



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

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

TESIS DE GRADO

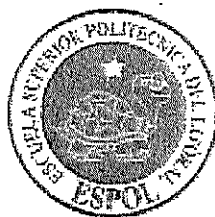
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO

PRESENTADA POR:

XIOMARA ISABEL COELLO BALDEON

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2009



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“CORRELACIONES Y ANÁLISIS GEOLÓGICOS ENTRE MUESTRAS DE DRAGAS
RECOLECTADAS DURANTE LA CAMPAÑA AMADEUS (2005) Y MUESTRAS DE
TIERRA TOMADAS ENTRE JAMA Y ESMERALDAS”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO GEÓLOGO

Presentada Por:

XIOMARA ISABEL COELLO BALDEÓN

GUAYAQUIL- ECUADOR

AÑO

2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A mis padres Narcisa Baldeón Gurumendi y Alberto Coello Mendoza, a mi hermano Eber Coello Baldeón, por sus valiosos consejos, apoyo y por el amor incondicional que me brindan cada instante de mi vida.

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

Al Director de mi tesis, Dr. Jean François Dumont por su paciencia y por su gran ayuda brindada en la elaboración de este proyecto de tesis, además de sus valiosos consejos.

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

- Al Ing. Guillermo Toala, Supervisor del CIGG, por permitir ausentarme de mi trabajo cada vez que lo necesité.
 - A la Dra. Martha Ordoñez, Jefa del Área de Bioestratigrafía del CIGG, cuya ayuda fue fundamental para las correlaciones realizadas en este trabajo.
-

- Al Ing. Galo Montenegro por su colaboración en la salida de campo y por sus consejos.
- A la Ing. Marcia Vítores y a la Dra. Martha Hidalgo por su ayuda con los análisis de TOC y Pirolisis.

Al Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), especialmente al Ing. Bolívar 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.

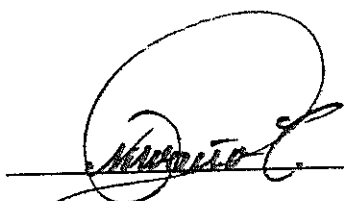
A mis maestros de la facultad, por brindarme sus conocimientos a lo largo de toda mi carrera.

A mis queridos amigos y a todos quienes de una u otra manera me han ayudado para llevar adelante este propósito.

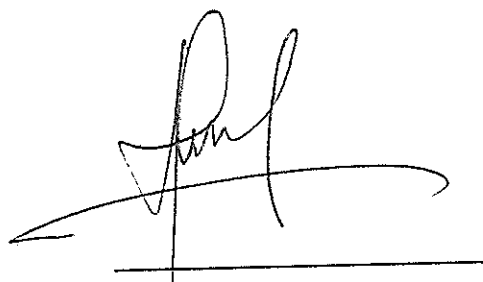
DEDICATORIA

A Dios
A mi familia
A mis maestros
A mis amigos

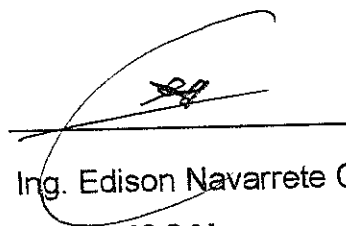
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



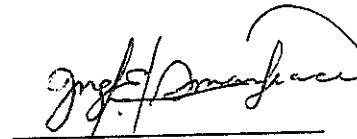
Ing. Gastón Proaño C.
SUB DECANO DE LA FICT
PRESIDENTE



Dr. Jean François Dumont
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Edison Navarrete C.
VOCAL



Ing. Héctor Román F.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Xiomara Coello B.

Xiomara Coello Baldeón.

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.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
INTRODUCCIÓN	
Objetivo.....	1
Área de estudio.....	1
Importancia.....	2
Metodología	2
Estudios Anteriores.....	4
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 La Convergencia de Placas en el Ecuador	12
1.3 La Margen Continental en Ecuador.....	15
CAPÍTULO 2	
2. MARCO GEOGRÁFICO	25
2.1 Situación Geográfica.....	25
2.2 Batimetría y Morfología Costera.....	27

2.3	Red Hidrográfica.....	36
-----	-----------------------	----

CAPÍTULO 3

3.	MARCO GEOLÓGICO	38
3.1	La Fosa de Subducción y el Talud Continental.....	38
3.2	Las Cuencas de Antearco (Progreso, Manabí y Borbón).....	41
3.3	Estructuras de la Zona Costera.....	57
3.4	Historia Geológica.....	61

CAPÍTULO 4

4.	METODOLOGÍA.....	64
4.1	Estudio de las Muestras de Draga	64
4.1.1	Documentos Asociados a la Toma de Muestras	66
4.1.2	Ubicación de las Dragas.....	70
4.1.2.1	Dragas 1 y 2 (Norte de Manabí).....	71
4.1.2.2	Dragas 11 y 12 (Norte del Cañón de Esmeraldas)...	72
4.1.2.3	Dragas 13 y 14 (Sur del Cañón de Esmeraldas).....	74
4.1.3	Análisis de las Muestras Dragadas	76
4.1.3.1	Observaciones Macroscópicas: Facies y Fracturas..	77
4.1.3.2	Granulometría	111
4.1.3.3	Observaciones Microscópicas Ópticas	115
4.1.3.4	Análisis de Calcimetría.....	125
4.1.3.5	Contenido Petrográfico	129
4.1.3.6	Contenido en Microfósiles.....	136
4.1.3.7	Síntesis de los Resultados de Dragas	149
4.2	Estudio de las Muestras de Campo	155
4.2.1	Selección de los Lugares Visitados.....	155
4.2.2	Descripción de las Secciones de Campo.....	158
4.2.3	Análisis de las Muestras de Campo	177
4.2.3.1	Observaciones Macroscópicas: Facies y Fracturas..	179

4.2.3.2 Granulometría.....	207
4.2.3.3 Observaciones Microscópicas Ópticas.....	208
4.2.3.4 Análisis de Calcimetría.....	218
4.2.3.5 Contenido Petrográfico.....	219
4.2.3.6 Contenido en Microfósiles.....	225
4.2.3.7 Análisis de TOC y Pirólisis.....	238
4.2.3.8 Síntesis de los Resultados de Muestras de Campo .	242

CAPÍTULO 5

5. CORRELACIONES CON LAS UNIDADES GEOLÓGICAS CONTINENTALES.....	248
5.1 Elementos de Correlaciones Estratigráficas.....	248
5.2 Ambiente de Deposición, Procedencia del Material.....	257

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS.....	260
6.1 Las Correlaciones "Tierra-Mar".....	260
6.2 Evolución de la Margen Continental.....	262
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	266
ANEXOS.....	268
ANEXO A.....	269
BIBLIOGRAFÍA.....	307

ABREVIATURAS

Prov	Provincia
Fm	Formación
Fig	Figura
Km	Kilómetros
Km ²	Kilómetros cuadrados
N	Norte
S	Sur
E	Este
O	Oeste
NE	Noreste
NO	Noroeste
SE	Sureste
NO	Noroeste
°C	Grados centígrados
Tmax	Temperatura máxima
cm	Centímetros
et al	Y otros
Ma	Millones de años
mm	Milímetros
GPS	Sistema de Posicionamiento Global

m	Metros
mm/a	Milímetros por año
U	Uranio
Th	Torio
ppm	Partes por millón
Kg	Kilogramos
g	Gramos
TOC	Carbón Orgánico Total
mg	Miligramos
Px	Piroxenos
Glcn	Glauconita
Qtz	Cuarzo
FR	Fragmentos de roca
°F	Grados Farenheit

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Fig. 1.1	Dominio marino de Ecuador	10
Fig. 1.2	Subducción de la placa Nazca	11
Fig. 1.3	El Arco Talara.....	13
Fig. 1.4	Batimetría de la Cordillera de Carnegie.....	15
Fig. 1.5	Terrenos Tectono-estratigráficos del Ecuador.....	17
Fig. 1.6	Terrazas marinas en la Península de Manta	20
Fig. 1.7	Posición de las terrazas marinas de la Isla La Plata	22
Fig. 2.1	Mapa General de la Ubicación de Ecuador	26
Fig. 2.2	Mapa de Ubicación de la zona de estudio de Jama	26
Fig. 2.3	Mapa de Ubicación de la zona de estudio de Esmeraldas	27
Fig. 2.4	Mapa Batimétrico del fondo oceánico del norte de Ecuador..	28
Fig. 2.5	Mapa de datos batimétricos.....	29
Fig. 2.6	Mapa Batimétrico de las dragas 1 y 2	32
Fig. 2.7	Mapa Batimétrico de la draga 11.....	33
Fig. 2.8	Mapa Batimétrico de la draga 12.....	33
Fig. 2.9	Mapa Batimétrico de las dragas 13 y 14.....	34
Fig. 3.1	Batimetría 3D del cañón de Esmeraldas	40
Fig. 3.2	Mapa geológico del Ecuador	42
Fig. 3.3	Columna estratigráfica de la Cuenca Progreso	44
Fig. 3.4	Columna estratigráfica generalizada de la Cuenca Borbón....	56

Fig. 3.5	Mapa geológico de la Cordillera Costera.....	57
Fig. 3.6	Mapa del área de Jama.....	59
Fig. 4.1	Draga circular.....	66
Fig. 4.2	Estructura en forma de "U".....	67
Fig. 4.3	Sedimentos de la draga 12.....	69
Fig. 4.4	Mapa de ubicación de las dragas en Ecuador.....	70
Fig. 4.5	Mapa ampliado de la Fig. 4.4 (dragas 1 y 2).....	71
Fig. 4.6	Mapa ampliado de la Fig. 4.4 (dragas 11 y 12).....	73
Fig. 4.7	Mapa ampliado de la Fig. 4.4 (dragas 13 y 14).....	75
Fig. 4.8	Clasificación granulométrica de Udden – Wentworth.....	77
Fig. 4.9	Cartilla de colores (página 3).....	78
Fig. 4.10	Cartilla de colores (página 6).....	79
Fig. 4.11	Muestra DAMA-01, E-1.....	80
Fig. 4.12	Muestra DAMA-01, E-18.....	81
Fig. 4.13	Muestra DAMA-01, E-20.....	82
Fig. 4.14	Muestra DAMA-01, E-25.....	83
Fig. 4.15	Muestra DAMA-01, E-30.....	84
Fig. 4.16	Muestra DAMA-02, E-3.....	85
Fig. 4.17	Muestra DAMA-02, E-5.....	86
Fig. 4.18	Muestra DAMA-02, E-6.....	87
Fig. 4.19	Muestra DAMA-02, E-9a.....	88
Fig. 4.20	Muestra DAMA-11, E-1.....	89
Fig. 4.21	Muestra DAMA-11, E-5.....	90
Fig. 4.22	Muestra DAMA-11, E-6.....	91
Fig. 4.23	Muestra DAMA-11, E-10.....	92
Fig. 4.24	Muestra DAMA-12, E-4.....	93
Fig. 4.25	Muestra DAMA-12, E-5.....	94
Fig. 4.26	Muestra DAMA-12, E-8.....	95
Fig. 4.27	Muestra DAMA-12, E-9.....	96
Fig. 4.28	Muestra DAMA-12, E-14.....	97

Fig. 4.29	Muestra DAMA-12, E-15.....	98
Fig. 4.30	Muestra DAMA-12, E-16.....	99
Fig. 4.31	Muestra DAMA-12, G.....	100
Fig. 4.32	Muestra DAMA-13, A.....	101
Fig. 4.33	Muestra DAMA-13, B.....	102
Fig. 4.34	Muestra DAMA-13, E-4.....	103
Fig. 4.35	Muestra DAMA-13, E-5.....	104
Fig. 4.36	Muestra DAMA-13, E-6.....	105
Fig. 4.37	Muestra DAMA-13, F-3.....	106
Fig. 4.38	Muestra DAMA-14, E-3.....	107
Fig. 4.39	Muestra DAMA-14, E-5.....	108
Fig. 4.40	Muestra DAMA-14, M01p.....	109
Fig. 4.41	Muestra DAMA-14, M01s.....	110
Fig. 4.42	Probetas para análisis granulométrico.....	111
Fig. 4.43	Gráfico de porcentajes granulométricos de la Draga 1.....	112
Fig. 4.44	Gráfico de porcentajes granulométricos de la Draga 2.....	113
Fig. 4.45	Gráfico de porcentajes granulométricos de la Draga 11.....	113
Fig. 4.46	Gráfico de porcentajes granulométricos de la Draga 12.....	114
Fig. 4.47	Gráfico de porcentajes granulométricos de la Draga 13.....	114
Fig. 4.48	Gráfico de porcentajes granulométricos de la Draga 14.....	115
Fig. 4.49	Calcímetro de Bernard.....	128
Fig. 4.50	Fotografía en nicoles paralelos.....	130
Fig. 4.51	Fotografía en nicoles cruzados.....	131
Fig. 4.52	Cuadro de zonaciones bioestratigráficas.....	137
Fig. 4.53	Sumario de las faunas modernas de foraminíferos.....	138
Fig. 4.54	Foraminífero bentónico, <i>Pararotalia magdalenensis</i>	147
Fig. 4.55	Foraminífero planctónico, <i>Neogloboquadrina blowi</i>	148
Fig. 4.56	Radiolario, <i>Theocorythium trachelium</i>	148
Fig. 4.57	Foraminífero planctónico guía, <i>Pulleniatina finalis</i>	149
Fig. 4.58	Puntos de muestreo en Jama.....	156

Fig. 4.59	Puntos de muestreo en la Playa de camarones	156
Fig. 4.60	Puntos de muestreo en Punta Gorda	157
Fig. 4.61	Puntos de muestreo en Tonchigüe y Estero Plátano.....	157
Fig. 4.62	Playa de Punta Cabuya.....	159
Fig. 4.63	Arcillolita con fragmentos carbonosos	160
Fig. 4.64	Estructuras tipo flaser.....	161
Fig. 4.65	Sigmoides de marea.....	162
Fig. 4.66	Bioturbación vertical	163
Fig. 4.67	Areniscas con estratificación cruzada.....	164
Fig. 4.68	Secuencia Estratigráfica de la zona de Jama.....	165
Fig. 4.69	Plataforma de erosión en Punta Ballena	166
Fig. 4.70	Secuencia arcillosa en el sector de Camarones.....	167
Fig. 4.71	Horizontes con fragmentos de concha. Playa de camarones..	168
Fig. 4.72	Material caótico observado en la playa de camarones.....	169
Fig. 4.73	Arenisca turbidítica, Punta Gorda.....	171
Fig. 4.74	Turbiditas. Punta Gorda.....	172
Fig. 4.75	Zoophycos en Tonchigüe	173
Fig. 4.76	Concreciones en la playa de Tonchigüe.....	173
Fig. 4.77	Arcillolitas tobáceas intemperizadas. Estero Plátano	174
Fig. 4.78	Afloramiento de areniscas. Estero Plátano.....	175
Fig. 4.79	Afloramiento Estero Plátano	176
Fig. 4.80	Muestra XI-01	179
Fig. 4.81	Muestra XI-02.....	180
Fig. 4.82	Muestra XI-05.....	181
Fig. 4.83	Muestra XI-06.....	182
Fig. 4.84	Muestra XI-07	183
Fig. 4.85	Muestra XI-08.....	184
Fig. 4.86	Muestra XI-09.....	185
Fig. 4.87	Muestra XI-10.....	186
Fig. 4.88	Muestra XI-11	187

Fig. 4.89	Muestra XI-12.....	188
Fig. 4.90	Muestra XI-13.....	189
Fig. 4.91	Muestra XI-14.....	190
Fig. 4.92	Muestra XI-15.....	191
Fig. 4.93	Muestra XI-16.....	192
Fig. 4.94	Muestra XI-17.....	193
Fig. 4.95	Muestra XI-18.....	194
Fig. 4.96	Muestra XI-19a.....	195
Fig. 4.97	Muestra XI-19B.....	196
Fig. 4.98	Muestra XI-20.....	197
Fig. 4.99	Muestra XI-21a.....	198
Fig. 4.100	Muestra XI-21B.....	199
Fig. 4.101	Muestra XI-21C.....	200
Fig. 4.102	Muestra XI-22.....	201
Fig. 4.103	Muestra XI-23.....	202
Fig. 4.104	Muestra XI-24.....	203
Fig. 4.105	Muestra XI-25.....	204
Fig. 4.106	Muestra XI-26.....	205
Fig. 4.107	Muestra XI-27.....	206
Fig. 4.108	Porcentajes granulométricos de afloramientos de Jama.....	207
Fig. 4.109	Porcentajes granulométricos, afloramientos de Esmeraldas..	208
Fig. 4.110	Muestra observada con el microscopio petrográfico.....	219
Fig. 4.111	Muestra XI-06 con piroxenos, cuarzo y glauconita.....	221
Fig. 4.112	Muestra XI-11 con piroxenos, cuarzo y glauconita.....	223
Fig. 6.1	Evolución de la margen en el sector de Jama.....	264
Fig. 6.2	Evolución de la margen en el sector de Esmeraldas.....	265

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Resultados de métodos de datación	24
Tabla II	Velocidades de levantamiento.....	24
Tabla III	Coordenadas de las dragas 1 y 2.....	72
Tabla IV	Coordenadas de las dragas 11 y 12	74
Tabla V	Coordenadas de las dragas 13 y 14	76
Tabla VI	Análisis calcimétricos de las muestras de Jama	128
Tabla VII	Análisis calcimétricos de las muestras de Esmeraldas	129
Tabla VIII	Nomenclatura de las muestras de campo.....	178
Tabla IX	Carbonato de Calcio en las muestras de campo.....	218
Tabla X	Resultados de TOC para las muestras de campo.....	239
Tabla XI	Valores de T _{máx} para las muestras XI-08 y XI-11.....	242
Tabla XII	Edades y fósiles comunes en Jama	249
Tabla XIII	Edades y fósiles comunes en Playa de Camarones	250
Tabla XIV	Edades y fósiles comunes en Punta Gorda.....	251

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO

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.

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 y el

otro en Esmeraldas, respectivamente. Dichos estudios fueron realizados tanto a lo largo de la costa, como costa afuera.

IMPORTANCIA

La importancia del presente trabajo de tesis, radica en establecer por primera vez correlaciones entre la geología terrestre y la geología del fondo marino, para conocer el comportamiento geológico que ha tenido esta zona del Ecuador. 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.

METODOLOGÍA

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

1. Se hizo una selección de las muestras de dragas dentro del stock de material que fue tomado durante la campaña científica AMADEUS 2005.
-

2. Se analizaron los informes relativos a la toma de estas muestras.
3. Se recopiló la información bibliográfica, tanto del margen como de la costa.
4. Se realizó una selección de los lugares de la costa que son de interés para establecer correlaciones entre las muestras dragadas y la geología costa adentro. Los criterios de selección fueron la edad posiblemente similar de las formaciones a tierra y en el mar, y la continuidad de las estructuras que se pueden observar en los mapas geológicos.

La salida de campo se realizó en las áreas de Jama (Prov. de Manabí) y Esmeraldas (Prov. de Esmeraldas). En Jama se visitó Punta Cabuya y Punta Ballena. En la Prov. de Esmeraldas se hizo un recorrido por la playa de Camarones, Punta Gorda, Tonchigüe y Estero Plátano. En esta salida de campo, se recolectaron muestras de cada uno de los lugares visitados y se realizaron las secciones de campo.

5. Luego se realizaron diferentes análisis de laboratorio con cada una de las muestras, tanto de las tomadas de dragas, como de las recolectadas en el campo.

Las observaciones macroscópicas, las microscópicas ópticas, calcimetría, contenido petrográfico y contenido en microfósiles fueron

realizadas en el Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil (CIGG) de Petroproducción.

Los análisis granulométricos fueron realizados en el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) en el Departamento de Geología.

Los detalles de la metodología usada en este trabajo, se presentan en el capítulo IV.

6. A partir de estos estudios se establecieron los elementos de las correlaciones "tierra-mar", presentada y discutida en la síntesis de este trabajo.

ESTUDIOS ANTERIORES

Los estudios anteriores costa afuera son los siguientes:

Como antecedentes para el área de estudio, se conoce un informe realizado por Fluor Ocean Services, Inc. (1970). Este estudio incluye batimetría, topografía, estructura del fondo y subfondo, testigos largos de sedimentos y características oceanográficas del área próxima a la ciudad de Esmeraldas, realizado para situar una terminal de suministro de petróleo.

Posteriormente, el INOCAR, cumpliendo con el Proyecto PNUD/UNESCO/ECU/71/16 inició las investigaciones de la geología de los fondos marinos ecuatorianos. Este estudio fue desarrollado en la plataforma continental del norte de Ecuador, provincia de Esmeraldas. El propósito fue estudiar la distribución de los sedimentos superficiales. El muestreo se realizó en dos etapas. En septiembre de 1972, a bordo del buque Saint Jude del Instituto Nacional de Pesca, se tomaron seis registros del perfil de fondo y se ocuparon 28 estaciones obteniéndose muestras en 24 de ellas. En febrero de 1973 se tomaron 28 muestras a bordo del buque Orión de la Armada del Ecuador, en esta ocasión se utilizó una draga tipo Van Veen. Los resultados de estos estudios concluyeron que el cañón submarino del río Esmeraldas divide la plataforma continental de la provincia de Esmeraldas en dos partes diferenciadas. Al oeste se encuentra una plataforma esencialmente erosional y al este, se ha desarrollado un extenso sistema fluvial que aporta gran cantidad de sedimentos. Las facies que caracterizan estos sedimentos son deltaicas al este y de banco al oeste, pero en toda la plataforma se encuentran arenas transgresivas basales, las cuales provienen de la transgresión holocena.

En general, se conocen muy pocos estudios de dragados y menos cerca de la costa. Lo que si existen son varios estudios de geología marina realizados por el INOCAR, entre ellos tenemos:

- “Estudio sedimentológico y mineralógico de la Plataforma Continental Ecuatoriana en el tramo comprendido entre Salinas y Ayampe”, B. Soledispa y J. Villacres, INOCAR, 1989.
 - En 1999 la UMR 082 Geosciences Azur inició un programa de investigaciones fundamentales sobre geología marina, mediante las campañas **SISTEUR** (B.O. NADIR, 2000) y luego **SALIERI** (B.O. SONNE, 2001), para la obtención de imágenes acústicas de la subducción en Ecuador y en el sur de Colombia. Durante las campañas mencionadas se adquirieron datos de sísmica de gran ángulo, propicias para las investigaciones crustales profundas. Estos datos han permitido caracterizar la estructura profunda y las propiedades físicas del margen andino y del contacto tectónico inter-placas.
 - En el 2005 se realizaron las campañas **AMADEUS** y **ESMERALDAS**. La campaña **AMADEUS** se desarrolló a bordo del B.O. Atalante del Ifremer, entre el 4 de febrero y el 9 de marzo 2005, a la altura de la ciudad de Esmeraldas. Tenía como objetivo el conocimiento de la historia tectónica de la zona sísmógena, lo que requiere la exploración de los sedimentos conservados en los fondos marinos y el análisis de las relaciones entre los procesos superficiales de deformación del fondo del mar y los procesos profundos que controlan las rupturas inter-placas.
-

La campaña ~~ESMERALDAS~~ se efectuó a bordo del B.O. Atalante del Ifremer, entre el 14 de marzo y el 7 de abril 2005. Permitió el despliegue de una red de 53 estaciones sismológicas: 26 en el mar (OBS) y 27 en tierra. Esta campaña ha permitido poner a prueba una nueva generación de OBS desarrollados por el IRD. Los objetivos de esta campaña fueron: Caracterizar la estructura profunda del margen por tomografía local 3D activa y pasiva; Determinar, en particular, las heterogeneidades de velocidad asociadas a los accidentes transversos y a las asperezas de los grandes sismos recientes; Localizar con precisión la sismicidad ambiente en relación con el contacto inter-placas identificada en las imágenes sísmicas; Analizar los efectos no lineales (diferencia de comportamiento del suelo entre movimientos de amplitud débil y movimientos fuertes) a partir de la red de estaciones sismológicas banda-ancha.

Entre los estudios anteriores que han realizado a tierra, se tienen los siguientes:

- "Sedimentología de la Fm Onzole Superior (Plioceno), una sucesión de la pendiente de la trinchera interna en el noroeste de Ecuador", K.R. Aalto, W. Miller III, 1999.

- “Los efectos del Fenómeno El Niño en la ocurrencia de una alta tasa de erosión costera en el sector de Punta Gorda, Esmeraldas”, E. Santana, J.F. Dumont y A. King, INOCAR, 2001.
 - Secuencia estratigráfica del Miembro Punta Ballena de la Fm Jama (Pleistoceno Temprano, Ecuador): integración de análisis sedimentológicos, tafonómicos y paleoecológicos de concentraciones de conchas de moluscos”, G. Cantalamessa, C. Di Celma, L. Ragaini, 2004.
 - “El levantamiento Plio-Cuaternario de la Península de Manta e Isla La Plata y la subducción de la Cordillera Carnegie, costa central de Ecuador”, K. Pedoja, J.F. Dumont, M. Lamothe, L. Orttieb, J.-Y. Collot, B. Ghaleb, M. Auclair, V. Alvarez, B. Labrousse, 2006.
-

CAPÍTULO 1.

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Ecuador está integrado en el gran sistema de subducción Sudamericano que se extiende desde Colombia hasta el sur de Chile por aproximadamente 7000 Km. de largo. El dominio marino situado a lo largo del Ecuador incluye (Fig. 1.1): la provincia volcánica Galápagos, la cual es una provincia ígnea generada por la interacción entre el punto caliente Galápagos y el centro de expansión Cocos – Nazca. Esta interacción da como resultado la cordillera asísmica Carnegie, la cual desaparece en la zona de subducción de Ecuador, frente a la zona de Manabí.

La cadena de los Andes es el rasgo dominante de la geografía continental del Ecuador.

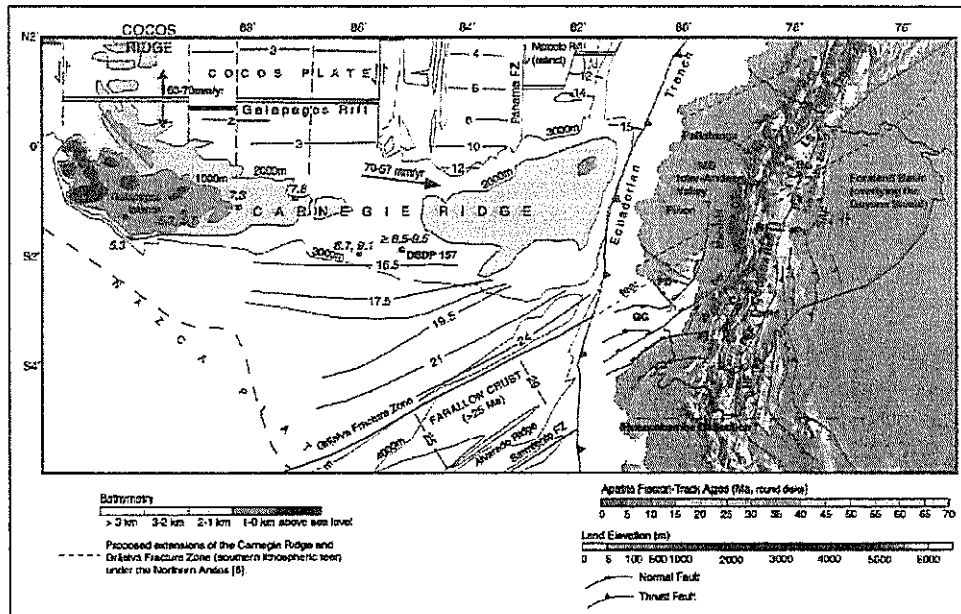


Figura 1.1 Modelo de elevación digital, donde se observa el dominio marino de Ecuador, el cual incluye, la provincia volcánica Galápagos, la Cordillera asísmica Carnegie y una zona de subducción. Fuente: Spikings y otros, 2001.

El borde Noroeste de América del Sur es una zona de subducción casi frontal, donde la placa Nazca subducta bajo la placa continental Sudamericana (Fig. 1.2). Actualmente la convergencia entre la Placa Nazca y la Placa Sudamericana tiene una dirección N80°E con una velocidad promedio entre 5 - 7 cm por año (De Mets et al, 1989; Trenkamp et al, 2002).

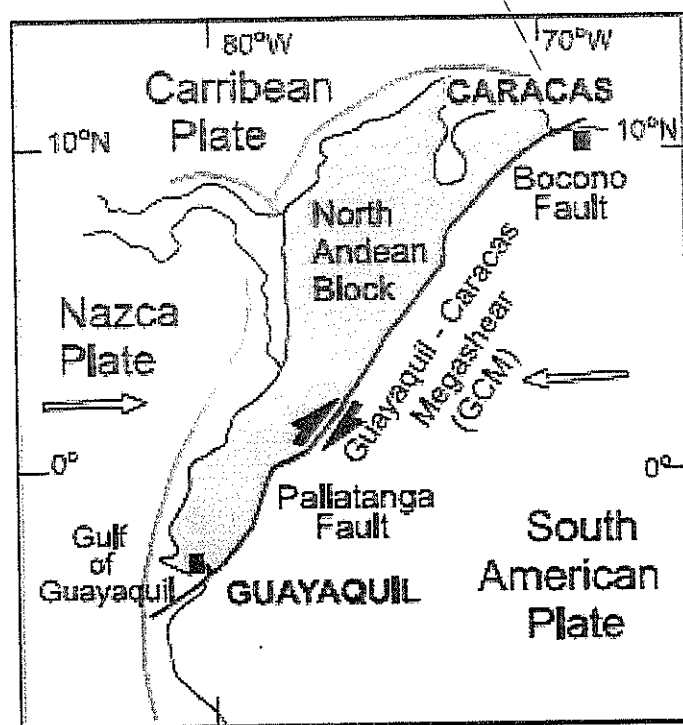


Figura 1.2 Bosquejo estructural que muestra la subducción de la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana. Fuente: Modificado de Ego et al (1996).

La subducción de la placa Nazca está dividida en una serie de segmentos, en base a las diferentes pendientes de la zona de subducción, definidos por la distribución de los hipocentros de sismos (Barazangi e Isacks, 1976, 1979; Isacks y Barazangi, 1977). Los segmentos de subducción normal ($30-45^\circ$) se alternan con segmentos de subducción más planos. Esta segmentación está relacionada con la heterogeneidad estructural de la placa Nazca, en particular la presencia de cordilleras asísmicas, como las cordilleras Nazca en Perú y Carnegie en Ecuador que marcan sectores de subducción más planos. (Gutscher, 1999).

En el Ecuador desde el Golfo de Guayaquil hacia el norte, el bloque de los Andes Norte (Fig. 1.2) está delineado, al Este por la falla Bocono, el sistema de fallas de los Andes Este y la Megacizalla Guayaquil – Dolores, al Norte por el cinturón deformado del Caribe Sur y al Oeste por la zona de subducción Colombia-Ecuador y Panamá (Bowin, 1976; Pennington, 1981; Kellogg et al., 1985; Adamek et al., 1988; Ego et al., 1996, Gutscher et al., 1999).

1.2 LA CONVERGENCIA DE PLACAS EN ECUADOR

En el Ecuador, las placas Nazca y Sudamericana convergen a lo largo de la margen activa de América del Sur con un ángulo de subducción entre 25° y 35° (Guillier et al, 2001). Al oeste del Golfo de Guayaquil, la placa oceánica Nazca está cortada en dos partes diferentes por la Zona de Fractura Grijalva de dirección N60°E (Fig. 1.1). La parte norte es más joven que 25 Ma. y la parte sur que es más antigua que 32 Ma. (Daly, 1989).

La placa Nazca subduce bajo la placa Sudamericana con una tasa de convergencia de 58 ± 2 mm por año en las latitudes de Ecuador (Trenkamp et al., 2002). Las medidas de GPS indican que estas placas tienen un movimiento orientado hacia el este. Este movimiento

genera una compresión E-O y es oblicuo con respecto a la dirección de la zona de subducción de Ecuador (Kellog y Vega, 1995; Trenkamp et al., 2002). Esta subducción oblicua se define de manera opuesta al norte y sur del Arco Talara (Fig. 1.3): menos de 20° al sur (norte de Perú), que se incrementa hasta 50° al norte (norte de Ecuador) (Ego et al., 1996). Al norte del arco de Talara esta oblicuidad genera el movimiento dextral del bloque Nord Andino al respecto del continente Nord Americano (Fig. 1.3)

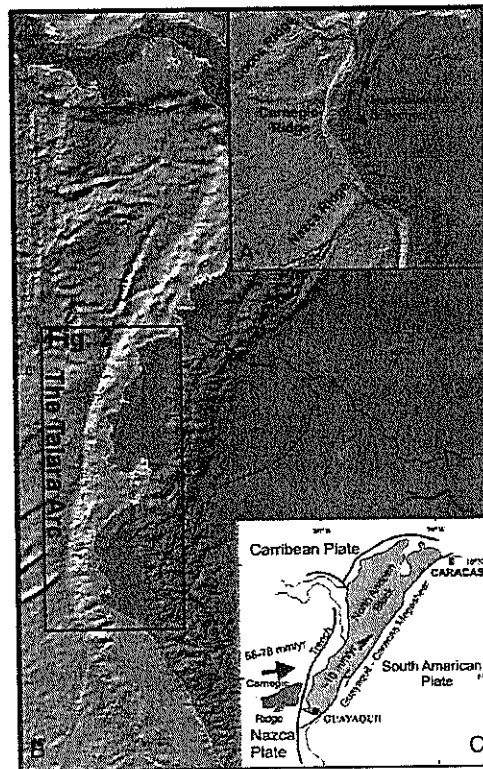


Figura 1.3 El Arco Talara (A) Localización en Sudamérica (B) Modelo de Elevación Digital del área (C) Esquema estructural mostrando la interacción de las placas. Fuente: Pedoja et al (2005)

En el área de Ecuador la placa Nazca consiste de corteza oceánica del Neógeno al Cuaternario con estructuras crustales complejas. La más importante de estas estructuras es la Cordillera de Carnegie (Fig. 1.4), la cual resulta de la interacción entre el punto caliente Galápagos y el centro de expansión Cocos – Nazca. La Cordillera de Carnegie es una estructura volcánica asísmica formada durante el movimiento hacia el este de la nueva placa Nazca por encima del punto caliente Galápagos (Hey, 1997; Lonsdale 1978). Esta cordillera se extiende en la dirección O-E por más de 1000 Km, desde las Islas Galápagos hasta la zona de subducción del Ecuador central, en la cual desaparece. Cerca de la zona de subducción el borde sur de la Cordillera de Carnegie está marcado por estructuras de dirección NE – SO, paralelas a la zona de fractura Grijalva, la cual está localizada 130 Km al sur. Frente al Ecuador la Cordillera de Carnegie es una estructura masiva de 280 Km de ancho, con una profundidad de 1000-1500 m, 1500 a 2000 m encima del piso oceánico que bordea la Cordillera al norte y al sur. El fondo de la fosa que presenta una profundidad de 4000 – 6000 m está levantado entre la Cordillera de Carnegie y el Ecuador continental a una profundidad de 2000 m (Collot et al., 2002). Algunos datos de perfiles sísmicos dan evidencia de un espesor de corteza de 18 a 19 Km, frente a la fosa de subducción ecuatoriana (Sallares et al., 2002). La Cordillera de

Carnegie puede formar un segmento de subducción plana de 350 Km de ancho (Gutscher, 1999), por el contrario Guillier et al (2001) sugieren que este segmento de subducción es inclinado.

