Correlaciones y Análisis Geológicos entre Muestras de Dragas Recolectadas Durante la Campaña AMADEUS (2005) y Muestras de Tierra Tomadas entre Jama y Esmeraldas

Xiomara Isabel Coello Baldeón[1]
Dr. Jean François Dumont[2]
Ing. Galo Montenegro Santos[3]
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra[2]
Escuela Superior Politécnica del Litoral[2]
Avenida Perimetral Km. 30.5, Código Postal 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador[1,2]
Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, Km. 6 ½ vía a la Costa[1][3]
xcoello@petroproduccion.com.ec[1], jdumont@espol.edu.ec[2], gmontenegro@petroproduccion.com.ec[3]

Resumen

En el presente trabajo se realizaron varios análisis geológicos a muestras de draga recolectadas durante la campaña AMADEUS (2005) y muestras tomadas en el margen costero del norte de Ecuador, en los sectores de Jama y Esmeraldas. Los estudios realizados consistieron en observaciones macroscópicas de facies y fracturas, granulometría, calcimetría, contenido petrográfico y contenido en microfósiles. Los análisis de microfósiles en cuanto a las edades relativas dieron como resultado que las muestras de draga tienen edades entre el Plioceno y Holoceno, mientras que las muestras de campo son del Mioceno al Holoceno. Las correlaciones entre las muestras de tierra y de draga dieron para el sector de Jama un paleoambiente marino de plataforma interna y para el sector de Esmeraldas un paleoambiente marino de talud continental. El análisis de la evolución de la margen continental señala que a partir del Plioceno la costa de Jama sufrió un levantamiento aproximado de 50 a 100 metros, mientras que la zona en donde se realizaron las dragas fue hundida. La costa de Esmeraldas sufrió un levantamiento mucho mayor, de aproximadamente 1000 metros.

Palabras Claves: *Correlación, facies, dragas, margen continental, Jama, Esmeraldas.*

Abstract

In the current study, several geological analyses were performed with the collected dredge samples during the AMADEUS (2005) campaign and with samples taken from the Ecuadorian northern coastal margin, in the area of Jama and Esmeraldas. Studies consist of macroscopic observations of facies, fractures, grain size, calcimetry, petrographic and microfossils content. Microfossils analyses related to relatives age from the dredge samples, resulted on Pliocene and Holocene ages. Meanwhile the field samples resulted on Miocene to Holocene age. Correlations between dredge and field samples for the Jama sector were interpreted to be an intern marine shelf paleo-environment and for the Esmeraldas sector were interpreted to be marine slope. The evolution analysis of the continental margin shows that from the Pliocene, the Jama coast suffered an uplift of 50 to 100 m meanwhile the dredge area suffered subsidence. The Esmeralda's coast suffered a major uplift of 1000 m approximately.

Key Words: *Correlation, facies, dredges, continental margin, Jama, Esmeraldas.*

1. Introducción

Es la primera vez que se realizan estudios de correlaciones entre la geología terrestre y la geología del fondo marino en las costas del norte de Ecuador, he aquí su importancia, ya que se podrá conocer el comportamiento geológico que ha tenido esta zona del país. Esto es de suma ayuda para visualizar la continuidad de la geología de la plataforma continental entre el dominio marino poco conocido y el dominio terrestre que lo es más. Este estudio puede servir como referencia para futuros estudios de dicha plataforma, analizando de manera más precisa la continuidad de las cuencas entre tierra y mar, para servir como por ejemplo, para la búsqueda de posibles prospectos hidrocarburíferos.

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es realizar estudios geológicos, tanto a las muestras de draga recolectadas durante la campaña científica AMADEUS 2005, como a aquellas provenientes de los afloramientos cercanos a las costas de Jama y Esmeraldas, las cuales se encuentran en situaciones geológicas similares. Una vez realizados los análisis geológicos, se intentará establecer las correlaciones entre las muestras de draga y las de campo. Todo esto con el fin de presentar una visión geológica tierra-mar de este sector de la costa de Ecuador.

