas de Azúcar en el área de estudio se depositaron por corrientes turbidíticas en mares profundos. La interpretación de Azúcar como un depósito turbidítico de mar profundo ha sido anteriormente reconocido por varios autores (Moreno, 1983; Benítez, 1983; Salcedo, 1986; Marksteiner y Alemán, 1991; Jaillard et al., 1995).

Petrografía de las Areniscas Azúcar Ricas en Cuarzo

La composición esencial de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador es similar tanto en los afloramientos del sector este (Playas-cerro Zapotal) como en las areniscas del subsuelo del sector oeste (campos Ancón y Santa Paula). La arenisca Azúcar del cerro Zapotal (afloramientos Sur, Oeste y Norte) contiene en promedio 64% cuarzo, 31% fragmento lítico y 5% feldespato (fig. 47; tabla 18). En Playas la arenisca consiste de 68% cuarzo, 28% fragmento lítico y 4% feldespato (fig. 47; tabla 18). En el subsuelo de Ancón y Santa Paula la arenisca tiene en promedio 70.75% cuarzo, 22.5% lítico y 6.75% feldespato.

Por consiguiente, las areniscas Azúcar en el suroeste del Ecuador contienen en promedio 68.4% cuarzo, 26% fragmentos líticos y 5.88% feldespatos (fig. 47; tabla 18). Estas areniscas son en su mayoría litarenitas según la clasificación de Folk (1985; figs. 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 21 y 22; tablas 3, 4, 5, 6 y 8).

Tabla 18.- Los componentes esenciales de la arenisca Azúcar en Playas-cerro Zapotal y Ancón-Santa Paula son cuarzo (65-70,8%), líticos (22,5-30%) y feldespato (5-6,8%). Los líticos sedimentarios-metasedimentarios (32-43,6%) predominan sobre los volcánicos-metavolcánicos (28,2-37%) y el cuarzo policristalino o chert (28,2-3%).

COMPONENTES DE LAS ARENISCAS AZÚCAR EN EL SUROESTE DEL ECUADOR									
AFLORAMIENTO	COMPONENTE ESENCIAL			COMPONENTE MONOCRISTALINO Y POLICRISTALINO TOTAL			COMPONENTE LÍTICO POLICRISTALINO		
	Q	F	L	Qm	F	Lt	Qp	Lv	Ls
Acantilado Playas	68	4	28	64	5	31	29	30	41
Zapotal Sur	65	4	31	60	4	36	30	34	36
Zapotal Oeste	63	5	32	58	6	36	27	46	27
Zapotal Norte	66	5	29	59	6	35	38	37	25
Promedio de cerro Zapotal	64	5	31	59	5	36	32	39	29
Promedio de Playas-cerro Zapotal	65	5	30	60	5	35	31	37	32
Promedio de los campos Ancón-Santa Paula	70,75	6,75	22,5	61,4	6,4	32,2	28,2	28,2	43,6
PROMEDIO TOTAL Playas-cerro Zapotal y Ancón-Santa Paula	68,4	5,88	26	60,7	5,7	33,6	29,6	32,6	37,8
Q (cuarzo), F (feldespato), L (lítico), Qp (cuarzo policristalino), Lv (lítico volcánico)									
Ls (lítico sedimentario), Qm (cuarzo monocristalino), Lt (lítico total)									

COMPONENTES ESENCIALES DE LA ARENISCA AZÚCAR EN EL SUROESTE DEL ECUADOR

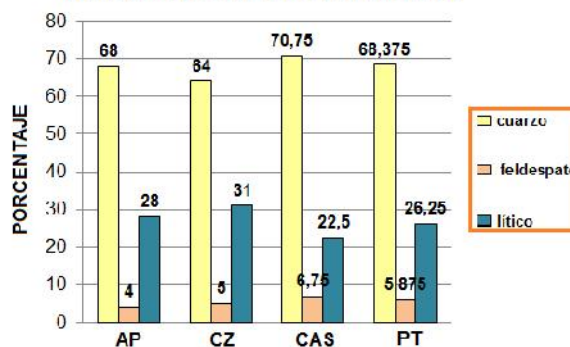


Fig. 47.- El mayor componente esencial de la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador es cuarzo con 68,4% (incluido 7,7% de chert), además de fragmentos líticos con 26% y feldespato con 5,9%. AP (Acantilados Playas), CZ (Cerro Zapotal), CAS (Campo Ancón y Santa Paula, PT (Promedio Total).