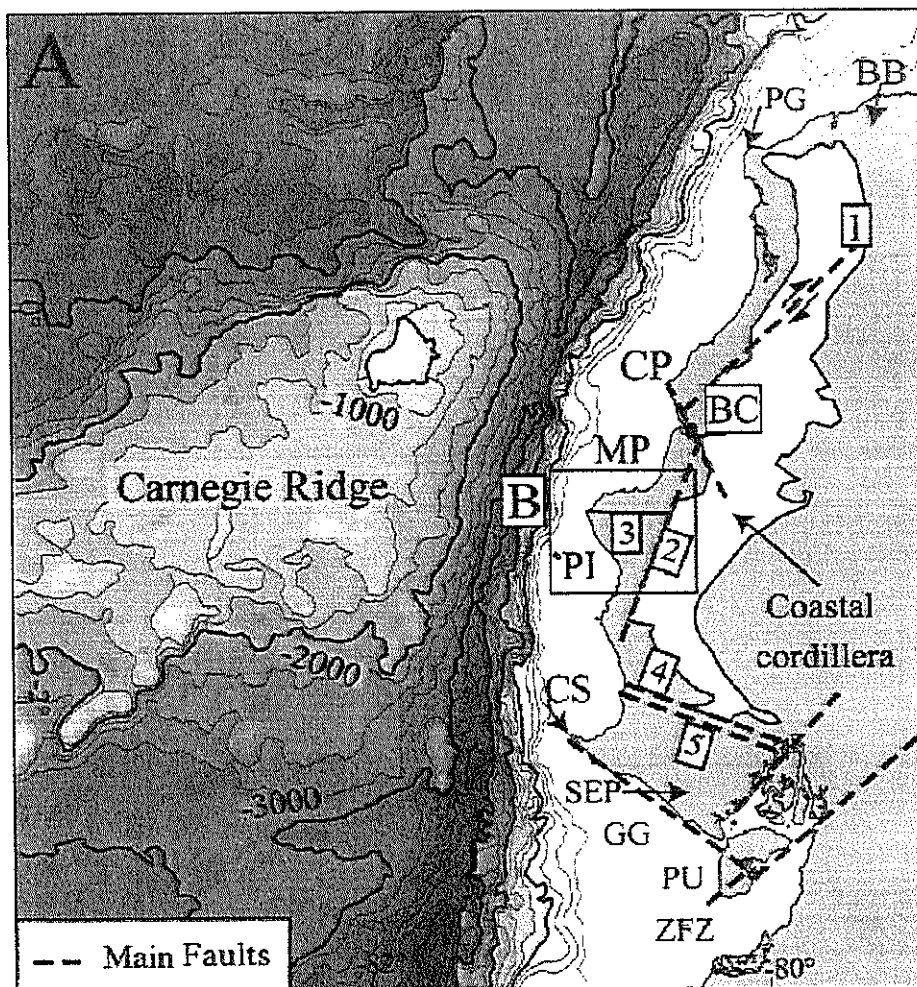


Figura 1.4 Batimetría de la Cordillera de Carnegie, costa afuera de Ecuador. Fuente: Pedoja et al (2004).

1.3 LA MARGEN CONTINENTAL EN ECUADOR

La margen continental en el Ecuador forma parte del bloque Nor Andino. Este bloque tiene un movimiento hacia el norte, a lo largo de

la Megacizalla que corre desde Guayaquil hasta Caracas (Ego et al., 1996), a una tasa de 6 ± 2 mm al año (Trenkamp et al., 2002). Este movimiento del bloque Nor Andino está relacionado con el decrecimiento (desde ortogonal hasta aproximadamente 40°) del ángulo (al borde la placa) entre la dirección del movimiento de la placa convergente y la orientación de la zona de subducción. Esto evidencia una subducción oblicua con movimiento dextral desde el Golfo de Guayaquil hasta Colombia.

La convergencia entre las placas oceánicas del Pacífico (Farallón, Nazca) y América del Sur ha estado activa al menos desde el Cretáceo y ha dado como resultado, sucesivas acreciones de terrenos alóctonos sobre la margen continental (Feininger and Bristow, 1980; Feininger, 1987; Van Thourmout et al., 1992; Kerr et al., 2002). Al oeste de la zona de la Megacizalla Guayaquil – Caracas, el basamento consiste de una serie de terrenos oceánicos acrecidos y complejamente deformados. Estos terrenos son del Cretáceo Tardío – Eoceno Temprano y son conocidos como el Bloque Piñón – Macuchi. Este bloque fue acrecionado dentro de un régimen de cizalla dextral en los Terrenos Pallatanga durante el Eoceno Tardío (Jaillard y otros, 1995; Hughes y Pilatasig, 1999).

La estructura de la margen continental ecuatoriana, cuyo ancho aproximado es de 200 Km, es bastante compleja y refleja la intensa actividad geotectónica que sufrió desde el final del Cretáceo. Esta margen puede ser dividida en dos partes (Fig. 1.5). Al este de la megacizalla Guayaquil – Caracas, la margen está compuesta de terrenos de afinidad "continental". Al oeste de este megacizalla, los terrenos están considerados de afinidad "oceánica" (Litherland et al., 1994)

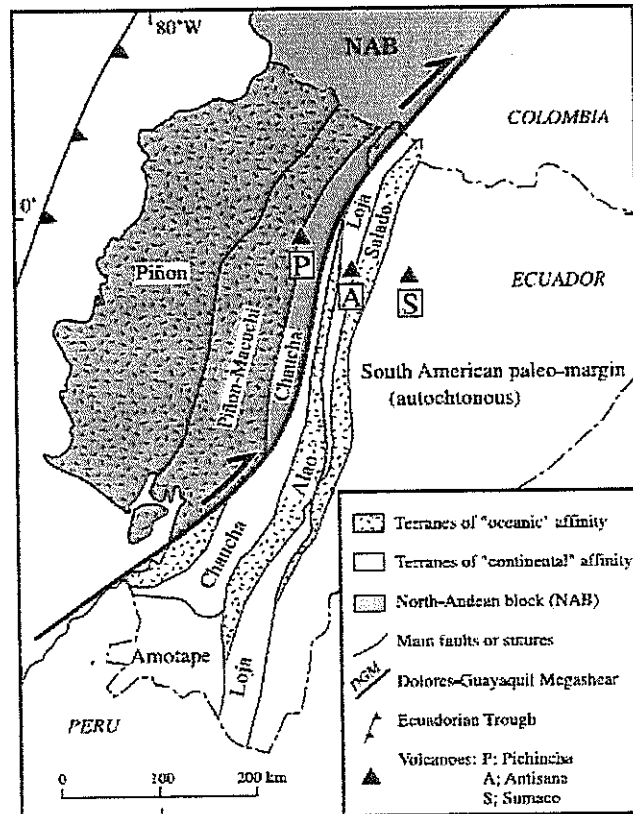


Figura 1.5 Terrenos Tectono-estratigráficos del Ecuador y localización de la megacizalla Guayaquil – Caracas. Fuente: Litherland et al (1994)

De acuerdo a Daly (1989), el Paleógeno y Neógeno de la margen continental de Ecuador están representados por cuencas de antearco rellenas de sedimentos marinos durante periodos de alta velocidad de convergencia (aproximadamente 200 mm/a hace 48 y 37 Ma) y erosión o deposición continental durante periodos de baja convergencia (aproximadamente 44 mm/a hace 37 y 20 Ma). Desde el Sur hacia el Norte las principales cuencas son Progreso, Manabí y Borbón, estas dos últimas serán consideradas en este estudio.

Durante el final del Mioceno y Plioceno Temprano, la margen oeste del Ecuador Central sufrió una considerable deformación compresiva (Whittaker, 1988; Daly, 1989). Esto produjo el levantamiento progresivo de la Cordillera de la Costa hasta la línea de costa actual, y la emersión de las cuencas Progreso (Benítez, 1995) y Manabí. Las rocas sedimentarias marinas del Plioceno al Pleistoceno están principalmente preservadas en depocentros localizados costa afuera (Deniaud et al., 1999).

El levantamiento tectónico costero y las fluctuaciones en el nivel del mar durante las glaciaciones del Cuaternario dieron como resultado la formación de terrazas marinas escalonadas (Pedoja, 2006). Estudios anteriores de Marchant, (1961) señalan la presencia de terrazas

marinas en al menos tres áreas principales de la costa ecuatoriana: la Península de Santa Elena al sur, Punta Galera - Esmeraldas al norte, y Manta y la Isla de La Plata en el centro de Ecuador, donde se observan las terrazas más altas. Manta y la Isla de La Plata se encuentran al frente en la parte media de la subducción de la Cordillera de Carnegie. Esto sugiere que la Cordillera de Carnegie es la responsable del exceso de levantamiento que se observa en Manta en comparación con el levantamiento observado en Esmeraldas, Santa Elena y en el Norte del Perú (Pedoja, 2003, 2006).

En Punta Galera, las terrazas marinas cubren un área de 3-5 Km de ancho y 15-20 Km de largo. Las terrazas marinas T1, T2 y T3 presentan pies de acantilados con alturas de 46 ± 2 , 65 ± 3 y 101 ± 3 m, respectivamente. Remanentes escasos de terrazas están presentes al este de Esmeraldas hasta Río Verde. En conclusión, se puede calcular una tasa de levantamiento de 0.13 – 0.38 mm por año, para el área de Punta Galera (Pedoja, 2003; Pedoja et al., 2003).

Ocho terrazas marinas, con elevaciones de 25 – 360 m, cubren la parte principal de la Península de Manta (Pedoja, 2003, 2006). Las más altas terrazas describen círculos alrededor de la Montaña El Aromo, la cual aparece como una isla, emergiendo progresivamente y

ligada al continente. Se han dividido las terrazas marinas más bajas en 2 paleogolfos, al norte (San Mateo) y al sur (Pila). (Fig. 1.6)

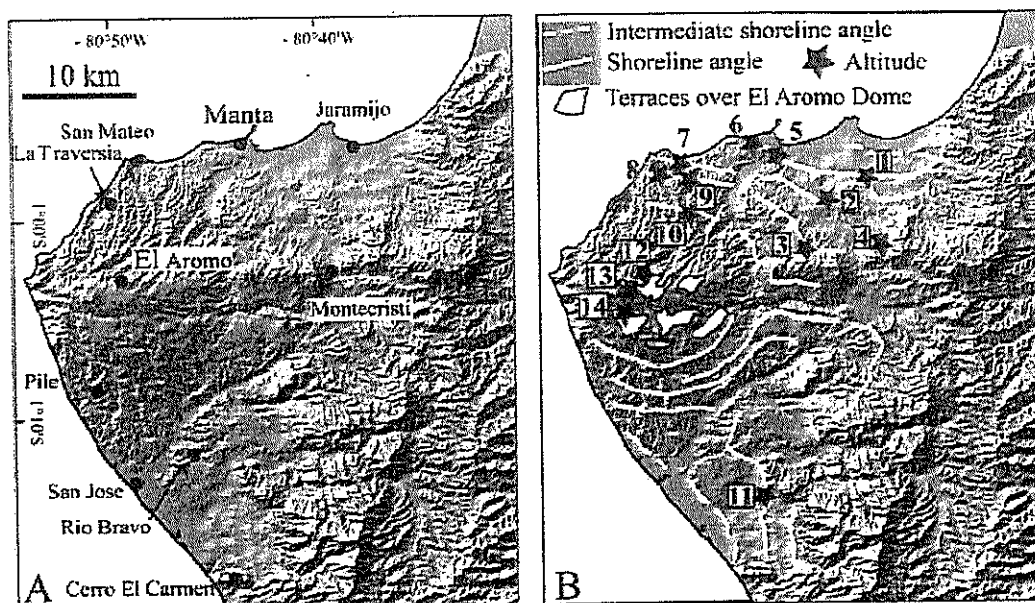


Figura 1.6 Terrazas marinas en la Península de Manta. A) Vista general de la Península de Manta. B) Ángulos de línea de costa, números referidos a las elevaciones: 1, 43 ± 2 m; 2, 77 ± 3 m; 3, 110 ± 5 m; 4, 130 ± 10 m; 5, 30 ± 2 m; 6, 25 ± 3 m; 7, 67 ± 1 m; 8, 110 ± 2 m; 9, 113 ± 2 m; 10, 203 ± 10 m; 11, 57 ± 2 m; 12, 300 ± 10 m; 13, 340 ± 10 m; 14, 360 ± 10 m. Fuente: Pedoja (2006)

Las terrazas marinas del Paleogolfo San Mateo, se encuentran al norte de Manta y cubren un área de 45 Km^2 . Estas terrazas son, Jaramijó (T1), San Mateo (T2) y Montecristi (T3).

Las terrazas marinas del Paleogolfo La Pila cubren un área de 280 Km^2 . Estas terrazas son: Bravo (T1'), Pila (T2') y Montesolitario.

Los pies de acantilados para cada una de las terrazas de los paleogolfos mencionados anteriormente, están representados por puntos en la Fig. 1.6 (B). Estos puntos son: Jaramijó (1, 43 ± 2 m; 5, 30 ± 2 m y 6, 25 ± 3 m), San Mateo (2, 77 ± 3 m y 7, 67 ± 1 m), Montecristi (8, 110 ± 2 m; 9, 113 ± 2 m; 3, 110 ± 5 m y 4, 130 ± 10 m), Bravo (11, 57 ± 2 m), Pila (110 ± 10 m) y Montesolitario (170 ± 10 m).

Las terrazas marinas Las Chispas y El Aromo, son las más altas de la Península de Manta. Las Chispas (T4) cubre un área de cerca de 200 Km^2 , los ángulos de línea de costa son 203 ± 10 m (punto 10 en la Fig. 1.6 B) al norte y 240 ± 10 m, 8 Km al sur. El Aromo (T5) cubre un área de 220 Km^2 , con ángulos de costas en los puntos 12, 13 y 14 de la Fig. 1.6 B.

La Isla La Plata presenta cuatro terrazas marinas, con elevaciones de 47 a 160 m (Fig. 1.7). Estas terrazas marinas están cortadas en basaltos y doleritas de la Fm Piñón. Los depósitos sedimentarios son muy escasos. Una plataforma continental somera (< 50 m) separa la Península de Manta de la Isla La Plata. La isla fue unida al continente durante la última glaciación máxima, debido a que el nivel del mar estaba aproximadamente 120 m por debajo del presente nivel hace 20000 años (Chappell y Shackleton, 1986).

Las terrazas marinas de la Isla La Plata son: El Machete (T1"), La Escalera (T2"), Los Piqueros (T3") y El Faro (T4").

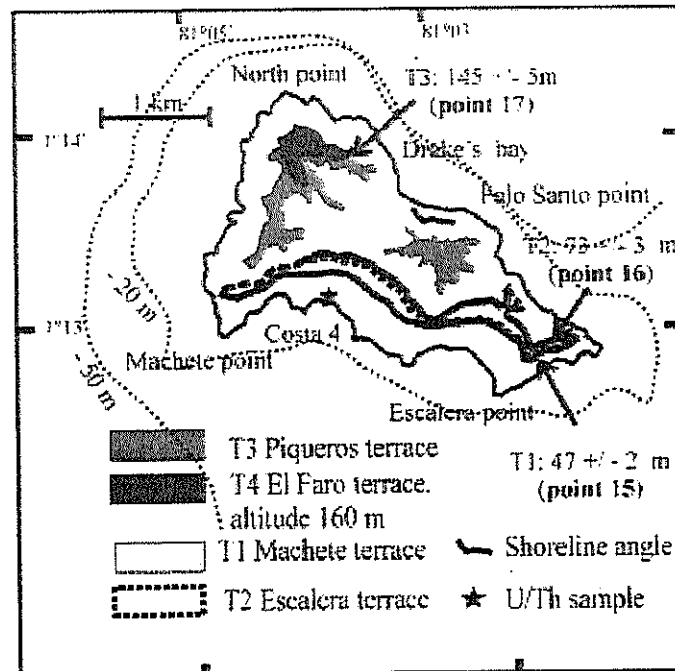


Figura 1.7 Posición de las terrazas marinas de la Isla La Plata. Fuente: Modificado de Pedoja (2006)

El Machete cubre la parte sur de la isla y una pequeña parte del norte (al oeste de la Bahía Drake). La muestra Costa 4 da una edad de 104000 ± 2 años por datación de U-Th sobre conchas de *Strombus galeatus*. El pie de acantilado es 47 ± 2 m (Punto 15).

La Escalera está localizada cerca de Punta Escalera. Tiene un pie de acantilado con altura de 73 ± 3 m (Punto 16). Esta superficie de erosión está localmente cubierta por más de un metro de

conglomerados y cantos rodados; sin embargo la presencia de conchas es muy escasa.

Los Piqueros, caracteriza la morfología de las partes central y oeste de la isla, tiene un pie de acantilado en una altitud de 145 ± 5 m (Punto 17).

La plataforma marina El Faro representa la culminación de la superficie de la isla, con una altitud de 160 m. Algunos parches finos de conglomerados cubren su superficie. El ángulo de línea de costa no es observado porque no hay elevaciones más altas que esta superficie.

En las tablas I y II se muestran las dataciones y las velocidades de levantamiento de la Península de Manta y de la Isla La Plata respectivamente. El Paleogolfo Pila presenta las mayores velocidades de levantamiento, aunque observando el promedio del levantamiento general para estas tres terrazas se puede observar que éstas no presentan valores muy distantes.

Secuencia Terraza Marina	Terraza Marina	Edad (ka)	Método de Datación
Paleogolfo San Mateo	T1 (Jaramijo)	76 ± 18	IRSL
		85 ± 1.2	U - Th
	T2 (San Mateo)	232 ± 35	IRSL
		203 ± 32	-
		212 ± 38	-
		187 ± 3.7	U - Th
T3 (Montecristi)	272 ± 38	IRSL	
Paleogolfo Pila	T1' (Bravo)	115 ± 23	IRSL
Isla La Plata	T1" (Machete)	104 ± 1.8	U - Th

Tabla I Resultados de métodos de datación de IRSL (Infrared-Stimulated Luminescence) y U-Th para las terrazas marinas Manta y la Isla La Plata. Fuente: Pedoja (2006)

	Paleogolfo San Mateo	Paleogolfo Pila	Isla La Plata
Sub-etapa Marina Isotópica 5e	Pt 1: 0.29 ± 0.01 Pt 5: 0.19 ± 0.01 Pt 6: 0.15 ± 0.02	Pt 10: 0.40 ± 0.01	Pt 15: 0.32 ± 0.01
Sub-etapa Marina Isotópica 7	Pt 2: 0.35 ± 0.02 Pt 7: 0.31 ± 0.02	0.50 ± 0.08	Pt 16: 0.30 ± 0.02
Sub-etapa Marina Isotópica 9	Pt 4: 0.39 ± 0.08 Pt 3: 0.33 ± 0.04 Pt 8: 0.33 ± 0.01 Pt 9: 0.33 ± 0.01	0.51 ± 0.08	Pt 17: 0.43 ± 0.04
Levantamiento General	0.30 ± 0.02	0.47 ± 0.05	0.35 ± 0.02

Tabla II Velocidades de levantamiento (mm/año) para los tres últimos periodos interglaciares en la Península de Manta y la Isla La Plata. Fuente: Pedoja (2006)

CAPÍTULO 2.

2. MARCO GEOGRÁFICO

2.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio está ubicada en Ecuador (Fig. 2.1), al noroeste de América del Sur, en las provincias de Manabí y Esmeraldas, en tierra y costa afuera (Fig. 2.2 y 2.3). Las coordenadas geográficas son: 1°28'39" de Latitud Norte, 5°01'00" de Latitud Sur, 75°11'49" de Longitud Este y 81°00'37" de Longitud Oeste.

A tierra el estudio fue realizado entre Jama (Prov. de Manabí) y Esmeraldas. Jama está ubicada geográficamente a una latitud de S 0°20' / S 0°10' y una longitud de O 80°15' / O 80°0'. Esmeraldas está ubicada a una latitud de N 0°50' / N 1°0' y a una longitud de O 79°30' / O 79°15'.

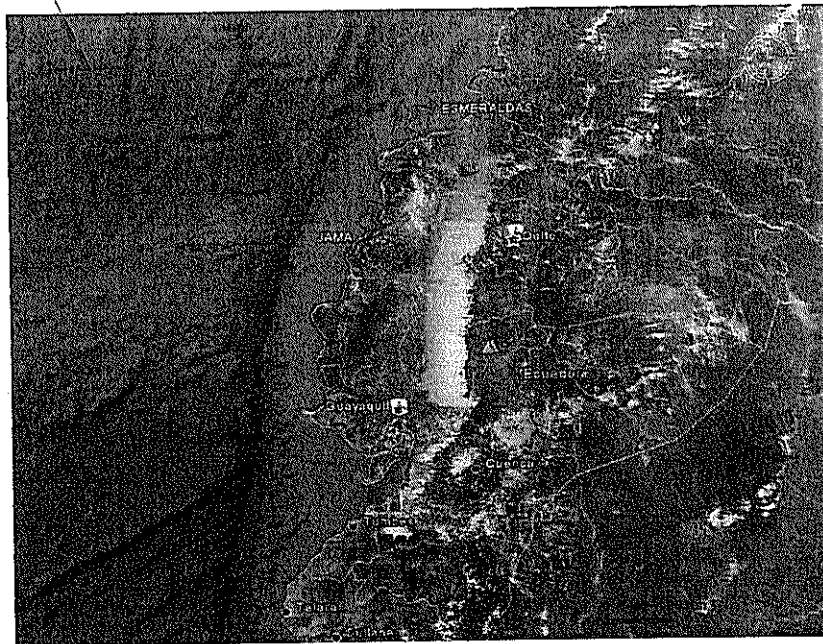


Figura 2.1 Mapa General de la Ubicación de Ecuador. Fuente: Google Earth, 2009

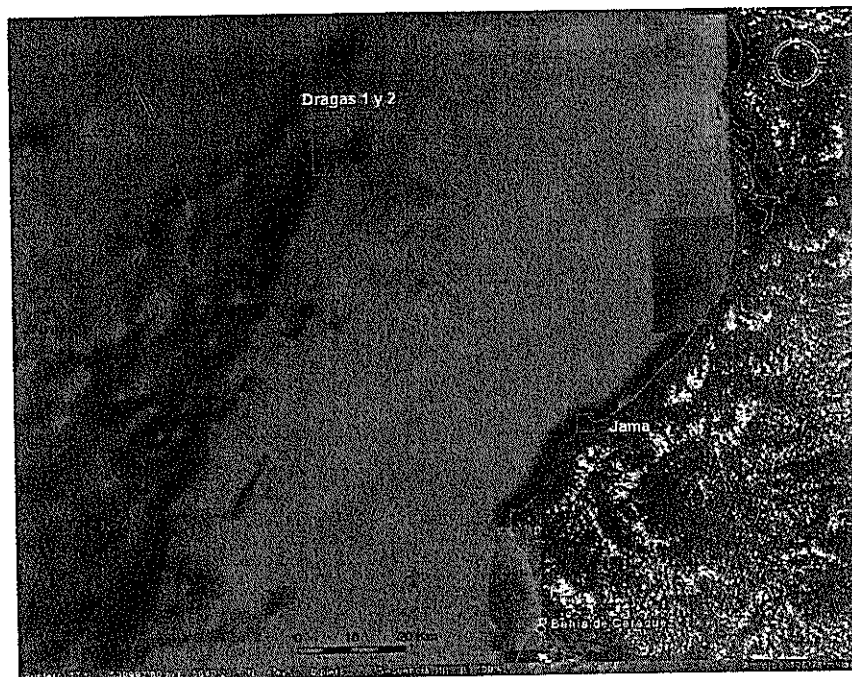


Figura 2.2 Mapa de Ubicación de la zona de estudio de Jama, tanto en tierra como en mar. Fuente: Google Earth, 2009

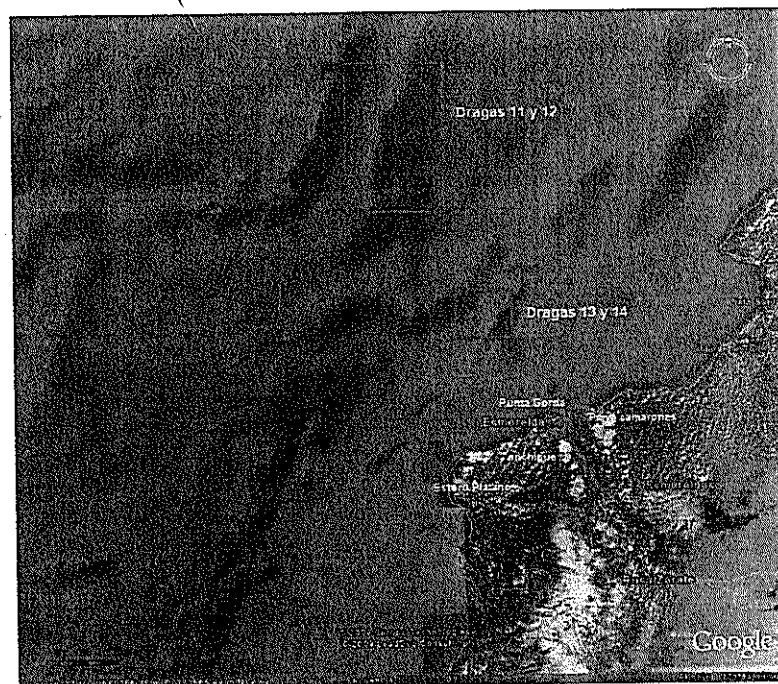


Figura 2.3 Mapa de Ubicación de la zona de estudio de Esmeraldas, tanto en tierra como en mar. Fuente: Google Earth

2.2 BATIMETRÍA Y MORFOLOGÍA COSTERA

La figura 2.4 muestra el mapa batimétrico costa afuera del Norte de Ecuador, desarrollado durante la campaña AMADEUS, el cual tiene una escala 1:800,000 en latitud 0°. El tamaño de la grilla es de 150 m. y las curvas de nivel son cada 50 metros.

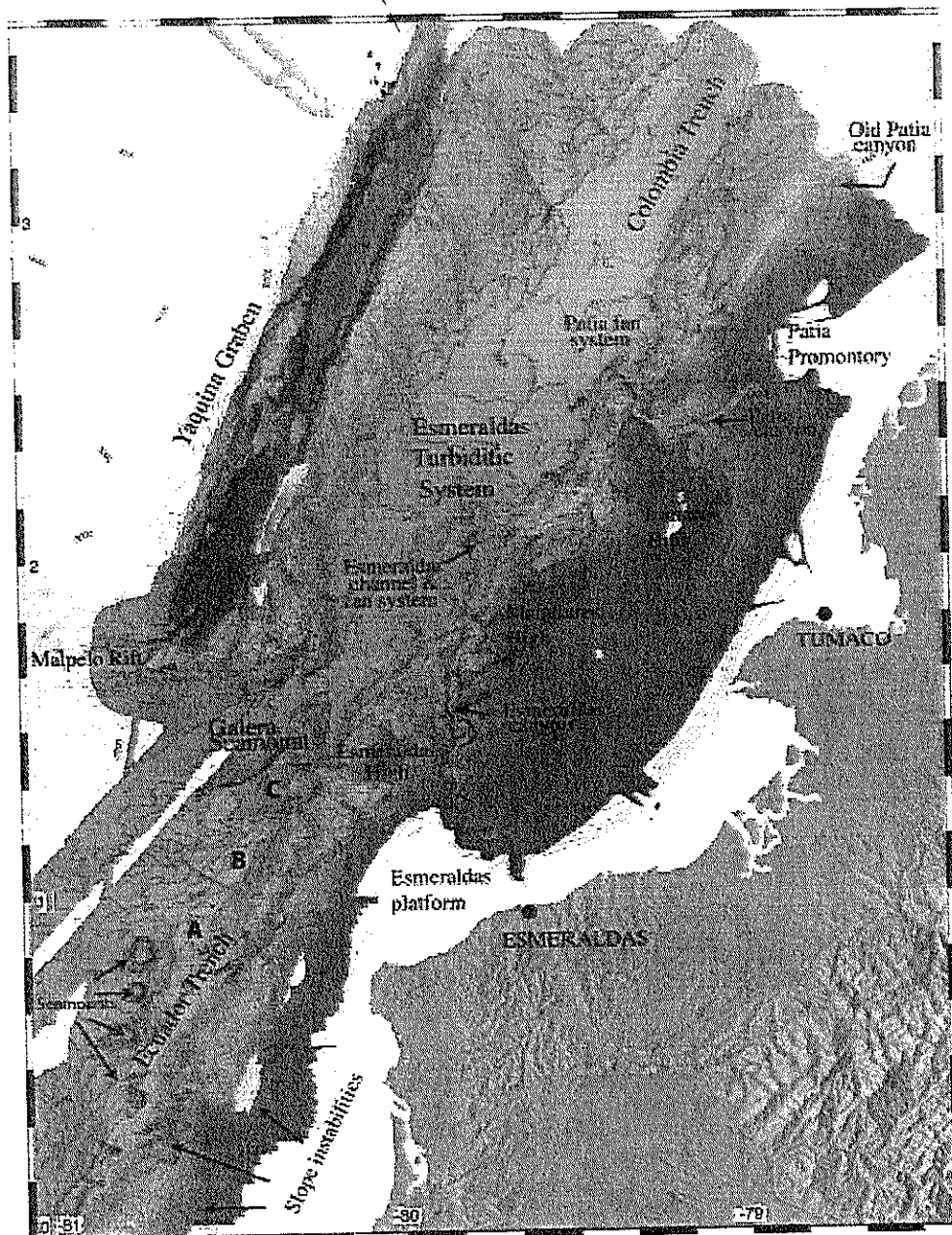


Figura 2.4 Mapa Batimétrico del fondo oceánico del norte de Ecuador, donde se muestra la trinchera de Ecuador, la montaña submarina Galera y la zona de pendientes inestables. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

Los tipos de datos batimétricos utilizados (Fig. 2.5) fueron, la batimetría multihaz (franjas y segmentos de mayor resolución), batimetría monohaz de alta densidad recolectada por el IRD. Se usaron levantamientos hidrográficos recolectados sobre la plataforma continental e insular por el INOCAR. También se obtuvieron datos adicionales de batimetría satelital de Smith y Sandwell 1997).

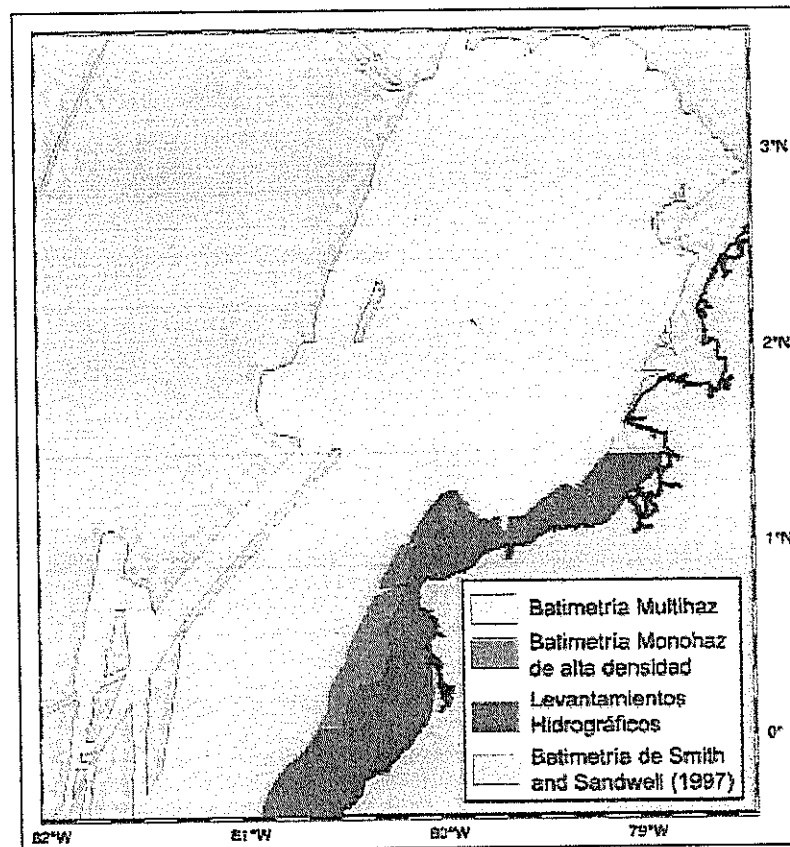


Figura 2.5 Mapa donde se muestran los tipos de datos batimétricos obtenidos durante la campaña AMADEUS. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

Los datos batimétricos obtenidos durante la campaña AMADEUS fueron procesados usando el software CARAIBES, desarrollado por

IFREMER. La versión utilizada fue la V3.0, donde los datos batimétricos fueron georeferenciados.

Los estudios batimétricos mostraron que en la margen inferior del talud continental de Ecuador, cerca de la latitud $0^{\circ}20'N$, frente al área de la costa de Jama, existe un área de pendientes inestables, de aproximadamente 20 Km. de largo (Fig. 2.4).

Una montaña submarina de 2400 m de altura, llamada Galera (Galera Seamount) (Fig. 2.4), influye sobre la pendiente de la margen a $1^{\circ}30'N$ (Collot et al., 2005). Esta montaña está dominada por lineamientos estructurales de tendencia $N-10^{\circ}$ y $N-45^{\circ}$. Su flanco sur está claramente controlado por una falla $N-70$ a $N80^{\circ}E$ que atraviesa la corteza oceánica. Otras fallas con una orientación similar deformaron el piso oceánico, al sur de Galera, delineando así tres pequeñas cuencas de 3700-3900 m de profundidad, marcadas A, B y C en la figura 2.4. Las cuencas A y B (Fig. 2.4) están llenas de sedimentos bien estratificados, de tipo turbidítico, mientras que la cuenca C muestra un piso oceánico irregular. Cerca de $0^{\circ}50'N$, en la extremidad oriental de la Cordillera Carnegie, la tendencia de la estructura dominante es $N45^{\circ}$ y está caracterizada por alturas de 200-400 m y

escarpes de falla de tendencia SE probablemente relacionados a la subducción de la placa.

Al norte de la montaña submarina Galera, el piso oceánico de la trinchera tiene 3300 m de profundidad, contrastando con los 3900 m de profundidad de la trinchera que está al sur de la montaña submarina Galera. Esta diferencia de profundidades indica que la montaña submarina Galera y su corteza oceánica fallada forman una barrera estructural, la cual transporta los sedimentos hacia el sur.

En la desembocadura del cañón de Esmeraldas a una latitud de N 1°50', el piso oceánico muestra el profundo abanico Esmeraldas. La morfología del abanico está caracterizada por una dominante forma elongada. La cabeza del abanico ha sido incidida por el canal de Esmeraldas, el cual se hace meandrónico hacia el norte, indicando el transporte de sedimentos hacia esa dirección (Collot et al., 2005).

Mapas batimétricos de los sitios dragados

A continuación se muestra a detalle (Fig. 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9) las profundidades en cada uno de los sitios en donde se realizó la recolección de muestras de dragas. Las curvas de nivel están cada 25 metros.

La Draga 1 se encuentra entre los 2250 y 2750 m y la Draga 2 entre los 1750 y 2250 m de profundidad. Se observa que desde los 500 m hasta los 1750 m, la pendiente del terreno es suave y crece progresivamente. Entre los 1750 y 2750 m la pendiente se hace más inclinada (esta es la zona donde se realizó la Draga-2).

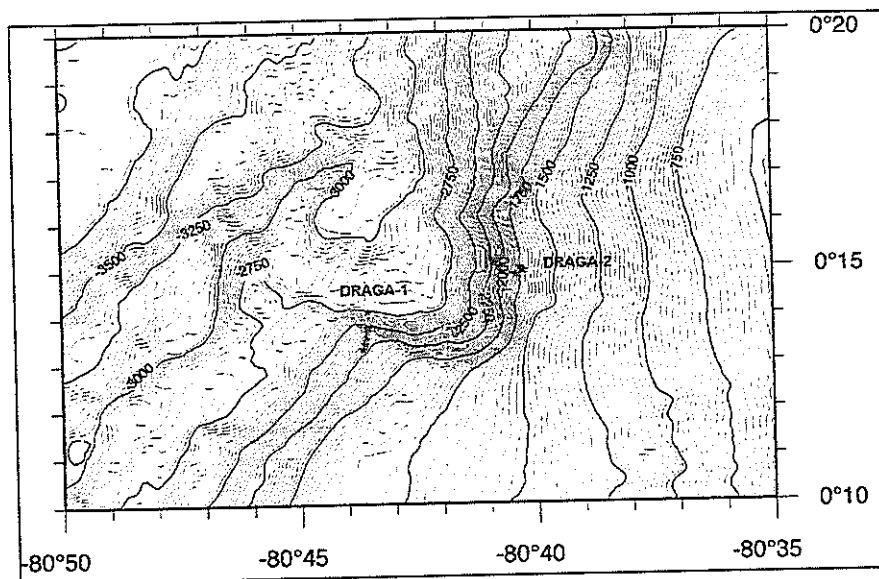


Figura 2.6 Mapa Batimétrico del fondo oceánico donde se ubicaron las dragas 1 y 2. Los puntos de dragados están representados por las estrellas rojas. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

La Draga 11 se realizó entre los 1000 y 2300 m de profundidad. En esta zona la pendiente es suave hasta los 1250 m de profundidad, creciendo bruscamente hasta los 2250 m de profundidad. Los dragados se realizaron a lo largo de la pendiente fuerte, por encima y debajo de esta pendiente. Las isobatas son irregulares hacia el Oeste del mapa, lo que indica que el terreno es muy accidentado.