3. Área de estudio

El área de estudio está localizada al noroeste del Ecuador, en las Provincias de Manabí y Esmeraldas, específicamente en dos sectores, uno en Jama (Fig. 1) y el otro en Esmeraldas (Fig. 2), respectivamente. Dichos estudios fueron realizados tanto a lo largo de la costa, como costa afuera.

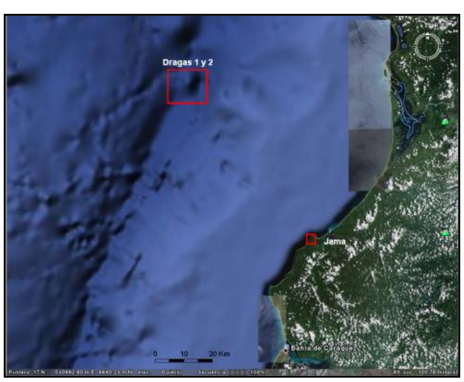


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio de Jama.

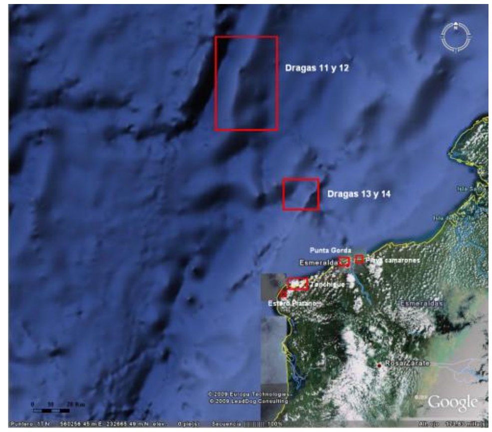


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio de Esmeraldas.

4. Metodología

Este trabajo se desarrolló en diferentes etapas, que son cronológicamente las siguientes:

1. Selección de las muestras de dragas dentro del stock de material que fue tomado durante la campaña científica AMADEUS 2005.
2. Análisis de los informes relativos a la toma de muestras de dragas.
3. Recopilación de información bibliográfica.
4. Selección de los lugares de la costa que son de interés para establecer correlaciones entre las muestras dragadas y la geología costa adentro.
5. Selección de las muestras de campo.
6. Análisis de laboratorio de las muestras de draga y campo.
7. Determinación de los elementos de las correlaciones "tierra-mar"

5. Estudio de las muestras de draga

Las muestras de dragas que se analizaron fueron recolectadas durante la campaña científica AMADEUS. Para el desarrollo de este trabajo se consideraron las muestras de 6 dragas recolectadas en las aguas ecuatorianas frente a las costas de Jama y Esmeraldas. Estas son las dragas 1 y 2 frente a Jama (Fig. 1) y 11, 12, 13 y 14 frente a Esmeraldas (Fig. 2). En total se analizaron 31 muestras.

5.1 Observaciones macroscópicas: facies y fracturas

La mayoría de muestras de dragas son limolitas y lutitas homogéneas, moderadas a poco consolidadas. Hay presencia de arena en ciertas muestras, ésta se da generalmente en pequeños lentes y/o capas. En general las fracturas que se presentan se deben a sequía y muy pocas a tectonismo. Las muestras tienen poca presencia de materia orgánica. Cuatro muestras presentaron bioturbación.

5.2 Granulometría

Para el análisis granulométrico, se consideraron 30 muestras de dragas. El promedio de arena, limo y arcilla para cada draga se muestra a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Promedios de porcentajes granulométricos de las muestras de draga

Draga	Arena	Limo	Arcilla
1	40%	58%	2%
2	3%	25%	72%
11	12%	72%	16%
12	17%	67%	16%
13	29%	59%	12%
14	23%	60%	17%

5.3 Calcimetría

Se realizó este análisis con la finalidad de determinar el contenido de Carbonato de Calcio (CaCO3) presente en las muestras. Se utilizó el método de Bernard. Se analizaron 9 muestras de dragas del sector de Jama y 22 muestras del sector de Esmeraldas. Los promedios por dragas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Promedios de calcimetría para las muestras de draga

Draga	$CaCO_3$
1	4,89%
2	4,41%
11	3,24%
12	1,95%
13	7,44%
14	1,05%

5.4 Contenido petrográfico

Se analizaron 3 muestras del sector de Jama y 7 muestras del sector de Esmeraldas. Los minerales de mayor presencia dentro de las muestras de la draga 1 son, feldespatos y cuarzos. Otros minerales presentes son glauconita, piroxenos y micas, en menor cantidad.