Los fragmentos líticos policristalinos contenidos en la arenisca Azúcar en el suroeste del Ecuador (Playas-cerro Zapotal y Ancón-Santa Paula) presentan una ligera variación en sus porcentajes. Las areniscas Azúcar ubicadas al norte (afloramientos N y O del cerro Zapotal) muestran un aumento de 10.8% en líticos volcánicos, 3.4% en cuarzo policristalino (chert) y una disminución de 14.2% en líticos sedimentarios (fig. 48; tabla 18).

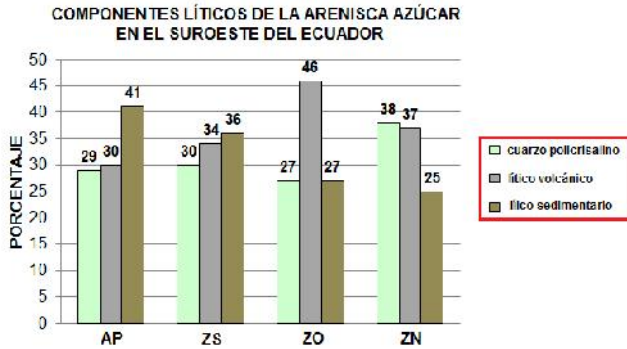


Fig. 48.- Las areniscas Azúcar ubicadas al norte (afloramientos N y O del cerro Zapotal) muestran un aumento de 10.8% en líticos volcánicos, 3.4% en cuarzo policristalino (chert) y una disminución de 13.2% en líticos sedimentarios AP (Acantilados Playas), ZS (Zapotal Sur), ZO (Zapotal Oeste), ZN (Zapotal Norte).

Procedencia de Orogenia Reciclada del Tipo Colisión de Orogenia para las Areniscas Azúcar

La utilidad de los diagramas triangulares de Dickinson (1979) para determinar el ambiente tectónico de depositación de las areniscas ha sido demostrada en muchos casos, especialmente en el cinturón orogénico Circum-pacífico.

Las 33 muestras de areniscas recolectadas en los afloramientos del sector este del área de estudio (Playas-cerro Zapotal) y las areniscas del subsuelo de 9 pozos (Vilema, 1998) en el sector oeste (campos Ancón-Santa Paula) evidenciaron una procedencia de orogenia reciclada para las areniscas Azúcar en base al diagrama triangular de componentes esenciales (Q,F,L; figs. 32, 35, 38, 41, 44 y 49; tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18). Este resultado fue ratificado en el diagrama auxiliar de componentes monocristalino y policristalino (Qm, F, Lt) de Dickinson (1986) que también da una procedencia de orogenia reciclada para las areniscas Azúcar (figs. 33, 36, 39, 42, 45 y 50; tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18). Además, los valores intermedios de cuarzo, la relación alta del cuarzo con respecto al feldespato y la abundancia de fragmentos líticos permiten concluir que las areniscas Azúcar tienen una procedencia de orogenia reciclada y específicamente del tipo de colisión de orogenia (Dickinson, 1986; figs. 34, 37, 40, 43, 46 y 51; tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18).