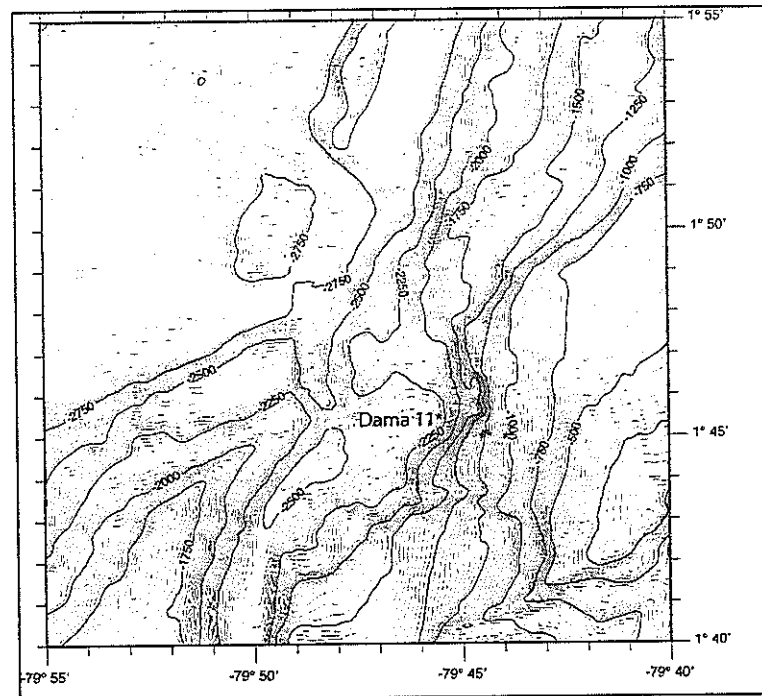


Figura 2.7 Mapa Batimétrico del fondo oceánico donde se ubicó la draga 11. Los puntos de dragados están representados por las estrellas rojas. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

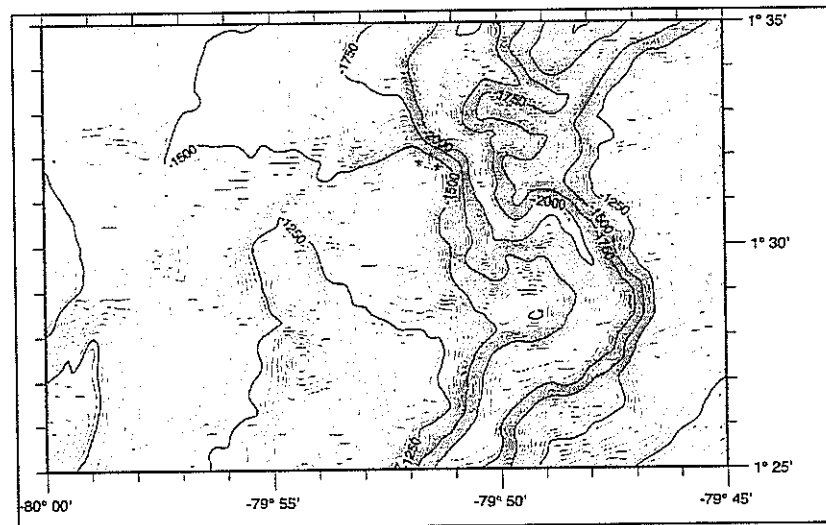


Figura 2.8 Mapa Batimétrico del fondo oceánico donde se ubicó la draga 12. Los puntos de dragados están representados por las estrellas rojas. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

En la draga 12 el relieve del terreno es muy accidentado. En el área Este del mapa se observan fuertes inclinaciones de la pendiente, entre los 1500 y 2000 m de profundidad. Más hacia el Oeste las pendientes son más suaves. A partir de la curva de 2000 m se observa una depresión, cerca del área donde se realizaron las dragas.

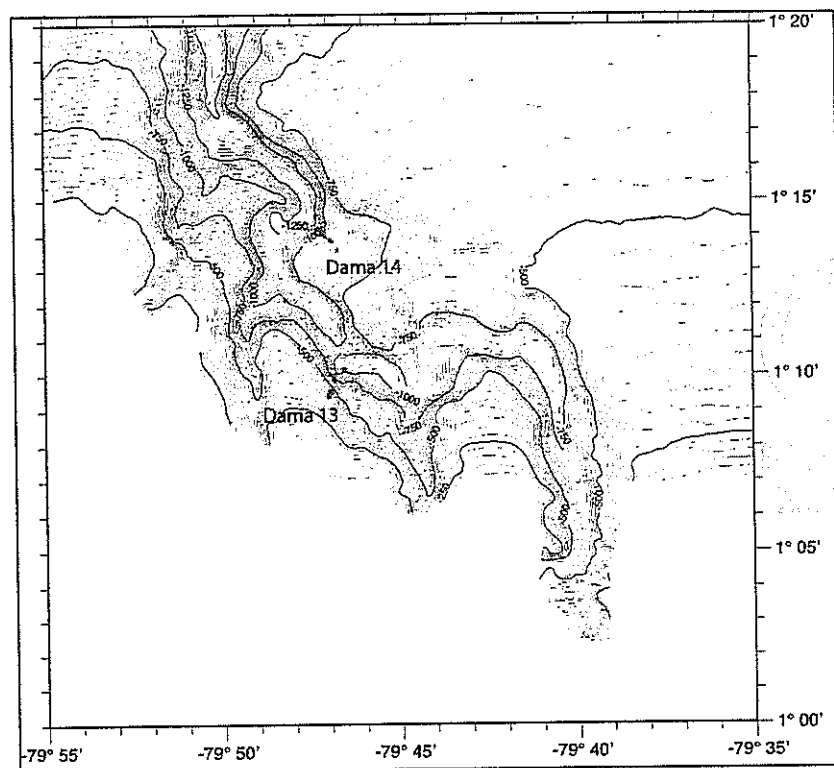


Figura 2.9 Mapa Batimétrico del fondo oceánico donde se ubicaron las dragas 13 y 14. Los puntos de dragados están representados por las estrellas rojas. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

Los sitios en donde se realizaron las dragas 13 y 14 no son tan profundos como el resto de las dragas. La draga 13 se realizó entre los 500 y 1000 m de profundidad, mientras que la draga 14 se realizó

entre los 800 y 1000 m de profundidad. El relieve del terreno es muy irregular.

Clima

En Ecuador, la región oceánica presenta una gran variabilidad de climas. El área de estudio se ubica en una zona de transición entre los regímenes tropical y subtropical. Hacia el norte, la Bahía de Panamá es definida como el área del Pacífico Oriental Tropical que se encuentra en el Istmo de Panamá (cerca de los 9° N) y la Península de Santa Elena (cerca de los 2° S), y se extiende desde las costas de Panamá, Colombia y Ecuador hasta cerca de los 81° O. Esta área está caracterizada por agua tropical cálida (25° C) y de baja salinidad (34 ppm). Hacia el sur del Ecuador, está el agua subtropical fría (22° C) y salina (35 ppm) de la Corriente de Humboldt, la cual es fuertemente influenciada por la batimetría costera. Entre estas dos masas de agua se encuentra una zona de transición denominada Frente Ecuatorial, la cual exhibe marcadas variaciones estacionales y está identificada por intensos gradientes termohalinos estacionales (Cucalón, 1986). A nivel subsuperficial los cambios estacionales estarían confinados a los 50 m de profundidad (Cucalón, 1986). El Ecuador se caracteriza por presentar sólo dos períodos estacionales, claramente diferenciados: invierno (cálido – húmedo) de enero a abril

y verano (seco – menos cálido) de julio a octubre. Los meses restantes son considerados períodos de transición entre ambas estaciones. Más del 95% de la precipitación anual cae durante el invierno (Stevenson, 1981; Cucalón, 1986).

El promedio de la marea en el área de estudio es de 3,5 metros (INOCAR 2001). Durante el evento de El Niño, el nivel del mar sube aproximadamente 45 cm de su nivel normal, durante 1 o 2 meses (Moreano et al., 1986; Zambrano, 1996). El área está caracterizada por temporadas secas y húmedas, con un promedio anual de precipitaciones de 800 mm (Terran, 1986). Sin embargo, las precipitaciones durante el periodo de El Niño son de 2 a 3 veces sobre lo normal, lo cual genera numerosos deslizamientos de tierra (Perrin et al., 1998).

2.3 RED HIDROGRÁFICA

En Jama el eje hidrográfico es el Río Jama, el cual desemboca en el océano pacífico. Este río forma parte de los siete estuarios principales que tiene el litoral ecuatoriano y es el río más grande de la Prov. de Manabí, con una extensión de 75 Km. En la zona, el principal afluente del Río Jama es el Río Mariano. Otros cursos de agua que existen en

el área son los Esteros: Envidia, Las Fuentes, Pasa Borracho, Chilinduy y Borrachito.

Los principales ríos que aportan sedimentos a la costa central y norte y a la plataforma de Esmeraldas, son el Esmeraldas, Cayapas, Santiago y Mira. Existen otros ríos menores de curso muy corto que desembocan directamente al mar, estos son Atacames, Verde y Mataje. La cuenca hidrográfica del Esmeraldas es muy extensa, tiene aproximadamente 20.000 Km². Sus principales afluentes son el Guayllabamba, el Toachi, el Blanco y Quinindé. La cuenca del río Santiago, junto con la del Cayapas tienen una extensión de 7.000 Km²; estos ríos y sus afluentes drenan la vertiente más occidental de los Andes y la llanura costera, la cual en la zona de desembocadura se convierte en un complejo de islas y canales con densos manglares que constituyen un conjunto deltaico subsidiario del delta del río Mira. El río Mira, junto con sus afluentes principales San Juan y Güiza, drena una extensión de 9.000 Km² aproximadamente. La característica común de todos estos ríos es su alto poder erosivo debido a los grandes niveles existentes, por ejemplo el río San Juan, con pendientes del orden del 7%. Las cuencas del Esmeraldas y del Mira también reciben aportes del corredor interandino y de la Cordillera Real de los Andes.

CAPÍTULO 3.

3. MARCO GEOLÓGICO

3.1 LA FOSA DE SUBDUCCIÓN Y EL TALUD CONTINENTAL

El límite entre la placa continental de América del Sur y la placa oceánica Nazca es un margen activo. La placa Nazca subduce por debajo de la placa Sudamericana a lo largo de la fosa del Ecuador. La fosa ecuatoriana es irregular, más estrecha y menos profunda al frente de la Cordillera de Carnegie y más ancha y profunda al nivel del Golfo de Guayaquil.

La plataforma continental al sur de Punta Galera, tanto al este como al oeste de Esmeraldas, es estrecha, regular y con una pendiente promedio de $0,8^\circ$. La transición hacia el talud superior está bien definida por un cambio brusco de pendiente, alrededor de los 110 metros de profundidad. El talud superior tiene una pendiente muy acentuada de $8,6^\circ$. El talud más abrupto corresponde a la pared del

cañón submarino del río Esmeraldas, con $17,3^\circ$ de pendiente. La plataforma continental es profundamente cortada en su mitad por el cañón submarino del río Esmeraldas (De Miro et al, 1974).

Frente a las puntas Galera, Manta y Salinas, la plataforma continental es estrecha. Costa afuera del Ecuador, la plataforma continental varía en ancho desde los 10 Km en Punta Galera (offshore) hasta los 50 Km a una latitud de 0° (Collot et al, 2005). Al oeste, entre Esmeraldas y Punta Galera existe una plataforma somera en el margen continental, la cual determina canales muy suaves a la derecha e izquierda del río Atacames. Esta plataforma termina a unos 28 Km de la costa con una morfología típica de borde de plataforma a una profundidad de 40 metros.

El cañón de Esmeraldas (Fig. 3.1) es el accidente morfológico más importante de la plataforma continental al Norte del Ecuador (De Miro et al., 1974). Es muy activo y corta profundamente la margen ecuatoriana a lo largo de su orientación $N140^\circ E$ (Collot et al, 2005). Su cabecera se encuentra en la misma desembocadura del río Esmeraldas, a 25 metros de profundidad; el cauce del cañón es sinuoso, aunque toma al inicio una dirección general de NNO. Su perfil longitudinal es escalonado, con pendientes fuertes de hasta 30° ; los

escalones probablemente representan cambios en la litología de la plataforma. El promedio de la pendiente es de 15° (De Miro et al., 1974).

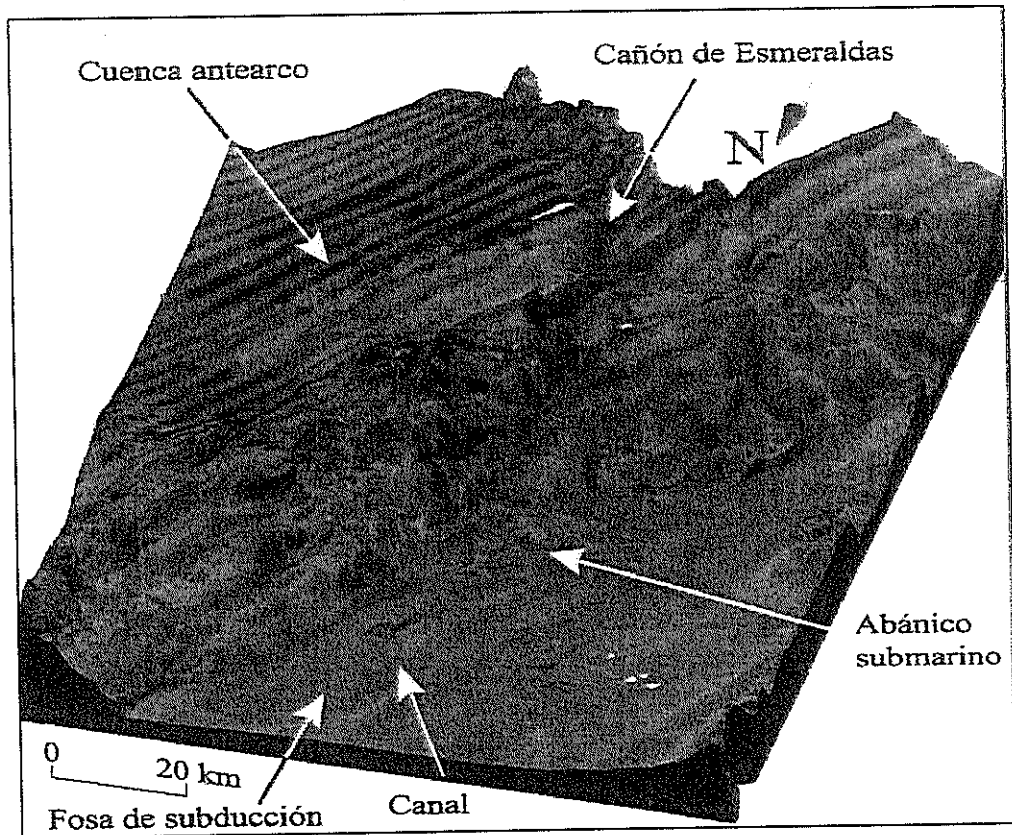


Figura 3.1 Batimetría 3D con cobertura de reflectividad acústica mostrando el cañón de Esmeraldas, su abanico submarino y el canal en la fosa de subducción. Fuente: IRD-Geosciences, 2005.

Al sur del cañón, la plataforma continental es amplia (~ 50 Km de ancho) y somera (< 100 m), entre una trinchera interna empinada ($\sim 14^\circ$) y corta (20 – 30 Km), y una costa levantada, compuesta por terrazas marinas del Cuaternario (Pedoja, 2003). En donde la cordillera submarina Carnegie entra en la subducción, la trinchera de

Ecuador es menos profunda (2880 m) y contiene sólo pocos metros de turbidita (Lonsdale, 1978). Al Noroeste del cañón de Esmeraldas, la margen está marcada por una estrecha plataforma (5 – 20 Km) y una remarcada entrada morfológica de más de 80 Km de ancho y 800 – 1000 m de profundidad, la cual contiene una cuenca sedimentaria de antearco (Marcaillou, 2003). En esta zona la trinchera se hace más profunda (4000 m) y contiene hasta 500 m de relleno sedimentario (Collot et al., 2002)

3.2 LAS CUENCAS DE ANTEARCO (PROGRESO, MANABÍ, BORBÓN)

El Mioceno fue marcado por un periodo de fuerte convergencia (Daly, 1989), la cual afectó todo el antearco costero ecuatoriano, dando como resultado la formación de una serie de cuencas extensionales que se llenaron de sedimentos silicoclásticos (Benítez, 1995). Estas cuencas son principalmente las de Progreso, Manabí y Borbón (Fig. 3.2). Todas estas cuencas muestran periodos de facies variadas someras o profundas. La subsidencia de estas cuencas empezó aproximadamente durante el Mioceno Temprano. Después de Lonsdale (1978) y Daly (1989), Benítez (1995), Aalto y Miller (1999), Pedoja (2003), y Cantalamesa y Di Celma (2004) han propuesto que

cuencas. El análisis de estas cuencas nos servirá para tener una visión general de su evolución, lo cual permitirá tener criterios adicionales para las correlaciones posteriores.

Cuenca Progreso

La cuenca Progreso (Fig. 3.3) es una cuenca de hundimiento a manera de semigraben, la cual tuvo una subsidencia rápida en el Oligoceno Tardío y posteriormente fue rellenada con sedimentos Oligo-Miocénicos. Está ubicada entre los 2° 0' y 2° 40' de latitud Sur y entre los 80° 0' y 80° 30' de longitud Oeste. Limita al Norte con la Cordillera Chongón-Colonche, al SO con el Levantamiento Santa Elena y al Este con el Graben Jambelí. Tiene una extensión aproximada de 3200 Km², representa una zona deprimida del antearco, con dirección general ONO – ESE.

ÉPOCA		FORMACIÓN	SIMBOLOGÍA	AMBIENTE
CUATERNARIO		TABLAZO		MARINO SOMERO
PLIOCENO		PUNÁ		ESTUARINO - DELTAICO ?
MIOCENO	TARDÍO	PROGRESO		MARINO SOMERO A ESTUARINO
	MEDIO			MARINO SOMERO
	TEMPRANO	SUBIBAJA (SABBA) VILLINGOTA DOS BOCAS		MARINO AGUAS CALIDAS PLATAFORMA EXT. A TALUD CONT.
OLIGOC.	TEMP. TARDÍO	ZAPOTAL		FLUVIAL A MARINO SOMERO
	TEMP.			
EOCENO	TARDÍO	GRUPO ANCÓN PUNTA ANCÓN SECA SOCORRO CLAY PEBBLE BED		PLATAFORMA EXTERNA
	MEDIO			
	TEMPRANO			
PALEOCENO	TARDÍO	GRUPO AZICAR ESTANCIA CHANDUY ENGABAO		ABISAL
	TEMPRANO			

Figura 3.3 Columna estratigráfica de la Cuenca Progreso. Fuente: Micropaleontología Ecuatoriana, Ordóñez, 2006.

La sedimentación de la cuenca Progreso, se caracteriza por la gran inestabilidad de las zonas limitantes y la existencia de subcuencas.

La cuenca Progreso tiene como base el Grupo Azúcar (Fig. 3.3) del Paleoceno Temprano, el cual fue depositado en un ambiente abisal. A continuación descansa sobre éste el Grupo Ancón con una inconformidad angular (Stainforth, 1948; Small, 1962; Benítez, 1995; Jaillard et al., 1995). El Grupo Ancón está compuesto de una sucesión de formaciones silicoclásticas, las cuales son: Clay Pebble Bed, Socorro, Seca y Punta Ancón.

La transgresión Ancón, de edad Eoceno Medio y Superior se ha depositado en las partes bajas de una paleo superficie post Eoceno Inferior.

La transgresión Post Eocénica empieza en el Oligoceno con el miembro Zapotal (Fig. 3.3), el cual se compone de conglomerados basales, areniscas gruesas con estratificación cruzada y lutitas. El Miembro Zapotal presenta características de transgresión marina, ligados a la formación de la cuenca Progreso. Sin embargo, la ausencia de fauna marina y la abundancia de gasterópodos de agua fresca y paleosuelos argumentan un ambiente deposicional fluvial.

Subsecuente~~mente~~, la Fm Dos Bocas (Mioceno Temprano) fue depositada y marcó la aparición de sedimentos detrítales de facies marinas. Con esto se inicia una transgresión generalizada en toda la cuenca, hasta una sedimentación de plataforma externa, y por consecuencia, una tendencia al relleno de la cuenca, que va a continuar durante los depósitos del miembro Villingota y de las Formaciones Subibaja, Progreso y Puná Inferior.

El miembro Villingota (Mioceno Temprano superior) está compuesto por secuencias de areniscas finas y amarillas, en la base, y lutitas diatomáceas blancas. El contacto con la Fm Subibaja que la subyace, es discordante. La Fm Progreso (Mioceno Medio – Tardío) subyace a la Fm Subibaja. Tiene areniscas finas y lutitas friables, y es el sitio de oscilaciones tectónicas con discordancias progresivas. Las evidencias sedimentológicas y faunales de la Fm Progreso indican que fue depositada en un ambiente marino somero o estuarino. Con la Fm Progreso se inicia una regresión que continuó durante la Fm Puná Inferior (Plioceno), terminando con las terrazas marinas someras del Cuaternario.

Cuenca Manabí

La cuenca Manabí se localiza al NO de la región costanera ecuatoriana. Según Whittaker (1988) es la más grande de las cuencas costeras del Ecuador, extendiéndose 250 Km en dirección NNE. Limita al Norte con las montañas de Jama y de Cojimíes y con la Falla Esmeraldas y al Sur con la Cordillera Chongón-Colonche.

Whittaker opina que la Cordillera Chongón-Colonche actuó como una barrera efectiva entre las cuencas Manabí y Progreso durante el Neógeno. Estas dos cuencas parecen haber estado conectadas, en particular durante el Mioceno Temprano y Medio.

La cuenca Manabí está constituida en su basamento por rocas cretácicas de la Fm Piñón, las cuales son consideradas como parte de una antigua corteza oceánica acrecionada, según Goosens y Rose (1973).

Sobre la Fm Piñón, se encuentra la Fm Cayo del Cretáceo Tardío, la cual es esencialmente una acumulación volcano-clástica de varios miles de metros de espesor depositada alrededor de un arco insular sobre la antigua corteza oceánica. Está constituida principalmente por

areniscas y lutitas bien consolidadas con altos contenidos de elementos volcánicos. El paleoambiente es de profundidades batiales a abisales (Ordoñez, 2006)

Luego se encuentra la Fm San Eduardo (Eoceno medio) cuya localidad tipo se encuentra en la Prov. del Guayas, vía a la costa, en la cantera San Eduardo (Holcim S.A.), 2 Km. al Oeste del cerro San Eduardo. Su potencia alcanza los 200 m. Desde allí bordea el flanco Sur de la Cordillera Chongón-Colonche hasta unos 40 Km. al Oeste de Guayaquil. En los sectores de Pacoche, La Travesía y Santa Marianita, en la Prov. de Manabí, aparecen afloramientos esporádicos de calizas tipo San Eduardo. Está constituida por una calcarenita turbidítica hasta una calcocrudita bien estratificada que contiene algas y clastos de calcilutitas y cherts (Duque, 2000).

A continuación aparece la Fm San Mateo (Eoceno Medio - Eoceno Superior), cuyo nombre se debe a la localidad tipo: la población de San Mateo ubicada a 15 Km. al Oeste de Manta. La litología, en la parte inferior, esta constituida por lutitas de origen pelágico y hemipelágico, propias de una cuenca de talud de fosa, y en la parte superior, por secuencias de conglomerados con intercalaciones de lutitas y secuencias de areniscas que se corresponderían a conos de

deyección submarinos desarrollados en la cuenca, siendo el área de la Cordillera Chongón Colonche el arco volcánico activo que aportó con el material de relleno de la cuenca. El análisis de la microfauna y de la sedimentología a detalle señala que el ambiente de su depositación corresponde a "aguas cargadas de sílice, producto de la cercanía a un área volcánica, con aportes continuos de ceniza, y con una profundidad de depositación aproximada entre 2000 y 2500 m en una cuenca de talud activa". El miembro inferior tiene una edad que va del Eoceno medio al límite Eoceno Medio - Eoceno Superior, mientras que el miembro superior es de edad Eoceno Superior (Navarrete, 1985).

Sobre la Fm San Mateo descansa la Fm Tosagua (Mioceno Temprano – Medio). La Fm Tosagua aflora extensamente en el flanco occidental de la Cuenca Manabí. Son lutitas de color café a gris muy parecidas, monótonas, muy potentes de hasta 1.500 m, con intercalaciones subordinadas de areniscas tobáceas decimétricas y localmente nódulos calcáreos. Afloran ampliamente en la cuenca Manabí, en el alto costanero de Manta-Montecristi debajo de los Tablazos y en el alto costanero de Bahía de Caráquez. De acuerdo a Whittaker (1988) las asociaciones microfósilíferas, con abundantes y diversos

especímenes, determinan un paleoambiente batial superior para la Fm Tosagua.

A continuación sobre la Fm Tosagua descansa la Fm Angostura (Mioceno Medio – Superior), su nombre se debe a la localidad tipo, ubicada en la desembocadura del estero Angostura del río Santiago; pero también aflora en el sector de Banchal y en el flanco Norte de la Cordillera Chongón-Colonche, en el sector de Cascol. Es una serie arcillo-arenosa de gran espesor con algunas intercalaciones de arenisca conchífera y secuencias estrato decrecientes al tope, que se interpretan como secuencias de progradación sublitorales. El ambiente de depositación es marino de plataforma externa, al tope tiene un paleoambiente marino de plataforma central.

La Fm Canoa (Plioceno Medio – Plioceno Superior) forma parte de la cuenca Manabí. Esta formación es una secuencia deposicional completa, con un espesor de unos 80 m, y aflora a lo largo de la costa al Sur de Manta, desde Punta Canoa hasta Quebrada La Coterá. Esta Formación constituye el relleno de una cuenca de Ante-Arco durante el Plioceno Superior y yace, con una fuerte discordancia angular, por encima de la Fm Tosagua. La sección completa se compone de arcillas bioturbadas con espesor de unos 60 m aproximadamente a las

cuales siguen areniscas bioturbadas con espesor de 20 m. El análisis de facies ha revelado la presencia de un ambiente de sedimentación nerítico, desde la zona de "shoreface" hasta la plataforma media. La Fm Canoa está cortada por una superficie erosiva vinculada a la colocación *in situ* de los sedimentos pleistocénicos (Tablazos) que están arriba.

Los Tablazos son una superficie plana elevada constituida por depósitos de areniscas calcáreas bioclásticas y conglomerados. Los "Tablazos" son morfoestructuras en forma de terrazas que se originaron en una plataforma de abrasión, durante un máximo transgresivo del nivel del mar. En la actualidad se reconocen 3 niveles de terrazas en la Península de Santa Elena y en Punta Galera, Prov. de Esmeraldas (correspondientes a los tres últimos interglaciares), en la Isla de la Plata 4, en la Isla Puná 3 y al menos 5 niveles (posiblemente hasta 7) en la Península de Manta, cuyas edades varían entre el Pleistoceno inferior y el Pleistoceno reciente (Álvarez, 2002).

Cuenca Borbón

Esta cuenca está ubicada al NE de la Cuenca Manabí, al Norte de la falla Esmeraldas de dirección NO – SE. La Cuenca Borbón (Fig. 3.4) es una zona subsidente de eje SO – NE, que corresponde a la continuación hacia el Sur de la Cuenca de Chagui al Sur de Colombia. Savoyat y otros (1970) opinan que la transgresión de la Cuenca Borbón rellenó ampliamente el corazón del sinclinal y alcanzó el zócalo en la parte Norte.

La Cuenca Borbón tiene como basamento las rocas de la Fm Piñón. A continuación descansa sobre esta la Fm Zapallo (Eoceno), la cual constituye la base de la serie tipo flysh que se deposita en transgresión sobre el relieve cretácico. Para esta formación se determinó un paleoambiente marino de aguas cálidas, de profundidades de plataforma externa a talud superior (Ordoñez, 2006).

Sobre la Fm Zapallo descansa la Fm Pambil (Oligoceno – Mioceno) que consiste de lodolitas y areniscas de grano fino con ausencia de cherts. El paleoambiente es de plataforma central a externa (Ordoñez, 2006). La Fm Pambil infrayace a la Fm Viche (Mioceno Temprano – Medio) en discordancia (Ordoñez, 2006).

La Fm Viche tiene un espesor de 1000 m, litológicamente se trata de una arcilla parda, a veces siltosa, con nódulos y bancos lenticulares de calizas y algunos bancos arenosos. Ricas y diversas asociaciones de foraminíferos planctónicos y bentónicos indican un ambiente deposicional batial profundo (Stainforth, 1948; Whittaker, 1988).

Por encima de la Fm Viche, se encuentra la Fm Angostura (Mioceno Medio), la cual consiste en un conglomerado basal de unos 40 m de espesor, seguido por unos 35 m de sedimentos arenosos y siltsos de aspecto masivo con lamelibranquios, gasterópodos y escafópodos. Las areniscas son de color amarillo-rojizo, a menudo con estratificación cruzada. La formación se vuelve más fina y más uniforme hacia el oeste, donde contiene intercalaciones lodolíticas. El espesor de la Fm Angostura es generalmente cerca de 250 m, pero cerca del río Esmeraldas tiene solamente unos 40 m de espesor. El ambiente de deposición es marino de plataforma interna (Ordoñez, 2006).

La Fm Onzole (Plioceno) puede ser resuelta en tres miembros informales (Inferior, Medio y Superior), los cuales están separados por las areniscas del Miembro Súa (Evans y Whittaker, 1982) y por el Miembro Estero Plátano (Fig. 3.4).

La Fm Onzole Inferior consiste de 300 a 800 m de lodolitas limosas, sus afloramientos se encuentran cerca del río Santiago, los cuales han sido datados de Mioceno Tardío, zona N16 – 2/3N17 (Ordoñez, 2006). Los sedimentos de la Fm Onzole Inferior corresponden a un paleoambiente de plataforma continental, probablemente de plataforma central en su base, la que se fue profundizando hacia el tope (Ordoñez, 2006).

El Miembro Súa (Plioceno Inferior) consiste de cerca de 250 m de areniscas grauvaquicas bien estratificadas, las cuales se afinan hacia el Este, a cerca de 10 m de distancia en el Río Esmeraldas. Las areniscas bioturbadas de color naranja a gris amarillento son de grano grueso a fino con lentes de guijas e intercalaciones de limolitas. El contacto inferior varía desde una discordancia ondulante, hasta una disconformidad plana, y el contacto con la suprayacente es gradacional (Montenegro, 2001).

La Fm Onzole Medio (Plioceno Inferior) consiste de lodolitas intercaladas con areniscas y conglomerados, con un espesor de 10 hasta 250 m.

El Miembro Estero Plátano consiste en una alternancia distintiva bien estratificada de areniscas y lodolitas medias a finas, y tiene un espesor de aproximadamente 300 m. La edad del miembro es Plioceno Inferior-Medio (Whittaker, 1976).

La Fm Onzole Superior (Plioceno Superior) está expuesta en los acantilados, en la vecindad de Punta Gorda, cerca de Esmeraldas. Según Aalto y Miller (1999) la Fm Onzole Superior está compuesta principalmente de turbiditas pelíticas de grano fino, con bioturbación restringida al tope de los estratos. Para esta formación se determinó un paleoambiente marino de aguas cálidas, que alcanza profundidades hasta de talud superior (Ordoñez, 2006).

Finalmente sobre la Fm Onzole se encuentran Los Tablazos (Pleistoceno) que cubren un área topográficamente plana al Sur de Punta Galera a una profundidad en exceso de 4 m. Consiste de arenas deleznales horizontalmente estratificadas, de grano medio a fino y de color caqui-gris con algunas bifurcaciones de grava hacia el tope. Hay presencia de conchas quebradas y enteras en todas las arenas y en algunos sitios están concentradas dentro de lentes.

PROFUNDIDAD METROS	COLUMNA LITOLÓGICA	FORMACIÓN	ÉPOCA
0 m	QT	Tablazo	PLEISTOCENO
	Plo	Onzole Superior	PLIOCENO
	Plo ^h	Miembro Estero Plátano	
	Plo	Onzole	
1000 m	Plo'	Miembro Súa	
	Mo	Onzole Inferior	MIOCENO TARDÍO
2000 m	MA	Angostura	MIOCENO MEDIO
	Mv	Viche	MIOCENO TEMPRANO - MEDIO
3000 m			
4000 m	O - Mp	Pambil	OLIGOCENO
5000 m	Ez	Zapallo	EOCENO TARDÍO
	J - Kp	Piñón	JURÁSICO-CRETÁCICO

Figura 3.4 Columna estratigráfica generalizada de la Cuenca Borbón. J-Kp: Jurásico–Cretácico, Fm Piñón. Ez: Eoceno, Fm Zapallo. O-Mp: Oligoceno–Mioceno, Fm Pambil. Mv: Mioceno, Fm Viche. MA: Mioceno, Fm Angostura. Mo: Mioceno, Fm Onzole Inferior. Plo': Plioceno, Miembro Súa. Plo: Plioceno, Fm Onzole. Plo^h: Plioceno, Miembro Estero Plátano. Plo: Plioceno, Fm Onzole Superior. QT: Pleistoceno, Fm Tablazo. Fuente: Evans y Whittaker, 1982.

3.3 ESTRUCTURAS DE LA ZONA COSTERA

Una de las mayores estructuras que se observan a lo largo de las costas de Ecuador, es la Cordillera Costera (Fig. 3.5), la cual se encuentra bordeando aproximadamente la línea de costa entre los 2° S y 1° N. Sus máximas alturas llegan a los 800 m.

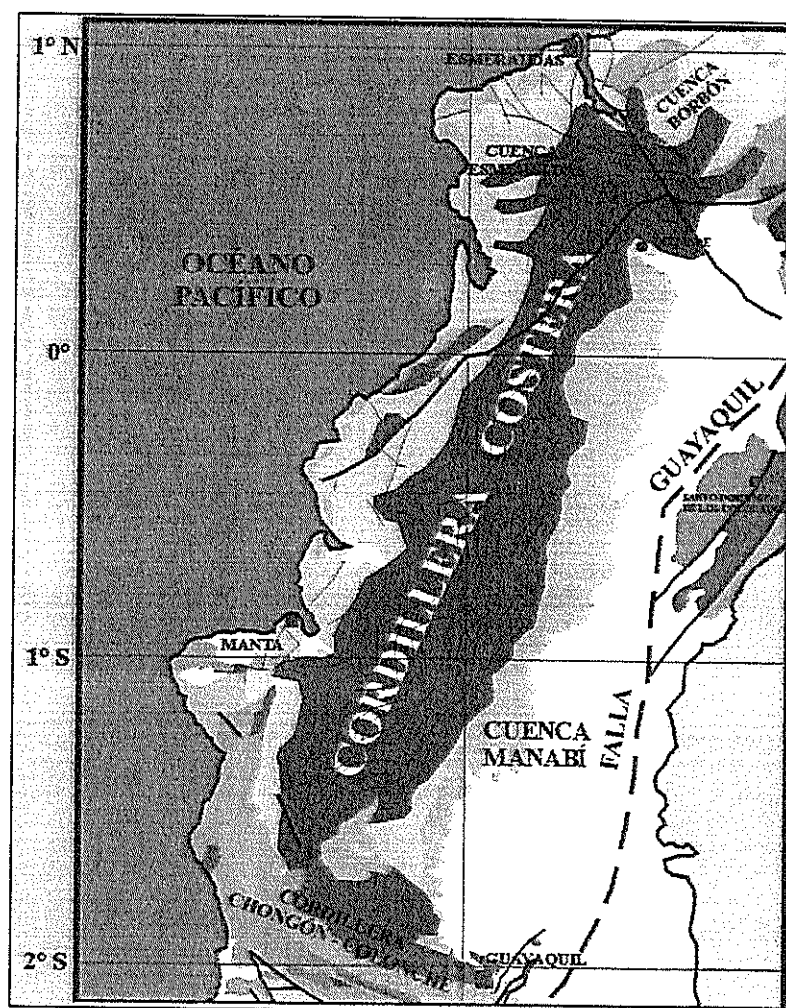


Figura 3.5 Mapa geológico donde se ubica la Cordillera Costera.
Fuente: Micropaleontología Ecuatoriana, Ordóñez, 2006.