Los minerales que se observaron en la draga 2 son en su mayoría cuarzo y piroxenos, también se identificaron micas y glauconita en menor cantidad.

Las muestras de la draga 11 contienen feldespato, cuarzo, piroxenos y en menor cantidad glauconita y micas.

Los minerales presentes en las muestras de la draga 12 son, feldespatos, cuarzo, moscovita, piroxenos y glauconita.

Los minerales identificados en la draga 13 son, feldespatos (ortoclasa), piroxenos, cuarzo. En menor cantidad se encontró glauconita y micas.

Los minerales presentes en la draga 14 son feldespatos, cuarzo, glauconita, micas y piroxenos.

5.5 Contenido en microfósiles

El propósito del estudio de los microfósiles es que, gracias a su variabilidad, son excelentes indicadores de la edad geológica y debido a su sensibilidad al medio ambiente resultan muy útiles para reconstrucciones paleoambientales. Todos estos parámetros son de importante ayuda para las correlaciones geológicas. Las Zonaciones bioestratigráficas utilizadas fueron, la de Berggren (1995) para foraminíferos planctónicos, la de Martini (1971) para nanofósiles calcáreos y la de Riedel y Sanfilippo (1970) para radiolarios. Para la determinación de los ambientes, se utilizó las asociaciones de foraminíferos según las profundidades, basado en Murray, 1991.

Se analizaron los sedimentos de 9 muestras de las dragas ubicadas frente a las costas de Jama y 6 muestras frente a las costas de Esmeraldas. Las edades y paleoambientes determinados en estas muestras, se presentan en las tablas 3 y 4 respectivamente.

Tabla 3. Edades relativas de las muestras de dragas

ÉPOCA	PLIOCENO		PLEISTOCENO		HOLOCENO
SUB-ÉPOCA	Temprano	Tardío	Temprano	Tardío	
Draga 1					
Draga 2					
Draga 13					
Draga 14					

Tabla 4. Paleoambientes de las muestras de dragas

	PLATAFORMA CONTINENTAL			TALUD CONTINENTAL		
	Interna	Central	Externa	Superior	Medio	Inferior
Draga 1	▬	▬				
Draga 2			▬	▬		
Draga 13				▬		
Draga 14				▬		

6. Estudio de las muestras de campo

Se analizaron en total 29 muestras de campo, estas fueron recolectadas en Punta Cabuya y Punta Ballena en Jama, Playa de Camarones, Punta Gorda, Tonchigüe y Estero Plátano en Esmeraldas.

6.1 Observaciones de campo

En general, las estructuras observadas en Jama (Fig. 3) corresponden a zonas influenciadas por las mareas. En la zona de Esmeraldas se observaron estructuras turbidíticas, correspondientes a ambientes de alta energía.

Figura 3. Estructuras tipo flaser. Punta Cabuya, Jama. Fuente: G. Montenegro, 2007.

6.2 Observaciones macroscópicas: facies y fracturas

De las tres muestras analizadas de Jama, dos son areniscas y una limolita, poco consolidadas, a excepción de la muestra XI-05 que es una arenisca conglomerática muy consolidada. Las muestras presentan materia orgánica, fragmentos y moldes de concha. No presentan fracturas.

En Esmeraldas las muestras generalmente son homogéneas, en muy pocas se pueden apreciar distintas facies. No se observan fracturas tectónicas y la gran mayoría son moderadamente consolidadas.