En los sistemas fosa-arco del cinturón orogénico Circum-pacífico y dentro de las cuencas antearco se depositan característicamente areniscas litofeldespáticas o feldespato-líticas derivadas del arco magmático (volcano- plutónico; Dickinson, 1982). La composición de las areniscas Azúcar en el suroeste del Ecuador contradicen a lo esperado en una área de la región Circum-pacífico ya que son litarenitas de procedencia de orogenia reciclada. Esto sugiere que otros factores tectónicos influenciaron a los depósitos sedimentarios de la costa ecuatoriana durante el Paleoceno.

Diagrama de Componentes Líticos Policristalinos de la Arenisca Azúcar en el Suroeste del Ecuador

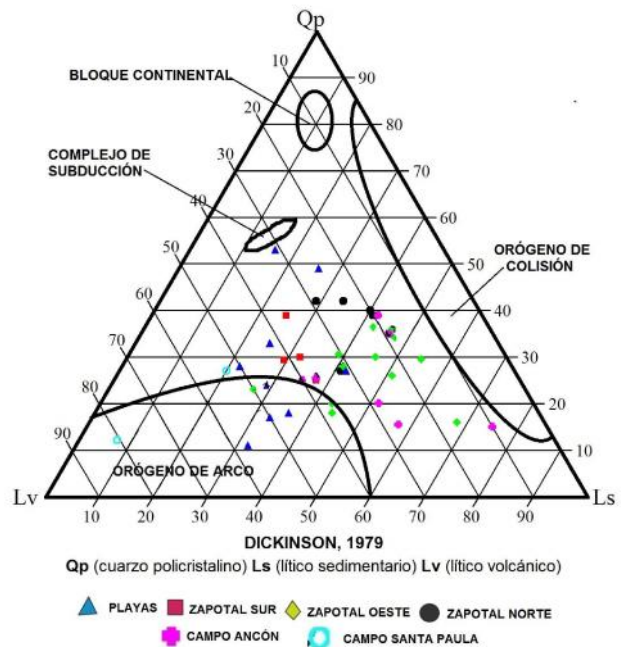


Fig. 51.- Una procedencia entre orogenia de colisión y orógeno de arco se observa en el diagrama de componentes líticos policristalinos (Dickinson, 1979) para las areniscas Azúcar en el suroeste del Ecuador.

Es aceptado que el occidente de Ecuador consiste de terrenos oceánicos acrecidos tectónicamente al margen continental desde el Cretáceo tardío al Eoceno (Feininger y Bristow, 1980; Sheppard y Moberly, 1981; Lebrat et al, 1987; Jaillard, et al, 1995; Kerr, et al, 2002; Jaillard, et al, 2005; Toro y Jaillard, 2005). Se

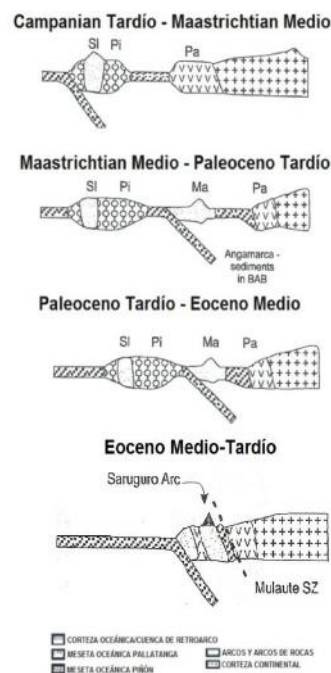
considera que el basamento de la parte sur de la costa ecuatoriana es la formación o unidad Piñón (Cretácico temprano al medio) que es una meseta oceánica de lavas básicas (Jaillard, et al, 1995; Kerr et al, 2002; Jaillard, et al, 2005; Toro y Jaillard, 2005); y que las formaciones Calentura, Cayo y Guayaquil fueron depositadas en un mar marginal durante el Cretácico tardío al Paleoceno temprano (Jaillard, et al, 1995). En este contexto se sugieren dos posibles ambientes deposicionales tectónicos para las areniscas turbidíticas Azúcar de edad Paleoceno.