Hacia el Sur de los 2° S, la Cordillera Costera cambia la dirección hacia el N 110° en una posición casi ortogonal a la línea de costa y toma el nombre de Cordillera Chongón-Colonche. Hacia el SO en la Península de Santa Elena, la pequeña Cordillera de La Estancia, es una continuación del arco montañoso costero, pero en una posición oblicua a la línea de costa.

Hacia el Norte, desde 1° N hasta el Sur de Colombia, la Cordillera Costera entra en el mar, reapareciendo un poco más hacia el Norte y continuando sin interrupción hasta Panamá (Ordoñez, 2006).

La Cordillera Costera está constituida por bloques tectónicos levantados y limitados por fallas, donde afloran las formaciones Piñón, Cayo, Cerro y San Mateo (Benítez, 1995).

Marco estructural de Jama

Al oeste del poblado de Jama (Fig. 3.6), a lo largo de las montañas costeras, está expuesta una sucesión sedimentaria continua, principalmente compuesta de estratos marinos someros. En algunos sectores de la zona, estas sucesiones aparecen intercaladas con sedimentos no marinos y marinos marginales.

Entre Punta Cabuya (Fig. 3.6) al sur y Punta Alcastraz, al Norte, los estratos aparecen como parte de un monoclinal, ligeramente inclinado hacia el noreste.

A lo largo de aproximadamente 10 Km. de playa, entre Punta Cabuya y el poblado de El Matal, se observan extensas montañas costeras. En esta zona, los afloramientos están limitados por la plataforma de abrasión actual y desaparecen casi por completo al sur de Punta Pasa Borracho, donde esta plataforma está usualmente sepultada por las playas de arena actuales.

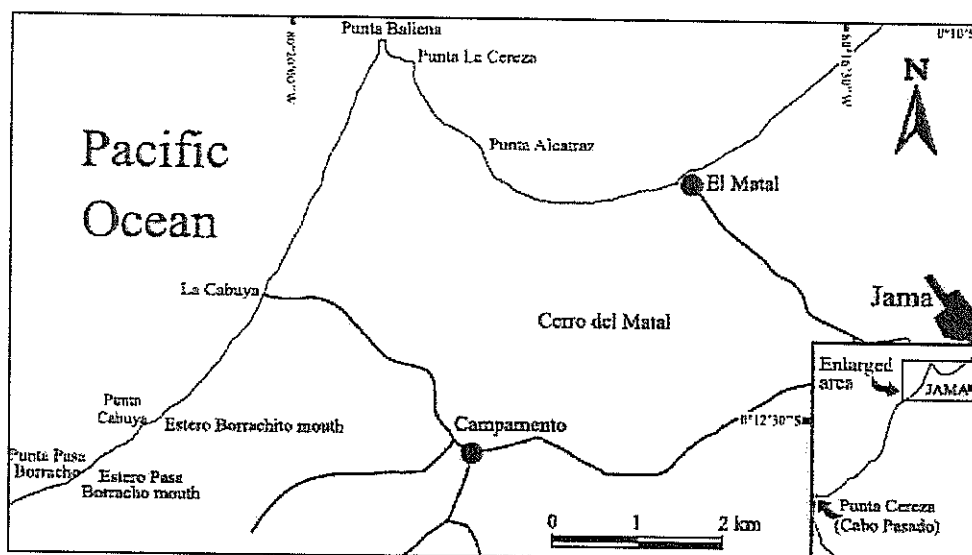


Figura 3.6 Mapa del área de Jama. Fuente: Cantalamessa, 2004.

Marco estructural de Esmeraldas

En Esmeraldas, los terrenos costeros son del Mioceno Superior e Inferior, constituidos por arcillas y limos con intercalaciones de conglomerados. La costa correspondiente al sistema fluvial de los ríos Santiago, Cayapas y Mataje está constituida por aluviones cuaternarios (De Miro et al., 1977)

La costa desde Punta Galera a Esmeraldas es abrupta, con acantilados de más de 100 metros de altura que en algunos puntos parecen construidos por planos de falla de dirección SO-NE. Al pie de los acantilados hay largas y estrechas playas. Los desprendimientos son frecuentes y hay conos de deyección al pie de los acantilados. En la playa a veces se encuentran acumulaciones de cantos rodados de 25 a 30 cm. de diámetro. Estos cantos se encuentran hasta algunos centenares de metros hacia la plataforma continental (De Miro et al., 1977).

Desde Esmeraldas hasta Las Peñas la costa es menos escarpada, con extensas playas separadas por salientes rocosos como Punta Verde y Punta Ostiones. Al norte de Las Peñas empieza el sistema estuarino de los ríos Santiago, Cayapa y Mataje. En esta área la costa

está constituida por un conjunto de llanos de marea, esteros y manglares. La disposición de la línea de costa depende de la dirección de las corrientes oceánicas y del aporte de sedimentos; hay barras arenosas de forma suavemente curvada en la dirección de las corrientes predominantes, que determinan lagunas costeras alargadas y paralelas a la costa (De Miro et al., 1977)

Los rasgos tectónicos mayores de la costa de Esmeraldas consisten en un sistema anticlinal perpendicular a la línea de costa, flanqueado a este y oeste por las cubetas tectónicas, la cuenca de Borbón y la de Esmeraldas-Muisne, respectivamente. Estas cubetas están limitadas por fallas de dirección N-S y NE-SO (De Miro et al., 1977).

3.4 HISTORIA GEOLÓGICA

A continuación se describe de manera general la historia geológica de las áreas de estudio (Jama y Esmeraldas).

Jama

La actividad volcánica submarina en aguas profundas durante el Cretáceo produjo la Fm Piñón, la cual forma el basamento de esta zona. Luego, debido a la presencia de un arco volcánico disminuyó la

acumulación sedimentaria en un mar profundo y se originó la Fm Cayo. El plegamiento y el levantamiento posteriores permitieron la erosión de las formaciones mesozoicas. Durante la posterior subsidencia en el Eoceno Medio se desarrollaron las calizas de arrecife (Fm San Eduardo) en la superficie erosionada, antes de la acumulación de las lodolitas de la Fm Punta Blanca en una cuenca de aguas profundas con pocos detritos clásticos. Los movimientos que existieron en el Oligoceno Medio a Tardío permitieron la acumulación de una secuencia local clástica gruesa, en la base de la Fm Tosagua. El resto de la Fm Tosagua formó una cuenca marina con influjo mínimo de detritos clásticos gruesos. Hacia el Mioceno aumentaron las incursiones clásticas gruesas. Durante el Mioceno esta área formó parte de la cuenca sedimentaria marina de Manabí donde se depositó el Grupo Daule (Fm Angostura, Onzole y Borbón). En el Plioceno la subsidencia principal movió de la zona costera a la cuenca del Guayas. En el Pleistoceno los Tablazos, acumulados en condiciones marinas poco profundas a lo largo de la actual área costera y movimientos subsecuentes, levantaron la costa sobre el nivel del mar.

Esmeraldas

La Fm Piñón, posiblemente una secuencia del piso oceánico, forma el basamento sobre el que se acumularon los sedimentos marinos del

Terciario. La litología dominante dentro de la sucesión mesozoica es lodolítica. La presencia de capas delgadas de arenisca (turbiditas distales) y foraminíferos planctónicos son indicativos de acumulación en aguas profundas. La actividad basáltica que ocurrió durante el Oligoceno parece ser un evento aislado. La Fm Angostura y el Miembro Súa de la Fm Onzole, consisten de areniscas con estratificación cruzada y tienen una fauna distintiva de moluscos. Estas formaciones son secuencias de aguas poco profundas (plataforma externa), asociadas con transgresiones locales. Actualmente la Fm Onzole Superior en Punta Galera está emergida, lo que señala un levantamiento de la costa, como lo indica los Tablazos escalonados del Cuaternario. El Miembro Estero Plátano con la concentración de capas de areniscas pobremente gradadas representa un influjo rápido de turbiditas dentro de la cuenca.

CAPÍTULO 4.

4. METODOLOGÍA

4.1 ESTUDIO DE LAS MUESTRAS DE DRAGA

Las muestras de dragas que se analizaron en el presente trabajo de tesis fueron recolectadas durante la campaña científica AMADEUS. Esta campaña se realizó desde el 4 de Febrero hasta el 9 de Marzo del 2005 a lo largo de la margen activa del norte de Ecuador y sur de Colombia.

Durante la campaña se tomaron 21 núcleos sedimentarios (total 134,90 m de largo), tanto en aguas superficiales como profundas y 14 dragados que permitieron la recolección de muestras de rocas y sedimentos del margen de Ecuador y Colombia.

En el marco de este trabajo se estudiaron las muestras de las 6 dragas recolectadas en las aguas ecuatorianas, frente a las costas de

Jama y Esmeraldas. Se trata de las dragas 1 y 2 frente a Jama y 11, 12, 13 y 14 frente a Esmeraldas. (Fig. 4.4)

Las muestras de dragas fueron analizadas según diversos parámetros geológicos, tales como:

- Observaciones macroscópicas: facies y fracturas.
- Granulometría.
- Observaciones microscópicas ópticas.
- Calcimetría.
- Contenido petrográfico.
- Contenido en microfósiles.

El análisis de las muestras de draga tiene ciertas limitaciones, debido a que las muestras al ser recogidas con las dragas, fueron mezcladas. Por tal motivo no se conoce la sucesión del recogido de las rocas en una misma draga, ni el tope o el piso sedimentario de la sección estudiada. En realidad la draga no representa un punto de muestreo, sino el recogido a lo largo de una línea de varias centenas de metros.

4.1.1 DOCUMENTOS ASOCIADOS A LA TOMA DE MUESTRAS

Para la recolección de las muestras, se utilizó una draga circular unida a una bolsa formada con cadenas (Fig. 4.1). El diámetro de la boca de la draga es de aproximadamente 1 m y el largo de la bolsa es de aproximadamente 1.7 m.

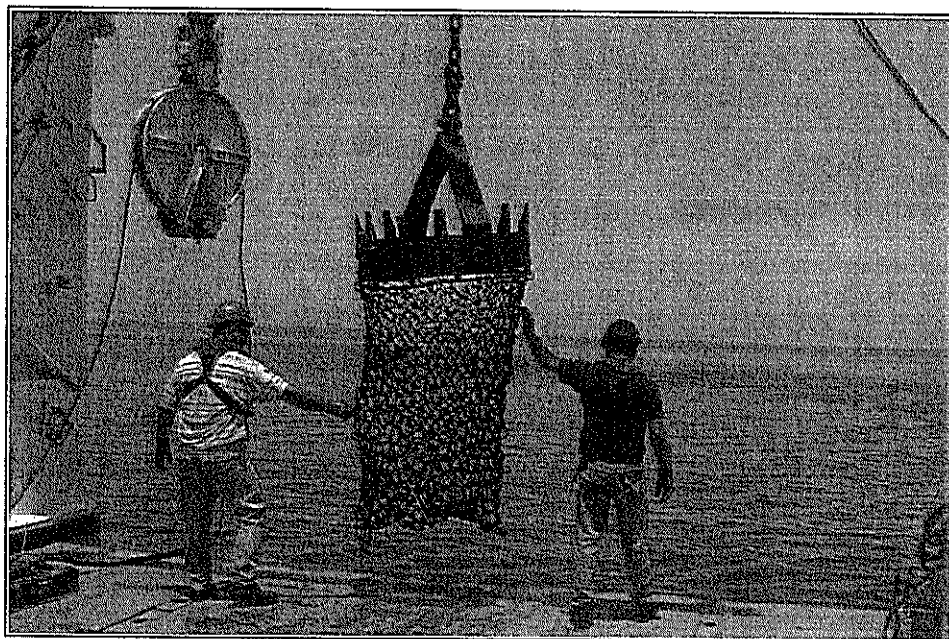


Figura. 4.1 Draga circular unida a una bolsa formada con cadenas.
Fuente: IRD-Geosciences, 2005

Para las profundidades oceanográficas, en cada una de las estaciones fue usado un torno con un cable de acero inoxidable de una longitud máxima de 8000 m. Este torno está localizado debajo de

la cubierta posterior principal y puede ser usado en cualquier brazo de la estructura en forma de "U" (Fig. 4.2)

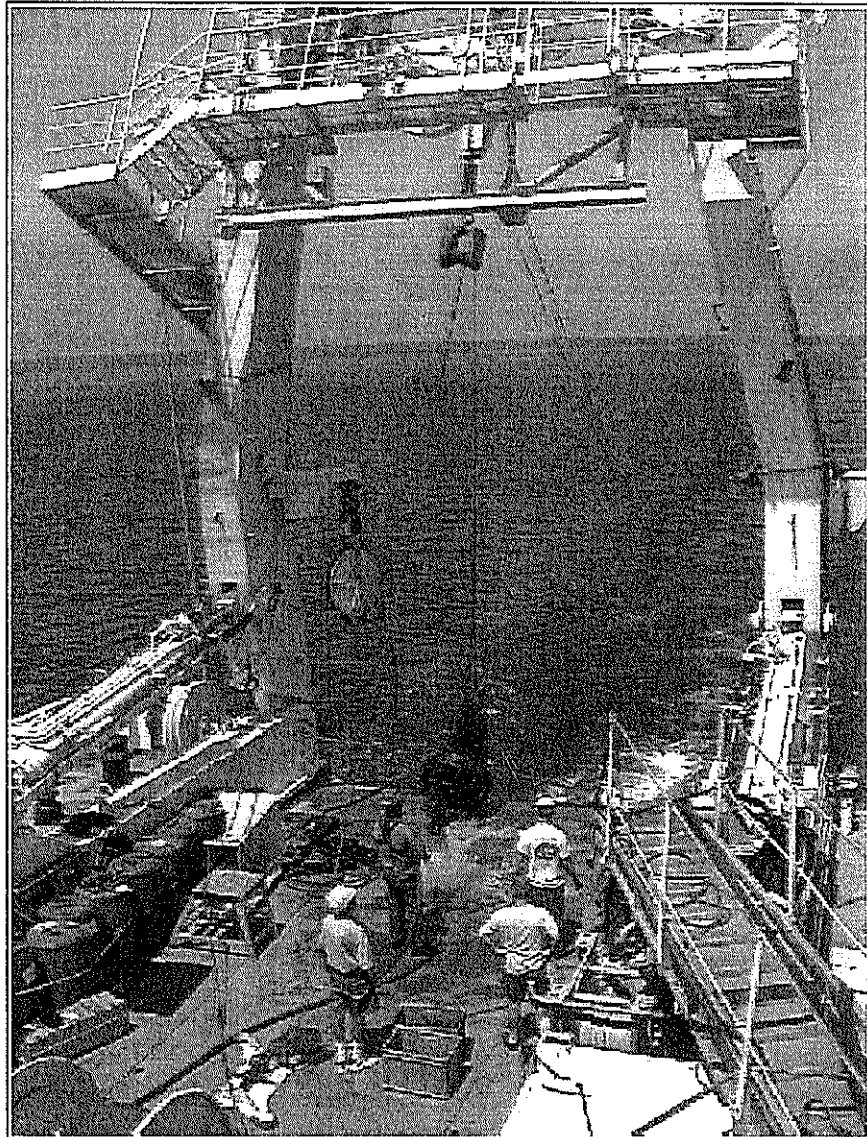


Figura. 4.2 Estructura en forma de "U" de la cubierta posterior del barco. Fuente: IRD-Geosciences, 2005

Luego que la draga recoge los sedimentos en el fondo del mar, estos son llevados a la superficie y dispuestos en el puente trasero (Fig.

4.3). Todas las rocas recogidas no son guardadas, salvo si son muy pocas. Generalmente se recoge de 500 a 800 Kg de material, rocas y a veces lodos y fragmentos más o menos pequeños. Después de recoger la draga, se debe realizar una selección muy rápida de las rocas de interés para el estudio, guardando de 30 a 40 Kg, incluyendo los tipos más variados de rocas recogidas. Así que, la proporción de un tipo de roca analizado en este estudio no refleja necesariamente su proporción a lo largo de la línea dragada, ni por supuesto su importancia litológica en la sección de roca dragada. Este estudio no incluye la totalidad de los aproximadamente 40 Kg de rocas recogidas en cada draga, pero es el resultado de una segunda selección hecha en el laboratorio.

Además de la selección realizada en el puente del barco y en el laboratorio, es importante notar que el proceso mismo de la draga es un recogido "ciego" de las rocas resaltantes en el piso marino, susceptible de fracturarse y quedarse como fragmentos en la bolsa de la draga. Los fragmentos demasiado pequeños o que se desbaratan con el golpe de la draga son frecuentemente mal o no representados en el material recogido.

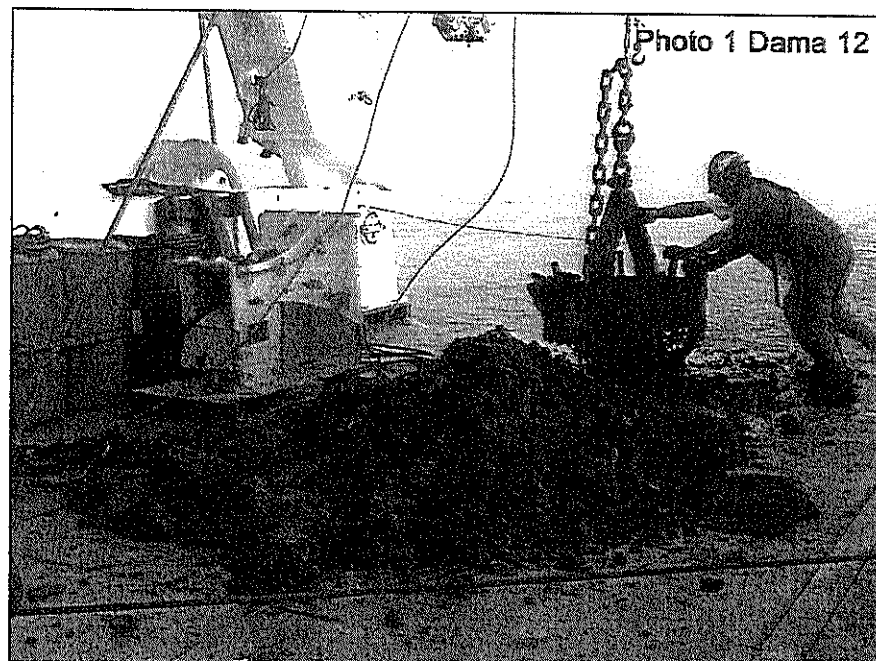


Figura. 4.3 Sedimentos de la draga 12, recién recolectados del fondo marino. Fuente: IRD-Geosciences, 2005

4.1.2 UBICACIÓN DE LAS DRAGAS

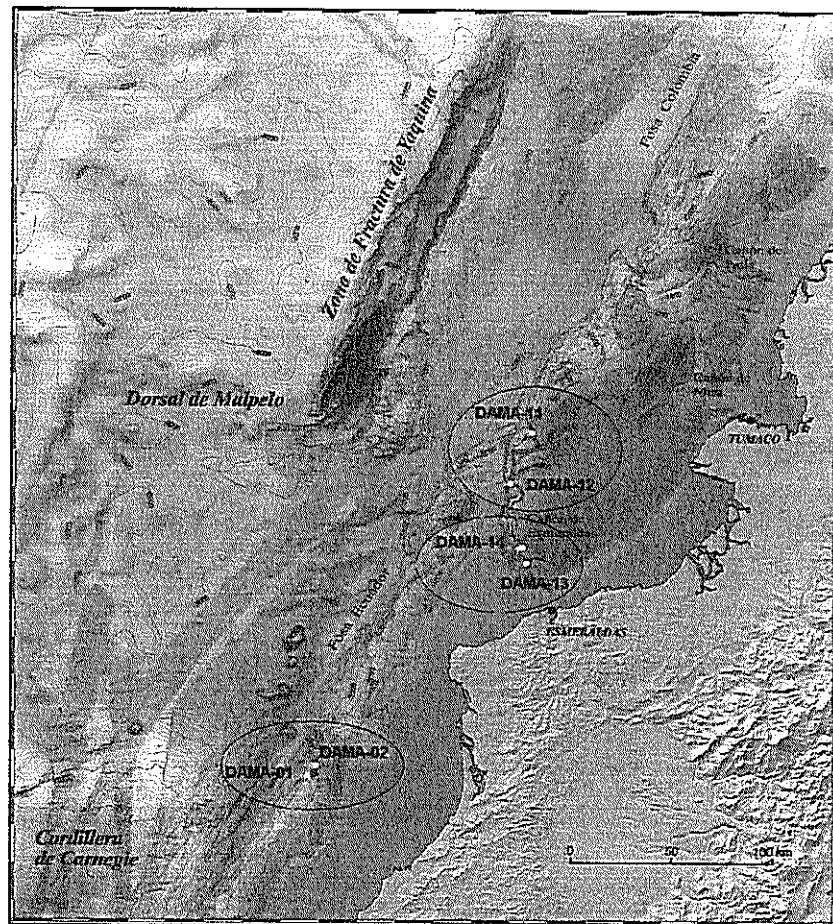


Figura. 4.4 Mapa de ubicación de las dragas en Ecuador. Fuente: IRD-Geosciences, 2005

Las dragas ubicadas en el Ecuador (Fig. 4.4) son seis, las Dragas 1 y 2 fueron tomadas al norte de Manabí, las Dragas 11 y 12 al norte del Cañón de Esmeraldas y las Dragas 13 y 14 al sur del Cañón de Esmeraldas.

4.1.2.1 DRAGAS 1 Y 2

La draga 1 (DAMA-01) está localizada a lo largo del talud superior de una cicatriz de colapso al NO del margen ecuatoriano (Fig. 4.5), con dirección a la costa de Jama, Manabí. La cicatriz de colapso se extiende más de 3 Km en dirección NE-SO y más de 600 m verticalmente (2760 m - 2180 m). La draga 1 se inició a los $0^{\circ} 14,088'N - 80^{\circ} 43,530'O$ a una profundidad de 2569 m y finalizó a los $0^{\circ} 13,284'N - 80^{\circ} 43,638'$ a una profundidad de 2270 m. (Tabla III)

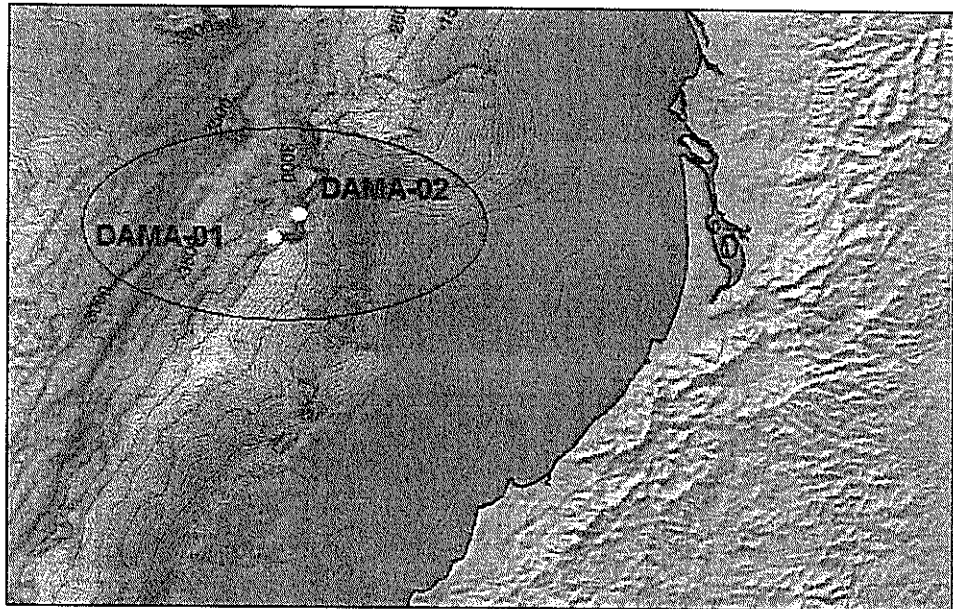


Figura. 4.5 Mapa ampliado de la Fig. 4.4, donde se muestra la ubicación de las dragas 1 y 2. Fuente: IRD-Geosciences, 2005

La draga 2 (DAMA-02) está localizada más arriba y al este de la draga 1 (Fig. 4.5), extendiéndose por más de 3 Km con una dirección NE-SO y más de 300 m verticalmente (2117 m -1783 m). Se inició a los $0^{\circ} 15,005'N - 80^{\circ} 40,737'O$ a una profundidad de 2117 m y finalizó a los $0^{\circ} 14,851'N - 80^{\circ} 40,408'O$ a una profundidad de 1783 m. (Tabla III)

	DRAGA 1	DRAGA 2
Inicio	$0^{\circ} 14,088'N$ $80^{\circ} 43,530' O$	$0^{\circ} 15,005' N$ $80^{\circ} 40,737' O$
Profundidad	2569 m	2117 m
Fin	$0^{\circ} 13,284' N$ $80^{\circ} 43,638' O$	$0^{\circ} 14,851' N$ $80^{\circ} 40,408' O$
Profundidad	2270 m	1783 m

Tabla. III Coordenadas de la ubicación del inicio y fin de las dragas 1 y 2, con sus respectivas profundidades. Elaborada por Coello X., 2008

4.1.2.2 DRAGAS 11 Y 12

La draga 11 (DAMA-11) estuvo localizada en la parte inferior del Cañón de Esmeraldas, cerca de la fosa, en el flanco este del cañón (Fig. 4.6). Se inició a los $1^{\circ} 45' 28.9"N - 79^{\circ} 45' 32.4"O$ a

una profundidad de 2000 m y finalizó a los $1^{\circ} 45' 00.2''\text{N} - 79^{\circ} 43' 56.0''\text{O}$ a una profundidad de 1050 m. (Tabla IV)

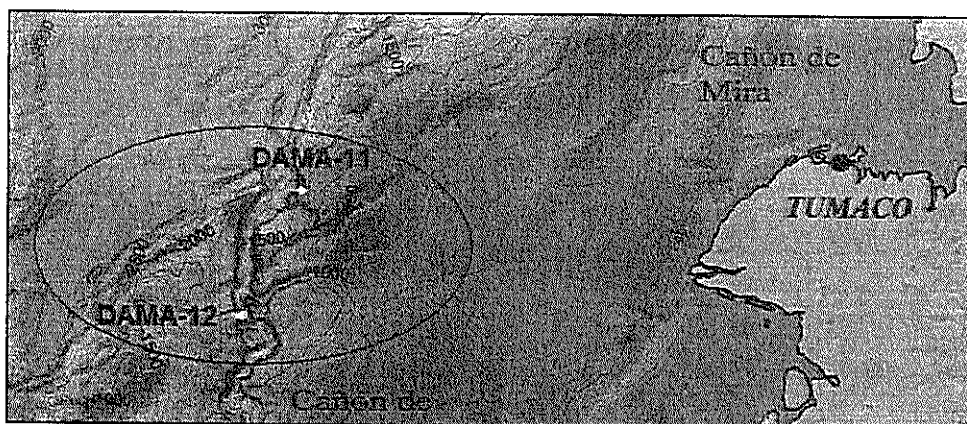


Figura. 4.6 Mapa ampliado de la Fig. 4.4, donde se muestra la ubicación de las dragas 11 y 12. Fuente: IRD-Geosciences, 2005

La draga 12 (DAMA-12) está localizada en el flanco oeste de la parte inferior del Cañón de Esmeraldas, más al sur y al oeste de la draga 11 (Fig. 4.6). Se inició a los $1^{\circ} 32' 08.9''\text{N} - 79^{\circ} 51' 28.0''\text{O}$ a una profundidad de 1593 m y finalizó a los $1^{\circ} 31' 43.871''\text{N} - 79^{\circ} 51' 19.411''\text{O}$ a una profundidad de 1345 m. (Tabla IV)

	DRAGA 11	DRAGA 12
Inicio	1° 45' 28.9" N 79° 45' 32.4" O	1° 32' 08.9" N 79° 51' 28.0" O
Profundidad	2000 m	1593 m
Fin	1° 45' 00.2" N 79° 43' 56.0" O	1° 31' 43.871" N 79° 51' 19.411" O
Profundidad	1050 m	1345 m

Tabla. IV Coordenadas de la ubicación del inicio y fin de las dragas 11 y 12, con sus respectivas profundidades. Elaborada por Coello X., 2008

4.1.2.3 DRAGAS 13 Y 14

La draga 13 (DAMA-13) está localizada en el flanco sur de la parte superior del Cañón de Esmeraldas (Fig. 4.7). Se inició a los 1° 10' 10.6"N – 79° 46' 32.9"O a una profundidad de 979 m y finalizó a los 1° 10' 00.8"N – 79° 46' 47.8"O a una profundidad de 600 m. (Tabla V)

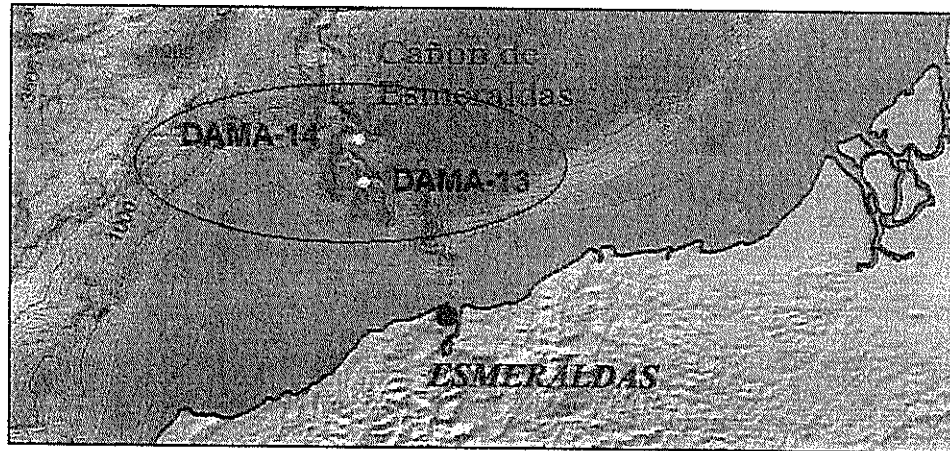


Figura. 4.7 Mapa ampliado de la Fig. 4.4, donde se muestra la ubicación de las dragas 13 y 14. Fuente: IRD-Geosciences, 2005

La draga 14 (DAMA-14) está localizada en el flanco de la parte superior del Cañón de Esmeraldas, cerca de 10 Km. debajo de la draga 13 (Fig. 4.7). Inició a $1^{\circ} 14.195'N - 79^{\circ} 47.272'O$ a una profundidad de 1122 m y finalizó a $1^{\circ} 14.127'N - 79^{\circ}46.801'O$ a una profundidad de 916 m. (Tabla V)

	DRAGA 13	DRAGA 14
Inicio	1° 10' 10.6" N 79° 46' 32.9" O	1° 14.195' N 79° 47.272' O
Profundidad	979 m	1122 m
Fin	1° 10' 00.8" N 79° 46' 47.8" O	1° 14.127' N 79° 46.801' O
Profundidad	600 m	916 m

Tabla. V Coordenadas de la ubicación del inicio y fin de las dragas 13 y 14, con sus respectivas profundidades. Elaborada por Coello X., 2008

4.1.3 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DRAGADAS

Para los análisis se utilizaron un total de 31 muestras, 5 pertenecientes a la DAMA-01 (E-1, E-18, E-20, E-25, E-30), 4 de la DAMA-02 (E-3, E-5, E-6, E-9^a), 4 de la DAMA-11 (E-1, E-5, E-6, E-10), 7 de la DAMA-12 (E-4, E-5, E-8, E-9, E-14, E-15, E-16, G), 6 de la DAMA-13 (A, B, E-4, E-5, E-6, F3) y 4 muestras de la DAMA-14 (E-3, E-5, M01p, M01s).

4.1.3.1 OBSERVACIONES MACROSCÓPICAS: FACIES Y FRACTURAS

Por cada muestra se procedió a la descripción macroscópica, teniendo en cuenta parámetros tales como, tamaño de granos, tipos de componentes, consolidación, color, facies y fracturas.

Rocas sedimentarias					
Tamaño de grano: La escala Udden-Wentworth					
Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (ϕ)	Wentworth size class		Rock type
4096		-12.0	Boulder	Gravel	Conglomerate/ Breccia
256		-8.0	Cobble		
64		-6.0	Pebble		
4		-2.0	Granule		
2.00		-1.0			
			Very coarse sand	Sand	Sandstone
1.00		0.0	Coarse sand		
1/2	0.50	1.0	Medium sand		
1/4	0.25	2.0	Fine sand		
1/8	0.125	3.0	Very fine sand		
1/16	0.0625	4.0		Silt	Siltstone
			Coarse silt		
1/32	0.031	5.0	Medium silt		
1/64	0.0156	6.0	Fine silt		
1/128	0.0078	7.0	Very fine silt		
1/256	0.0039	8.0		Mud	Claystone
	0.0006	14.0	Clay		

Figura. 4.8 Clasificación granulométrica de Udden – Wentworth, 1974

Para la determinación del tamaño de granos se utilizó la clasificación granulométrica de Udden – Wentworth (Fig. 4.8). La consolidación de las rocas se la definió usando una escala relativa con los términos: friable, poco consolidada, moderadamente consolidada, consolidada y muy consolidada. El color se lo definió

mediante la tabla de colores (Rock – Color Chart) de la Sociedad Geológica de América, 1995. (Fig. 4.9 y 4.10)

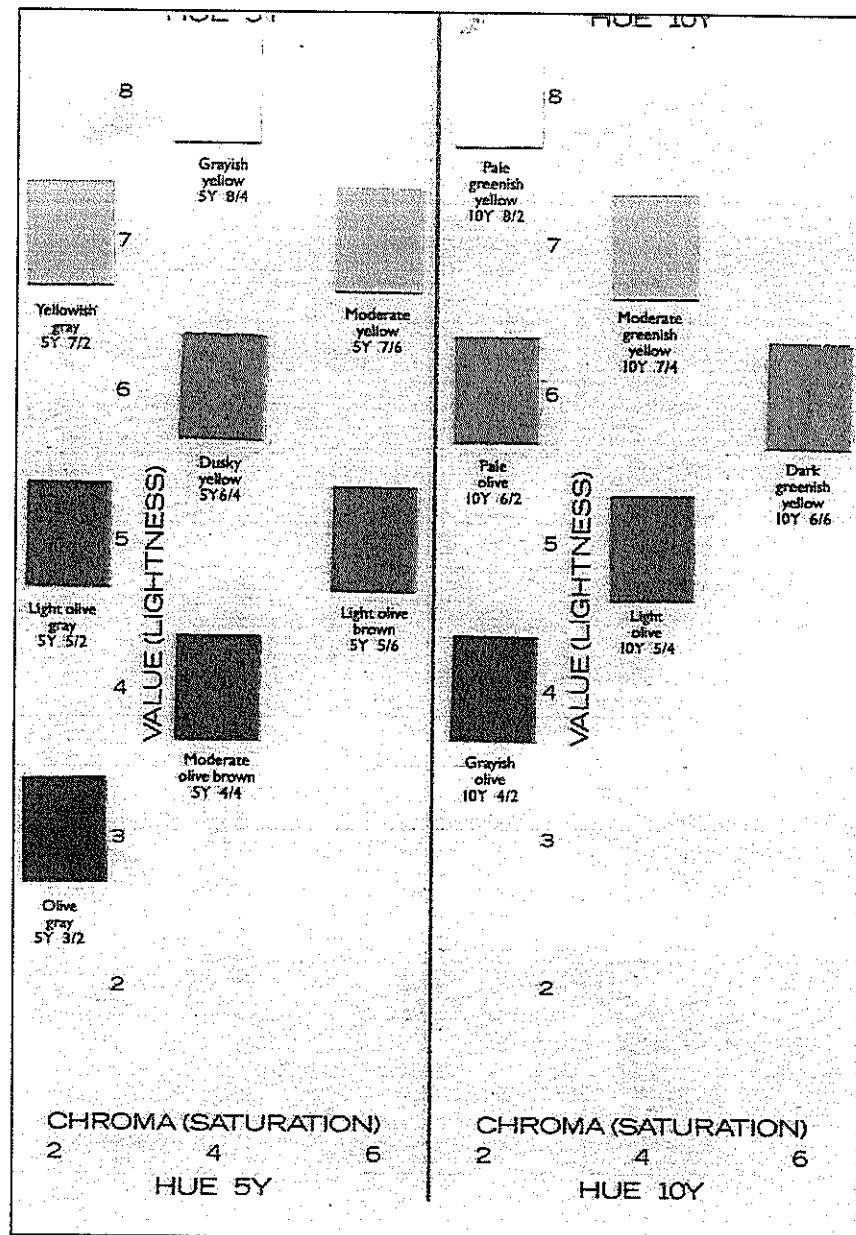


Figura. 4.9 Página 3 de la cartilla de colores, la cual se usó para la determinación del color de las muestras. Fuente: Rock-Color Chart, 1995.