6.3 Granulometría

Se realizaron análisis granulométrico a 14 muestras de campo. El promedio de arena, limo y arcilla se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Promedios de porcentajes granulométricos de las muestras de campo

Lugar	Arena	Limo	Arcilla
Jama	46%	48%	6%
Playa de camarones	40%	53%	7%
Punta Gorda	39%	43%	18%
Tonchigüe	9%	56%	35%
Estero Plátano	83%	17%	0%

6.4 Calcimetría

Las muestras de campo presentan un contenido de carbonato de calcio mucho mayor que el de las muestras de dragas. Los promedios se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Promedios de calcimetría para las muestras de campo

Lugar	$CaCO_3$
Jama	19,68%
Playa de camarones	7,89%
Punta Gorda	5,49%
Tonchigüe	27,57%
Estero Plátano	1,82%

6.5 Contenido petrográfico

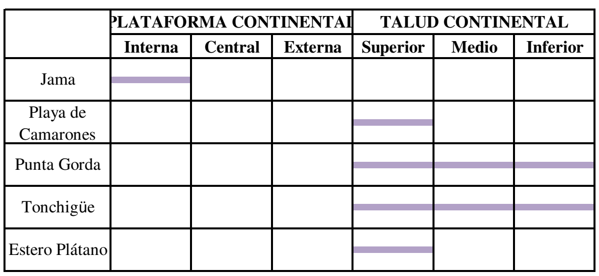
En las muestras de Jama y Punta Gorda (Esmeraldas) los minerales de mayor presencia son el cuarzo, micas y glauconita. En Playa de Camarones los minerales más comunes en las muestras son el cuarzo, micas y anfíboles. En Tonchigüe y Estero Plátano las muestras tienen mayor presencia de micas y cuarzo.

6.6 Contenido en microfósiles

Se analizaron un total de 25 muestras procedentes de afloramientos de Jama y Esmeraldas. Las edades y Paleoambientes que se determinaron se muestran en las tablas 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7. Edades relativas de las muestras de campo

Tabla 8. Paleoambientes de las muestras de campo



7. Correlaciones con las unidades geológicas continentales

Las comparaciones entre las muestras de tierra y de mar, dieron los siguientes resultados:

- En el sector de Jama las correlaciones realizadas en cuanto a las edades relativas dan un rango Plioceno-Holoceno.
- La correlación de edades para la zona de Esmeraldas da un rango Plioceno – Pleistoceno.
- Los análisis comparativos de los paleoambientes para las muestras tierra-mar de Jama, dan un ambiente marino de plataforma interna (0 a 50 metros de profundidad) para esta zona.
- En Esmeraldas las comparaciones paleoambientales sugieren para esta zona un ambiente marino de talud continental (aproximadamente 1000 metros de profundidad).
- Para las comparaciones litológicas se consideraron solo las muestras que tenían el mismo rango de edades. En general las facies de draga son más finas que las de campo.
- El análisis calcimétrico es similar tanto para las muestras de campo, como para las de draga, el contenido de carbonato de calcio está entre el 1% y 7%, con excepción de las muestras del sector de Tonchigüe (Esmeraldas) que tienen un promedio de 27.57%.

8. Conclusiones

Del estudio realizado, tanto de los análisis de laboratorio de las muestras como de las correlaciones, se llegó a los siguientes resultados.

1. En general las muestras de Jama y Esmeraldas (draga y campo) corresponden a los periodos Neógeno y Cuaternario.
2. Las muestras de Jama corresponden a un paleoambiente marino de plataforma interna.
3. Las muestras de Esmeraldas corresponden a un paleoambiente marino de talud continental.
4. Las muestras analizadas en el sector de Jama presentan homogeneidad, lo que indica que no existen variaciones significativas notables.
5. Las muestras de Esmeraldas presentan más variabilidad, lo que se debe probablemente a las corrientes turbidíticas existentes en el momento de la depositación.
6. Las correlaciones paleoambientales para las muestras de Jama, tanto de draga como de campo, dan un ambiente marino de plataforma interna. Considerando esto y la posición actual de estas muestras (muestras campo: ~50 metros sobre el nivel del mar, muestras dragas: 1700 – 2500 metros por debajo del nivel del mar), se establece que la zona donde se encuentran los afloramientos a partir del Plioceno sufrió un levantamiento costero de aproximadamente 100 m. Por otro lado, la zona en donde se tomaron las dragas sufrió un hundimiento de aproximadamente unos 2000 metros. Este movimiento podría estar relacionado con la erosión provocada por la entrada de la Cordillera Carnegie en la zona de subducción ecuatoriana, frente a las costas de Manabí.
7. En Esmeraldas las correlaciones paleoambientales dan para esta zona un ambiente marino de plataforma continental. Por las estructuras observados en los afloramientos (~ 100 metros sobre el nivel del mar) y en las muestras de draga (~ 800 metros bajo el nivel del mar), y considerando el paleoambiente dado por los microfósiles, se establece que desde el Plioceno la zona costera de Esmeraldas sufrió una fuerte emersión, de aproximadamente 1000 metros, mientras que la zona en donde se tomaron las muestras tuvo un ligero

hundimiento, posiblemente de decenas o unas pocas centenas de metros. Este escenario es mucho más complicado de predecir, debido a que se encuentra un poco alejado de la zona en donde desaparece la Cordillera Carnegie.