Se plantea que la unidad Piñón es una meseta oceánica que fue originada en un lugar muy distante localizado al S o SO de la costa sur ecuatoriana. Esta meseta fue acrecida al margen occidental continental del Ecuador en el Eoceno por efecto de fallamiento de rumbo dextral. Las turbiditas Azúcar ricas en cuarzo que provinieron del continente, se habrían depositado sobre la unidad Piñón anteriormente a su acreción al margen continental (Kerr et al, 2002; fig 52). Moreno en 1983 también sugirió que los fragmentos de cuarzo de Azúcar provinieron de los cerros Paleozoicos de Amotape ubicados al sur (NO de Perú) y que forman parte del margen continental. Esta propuesta no presenta sustento tectónico-estratigráfico detallado y no explica el origen de los líticos volcánicos y chert en las areniscas de Azúcar.

Otro planteamiento sugiere que las condiciones tectónicas de depositación de la arenisca Azúcar se dieron en el Paleoceno tardío cuando el remanente arco insular Cayo colisiono y se acreció al margen continental Andino. Esta colisión produjo una subsidencia tectónica ubicada entre el levantamiento de la Cordillera Chongón-Colonche, el margen continental Andino y el arco insular Cayo. En esta subsidencia que es la primera cuenca de antearco o de talud en la costa sur del Ecuador, se habría depositado la arenisca turbidítica Azúcar (rica en cuarzo) de edad Paleoceno terminal (Jaillard et al, 1995; Jaillard et al, 2005; fig 53). Esta propuesta presenta detallados datos estratigráficos y tectónicos sobre la procedencia de la arenisca Azúcar y que a su vez coincide con los resultados de procedencia

obtenidos en el presente estudio en base a análisis petrográficos-tectónicos.

Modelo tectónico del Cretácico al Eoceno Tardío en el suroeste del Ecuador.



Si, San Lorenzo; Na, Naranjal; Lp, La Portada; Rc, Río Cala; Pi, Piñón; Ma, Macuchi; Pa, Pallatanga

Fig. 52.- Kerr et al (2002) sugiere que Azúcar fue depositada desde el continente y sobre la meseta oceánica Piñón en algún lugar ubicado al sur y luego acrecidas al continente en el Eoceno Medio-Tardío.

En conclusión, el ambiente deposicional tectónico para las areniscas Azúcar es de orogenia reciclada del tipo de colisión de orogenia. La orogenia se produjo en el Paleoceno Tardío al colisionar el remanente arco insular Cayo con el margen continental Andino. En consecuencia, el cuarzo de las areniscas Azúcar provendría del margen continental Andino, los líticos volcánicos del remanente arco insular Cayo; y los líticos sedimentarios y chert, de la Cordillera Chongón-Colonche.

Modelo tectónico del Cretácico Tardío al Paleoceno Terminal en el suroeste del Ecuador.

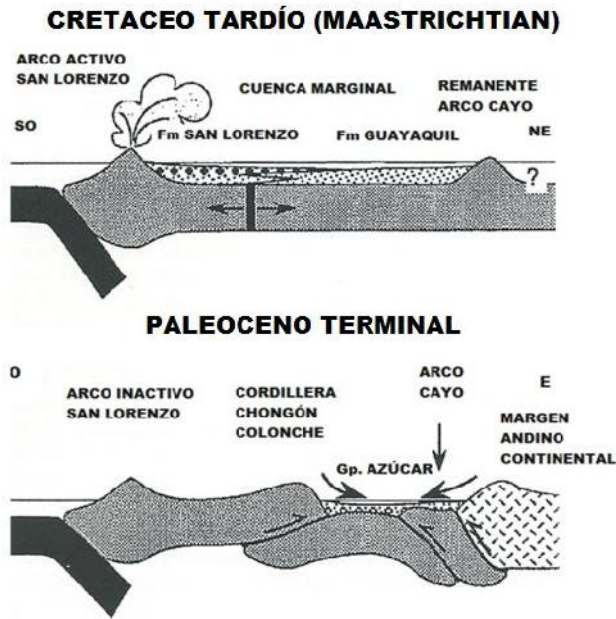


Fig. 53.- El modelo de Jaillard et al (1995) sugiere que Azúcar fue depositada sobre una cuenca de ante arco o talud, posterior a la colisión del remanente arco insular Cayo con el Margen Continental Andino en el Paleoceno Terminal.