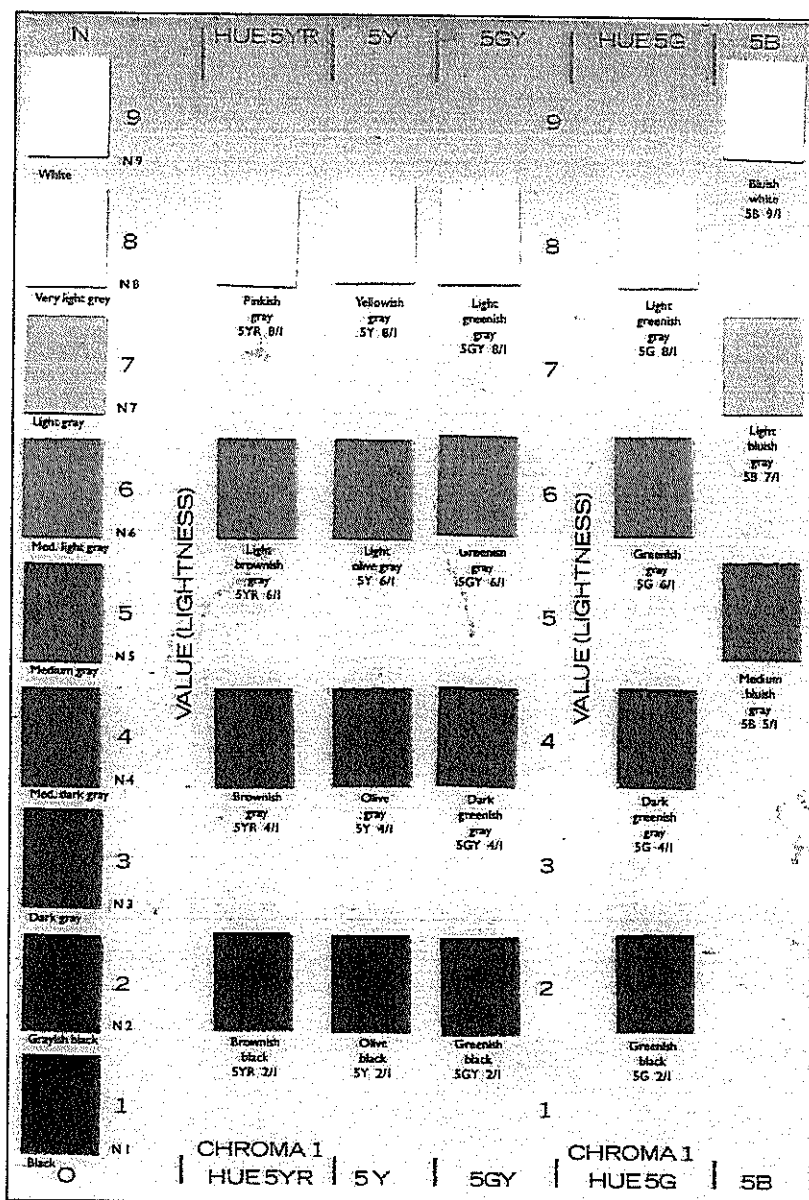


Figura. 4.10 Página 6 de la cartilla de colores, la cual se usó para la determinación del color de las muestras. Fuente: Rock-Color Chart, 1995

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS DE DRAGAS

MUESTRAS DE LA DRAGA 01

DAMA-01, E-1

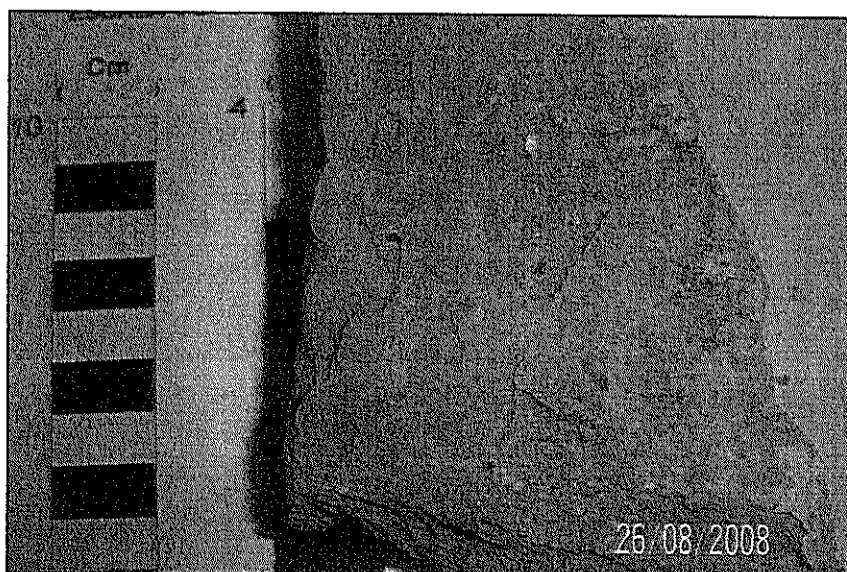


Figura. 4.11 Muestra DAMA-01, E-1 donde se observa bioturbación. Fuente: Coello X., 2008

Limolita en bloque, homogénea (Fig. 4.11), de color yellowish gray 5Y 7/2. Se observa abundante microfauna, micas y cuarzo. Es una muestra moderadamente consolidada. Se observan patrones repetitivos de fracturas oblicuas. Los planos de fractura tienen un

espaciamiento aproximado de 5 – 10 mm. También hay algo de bioturbación.

DAMA-01, E-18

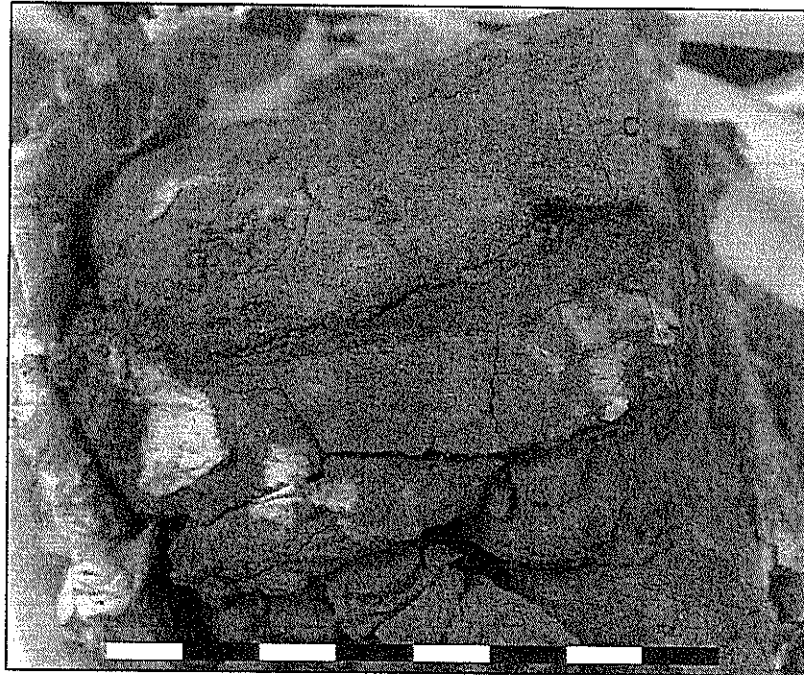


Figura. 4.12 Muestra DAMA-01, E-18. La muestra se presenta con fracturas y se observa claramente 3 facies. Observe la base erosiva de la muestra. Cada cuadro de la escala representa 1 cm. Fuente: Coello X., 2008

En esta muestra se observa una estratificación con 3 diferentes capas (Fig. 4.12). La capa A es de mayor espesor (5 cm.) es una arenisca de grano fino, color light olive gray 5Y 5/2, el color no es homogéneo, y varía a yellowish gray 5Y 7/2 y a olive gray 5Y 3/2. La roca es poco consolidada y presenta varias fracturas de sequía,

paralelas y perpendiculares a la estratificación, las cuales son más visibles en la base erosiva.

La capa B es una arenisca de grano fino de aproximadamente 0,3 cm. de espesor, color light olive brown 5Y 5/6, lenticular e irregular.

La capa superior C, es una arenisca de grano muy fino, de color yellowish gray 5Y 7/2. En el contacto con la capa B no se observan fracturas, pero en el límite superior se distinguen algunas de ellas.

DAMA-01, E-20

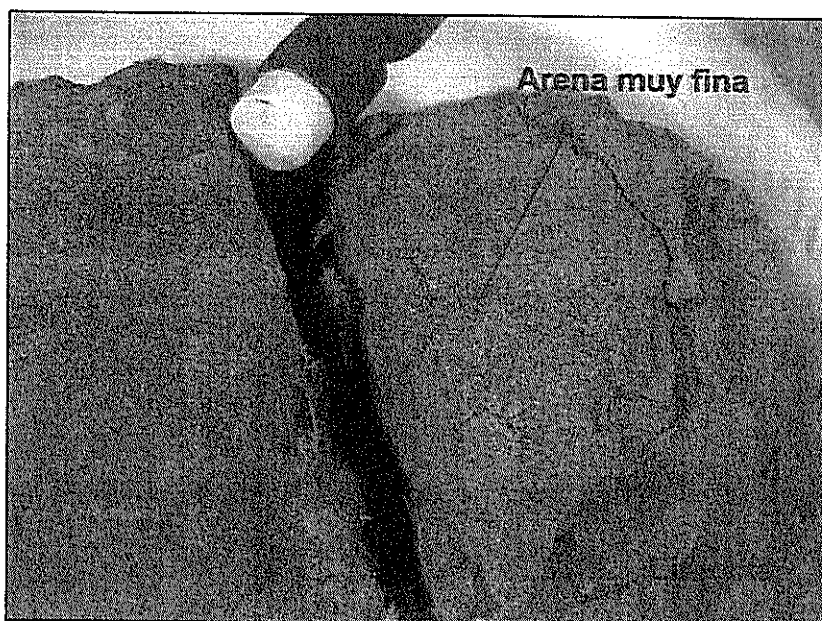


Figura. 4.13 Muestra DAMA-01, E-20. Se observa una capa muy fina de arena en la parte superior de la muestra. Tomada desde arriba, perpendicularmente a la estratificación. El diámetro de la escala es de 7 mm. Fuente: Coello X., 2008

Se distinguen 2 estratificaciones (Fig. 4.13). La de mayor espesor (aproximadamente 5 cm.) es una arenisca limolítica de grano muy fino, color light olive gray 5Y 5/2, moderadamente consolidada. Se visualiza un poco de fracturamiento, debido a la sequía.

La otra facie se presenta como una delgada capa de una arenisca de grano muy fino en la parte superior de la muestra, de color dusky yellow 5Y 6/4. El tamaño de los granos entre las 2 facies no varía mucho, los granos de la sección delgada son ligeramente más grandes y tienen menos contenido de arcilla.

DAMA-01, E-25

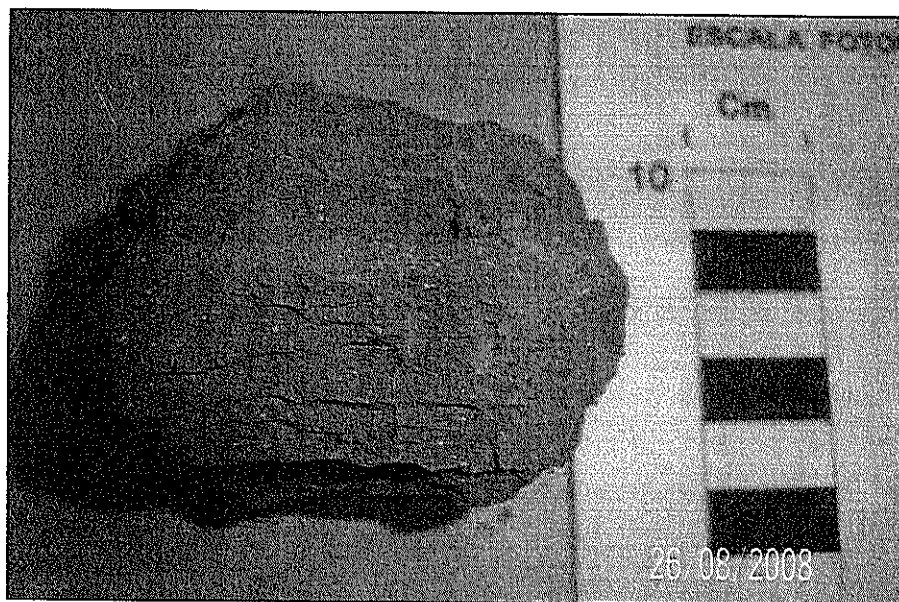


Figura. 4.14 Muestra DAMA-01, E-25. Los puntos blancos que se observan en la muestra son microfósiles. Fuente: Coello X., 2008

Limolita homogénea (Fig. 4.14) de color olive gray 5Y 3/2. Tiene abundante microfauna, la cual se manifiesta como pequeños puntos blancos. Se observan algunas facturas de tipo tectónico.

DAMA-01, E-30

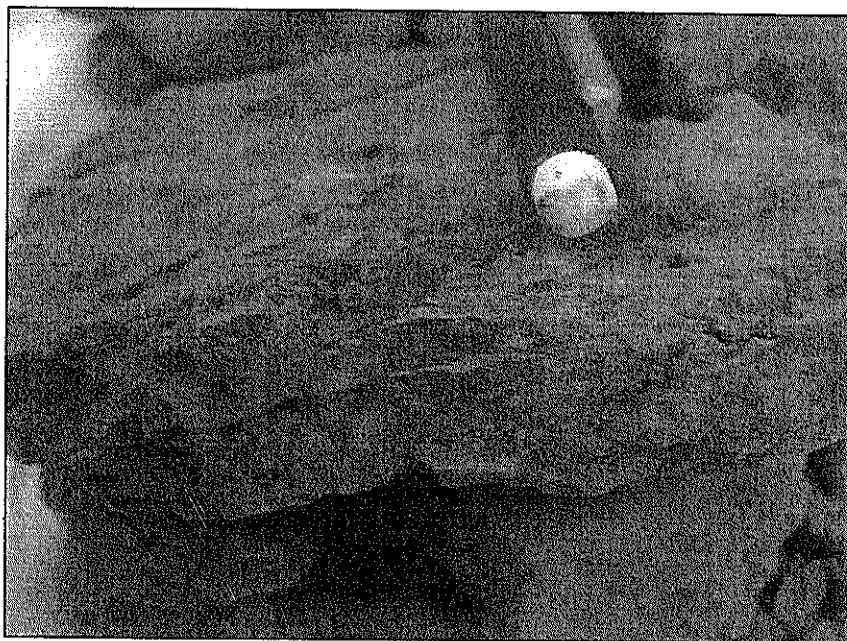


Figura. 4.15 Muestra DAMA-01, E-30. La roca se observa con algo de fracturamiento. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.15) de color pale olive 10Y 6/2, compuesta de microfósiles, ligeramente consolidada. La muestra presenta algunas fracturas de tipo tectónico. No se observa estratificación. Los planos de fractura tienen un espaciamiento de aproximadamente 10 mm.

MUESTRAS DE LA DRAGA 02

DAMA-02, E-3

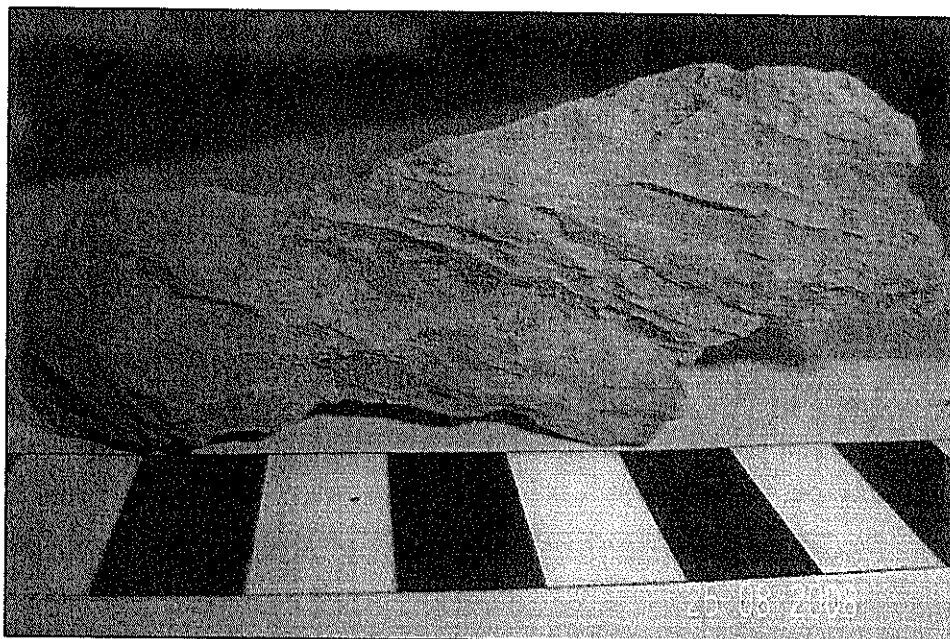


Figura. 4.16 Muestra DAMA-02, E-3. La muestra presenta fracturas en su parte superior. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.16) de color light olive gray 5Y 7/2. Se observan restos de materia orgánica, cuarzo y microfósiles. La muestra es moderadamente consolidada y presenta fracturas y unas marcas a manera de estrías. No se observa estratificación.

DAMA-02, E-5

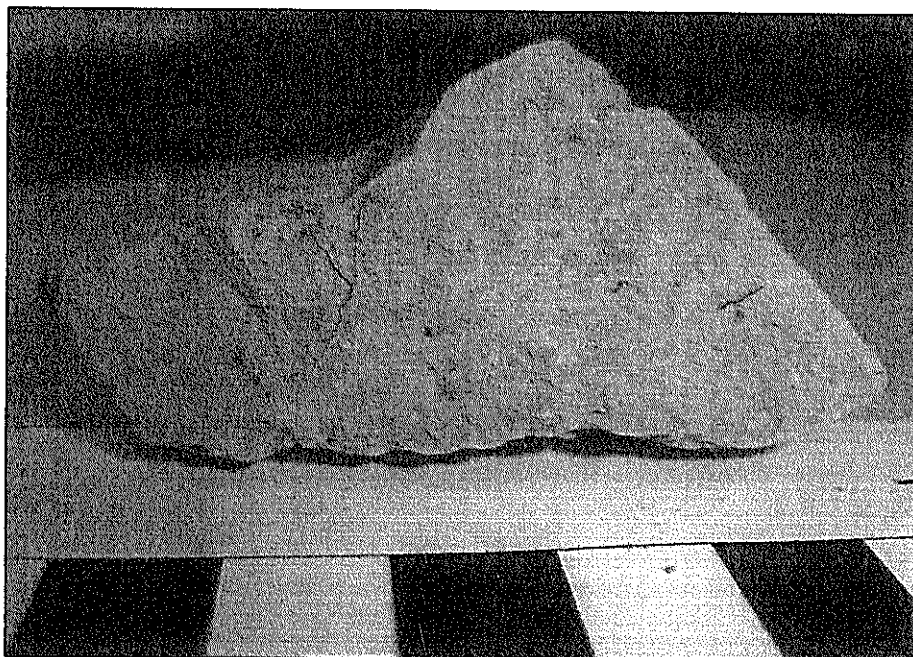


Figura. 4.17 Muestra DAMA-02, E-5. Se observa escasa presencia de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.17) de color yellowish gray 5Y 7/2, con presencia de fragmentos de materia orgánica (plantas), microfósiles y cuarzo. También se observó algunos elementos blancos, que por el color y aspecto parecen ser ceniza volcánica. La muestra es moderadamente consolidada.

DAMA-02, E-6

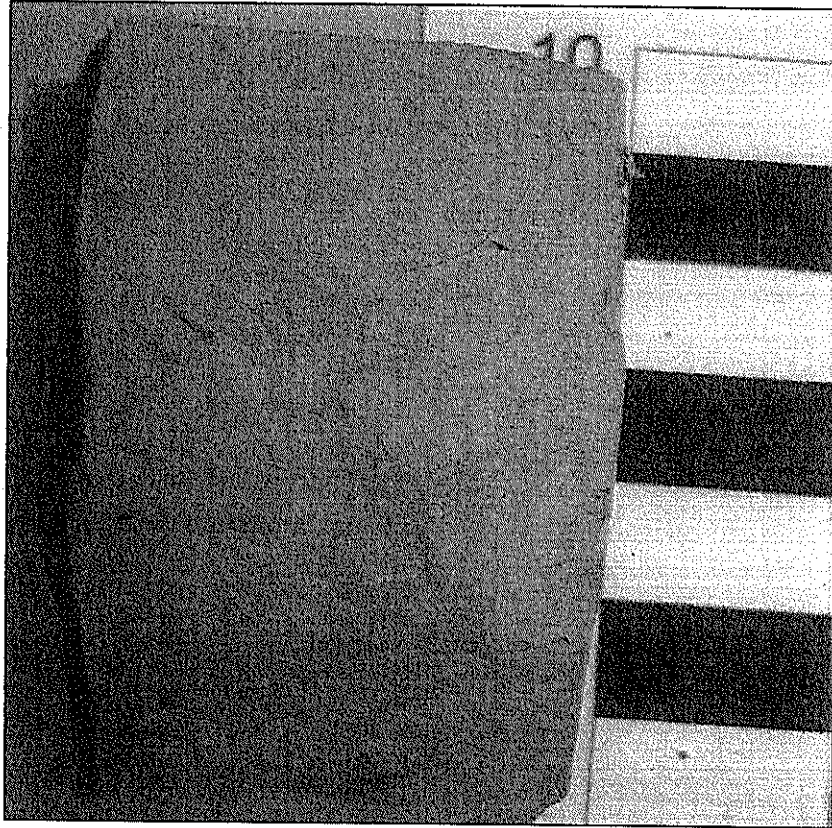


Figura. 4.18 Muestra DAMA-02, E-6. Muestra consolidada donde se observan restos de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Limolita, en bloque, homogénea (Fig. 4.18) de color pale olive 10Y 6/2. Se observan restos de materia orgánica, microfósiles y elementos blancos que por su aspecto y color parecen ceniza volcánica. La muestra es consolidada.

DAMA-02, E-9A



Figura. 4.19 Muestra DAMA-02, E-9a. Se observa muy fracturada y poco consolidada. Fuente: Coello X., 2008

Lutita, homogénea (Fig. 4.19), de color pale olive 10Y 6/2. Se observan restos de materia orgánica, microfósiles y cuarzo. La muestra es poco consolidada y se encuentra totalmente fracturada, debido a la sequía.

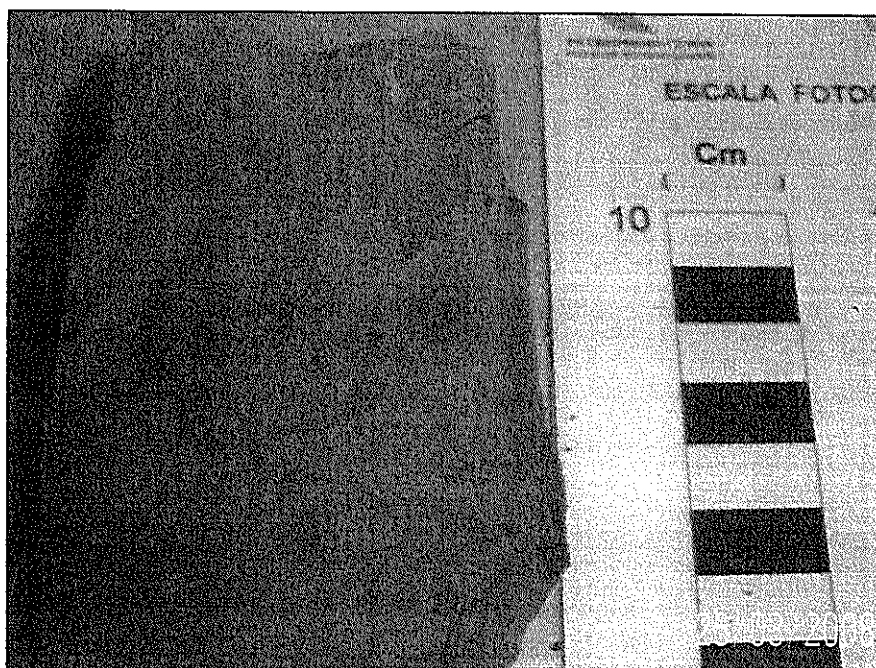
MUESTRAS DE LA ZONA DE ESMERALDAS**MUESTRAS DE LA DRAGA 11****DAMA-11, E-1**

Figura. 4.20 Muestra DAMA-11, E-1. En la parte superior se observan lentes de arena. Fuente: Coello X., 2008

Limolita en bloque (Fig. 4.20), de color medium dark gray N4 con pequeños lentes de arenisca fina de color light gray N6. Se observa pequeños restos de materia orgánica y bioturbación con pellets. La muestra es moderadamente consolidada.

DAMA-11, E-5

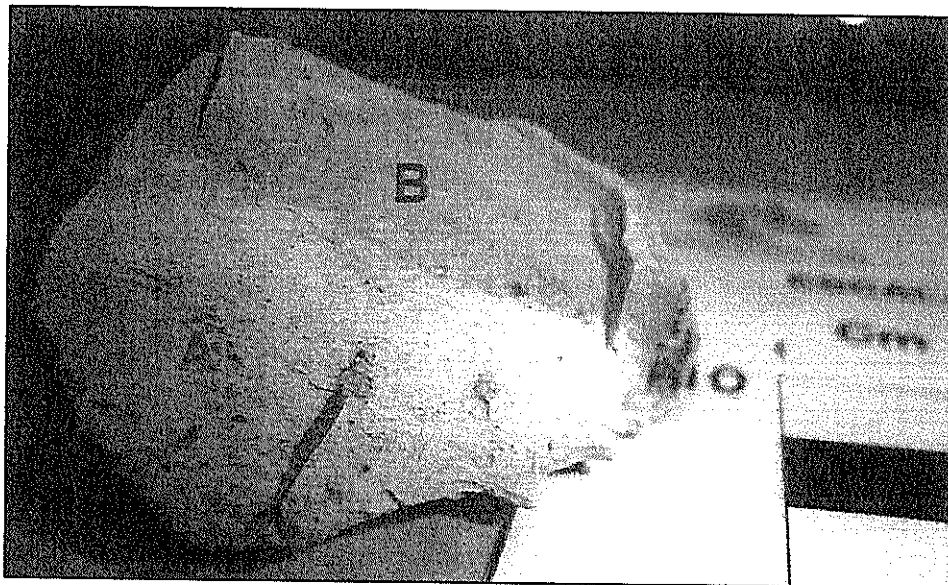


Figura. 4.21 Muestra DAMA-11, E-5. Se puede observar el cambio de color en la muestra, así como también bioturbación en la capa A Fuente: Coello X., 2008

En esta muestra (Fig. 4.21) se observan 2 facies, la facies A, de mayor espesor (aproximadamente 2 cm.) es una limolita de color pale greenish yellow 10Y 8/2. Presenta microfauna y bioturbación. La otra facie (B) de aproximadamente 1,5 cm. de espesor es de color light olive gray 5Y 5/2, en este nivel se observa abundante microfauna. La muestra es moderadamente consolidada, aunque el nivel de la limolita de menor espesor tiene apariencia más compacta.

DAMA-11, E-6

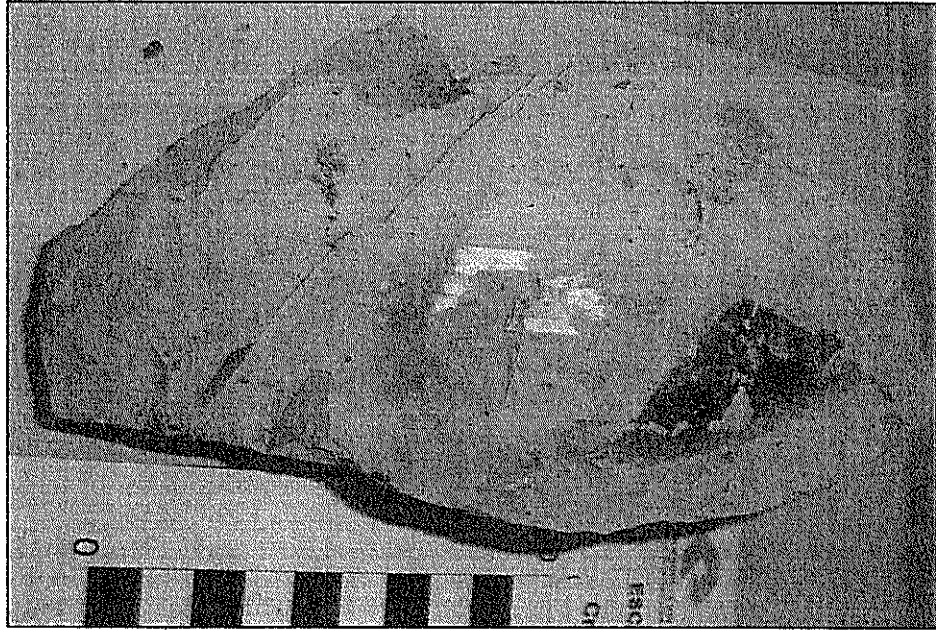


Figura. 4.22 Muestra DAMA-11, E-6. Se observa meteorización y pequeños orificios bioturbados. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.22) de color yellowish gray 5Y 7/2, aunque en una sección muy pequeña presenta una variación de color a pale olive 10Y 6/2. Se observan fragmentos líticos y meteorización. Es una muestra consolidada y presenta bioturbación.

DAMA-11, E-10

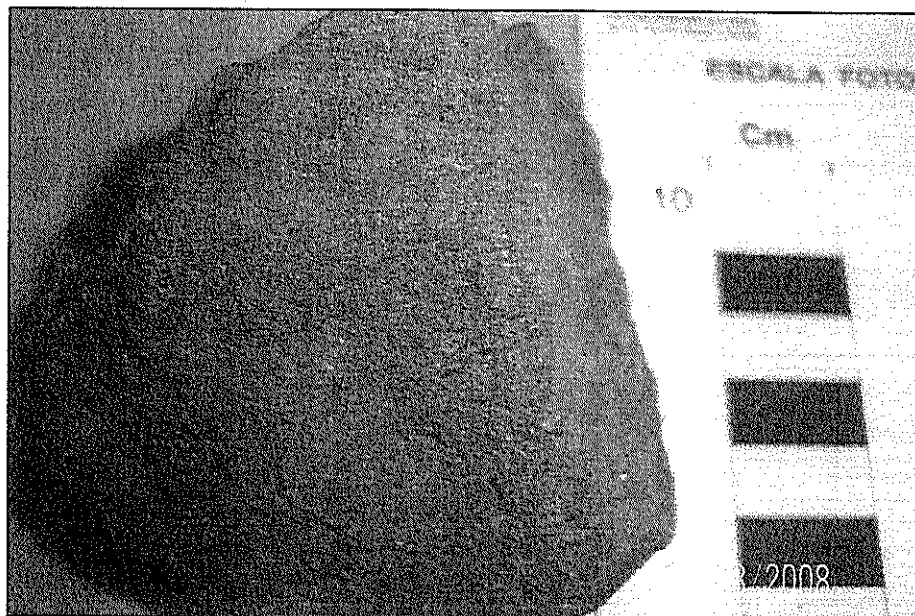


Figura. 4.23 Muestra DAMA-11, E-10. Arenisca en la cual se observan fragmentos de limo. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca (Fig. 4.23) de color medium dark gray que presenta lentes de limo color yellowish gray 5Y 7/2 y lentes de una arena color light gray. La muestra es moderadamente consolidada.

MUESTRAS DE LA DRAGA 12

DAMA-12, E-4

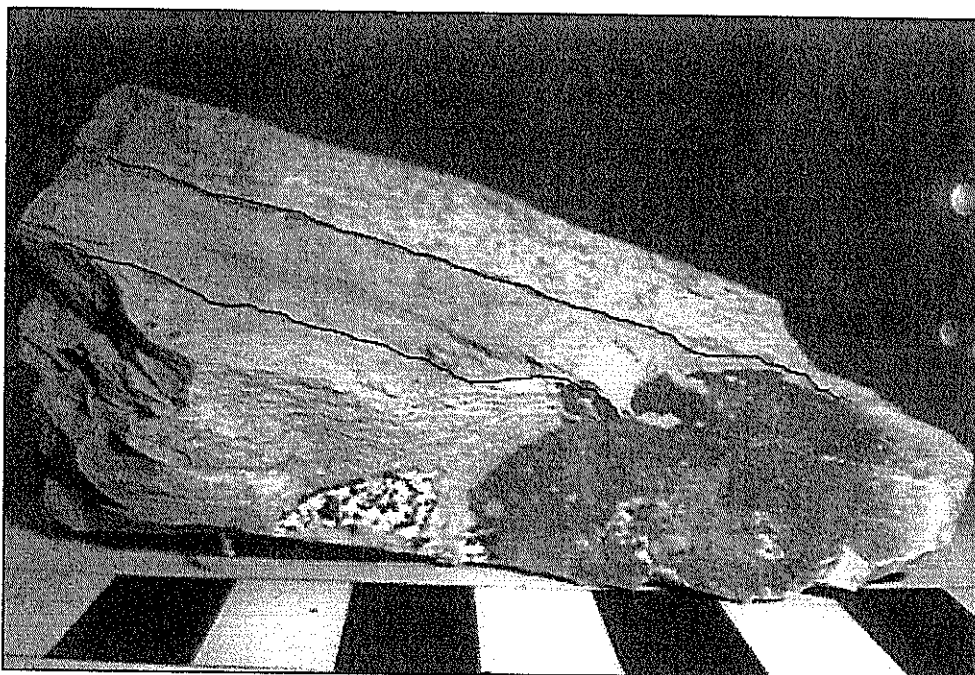


Figura. 4.24 Muestra DAMA-12, E-4. La muestra se observa fuertemente meteorizada, y en su parte superior se puede apreciar una capa de arenisca. Fuente: Coello X., 2008

En esta muestra (Fig. 4.24) se observa estratificación. La capa de mayor espesor (3,5 cm.) es una lutita color pale olive 10Y 6/2, muy consolidada y algo oxidada. En la parte superior se observa una capa (espesor 3 mm.) de arena muy fina de color medium gray, que contiene cuarzo y microfauna. Por encima de esta, hay una capa (espesor 0,30 cm.) de arena muy fina de color pale olive 10Y

6/2, pero con más contenido de arcilla que la anterior. Hay fragmentos de microfósiles.