9. Agradecimientos

Al Convenio Petroproducción – IRD, gracias al cual se llevó a cabo esta investigación.

A todo el personal del Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil (CIGG) de Petroproducción, por las facilidades brindadas para los análisis de laboratorio.

A la Dra. Martha Ordoñez, Jefa del Área de Bioestratigrafía del CIGG, cuya ayuda fue fundamental para las correlaciones realizadas en este trabajo.

Al Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), especialmente al Ing. Bolivar Soledispa por su ayuda para la realización de los análisis granulométricos, al Cap. Andrés Pazmiño y a la Ing. Essy Santana por su colaboración en la salida de campo.

10. Referencias

[1] Gutscher M.-A., Malavieille J., Lallemand S. and Collot J.-Y., “Tectonic segmentation of the North Andean margin: impact of the Carnegie Ridge collision, Earth and Planetary Science Letters 168, 1999, pp. 255-270.

[2] Cantalamessa G. and Di Celma C., “Origin and chronology of Pleistocene marine terraces of Isla de la Plata and of flat, gently dipping surfaces of the southern coast of Cabo San Lorenzo (Manabí, Ecuador)”, Journal of South American Earth Sciences 16, 2004, pp. 633-648.

[3] Bourdon E., Eissen J.-P., Gutscher M.-A., Monzier M., L. Hall M. and Cotten J., “Magmatic response to eraly aseismic ridge subduction: the Ecuadorian margin case (South America)”, Earth and Planetary Science Letters 205, 2003, pp. 123-138.

[4] Ordoñez M., Jiménez N. y Suárez J., Micropaleontología Ecuatoriana, Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, Petroproducción filial de PetroEcuador, Guayaquil, Ecuador, 2006.

[5] Spikings R.A., Winkler W., Seward D. and Handler R., “Along-strike variations in the termal and tectonic response of the continental Ecuadorian Andes to the collision with heterogeneous oceanic crust”, Earth and Planetary Science Letters 186, 2001, pp. 57-73.

[6] Google Earth, Mapas Satelitales de Ecuador, Jama y Esmeraldas, 2009.

[7] Pedoja K., Ortlieb L., Dumont J.F., Lamothe M., Ghaleb B., Auclair M. and Labrousse B., “Quaternary coastal uplift along the Talara Arc (Ecuador, Northern Perú) from new marine terrace data”, Marine Geology 228, 2006, pp. 73-91.

[8] Cantalamessa G., Di Celma C. and Ragaini L., “Sequence Stratigraphy of the Punta Ballena Member of the Jama Formation (Early Pleistocene, Ecuador): insights from integrated sedimentologic, taphonomic and paleoecologic analysis of molluscon Shell concentrations”, Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 216, 2005, pp. 1-25.

[9] Pedoja K., Dumont J.F., Lamothe M., Ortlieb L., Collot J.Y., Ghaleb B., Auclair M., Alvarez V. and Labrousse B., “Plio-Quaternary uplift of the Manta Peninsula and La Plata Island and the subduction of the Carnegie Ridge, central coast of Ecuador”, Journal of South American Earth Sciences 22, 2006, 1-21.

[10] Collot J.-Y., Alvarado A., Dumont J.-F., Eissen J.-P., Joanne C., Lebrun J.-F., Legonidec Y., Lewis T., López E., Marcaillou B., Martinez I., Michaud F., Migeon S., Oggian G., Pazmiño A., Santana E., Schneider J.-L., Sosson M., Spence G., Toro A. and Wada J., Amadeus Report, Geosciences Azur, Ecuador-Colombia, 2005.