4. Conclusiones

1. Los afloramientos del Grupo Azúcar en Playas-cerro Zapotal (sector este del área de estudio) se caracterizan por repeticiones monótonas de areniscas, conglomerados y menores lutitas. Estas rocas son secuencias truncadas de Bouma (Ta, Tb y Te; Ta, Tb y Td; Ta y Tb; Ta).
2. Las areniscas Azúcar de Playas-cerro Zapotal son gris clara a gris amarillenta, de grano medio a fino y localmente muy grueso. En Playas se observo conglomerados arenáceos, de color amarillento a gris amarillento y con clastos de cuarzo, rocas sedimentarias-metasedimentarias, rocas volcánicas básicas y chert. En el subsuelo de los campos Ancón y Santa Paula (sector oeste del área de estudio) Azúcar es de tamaño fino a medio.
3. El afloramiento Playas de Azúcar permitió la identificación de foraminíferos bentónicos aglutinados de edad Paleoceno y de paleoambiente

marino profundo mayor a 3000 metros.

4. Las areniscas Azúcar en el suroeste del Ecuador son litarenitas que contienen esencialmente 68% cuarzo (monocristalino y policristalino), 26% fragmentos líticos y 5.88% feldespato; sus líticos policristalinos son 32,6% lítico volcánico, 37.8% lítico sedimentario y 29.6% cuarzo policristalino (chert); y sus componentes monocristalino y policristalino son 60.7% cuarzo monocristalino, 33.6% lítico total y 5.7% feldespato (F).
5. Los líticos volcánicos y fragmentos de cherts de la arenisca Azúcar aumentaron en 10.8% y 3.4% respectivamente en los afloramientos ubicados al norte (Zapotal Oeste y Norte).
6. Los diagramas de componentes esenciales (Q,F,L) y mono y policristalinos total (Qm,F,Lt) de Dickinson (1986) indicaron para la arenisca Azúcar una procedencia deposicional tectónica de orogenia reciclada, específicamente del tipo de colisión de orogenia.
7. En el sistema arco-fosa del cinturón orogénico Circum-pacífico se depositan típicamente areniscas litofeldespáticas o feldespátolíticas derivadas del arco magmático volcánico-plutónico. En consecuencia, la procedencia de orogenia reciclada para las areniscas Azúcar sugiere que otros factores tectónicos influenciaron su depósito en el suroeste del Ecuador.
8. No presenta mayor sustento tectónico y estratigráfico, la sugerencia de que Azúcar se depositó desde el continente y sobre la meseta oceánica Piñón (Cretácico Medio) en un lugar distante ubicado al S o SO; para posteriormente ser acrecidas tectónicamente al margen occidental continental del Ecuador en el Eoceno Medio-superior (Kerr et al, 2002).
9. La procedencia de orogenia reciclada de

las areniscas Azúcar concuerda con el planteamiento (Jaillard et al, 1995) de que Azúcar 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. Por consiguiente, 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.