DAMA-12, E-5

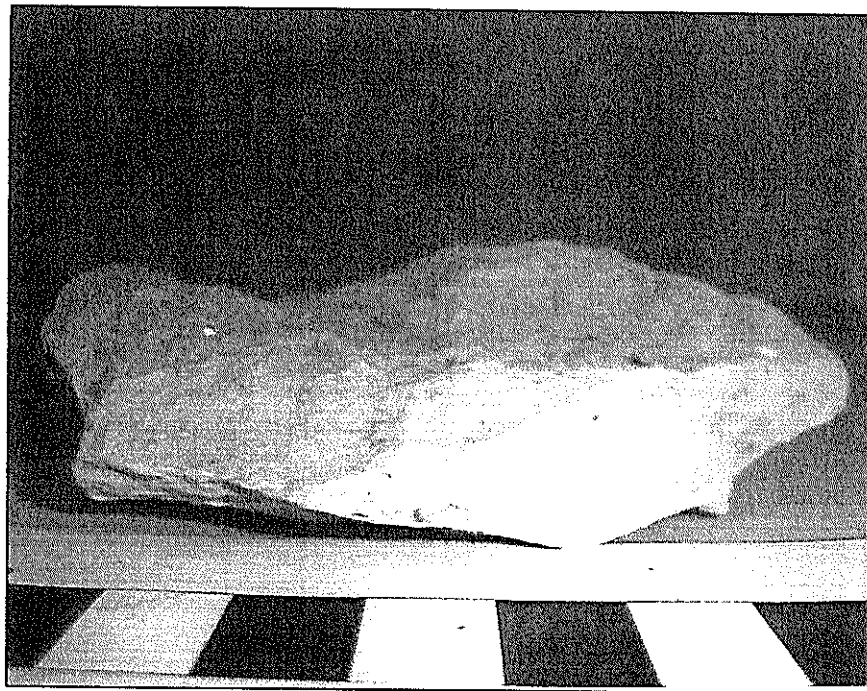


Figura. 4.25 Muestra DAMA-12, E-5. Se observan algunos lentos fragmentos blancos, posiblemente de minerales de ceniza volcánica. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.25) de color pale olive 10Y 6/2. Se observa materia orgánica, micas y minerales de ceniza volcánica. Se observa microfauna generalmente dispersada en la roca. Es una muestra moderadamente consolidada.

DAMA-12, E-8

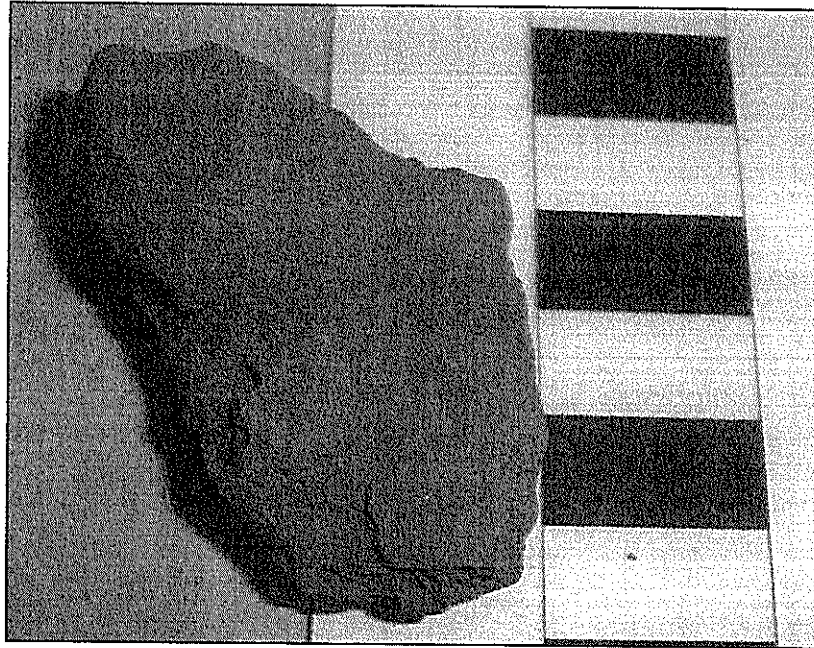


Figura. 4.26 Muestra DAMA-12, E-8. Arenisca de color homogéneo, no presenta fracturas. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.26) de color olive gray 5Y 3/2. Tiene materia orgánica, micas, cuarzo y minerales de ceniza volcánica. Es poco consolidada.

DAMA-12, E-9

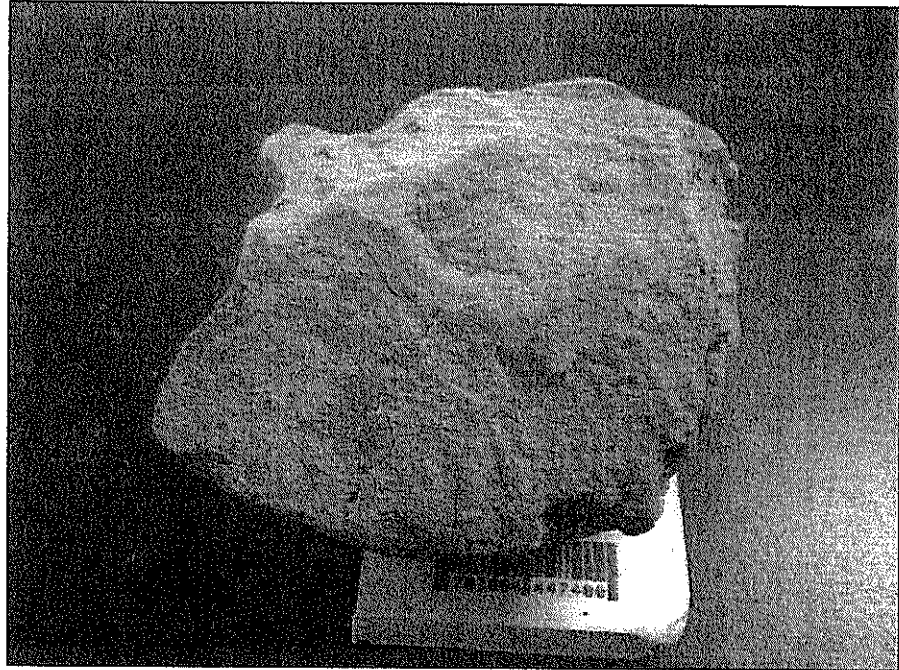


Figura. 4.27 Muestra DAMA-12, E-9. Se observa una roca de textura terrosa. La escala tiene 4 x 3 cm. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.27) de color light olive gray 5Y 5/2 con algunos lentes de arcilla color dusky yellow 5Y 6/4. Se observan micas, cuarzo y minerales de ceniza volcánica. Es moderadamente consolidada.

DAMA-12, E-14

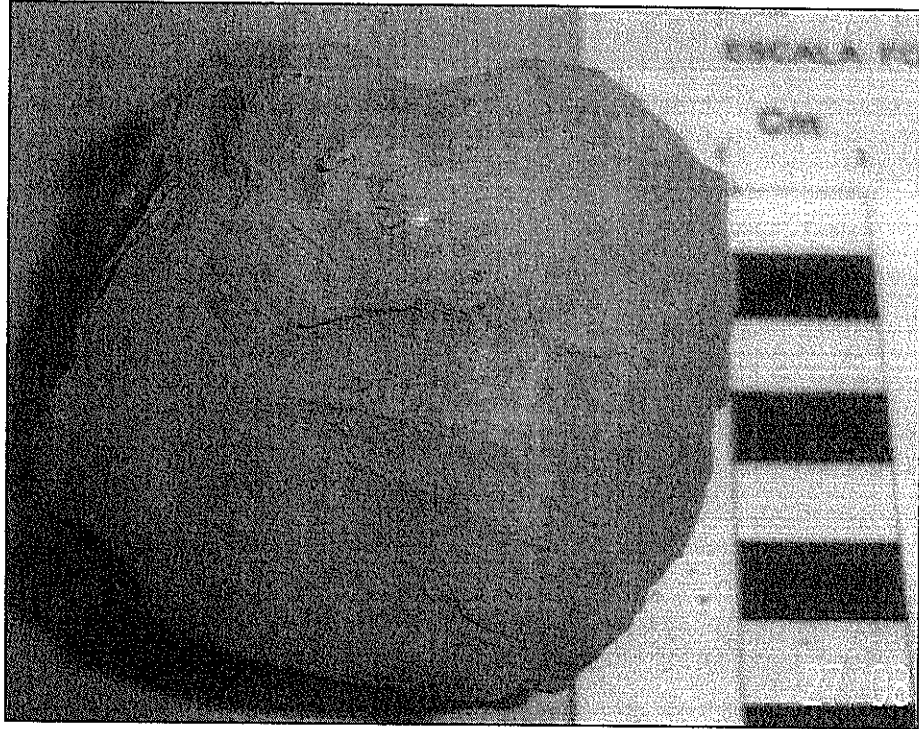


Figura: 4.28 Muestra DAMA-12, E-14. La roca es una Limolita, en la cual se observa pequeños lentes de arcilla. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.28) de color light olive gray con pequeños lentes de arcilla color yellowish gray 5Y. Se observa abundantes micas y cuarzo. La muestra es moderadamente consolidada.

DAMA-12, E-15

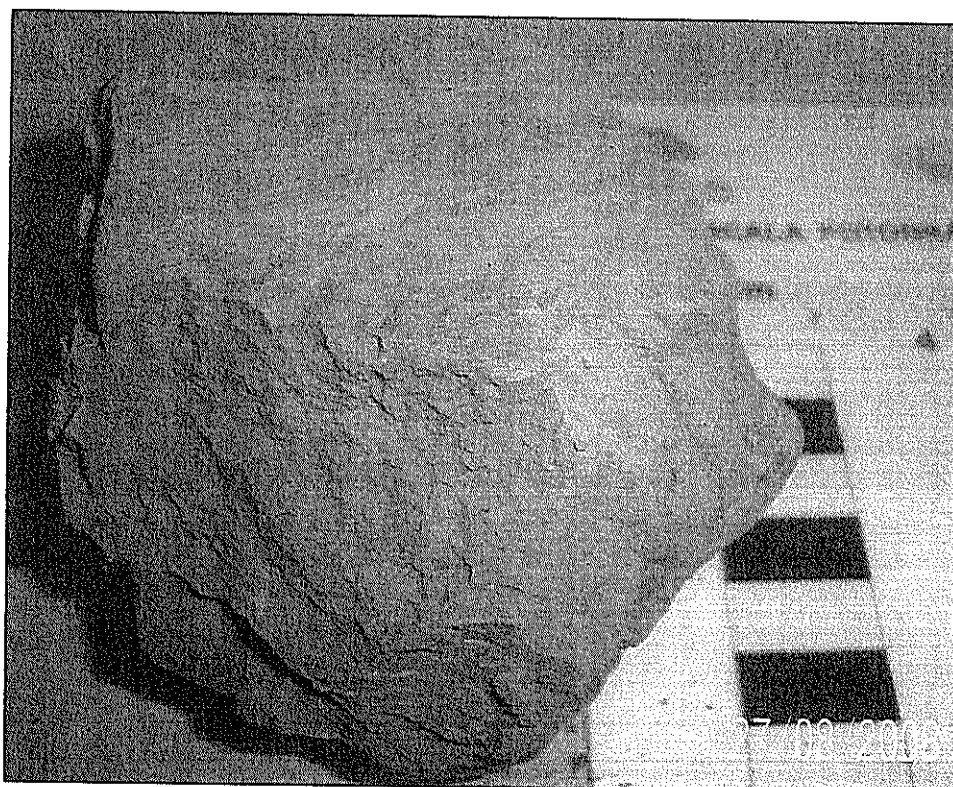


Figura. 4.29 Muestra DAMA-12, E-15. No se observan fracturas.
Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.29) de color yellowish gray 5Y 7/2 con pequeños lentes de limo color medium light gray N6. Es una muestra moderadamente consolidada.

DAMA-12, E-16

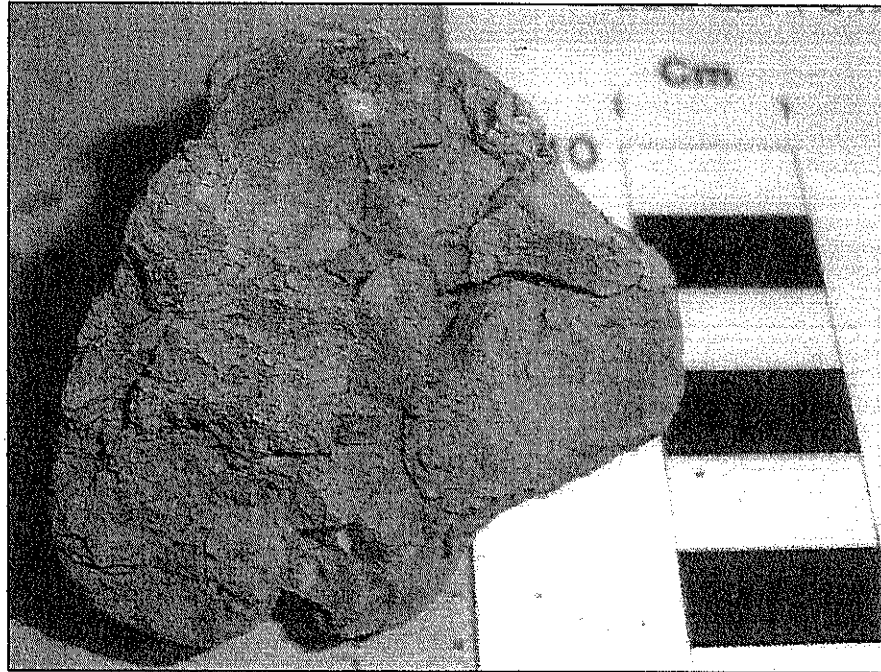


Figura. 4.30 Muestra DAMA-12, E-16. Se presenta meteorizada y con fracturas. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.30) de color pale olive 10Y 6/2, no es homogénea y presenta variaciones de limo color yellowish gray 5Y 7/2 y dusky yellow 5Y 6/4. Se observa una mínima cantidad de materia orgánica. Es una muestra poco consolidada.

DAMA-12, G

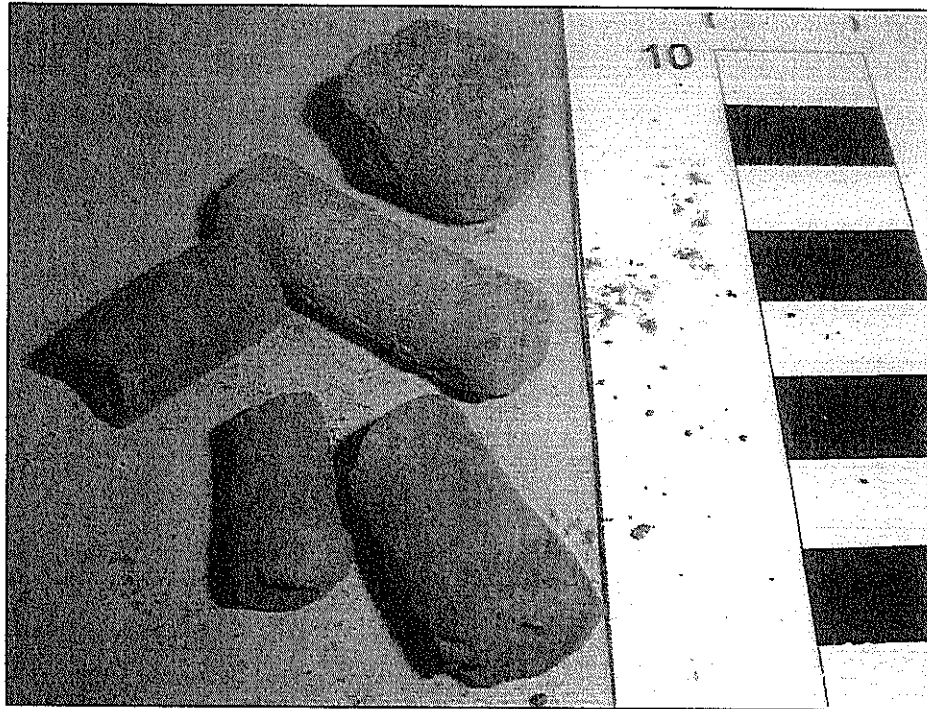


Figura. 4.31 Muestra DAMA-12, G. Varios fragmentos de lodolita.
Fuente: Coello X., 2008

Varios fragmentos pequeños (Fig. 4.31) de una lodolita color dusky yellow 5Y 6/4. Tiene cuarzo y micas. La muestra es moderadamente consolidada.

MUESTRAS DE LA DRAGA 13

DAMA-13, A

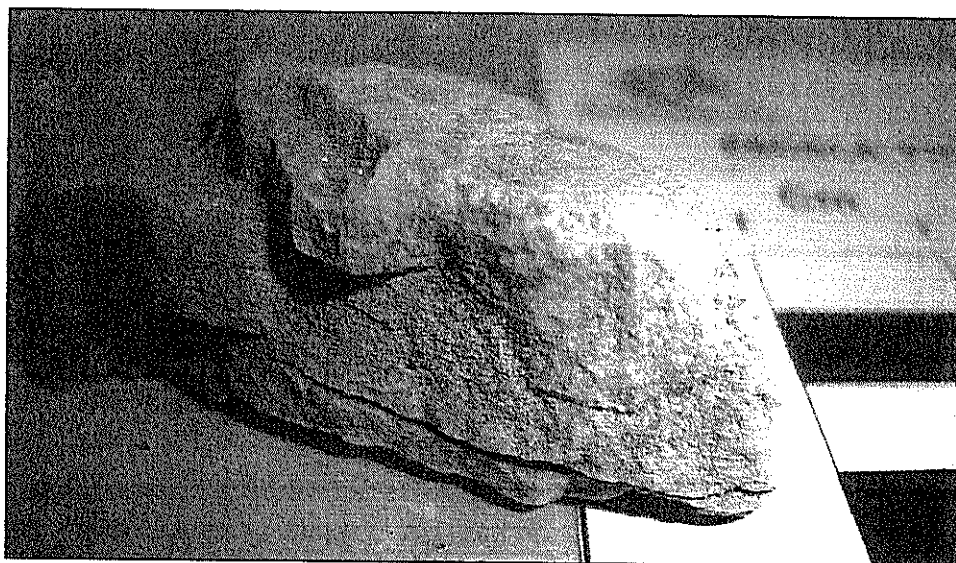


Figura. 4.32 Muestra DAMA-13, A. Se observa fracturamiento.
Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.32) de color yellowish gray 5Y 7/2 con presencia de arcilla y moderadamente consolidada. Presenta algunas fracturas.

DAMA-13, B

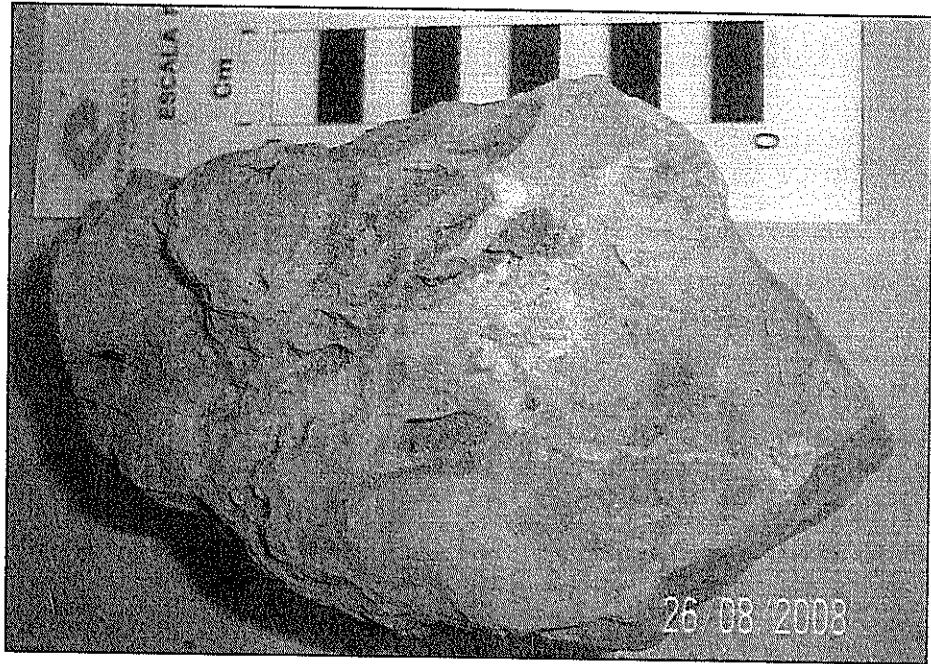


Figura. 4.33 Muestra DAMA-13, B. Se observa bioturbación en la roca. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.33) de color yellowish gray 5Y 7/2 que presenta una delgada capa de arena de color medium dark gray. La muestra es moderadamente consolidada y se observa bioturbación.

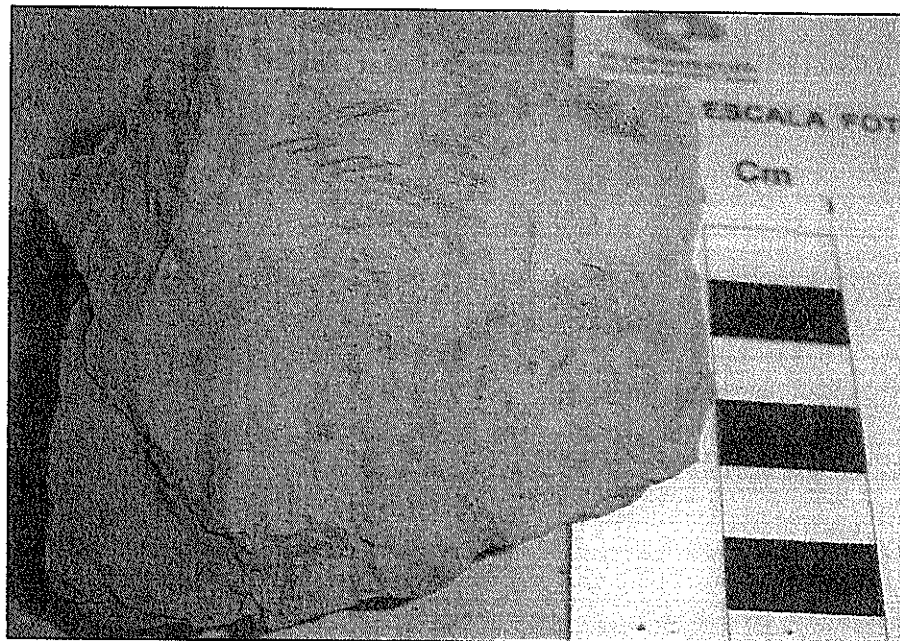
DAMA-13, E-4

Figura. 4.34 Muestra DAMA-13, E-4. Limolita que presenta en general un color olive gray 5Y 6/4. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.34) color olive gray 5Y 6/4 y varía un poco a dusky yellow 5Y 6/4. La muestra es poco consolidada y presenta algunas fracturas repetitivas.

DAMA-13, E-5

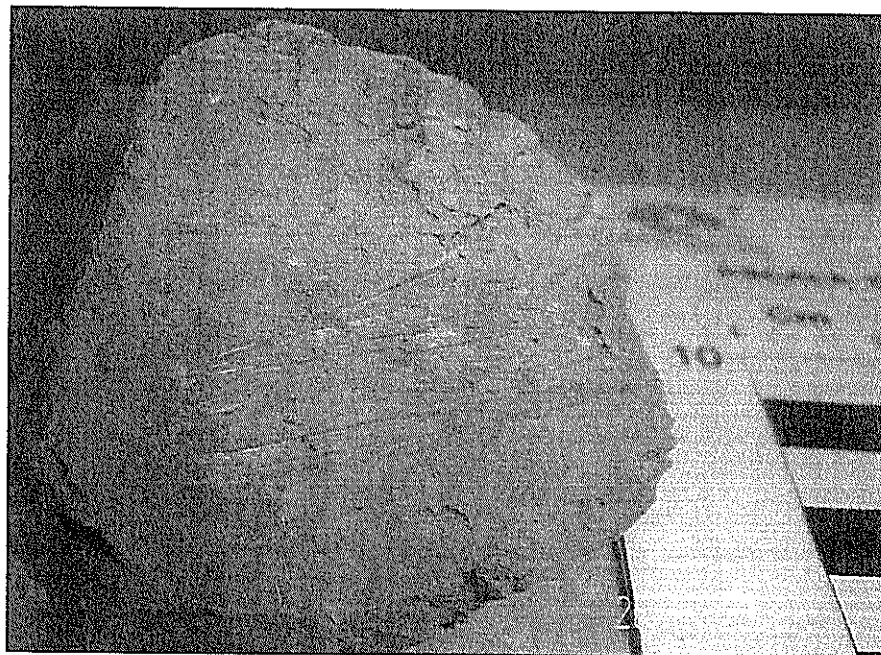


Figura. 4.35 Muestra DAMA-13, E-5. Lodolita poco consolidada.
Fuente: Coello X., 2008.

Lodolita (Fig. 4.35) de color olive gray 5Y 3/2 variando ligeramente a pale olive 10Y 6/2. La muestra es poco consolidada.

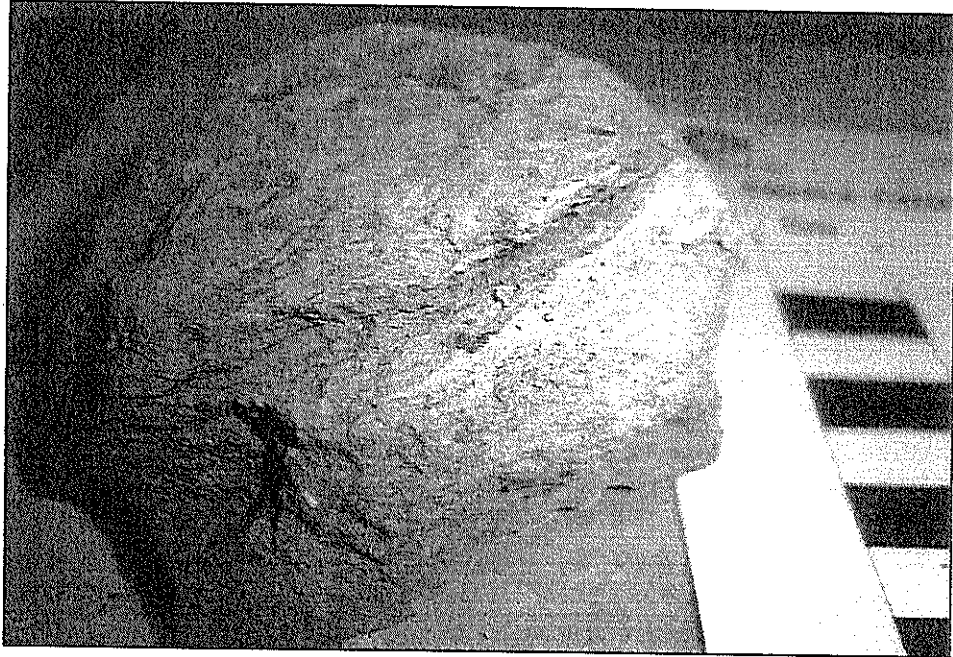
DAMA-13, E-6

Figura. 4.36 Muestra DAMA-13, E-6. Limolita, en la cual se distingue la presencia de arena, la cual aparece de color gris. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.36) de color pale olive 10Y 6/2 variando en algunas partes a dusky yellow 5Y 6/4. En la muestra aparece también una arena color light gray. Es moderadamente consolidada.

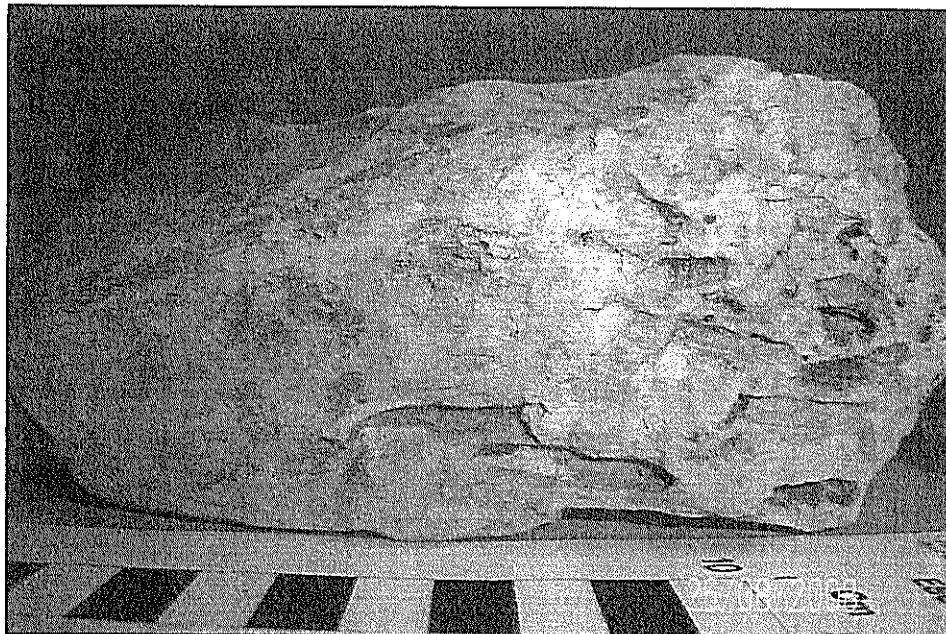
DAMA-13, F3

Figura. 4.37 Muestra DAMA-13, F-3, la cual se observa con abundante bioturbación. Fuente: Coello X., 2008

En esta muestra (Fig. 4.37) se observan dos facies, una limolita color yellowish gray 5Y 7/2 que se presenta poco consolidada. La otra facie es una arcilla color pale olive 10Y 6/2 muy consolidada. La muestra posee algunas facturas y abundante bioturbación.

MUESTRAS DE LA DRAGA 14

DAMA-14, E-3

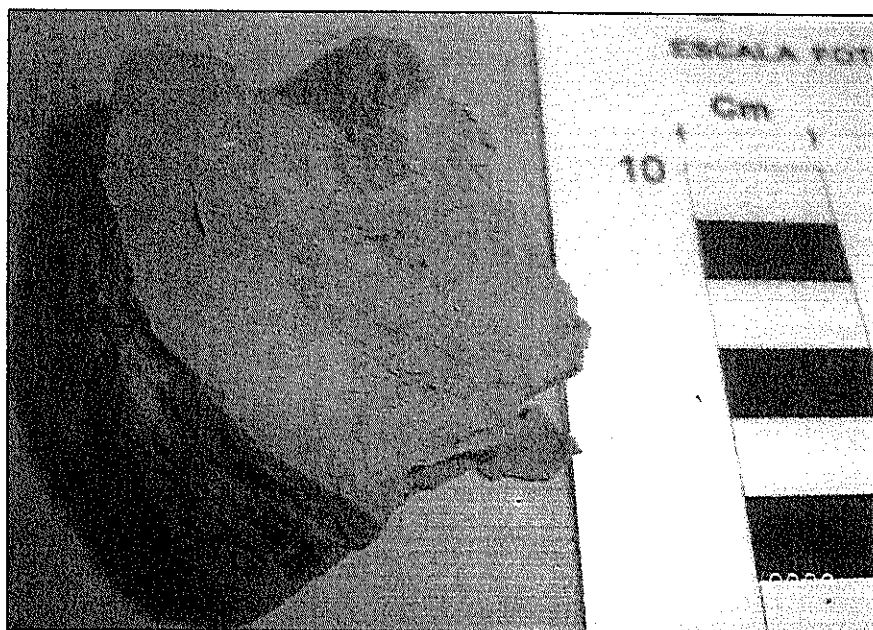


Figura. 4.38 Muestra DAMA-14, E-3. Se observa pequeños orificios que evidencian bioturbación. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.38) color yellowish gray 5Y 7/2. Se observa materia orgánica y microfauna. Es una muestra moderadamente consolidada que se presenta un poco bioturbada.

DAMA-14, E-5

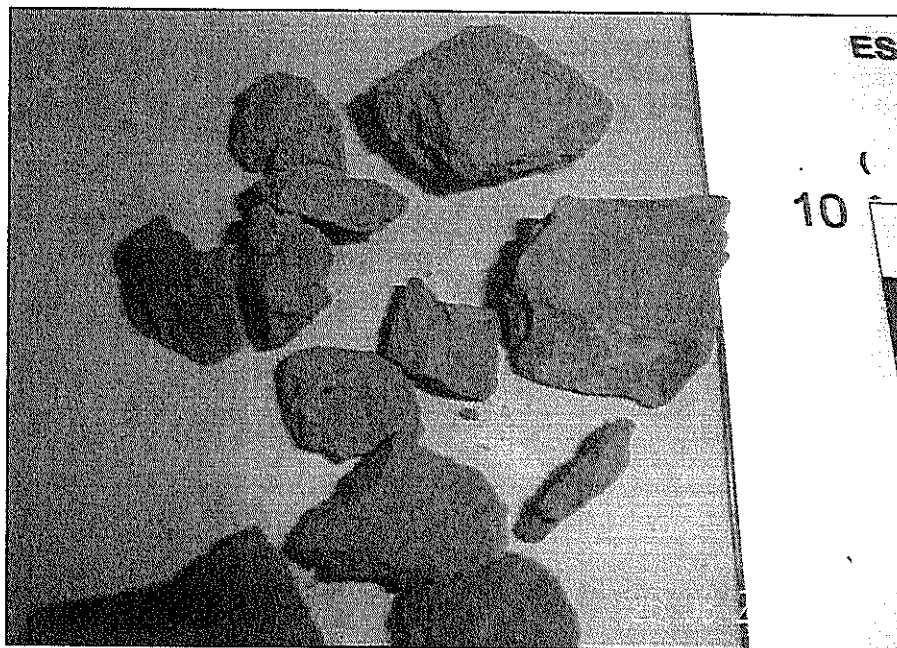


Figura. 4.39 Muestra DAMA-14, E-5. Se observan algunos fragmentos de roca poco consolidada. Fuente: Coello X., 2008

Lodolita (Fig. 4.39) color light olive gray 5Y 5/2. La muestra se encuentra totalmente fragmentada. Se observa microfósiles y materia orgánica. Es poco consolidada.

DAMA-14, M01p

Figura. 4.40 Muestra DAMA-14, M01p. Lodolita homogénea, algo meteorizada. Fuente: Coello X., 2008

Lodolita homogénea (Fig. 4.40), color light olive gray 5Y 5/2. Se observa cuarzo, micas y materia orgánica. La muestra es poco consolidada.

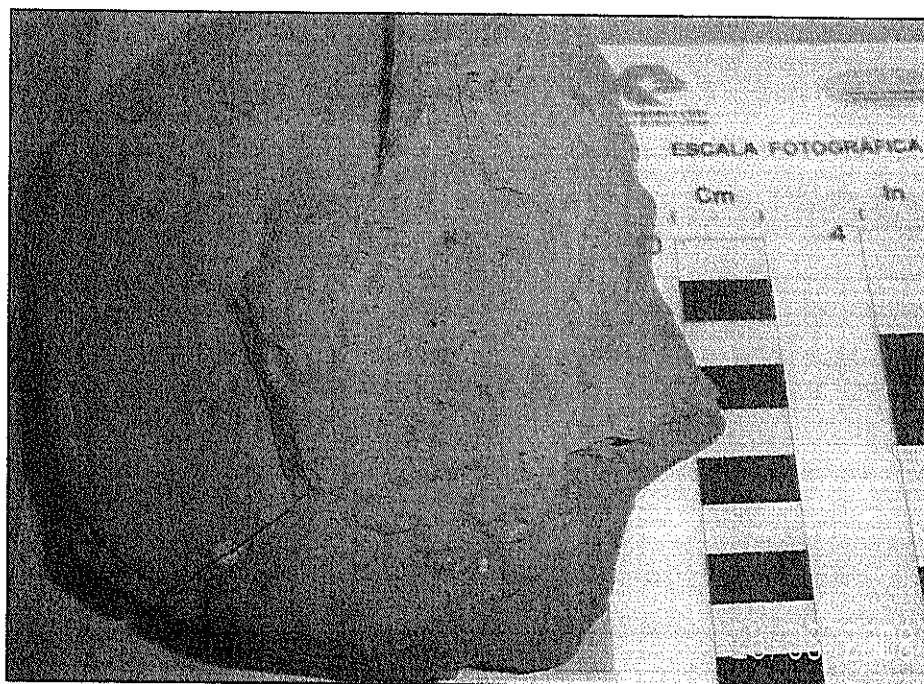
DAMA-14, M01s

Figura. 4.41 Muestra DAMA-14, M01s. Lodolita de color homogénea, algo meteorizada. Fuente: Coello X., 2008

Lodolita (Fig. 4.41) de color yellowish gray 5Y 7/2, moderadamente consolidada.

4.1.3.2 GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico permite determinar la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de granos que constituyen una muestra de roca. Para este análisis fueron consideradas 30 muestras.

Por cada muestra se tomaron aproximadamente 20 gramos de material, previamente molidos con ayuda de un mortero. Luego se colocó el material en cajas petri con un poco de agua y se dejó reposar por 2 horas. El contenido de las cajas petri fue vertido en probetas de 100 ml. y llenadas con agua (Fig. 4.42).

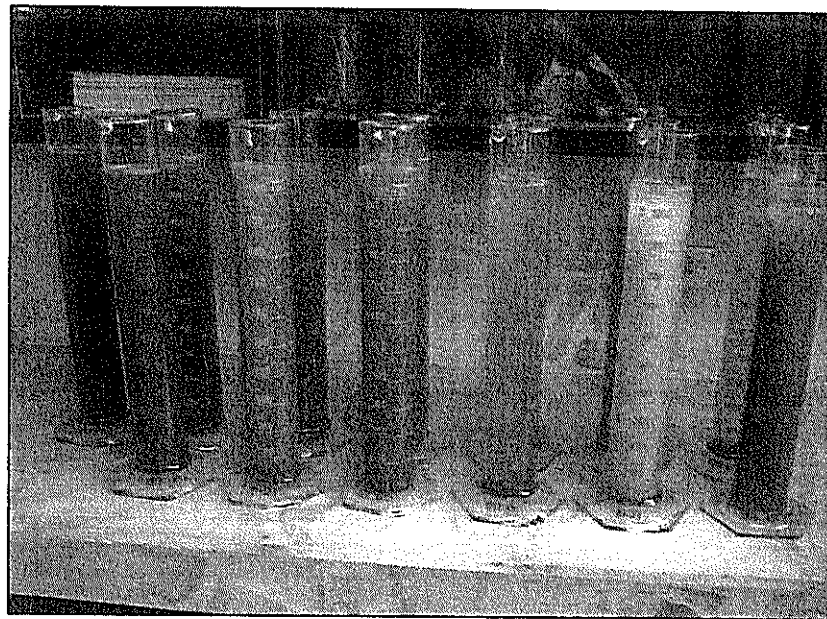


Figura. 4.42 Probetas llenas con agua y sedimentos para el análisis granulométrico. Fuente: Coello X., 2008

Luego se agitó fuertemente el contenido de las probetas y se dejó reposar cada una de ellas hasta que todo el sedimento se depositó en el fondo.

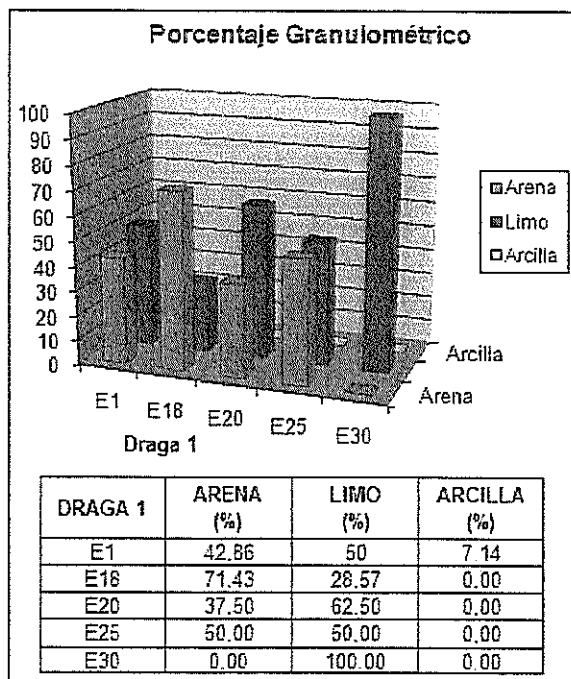


Figura. 4.43 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas por la Draga 1. Fuente: Coello X., 2008

Una vez depositado el sedimento se procedió a tomar las lecturas en mm, directamente de la probeta de los diferentes tamaños de granos observados.

A continuación se muestran las distribuciones granulométricas (Fig. 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47 y 4.48) de cada una de las muestras de draga.

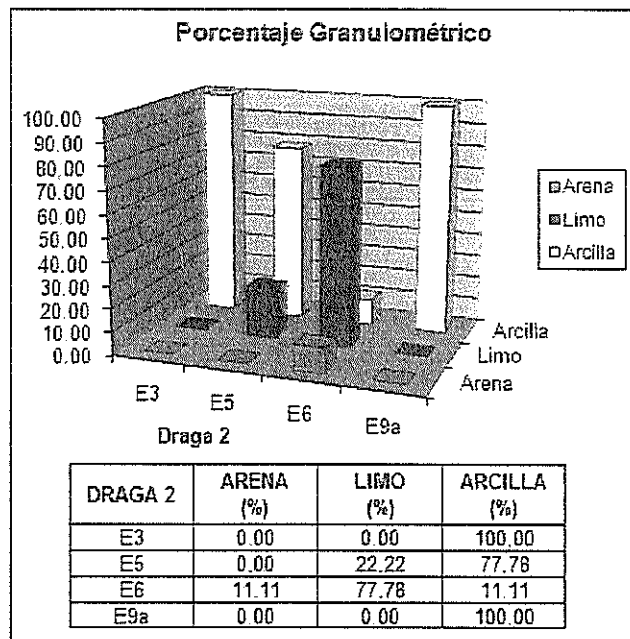


Figura. 4.44 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas por la Draga 2. Fuente: Coello X., 2008

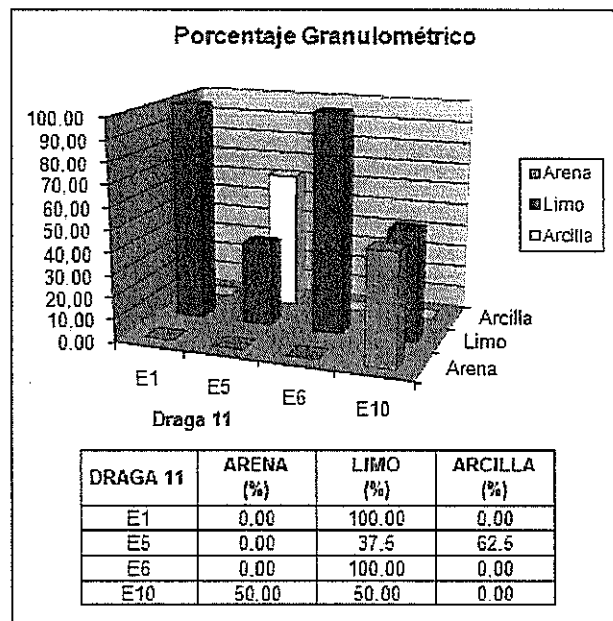


Figura. 4.45 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas por la Draga 11. Fuente: Coello X., 2008

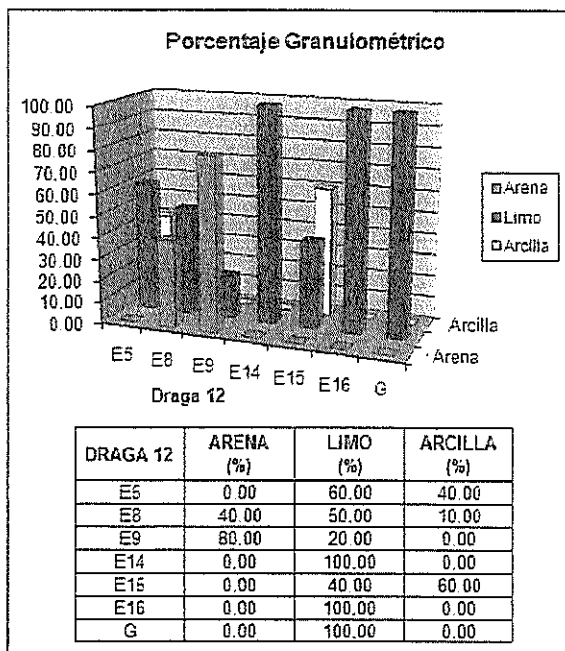


Figura. 4.46 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas por la Draga 12. Fuente: Coello X., 2008

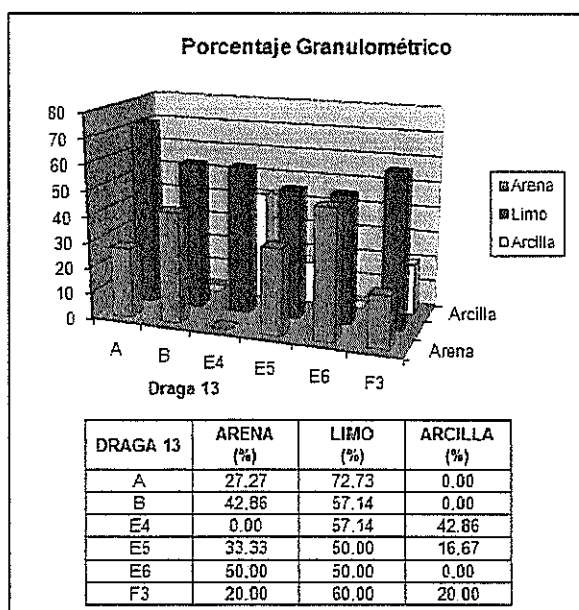


Figura. 4.47 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas por la Draga 13. Fuente: Coello X., 2008

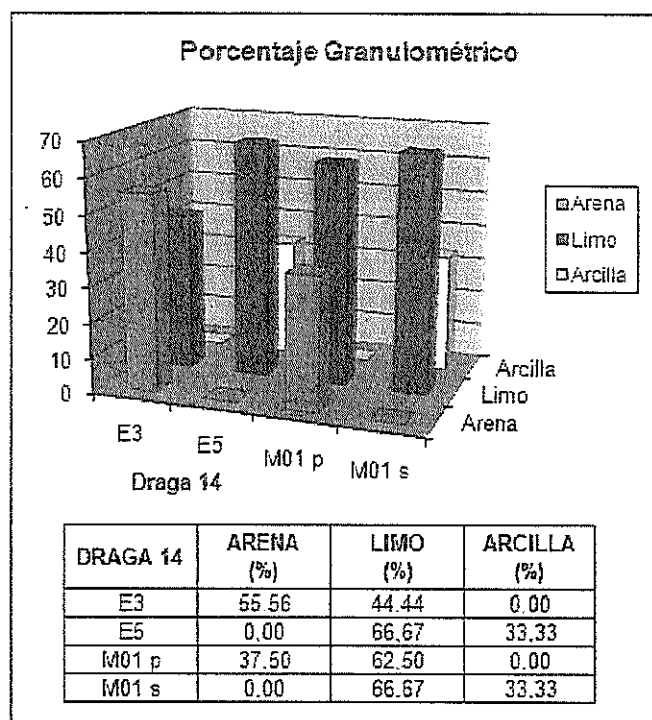


Figura. 4.48 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas por la Draga 14. Fuente: Coello X., 2008

4.1.3.3 OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS ÓPTICAS

Estas observaciones se realizaron con ayuda de un microscopio óptico marca Leica, modelo Wild MZ8. Se analizaron 8 muestras de las dragas 1 y 2 ubicadas frente a las costas de Jama y 22 muestras de las dragas 11, 12, 13 y 14 ubicadas frente a las costas de Esmeraldas.

De las muestras observadas, se analizó la matriz (abundante, escasa o ausente), tamaño de los granos, el grado de selección (muy bien seleccionado, bien seleccionado, moderadamente seleccionado, pobremente seleccionado, muy pobremente seleccionado), redondez y minerales presentes.

A continuación se detallan cada una de las observaciones microscópicas ópticas realizadas a las muestras:

DAMA-01, E-1

Matriz limolítica abundante, se distinguen algunos granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm, moderadamente seleccionados y subredondeados a subangulares. Se observa abundante cuarzo y micas.

DAMA-01, E-18

De esta muestra se observaron las 3 facies. La parte superior (capa C, Fig. 4.12) tiene una matriz limosa abundante, de la cual se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm, angulares a subangulares. Se observan micas, glauconita, cuarzo y piroxenos.

La capa más delgada (capa B, Fig. 4.12) tiene granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm, moderadamente seleccionados. No se observa arcilla y los granos se presentan limpios. La mayoría de granos son subangulares, aunque si hay unos pocos subredondeados. Se visualizó glauconita, cuarzo, hornblenda y micas.

La parte inferior de la muestra (capa A, Fig. 4.12) es de matriz limosa escasa, se distinguen algunos granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm. Los granos son bien seleccionados y en su mayoría subangulares. Hay presencia de abundante cuarzo hialino, biotita, piroxenos y hornblenda.

DAMA-01, E-20

La capa superior tiene granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm. Los granos se encuentran casi limpios, con muy poca arcilla. Son moderadamente seleccionados y en su mayoría subangulares. Tiene abundantes minerales negros (piroxenos?), cuarzo, biotita y glauconita.

La parte inferior es de matriz limosa abundante, en la cual se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm.

Los granos son subangulares. Hay presencia de cuarzo y glauconita.

DAMA-01, E-25

Matriz limosa abundante, se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,07 mm. Moderadamente seleccionada y de granos subangulares. Se observa abundante microfauna, cuarzo y piroxenos.

DAMA-01, E-30

Matriz limosa abundante, de granos moderadamente seleccionados y subredondeados. Se observa cuarzo y piroxenos.

DAMA-02, E-3

Matriz arcillosa abundante. Los granos se presentan moderadamente seleccionados. Se observan cuarzo, micas y piroxenos.

DAMA-02, E-5

Matriz arcillosa abundante. Los granos se presentan moderadamente seleccionados. Hay abundantes micas, cuarzo,

piroxenos y minerales de ceniza volcánica a manera de pequeñas astillas.

DAMA-02, E-6

Matriz limosa abundante, de granos bien seleccionados y subangulares. Se observan cuarzo, piroxenos, micas y glauconita.

DAMA-02, E-9a

Matriz arcillosa abundante, con granos moderadamente seleccionados. Se observan cuarzo, moscovita y piroxenos.

DAMA-11, E-1

Matriz limosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados y subredondeados. Hay presencia de cuarzo y piroxenos.

Los lentes son de arena muy fina, de aproximadamente 0,08 mm.

La matriz es escasa. Los granos son limpios, bien seleccionados y subredondeados a subangulares. Se observa cuarzo y piroxenos.

DAMA-11, E-5

En esta muestra se observan dos variaciones de colores, la sección de color más claro tiene una matriz arcillosa abundante.

Los granos son subangulares y moderadamente seleccionados. Se observan algunos granos de cuarzo.

La otra sección posee iguales características que la sección más clara, solo con la diferencia que los granos son ligeramente más grandes.

DAMA-11, E-6

Matriz arcillosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observa cuarzo, micas y piroxenos.

DAMA-11, E-10

Matriz limosa escasa. En general los granos son de arena media a muy fina (entre 0,2 y 0,5 mm) y pobremente seleccionados. Los granos son subredondeados en su mayoría. Se observa cuarzo, glauconita y hornblenda.

DAMA-12, E-4

Matriz arcillosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observa cuarzo y micas.

DAMA-12, E-5

Matriz limosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observan cuarzo, moscovita y abundantes minerales de ceniza volcánica en forma de astillas.

DAMA-12, E-8

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares a subredondeados. Se observa cuarzo y piroxenos.

DAMA-12, E-9

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,07 mm. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observan piroxenos, moscovita, clorita?

DAMA-12, E-14

Matriz limosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observan biotita, cuarzo y piroxenos.

DAMA-12, E-15

Matriz arcillosa abundante. Los granos se presentan bien seleccionados y subredondeados. Los minerales que se identificaron son las micas y el cuarzo.

DAMA-12, E-16

Matriz limosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados y subredondeados. Se observan cuarzo y micas.

DAMA-12, G

Matriz limosa abundante. Los granos son pobremente seleccionados. Hay presencia de biotita, cuarzo, piroxenos y minerales de ceniza volcánica en forma de astillas.

DAMA-13, A

Matriz limosa abundante. Los granos de arena muy fina (aproximadamente 0,1 mm) aparecen moderadamente seleccionados y subangulares. Se observa cuarzo, piroxenos y abundantes minerales de ceniza volcánica a manera de astillas.

DAMA-13, B

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Los minerales presentes son el cuarzo, piroxenos y micas (biotita).

La otra facie presente en la muestra es una arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm. La arena es de granos limpios y matriz escasa. Los granos son moderadamente seleccionados y en su mayoría subangulares. Los minerales observados fueron el cuarzo, micas, piroxenos, anfíboles (hornblenda) y glauconita. También se observan fragmentos de vidrio volcánico.

DAMA-13, E-4

Matriz limosa abundante. Los granos se observan moderadamente seleccionados y subangulares. Los minerales presentes son el cuarzo hialino, piroxenos y micas. También hay abundancia de pequeños fragmentos tabulares y cristalinos?

DAMA-13, E-5

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena fina y muy fina (0,1 a 0,2 mm). Estos granos son moderadamente

seleccionados y subredondeados a subangulares. Los minerales presentes son el cuarzo, micas y piroxenos.

DAMA-13, E-6

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena fina a muy fina (0,1 a 0,2 mm). Los granos son pobremente seleccionados y subangulares a subredondeados. Se observa cuarzo hialino y micas.

DAMA-13, F3

Matriz limosa abundante. Se observan granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Los minerales presentes son el cuarzo hialino y piroxenos.

DAMA-14, E-3

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena muy fina a fina (aproximadamente de 0,1 a 0,2 mm). Los granos son pobremente seleccionados y en su mayoría se presentan subangulares. Se observan cuarzo, glauconita y abundantes piroxenos.

DAMA-14, E-5

Matriz limosa abundante. Los granos se presentan moderadamente seleccionados y subangulares. Los minerales que se observan son el cuarzo, piroxenos, ash minerales y abundantes micas (biotita).

DAMA-14, M01p

Matriz limosa abundante. Se distinguen granos de arena muy fina, generalmente de 0,1 mm. Los granos son pobremente seleccionados y subangulares. Se observan abundantes piroxenos y micas, anfíboles y cuarzo.

DAMA-14, M01s

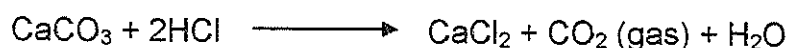
Matriz limosa abundante. Los granos son moderadamente seleccionados. Los minerales presentes son los piroxenos, cuarzo y micas (abundante).

4.1.3.4 ANÁLISIS DE CALCIMETRÍA

Se realizó este análisis con la finalidad de determinar el contenido de Carbonato de Calcio (CaCO_3) presente en las muestras. El método utilizado fue el de Bernard, el cual no es muy exacto

porque varía mucho con la presión y temperatura. Por este motivo se realizaron algunas repeticiones en las mediciones de CaCO_3 y de las muestras.

El método se basa en la determinación del contenido de CaCO_3 en una roca, a partir del volumen de dióxido de carbono desprendido, cuando una muestra finamente molida es atacada por ácido clorhídrico diluido, de acuerdo con la reacción:



Para realizar los análisis se utilizó un Calcímetro de Bernard (Fig. 4.49), una balanza de precisión, ácido clorhídrico y carbonato de calcio químicamente puro en polvo.

El procedimiento consiste en hacer un ensayo previo para determinar la cantidad de muestra a tratar, se añade una gota de ácido clorhídrico diluido a cada muestra, dependiendo de la reacción se considera el peso a analizar, si la reacción es fuerte se toman aproximadamente 0.25 g, si es media 0.50 g y si es débil 1 g. Una vez seleccionada la cantidad de muestra a usar y previamente pulverizada, se la coloca en un matraz. Se llena un recipiente pequeño con HCl, se lo introduce en el matraz y se coloca el tapón. Se debe mantener el mismo nivel de agua en el

depósito y en la columna graduada del calcímetro, para de esta manera tomar la lectura del agua en la columna en condiciones de equilibrio. Posteriormente se deja caer todo el HCl sobre la muestra, agitando ligeramente el matraz para favorecer la reacción. Luego de esto se observa que el gas desprendido hace bajar el agua de la columna. Se baja el depósito para que el agua mantenga el nivel de la columna, y así se determinan las condiciones de equilibrio. Una vez finalizado este procedimiento, se utiliza la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de CaCO_3 presente en cada muestra:

$$\%CO_3Ca = 100 \times \frac{V \times P''}{V'' \times P}$$

Donde:

P = Peso de la muestra.

P'' = Peso de CO_3Ca .

V = Volumen de CO_2 desprendido por la muestra.

V'' = Volumen de CO_2 desprendido por CO_3Ca .

Se analizaron 9 muestras de dragas del sector de Jama y 22 muestras del sector de Esmeraldas, los resultados se presentan en las tablas VI y VII.

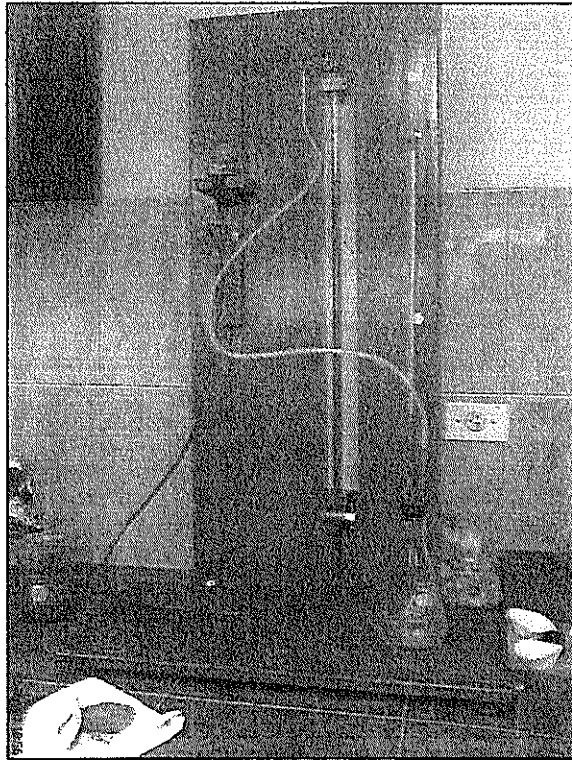


Figura. 4.49 Calcímetro de Bernard. Fuente: Coello X., 2008

MUESTRA	LUGAR	% CaCO ₃
DAMA ø 1	E - 1	1.67
DAMA ø 1	E - 18	1.28
DAMA ø 1	E - 20	4.34
DAMA ø 1	E - 25	9.72
DAMA ø 1	E - 30	7.42
DAMA ø 2	E - 3	2.47
DAMA ø 2	E - 5	3.37
DAMA ø 2	E - 6	2.25
DAMA ø 2	E - 9a	9.55

Tabla. VI Resultados de los análisis calcimétricos realizados a las muestras de Jama.

MUESTRA	LUGAR	% CaCO ₃
DAMA ø 11	E - 1	2.03
DAMA ø 11	E - 5	7.84
DAMA ø 11	E - 6	1.35
DAMA ø 11	E - 10	1.76
DAMA ø 12	E - 4	4.06
DAMA ø 12	E - 5	0.95
DAMA ø 12	E - 8	1.80
DAMA ø 12	E - 9	0.68
DAMA ø 12	E - 14	2.48
DAMA ø 12	E - 15	1.58
DAMA ø 12	E - 16	1.80
DAMA ø 12	G	2.25
DAMA ø 13	A	20.51
DAMA ø 13	B	4.28
DAMA ø 13	E - 4	2.93
DAMA ø 13	E - 5	2.49
DAMA ø 13	E - 6	0.39
DAMA ø 13	F3	14.05
DAMA ø 14	E - 3	2.23
DAMA ø 14	E - 5	1.49
DAMA ø 14	M01 p	0.00
DAMA ø 14	M01 s	0.50

Tabla. VII Resultados de los análisis calcimétricos realizados a las muestras de Esmeraldas.

4.1.3.5 CONTENIDO PETROGRÁFICO

Realizar láminas delgadas para las muestras de dragas fue un tanto difícil, debido a que la gran mayoría de las muestras son poco consolidadas y al momento de pulirlas sufren un mayor desgaste. Por tal motivo se realizaron láminas a grano suelto. Esta técnica consiste en colocar en el portaobjetos un poco de Bálsamo de Canadá para que los granos se adhieran a la lámina. Luego se

deja secar en un horno a 40° o 50°C por alrededor de unos 20 minutos.

Las muestras analizadas fueron la DAMA 1 E-18, DAMA 1 E-20, DAMA 2 E-5, DAMA 11 E-5, DAMA 11 E-10, DAMA 12 E-4, DAMA 12 E-8, DAMA 13A, DAMA 13B y DAMA 14 E-3. De la muestra DAMA 1 E-18, se realizaron 3 láminas, debido a que presenta 3 niveles con diferente litología.

A continuación se detallan los análisis de las muestras:

DAMA 1 E-18 (Sección inferior)

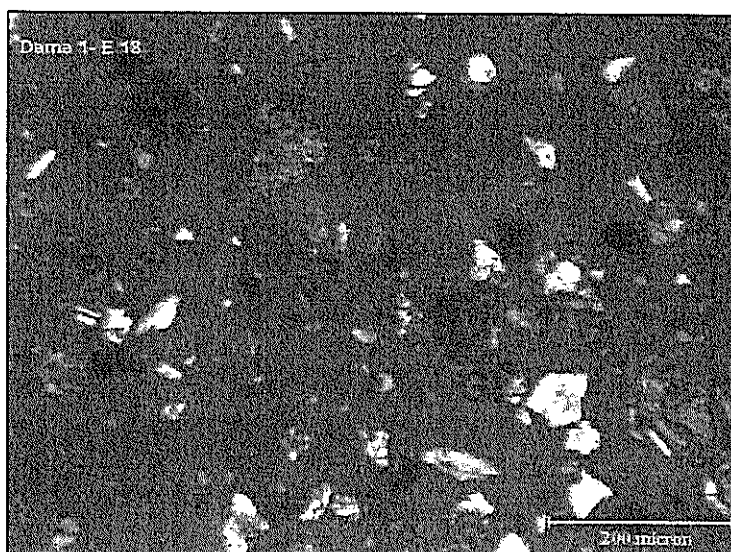


Figura. 4.50 Fotografía en nicoles paralelos donde se observa plagioclasa (Pl) y glauconita (Gl). Fuente: Torres R., 2008

Entre los feldespatos, los cuales se presentan en un 70%, se observó ortoclasa con maclas de Carlsbad y en menor proporción, plagioclasa con macla de albita. También hay presencia de cuarzo en un 20%.

De los piroxenos (5%), se encontró enstatita con extinción ortogonal; hornblenda con ángulo de extinción de 15 a 25 grados, y pleocroismo muy bajo. Aparecen también algunos bioclastos, en un 3%.

Se encontró glauconita, color verde oscuro, en un pequeño porcentaje (2%).

DAMA 1 E-18 (Sección intermedia)

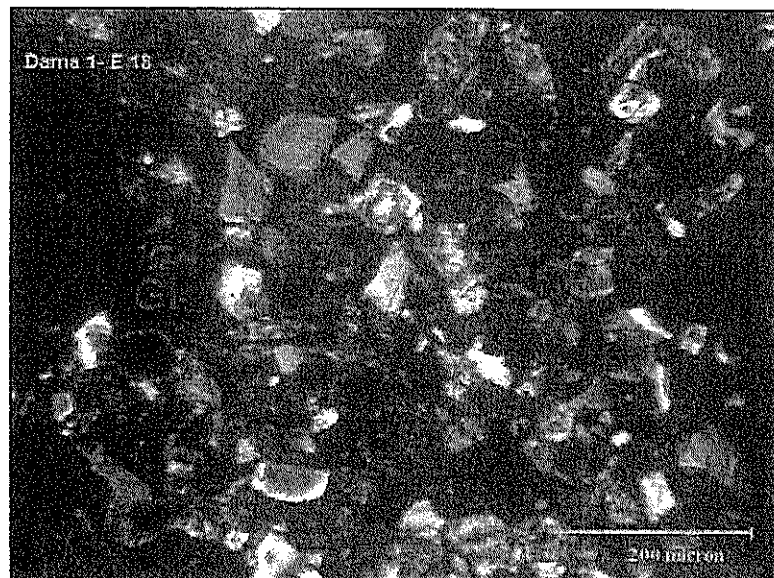


Figura. 4.51 Fotografía en nicoles cruzados, los granos más oscuros son de glauconita (GI). Fuente: Torres R., 2008

Se observan granos de arena fina, subangulares a angulares, de regular clasificación. Estos granos se mezclan con fragmentos de lutita sin forma definida (5%).

Entre los feldespatos, los cuales se encuentran en mayor porcentaje (55%), se observó ortoclasa con maclas de Carlsbad, de extinción ondulante, de granos, alargados y redondeados. En menor cantidad se observó plagioclasa, con maclas de albita.

La glauconita (15%) se presenta de color verde oscuro, sin forma definida. El cuarzo también se encuentra presente en la muestra, en un 10%.

De la familia de los piroxenos, los cuales tienen un 10% de presencia, se identificaron enstatita y hornblenda. Aparecen también bioclastos en un 5%.

DAMA 1 E-18 (Sección superior)

Entre los feldespatos (50%) se identificó ortoclasa con maclas de Carlsbad, incolora, subeuhedral y alargada; también se identificó plagioclasa del tipo augita, muy escasa.

Los fragmentos de roca (25%) encontrados fueron de lutita. También se observó bioclastos (7%) de foraminíferos y radiolarios. Se evidenció en un 15% la presencia de glauconita.

Otros minerales (3%) identificados fueron piroxenos, de tipo hornblenda, y minerales opacos en menor cantidad.

DAMA 1 E-20

La sección analizada posee un 55% de feldespatos, entre los que se identificó ortoclasa con maclas de Carlsbad y plagioclasa con maclas de albita (muy escasa).

Hay presencia de cuarzo en un 15%. Se encontró 15% de fragmentos de roca, arcillolita de color marrón oscuro.

Se identificaron bioclastos de radiolarios y foraminíferos en un 5%. Minerales opacos con cristales amorfos, se presentan en un 3%. Hay presencia de 2% de piroxenos, de la variedad enstatita con cristales euhedrales y subeuhedrales, extinción paralela y bajo pleocroismo.

DAMA 2 E-5

En esta lámina fue difícil lograr identificar los minerales, debido a que su elaboración produjo abundantes grumos. Lo que se pudo identificar fue una matriz arcillosa de color marrón y pellets escasos de glauconita de color verde oscuro.

DAMA 11 E-5

Esta lámina presentó una matriz arcillosa, de color marrón claro, con algunos granos de limo de entre 10 y 30 micras. Entre los minerales observados, se encontró cuarzo, hornblenda y ortopiroxenos.

DAMA 11 E-10

Arenisca glauconítica, de granos medios a finos, en colores verde claro y oscuro, con una matriz limo-arcillosa. Entre los minerales observados se encontró glauconita, cuarzo, feldespato de la variedad ortoclasa con maclas de Carlsbad. También se encontró en menor cantidad piroxenos, de la variedad ortopiroxeno y enstatita, así como un 2% de fragmentos de roca, tipo chert.

DAMA 12 E-4

Matriz arcillosa, con granos escasos angulares a subangulares de feldespato. Bioclastos de radiolarios y foraminíferos. También se observó trazas de glauconita y muy escaso vidrio volcánico.

DAMA 12 E-8

Matriz arcillosa, de la cual se distinguen algunos minerales como el cuarzo, feldespatos de la variedad ortoclasa con maclas de Carlsbad. En menor proporción se encontró moscovita y fragmentos de chert.

DAMA 13 A

Se observa una matriz de arcilla silícea, subtranslúcida, con grumos debido al grosor y a la manera como fue confeccionada la lámina. Se identificaron feldespatos de la variedad ortoclasa con maclas de Carlsbad y escasas plagioclasas. En cuanto a los piroxenos, se encontró ortopiroxeno y enstatita en poco porcentaje.

DAMA 13 B

Matriz arcillosa, de la cual se distinguen mayormente cuarzo y feldespatos, de la variedad ortoclasa con maclas de Carlsbad y escasamente plagioclasas con macla de albita. Se observan

también trazas de glauconita, epidota de un color de birrefringencia moderado a alto y muy escaso vidrio volcánico isotrópico.

DAMA 14 E-3

Matriz limo-arcillosa, los minerales que se presentan mayoritariamente son el cuarzo y feldespatos de la variedad ortoclasa con macla de Carlsbad. Otros minerales que se presentan, pero en menor porcentaje son la nefelina y piroxenos del grupo de enstatita, de bajo pleocroismo.

4.1.3.6 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.

Para el análisis de las muestras, se toman aproximadamente 50 gramos de material, se trituran las muestras y se lavan usando un tamiz de 250 micras. Luego las muestras son secadas en un horno

a 100 °F para proceder a la separación de los microfósiles y posteriormente a su identificación.

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 (Fig. 4.52).

Para la determinación de los ambientes, se utilizó el cuadro (Fig. 4.53) de asociaciones de foraminíferos según las profundidades, basado en Murray, 1991

M.a.	Epoca		Foraminífero planctónico Berggren et al., 1995	Nanofósiles calcáreos Martini (1971)	Radiolarios Riedel y Sanfilippo (1970)
			N23	NN20	
1 – Pleistoceno		Ioniano			
		0.95			
		Calabriano	N22	NN19	<i>Amphirhopalum ypsilon</i>
					<i>Anthocyrtdium angulare</i>
2 –		1.77			
3	Plioceno	Temp. Tardío	N21	NN18	<i>Pterocanium prismatium</i>
				NN17	
4 –		3.58	N20	NN16	
5	Mioceno	Messiniano	N19	NN15	<i>Spongaster pentas</i>
			N18	NN14	
		5.32		NN13	
				NN12	

Figura 4.52. Cuadro de zonaciones bioestratigráficas. Fuente: Modificado del Informe Técnico AMADEUS 024-CIGG-2007, Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, Petroproducción, 2007.

Ambiente	Diversidad	Agilul.	Forcol.	Hialino	Principales generos aglutinados	Principales generos calcáreos
Salobre manglar	$\alpha < 1 - 5$	Bajo a alto	Ausente o raro	Bajo a alto	<i>Jadammina</i> <i>Miliammina</i> <i>Tiphotrecha</i> <i>Trochammina</i>	
Marino manglar	$\alpha < 1 - 2$	Bajo a alto	Superior al 50%	Bajo a alto	<i>Miliammina</i> <i>Arenoparrella</i>	Miliólidos simples
Hipersalino manglar	$\alpha < 1 - 7$	Bajo a alto	Superior al 100%	Bajo a alto	<i>Miliammina</i> <i>Arenoparrella</i>	Miliólidos simples
Salobre lagoon	$\alpha < 1 - 5$	Bajo a alto	Muy bajo	Bajo a alto	<i>Miliammina</i>	<i>Ammonia</i> <i>Elphidium</i> <i>Haynesina</i>
Marino lagoon	$\alpha < 1 - 12$		Alto			<i>Ammonia</i> <i>miliólidos</i>
Hipersalino lagoon	$\alpha < 1 - 6$		Alto			<i>Ammonia</i> <i>miliólidos</i>
Plataforma interna 0 - 100 m	$\alpha 3 - 19$	Bajo a alto	Ocas. > 20%	Bajo a alto	<i>Bigenerina</i> <i>Cribrostomoides</i> <i>Eggerellioides</i> <i>Eggerella</i> <i>Rooiphax</i> <i>Textulena</i>	<i>Boivina</i> <i>Brizalina</i> <i>Bulimina</i> <i>Cassidulina</i> <i>Cibicides</i> <i>Elphidium</i> <i>Gibocassidulina</i> <i>Nonionella</i> <i>Rosalina</i> <i>Stainforthia</i> <i>Uvigerina</i>
Plataforma externa 100 - 200 m	$\alpha 5 - 19$	Bajo a alto	Bajo	En su mayor parte alto		Como Plataforma interna, más: <i>Hyalina</i> <i>Trifarina</i>
Talud superior (batial superior) 200 - 2000 m	$\alpha 1 - > 20$	Bajo	Muy bajo	Alto		Como Plataforma externa, más: <i>Ehrenbergina</i> <i>Gyroldina</i> <i>Hoeglundina</i> <i>Nuttallides</i> <i>Ondorsalis</i> <i>Fullenis</i> <i>Reussella</i>
Talud inferior (batial inferior) 2000 - 4000 m	$\alpha 1 - 22$	Bajo a alto	Bajo	Bajo a alto	<i>Cyclammina</i> <i>Hyperammina</i> <i>Rhabdammina</i>	<i>Alabaminella</i> <i>Bulimina</i> <i>Cibicoides</i> <i>Epistominella</i> <i>Hoeglundina</i> <i>Nuttallides</i>
Abisal > 4000 m		Bajo a alto	Ausente	Bajo a alto	<i>Cyclammina</i> <i>Hormosina</i>	<i>Alabaminella</i> <i>Cibicoides</i> <i>Epistominella</i> <i>Hoeglundina</i> <i>Nuttallides</i>

Figura 4.53. Sumario de las principales características de las faunas modernas de foraminíferos (basados en Murray, 1991, dando detalles de asociaciones recurrentes alrededor del mundo). La diversidad está dada con el indicador de Fisher. Fuente: Tomado del Informe Técnico "Estudio bioestratigráfico y paleoecológico en sedimentos de la Draga-2 de la campaña AMADEUS, Convenio Petroproducción-IRD", 2007.