5. Recomendaciones

1. Emplear variados métodos micropaleontológicos para la datación de las areniscas Azúcar.

Referencias

- [1] AGUILAR, R., ALEMAN A., ORDOÑEZ M., MONTENEGRO G., NOYA J., ORTEGA R. 2001. Evolución Tectonoestratigráfica y Sistema Petrolífero de la Cuenca Progreso en Ecuador y Perú. Artículo, 12 pags.
- [2] AZAD, 1968. Geology and petroleum prospects of the Santa Elena Peninsula. Anglo – Ecuadorian Oilfields Ltd., Rep. J.A. 10, Quito.
- [3] BANGS, C. BASU, A. 1994. Provenance Analysis of Muddy Sandstones. BENÍTEZ, S. 1983. Contribución al estudio de las cuencas sedimentarias del Suroeste Ecuatoriano, III Congreso Ecuatoriano de Ingenieros Geólogos de Minas y Petróleo. Tomo I.A, 2- 37.
- [4] BENITEZ, S. 1986. Estratigrafía y paleogeografía de la Cuenca Progreso, reporte de PETROECUADOR, 50 pags.
- [5] BENÍTEZ, S. 1988. Corte Geológico en el Río Bachillero de la Cordillera Chongón Colonche. CEPE. Inédito.
- [6] BENÍTEZ, S. 1991. Las cuencas cretácicas del Ecuador. VI Congreso Ecuatoriano de Geología, Minas y Petróleo.
- [7] BENÍTEZ, S. 1995. Évolution géodynamique de la provincia cotiere sud – équatorienne au Cretacé supérieur – Tertiere. Tesis Doctoral. Géologie Alpine, Université Joseph Fourier, 256 pags.
- [8] BOLLI, H. M., BECKMANN, J., SAUNDERS, J. 1988. Benthin foraminiferal biostratigraphi of the south Coribbean region. Pag. 168 – 191.
- [9] BRISTOW, C.R Y HOFFSTETTER, R. 1977. Lexique Stratigraphique International. V.5, Amérique Latine, fasc. 5 a 2, Ecuador (Second Edition). Centre National de la Recherche Scientifique.
- [10] BRISTOW, C.R. 1975. On the age of the Zapotal Sands of Soutwest Ecuador. Newsl. Stratigr., 4, 119 – 134.
- [11] BROWN, C.B Y BALDRY, R.A. 1925. On the Clay Pebble – Bend of Ancon (Ecuador). Q. Jnl geol. Soc., 81, 454 – 460.
- [12] CANFIELD, R.W. 1966. Reporte geológico de la costa ecuatoriana. Min. de Ind. Com. Quito.
- [13] CHAMNEY, T. 1977. Foraminiferal morphogroup symbol for paleoenvironmental interpretation of driel cutting samples. Artic America. Ist. Int.
- [14] COLMAN, 1970. Guidebook to the geology of the Santa Elena Peninsula. Ecuadorian geol.and geophys. Soc., Quito.
- [15] CONDIE, K. 1986. Plate Tectonics y Crustal Evolution
- [16] COTRINA, J. 1986. Informe de interpretación sísmica de La Cuenca Progreso. 34 pags.
- [17] GRAHAM, S.A., 1976. Tertiary sedimentary tectonics of the central Salinian block of California: PhD thesis, Stanford Univesidad., 216 pags.
- [18] TUNIK, M. VIETTO, M. SCIUTTO, J. ESTRADA, E. 1995. Precedencia de areniscas del Grupo Chubut en el área central de la Sierra de San Bernardo. Análisis preliminar.
- [19] VERA, R. DUGAS, F. GAVILANES, E. 1984. Consideraciones paleogeografías en base a petrología de las areniscas de las principales formaciones de la Peninsula de Santa Elena y Cuenca Progreso.
- [20] VILEMA, W. 1998. Informe petrográfico de 11 muestras de la compañía C.G.C
- [21] VILEMA, W Y COBOS, L. 2004. Corte Geológico Río Guaraguau, Derecha, El Diablo, y Grande, CIGG. Inédito.
- [22] WILLIAMS, M.D. 1947. Informes geológicos y geofísicos de la Internacional Ecuadorian Petroleum Co. Dir. Min. Petrol., Minist. Econ., Inédito.
- [23] ZUMBA, N. BENITEZ, S. 2005. Interpretación geológica – sísmica 2D en el área San Vicente Morrillo del Bloque Espol.