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. Se presentaron algunos problemas durante el análisis de las muestras, debido al reabajamiento de los nanofósiles calcáreos, para la precisión de las edades. Tampoco se observaron los marcadores zonales de Zonaciones bioestratigráficas establecidas. Por esta razón, se aplicaron las zonaciones numéricas. Sin embargo, para los análisis se consideró la distribución estratigráfica de ciertas especies de foraminíferos planctónicos. También, la distribución estratigráfica de los nanofósiles calcáreos, fue aplicada cuando la edad relativa estuvo confirmada por algunos especímenes.

DRAGA 1

A la muestra E-1 se la asignó una edad de Pleistoceno Temprano, por la ocurrencia de: *Globorotalia hirsuta* (Pleistoceno Temprano – Holoceno), *Globorotalia planispira* (Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno), *Calcidiscus leptoporus* (Mioceno Temprano – Pleistoceno), *Helicosphaera kamptneri* (Mioceno – Pleistoceno) y *Pseudoemiliana lacunosa* (Plioceno Tardío temprano – Pleistoceno Medio).

El paleoambiente de depositación fue marino de plataforma externa a talud superior, las especies de foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron: *Bolivina plicata*, *Brizalina argentea*, *Buliminella curta*, *Globocassidulina subglobosa* y *Dentalina nasuta*.

Las muestras E18 y E20 fueron semejantes en su contenido microfósilífero. Estos sedimentos fueron datados de Plioceno – Pleistoceno para la muestra E-18 y de Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano temprano para la E-20, donde ocurrieron: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano temprano), *Globorotalia planispira* (Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globorotalia tumida* (Plioceno – Holoceno) y *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno).

Estuvo presente una asociación de foraminíferos bentónicos, cuyos especímenes más frecuentes fueron: *Ammonia becarii* (que es un indicador de profundidad no mayores a los 50m), *Bolivina plicata*, *Brizalina argentea*, *Bulimina pagoda*, *Buccella hannai*, *Cibicidoides aff. fletcheri*, *Elphidium granti*, *Hanzawaia concentrica*, *Pararotalia magdalenensis* y *Uvigerina peregrina*, que determinaron un paleoambiente marino de plataforma interna a central.

A la muestra E-25 se le asignó una edad de Pleistoceno Temprano por la ocurrencia de los nanofósiles calcáreos *Calcidiscus macintyrei* (Plioceno Tardío tardío – Pleistoceno Temprano) y *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno).

Los foraminíferos bentónicos más frecuentes determinadores de un paleoambiente marino de plataforma externa a talud superior fueron: *Bolivina plicata*, *Bulimina pagoda*, *Globocassidulina subglobosa*, *Dentalina nasuta*, *Melonis spaheroides*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina hispida* y *Uvigerina peregrina*.

La muestra E-30 fue datada como del Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano, por la ocurrencia de los siguientes guías bioestratigráficos: *Sphaeroidinella dehiscens* (Plioceno Tardío – Holoceno), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Pseudoemiliana lacunosa* (Plioceno Tardío temprano – Pleistoceno Temprano) y *Helicosphaera kamptneri* (Mioceno – Pleistoceno).

Los foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron: *Bulimina pagoda*, *Cibicoides wuellerstorfi*, *Dentalina nasuta*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis spaheroides*, *Stilostomella lepidula* y *Uvigerina*

peregrina. El foraminífero planctónico con mayor ocurrencia fue *Neogloboquadrina dutertrei*. El paleoambiente determinado fue de plataforma eterna a talud superior.

DRAGA 2

A la muestra E-3 se la dató de Pleistoceno – Holoceno, por la presencia de *Theocorythium trachelium* (Pleistoceno – Holoceno) y *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno).

El paleoambiente fue marino de plataforma externa a talud superior por encontrarse con mayor frecuencia los foraminíferos bentónicos: *Dentalina nasuta*, *Gyroidina altiformis* y *Oridorsalis umbonatus*. Cabe anotar que se observó una menor cantidad de foraminíferos en los sedimentos, y que estos fueron de menor tamaño

La muestra E-5 fue datada del Plioceno, por la ocurrencia de *Globorotalia tumida* (Plioceno – Holoceno) y de *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Mioceno Medio – Plioceno Tardío temprano).

Las especies más frecuentes de foraminíferos bentónicos fueron: *Oridorsalis umbonatus*, *Bulimina pagoda*, *Cibicidoides crebbsi* y *Melonis affinis*, indicadores de un paleoambiente marino de

plataforma externa a talud superior. Los foraminíferos planctónicos en general no fueron muy numerosos en estos sedimentos.

La muestra E-6 se caracterizó por presentar una disminución en la cantidad de foraminíferos sobre todo planctónicos, así como en los nanofósiles calcáreos, por lo que sólo se pudo dar una edad relativa de Plioceno – Holoceno, por el hallazgo de *Globorotalia tumida* (Plioceno – Holoceno).

Los foraminíferos bentónicos con mayor representación fueron: *Bulimina pagoda*, *Oridorsalis umbonatus* y *Uvigerina hispida*, que le asignaron un paleoambiente marino de plataforma externa a talud superior a estos sedimentos.

La muestra E-9a fue asignada con una edad relativa de Pleistoceno Temprano, Zona N22, por determinarlo el hallazgo de los siguientes foraminíferos planctónicos guías: *Pulleniatina finalis* (Pleistoceno Temprano – Holoceno) y *Globorotalia tumida flexuosa* (Plioceno – Pleistoceno Temprano).

Los foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron: *Globocassidulina subglobosa*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicidoides*

pseudoungerianus, *Melonis sphaeroides* y *Cibicidoides crebbsi*. Los foraminíferos planctónicos más frecuentes fueron: *Globorotalia cultrata menardii* y *Globigerinoides ruber*, que asignaron un paleoambiente marino de talud superior.

DRAGA 13

La muestra E-1, se encontró *Neogloboquadrina acostaensis* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globigerina decoraperta* (Mioceno Medio – Pleistoceno Temprano) y *Helicosphaera sellii* (Mioceno – Pleistoceno Temprano, N22).

Los foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron: *Nodosaria longiscata*, *Cibicidoides crebbsi*, *Globocassidulina subglobosa*. El foraminífero bentónico más abundante fue *Hoeglundina elegans*. La distribución de estos foraminíferos indican un paleoambiente de talud continental.

En la muestra E-5 el foraminífero planctónico más abundante fue *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), él más frecuente fue *Neogloboquadrina blowi*. También se identificó *Globigerinoides tenellus* (Plioceno Temprano tardío – Pleistoceno Temprano, ½ N19 – N22).

Los foraminíferos bentónicos más abundantes fueron *Bolivina alicata* y *Cibicorbis hitchcockae*, los cuales le asignaron a la muestra un paleoambiente de talud continental.

En la muestra E-6 el foraminífero planctónico más frecuente fue *Neogloboquadrina dutertri* (N18 – N23). También se encontró *Neogloboquadrina blowi* (N16 – N22), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano temprano), *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – base de Pleistoceno Temprano) y *Pulleniatina finalis* (Pleistoceno Temprano – Holoceno). Se identificó el radiolario *Theocorythium vetulum* (Plioceno – Pleistoceno).

El foraminífero bentónico más frecuente fue *Uvigerina peregrina*, el cual indica un paleoambiente de talud superior.

DRAGA 14

En la muestra E-3 se encontraron foraminíferos planctónicos como, *Globorotalia tumida* (N18 – N23), *Neogloboquadrina dutertrei* (N18 – N23), *Pulleniatina obliquiloculata* (Plioceno Tardío – Holoceno), *Pulleniatina aff. primalis* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano),

Globigerinoides obliquus extremus (Mioceno Tardío – base de Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides obliquus obliquus* (Mioceno – Pleistoceno Temprano temprano, N16 – 1/3N22).

Los foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron *Bolivina quadrilátera*, *Uvigerina peregrina* y *Melonis sphaeroides*, los cuales determinaron un paleoambiente de talud superior.

En la muestra E-4 el foraminífero planctónico más abundante fue *Neogloboquadrina dutertrei* (N18 – N23) y el más frecuente fue *Neogloboquadrina blowi*. También se encontró *Globigerinoides obliquus obliquus* (N16 – 1/3N22).

El foraminífero bentónico más abundante fue *Pseudoparrella exigua* y los más frecuentes fueron *Bulimina pupoides*, *Globobulimina* sp., *Uvigerina peregrina*.

En la muestra E-5 se encontraron raros radiolarios, como Spumellarios y Cenosphaera sp., los cuales determinaron una edad de Plioceno – Holoceno.

Se encontraron raros foraminíferos bentónicos, entre ellos *Pseudoparrella exigua*.

El contenido fosilífero de cada muestra analizada se presenta en el anexo A.

Las figuras 4.54, 4.55, 4.56 y 4.57 muestran algunos microfósiles encontrados en las muestras de dragas. Estas imágenes fueron obtenidas mediante un Microscopio Electrónico de Barrido.

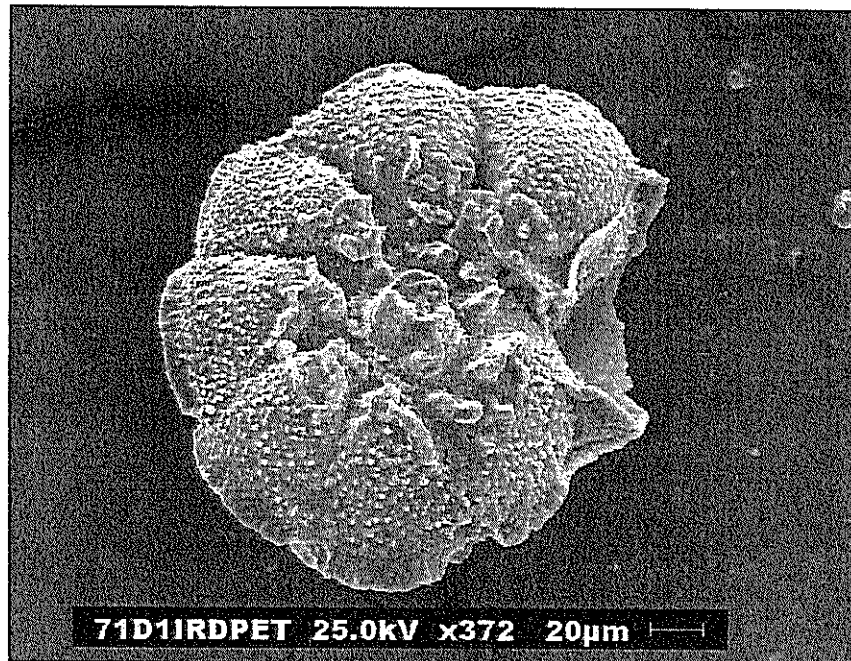


Figura 4.54. Foraminífero bentónico, *Pararotalia magdalenensis*, muy frecuente en la muestra E-18 de la draga 01. Fuente: Ordoñez M., Coello X., CIGG, 2007.

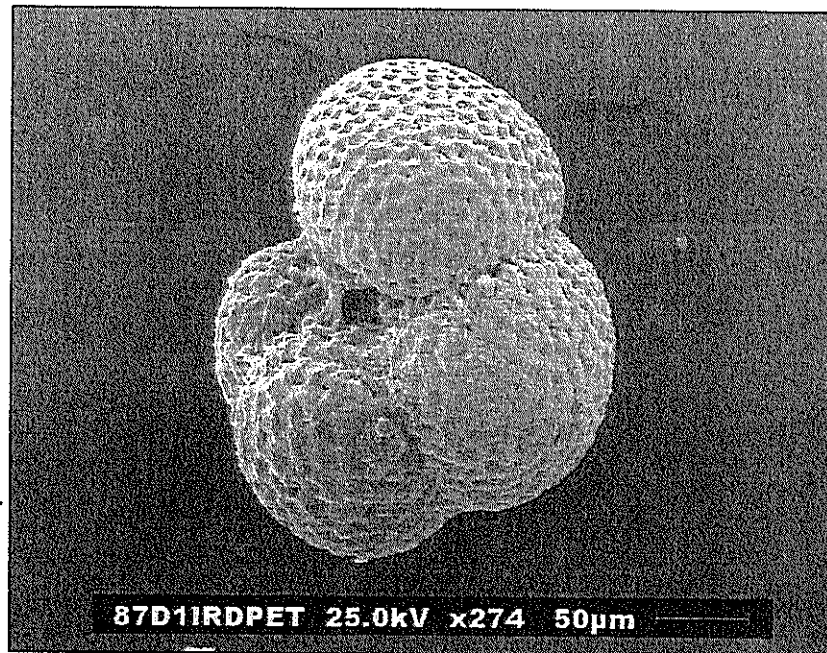


Figura 4.55. Foraminífero planctónico, *Neogloboquadrina blowi*, presente en la muestra E-25 de la draga 01. Fuente: Ordoñez M., Coello X., CIGG, 2007.

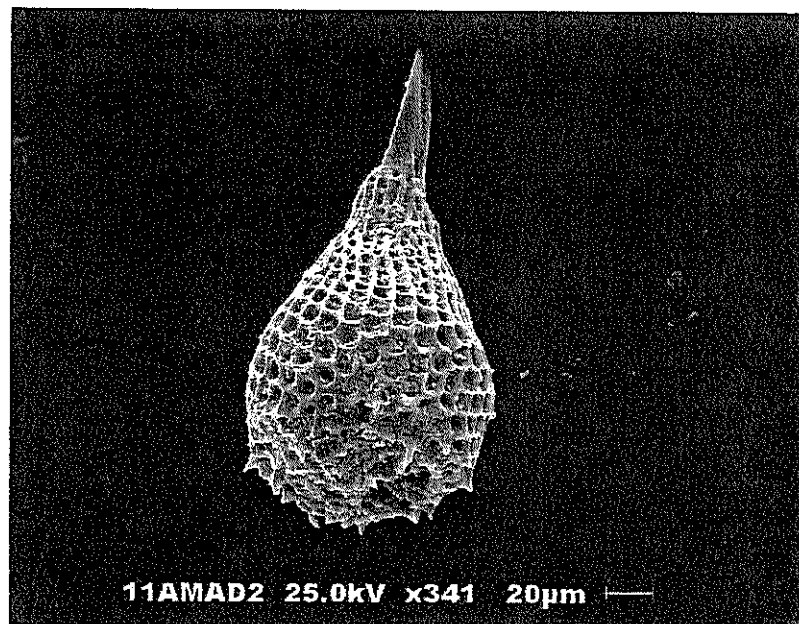


Figura 4.56. Radiolario, *Theocorythium trachelium* (Pleistoceno-Holoceno), presente en la muestra E-3 de la draga 02. Fuente: Ordoñez M., Coello X., CIGG, 2007.

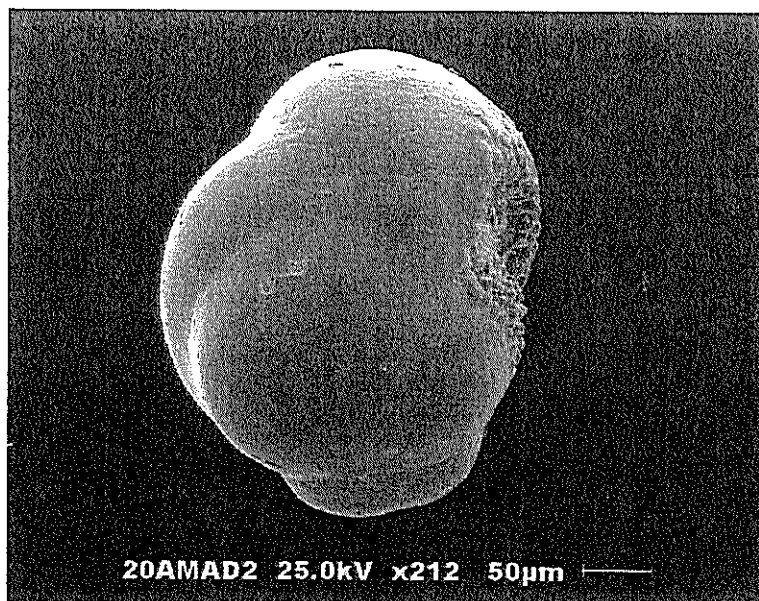


Figura 4.57. Foraminífero planctónico guía, *Pulleniatina finalis* (Pleistoceno Temprano-Holoceno), presente en la muestra E-9a de la draga 02. Fuente: Ordoñez M., Coello X., CIGG, 2007.

4.1.3.7 SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS DE DRAGAS

Todas las muestras son de rocas sedimentarias, en su mayoría pelitas, algunas pocas contienen arena.

Draga 1

La mayoría de muestras son limolitas homogéneas, en las cuales no se observan capas. Frecuentemente se observa microfauna, identificada como puntos blancos. En las muestras E-18 y E-20 se pueden observar algunas capas de arena, algunas de espesores

entre 4 y 6 cm, y otras con pequeñas intrusiones de arena dentro del material arcilloso. Las muestras que presentan las fracturas más visibles son la E-1 y E-30, ambas con patrones repetitivos. Los planos de fractura tienen un espaciamiento entre 5 y 10 mm.

La muestra que posee mayor cantidad de arena, es la E-18, con 71,43%. La mayoría de las muestras de esta draga tienen granos subangulares. Los minerales de mayor presencia dentro de las muestras son, feldespato y cuarzo. Otros minerales presentes son glauconita, piroxenos y micas, en menor cantidad.

Los análisis de calcimetría dieron como resultado para esta draga, un promedio de 4,89%.

Las edades para esta draga son del Plioceno Tardío al Pleistoceno Temprano y el paleoambiente es de plataforma externa a talud superior. Las muestras E-18 y E-20, son la excepción, ya que se determinó que pertenecen a un ambiente de plataforma interna a central.

Draga 2

Las muestras son lutitas, a excepción de la muestra E-6 que es una limolita. Son generalmente homogéneas, presentan restos de materia orgánica y microfauna. Las muestras E-5 y E-6 tienen algunas inclusiones de un material de color blanco, posiblemente ceniza volcánica. Las muestras que presentan fracturas, son la E-3 y E-9a. Estas fracturas son continuas y los planos tienen un espaciamiento de entre 5 mm y 1 cm.

La única muestra que presentó contenido de arena, fue la E-6, con 11,11%. Los minerales que se observaron en esta draga son en su mayoría cuarzo y piroxenos, también se identificaron micas y glauconita en menor cantidad.

Para esta draga los resultados de calcimetría dieron un promedio de 4,41%.

Las edades de las muestras están entre el Plioceno y Holoceno. El paleoambiente se determinó como de plataforma externa a talud superior.

Draga 11

Esta draga tiene limolitas relativamente monótonas, con bioturbación frecuente. En cuanto al contenido de arena, se encuentra presente en la muestra E-10 (50%), como una arenisca y en la muestra E-1 a manera de pequeños lentes. Las capas de arena son probablemente de depósitos de turbiditas. La forma cuadrada de la muestra E-1 refleja los efectos de la tectónica.

Las muestras de esta draga tienen granos subredondeados a subangulares. Los minerales que se encontraron son el feldespato, cuarzo, piroxenos y en menor cantidad glauconita y micas.

El promedio de los análisis calcimétricos para esta draga es de 3,24%.

Draga 12

En esta draga las muestras son diversas, la E-8 y E-9 son areniscas limolíticas, con 40% y 50% de contenido de arena respectivamente. La muestra E-4 es una lutita, pero presenta una facie arenosa de 0,30 cm de espesor. El resto de las muestras son limolitas y algunos fragmentos de lodolitas. Se observa microfauna

y materia orgánica en algunas muestras. Las muestras E-8 y E-9 presentan fragmentos blancos de minerales de ceniza volcánica.

Se encontró que la mayoría de las muestras de esta draga tiene granos subangulares. Los minerales presentes en las muestras son, feldespatos, cuarzo, moscovita, piroxenos y glauconita.

Los resultados de los análisis calcimétricos realizados a esta draga, dieron un promedio de 1,95%.

Draga 13

Estas muestras presentan dos tipos de material, limolitas moderadamente compactadas, las cuales muestran patrones de fracturas tectónicas y limolitas pobremente compactadas. Se observa arena en algunas muestras, pero en pequeñas intrusiones dentro del material limoso, siendo la muestra E-6 la que contiene mayor porcentaje (50%). Las muestras B y F3 presentan abundante bioturbación.

En las muestras de esta draga se encontró que la gran mayoría de los granos son subangulares. Los minerales identificados son,

feldespatos (ortoclasa), piroxenos, cuarzo. En menor cantidad se encontró glauconita y micas.

El promedio de la calcimetría realizada a las muestras de esta draga es de 7,44%.

La edad de las muestras es Plioceno Temprano tardío - Pleistoceno Temprano. El paleoambiente es de talud superior.

Draga 14

Las muestras de esta draga son en su mayoría limolitas y lodolitas.

Las muestras E-3 y M01p contienen arena, en un 55,56% y 37,50% respectivamente. La muestra E-3 presenta bioturbación.

Todas las muestras presentan materia orgánica y microfauna.

La mayoría de las muestras analizadas presentaron granos subangulares. Los minerales presentes en esta draga son feldespatos, cuarzo, glauconita, micas y piroxenos.

Los resultados de la calcimetría realizada a las muestras de esta draga, dieron un promedio de 1,05%.

La edad de estas muestras están entre el Plioceno Tardío y Pleistoceno Temprano, el paleoambiente es de talud superior.

4.2 ESTUDIO DE LAS MUESTRAS DE CAMPO

Las muestras de campo analizadas en el presente trabajo de tesis de grado fueron recolectadas entre el 7 y 13 de Mayo del 2007 en Jama (Prov. de Manabí) y Esmeraldas (Prov. de Esmeraldas). Se recolectaron un total de 29 muestras, de las cuales 4 pertenecen al sector de Jama y 25 al de Esmeraldas.

4.2.1 SELECCIÓN DE LOS LUGARES VISITADOS

Los lugares que se visitaron fueron escogidos en base a su cercanía con las muestras de draga, para de esta manera poder realizar las correlaciones posteriores. Se tomó en cuenta las edades preliminares determinadas para las dragas, para determinar donde encontrar a tierra zonas de comparaciones geológicas.

En las costas de Jama se recolectaron muestras en Punta Cabuya y Punta Ballena (Fig. 4.58). En las costas de Esmeraldas se recolectaron muestras de la playa de Camarones (Fig. 4.59), Punta Gorda (Fig. 60), Tonchigüe y Estero Plátano (Fig. 4.61).

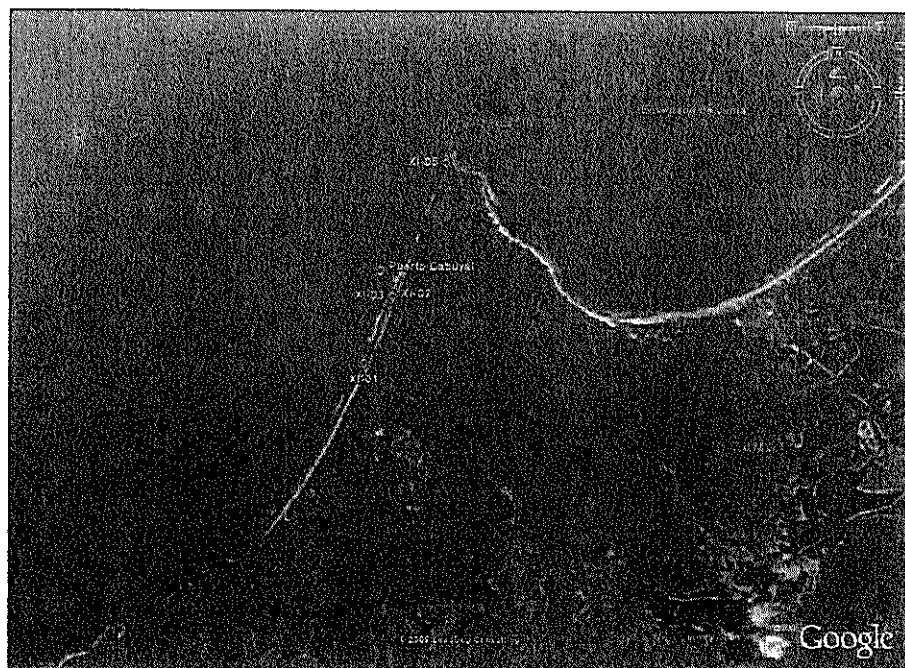


Figura 4.58. Puntos en donde se recolectaron las muestras, en el sector de Jama. Fuente: Google Earth, modificado por X. Coello, 2009



Figura 4.59. Puntos en donde se recolectaron las muestras, en la Playa de camarones, Esmeraldas. Fuente: Google Earth, modificado por X. Coello, 2009



Figura 4.60. Puntos en donde se recolectaron las muestras, en el sector de Punta Gorda, Esmeraldas. Fuente: Google Earth, modificado por X. Coello, 2009



Figura 4.61. Puntos en donde se recolectaron las muestras, en los sectores de Tonchigüe y Estero Plátano, Esmeraldas. Fuente: Google Earth, modificado por X. Coello, 2009

4.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES DE CAMPO

La salida de campo se inició el 7 de Mayo de 2007 y finalizó el 13 de Mayo de 2007. Los lugares visitados fueron Punta Cabuya y Punta Ballena en Jama. Playa de Camarones, Punta Gordá, Tonchigüe y Estero Plátano en Esmeraldas.

El objetivo principal de la salida de campo fue el análisis de las rocas y estructuras sedimentarias, para su posterior correlación con las muestras tomadas por las dragas.

A continuación se describen las observaciones realizadas en cada uno de los lugares visitados:

JAMA

Punta Cabuya 0573962/9978396

El lugar es una playa de arena que forma una amplia bahía. Con un acantilado vivo (Fig. 4.62), el cual presenta una pendiente de aproximadamente 55° y la más fuerte llega a unos 70° . Se observa una base erosiva con conglomerados, restos de conchas y clastos de arcilla, el paquete es de una arenisca gris-marrón, fina, deleznable, y

laminar. En la parte superior hay bioturbación. El afloramiento corresponde al Mioceno.

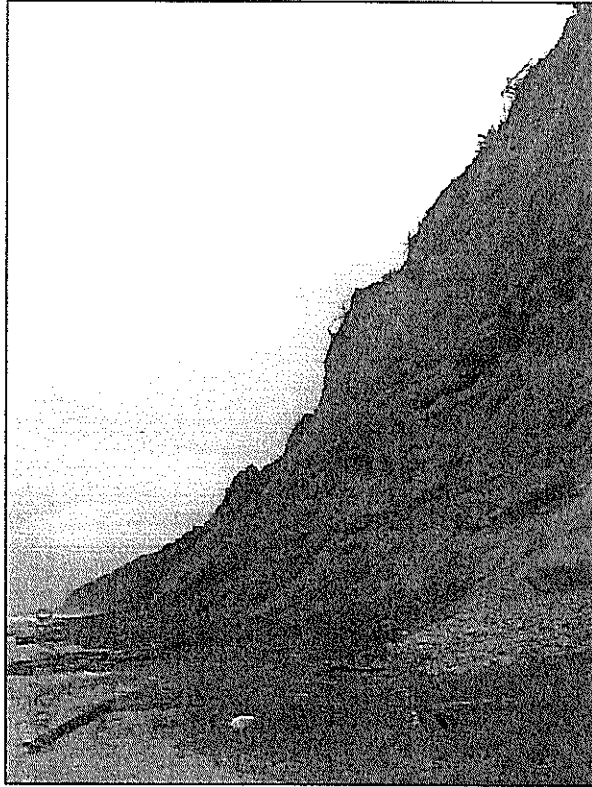


Figura 4.62. Playa de Punta Cabuya. Fuente: G. Montenegro, 2007

Punta Cabuya 0574344/9979134

En este punto se observó un paquete que en su parte inferior es una arcillolita gris azulada con fragmentos carbonosos (Fig. 4.63). En la parte superior es una arenisca fina color marrón con restos de plantas.

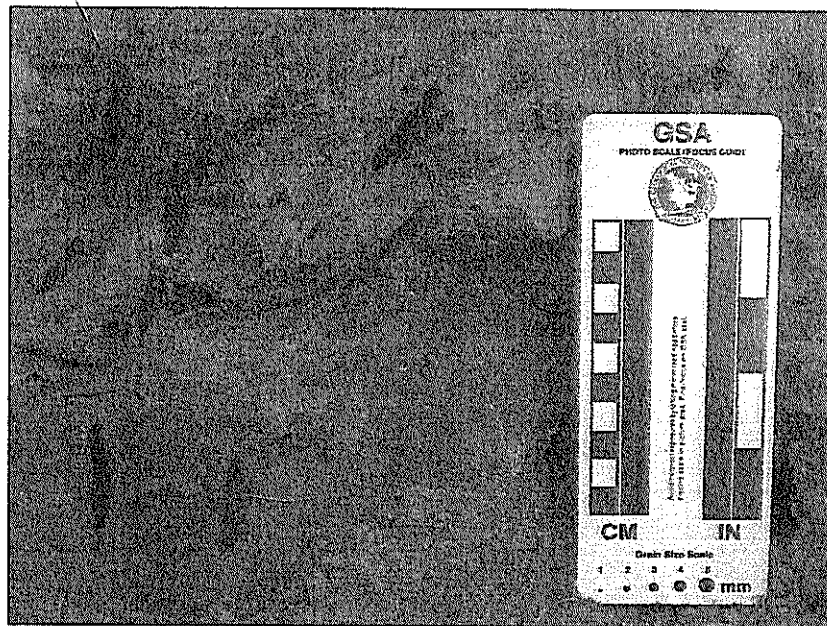


Figura 4.63. Arcillolita con fragmentos carbonosos. Punta Cabuya, Jama Fuente: J.F. Dumont, 2007

Punta Cabuya 0574552/9979622

Se trata de una arenisca gris, fina, friable, con intercalaciones de arcilla, donde predomina la arena de la arcilla, lo cual indica los niveles de la marea. Se observa bioturbación vertical y estructuras tipo flaser (Fig. 4.64), las cuales indican que se formaron a una profundidad de aproximadamente 10 metros, en la anteplaya, influenciada por la marea.

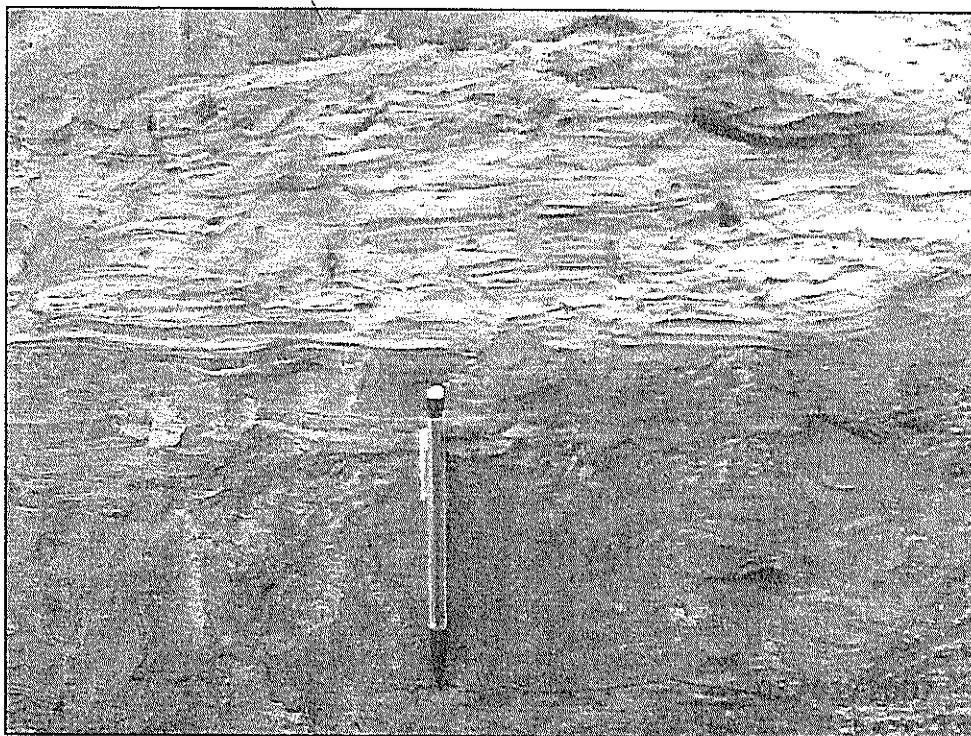


Figura 4.64. Estructuras tipo flaser. Punta Cabuya, Jama Fuente: G. Montenegro, 2007

Cercanía de Punta Ballena

0574906/9980494

A la base se tiene conglomerados y gradación grano-decreciente. Hay presencia de fragmentos de pelecípodos y gasterópodos. Se observan sigmoides de marea (Fig. 4.65) y estratificación cruzada mameliforme, el sentido de la corriente es hacia 135°.

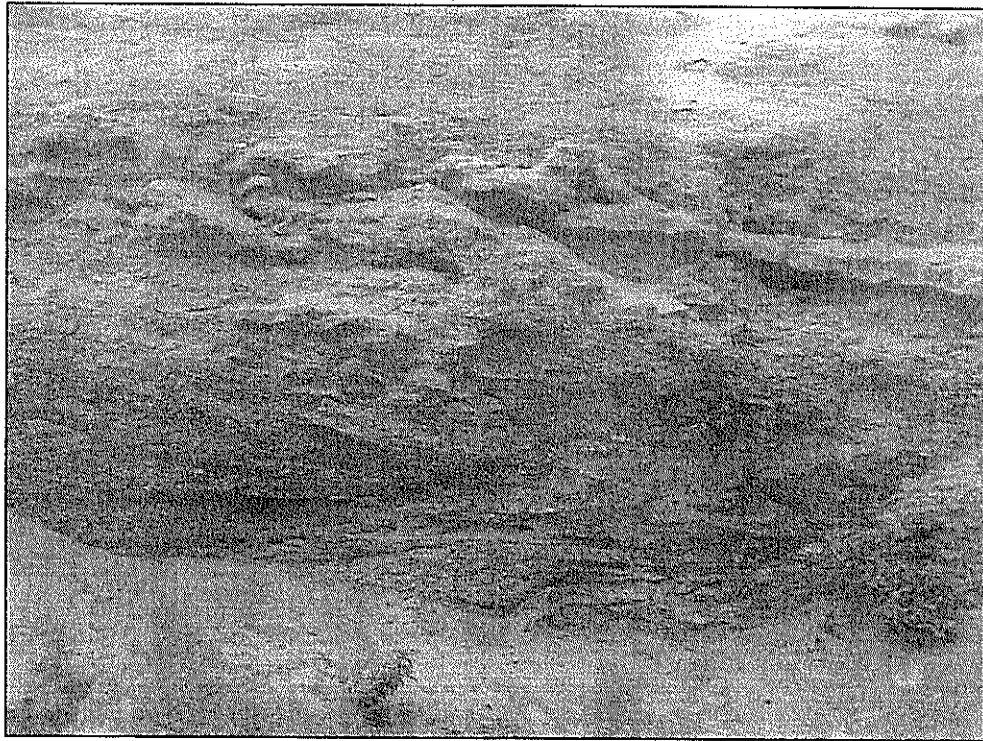


Figura 4.65. Sigmoides de marea. Punta Ballena, Jama. Fuente: J.F. Dumont, 2007

Cercanía de Punta Ballena

0574971/9980627

El afloramiento tiene una base erosiva conglomerática, después tiene una sección de areniscas grises, finas y laminares. Se observa bioturbación vertical (Fig. 4.66) aparentemente ofiomorfa. En la parte superior se observan areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada.

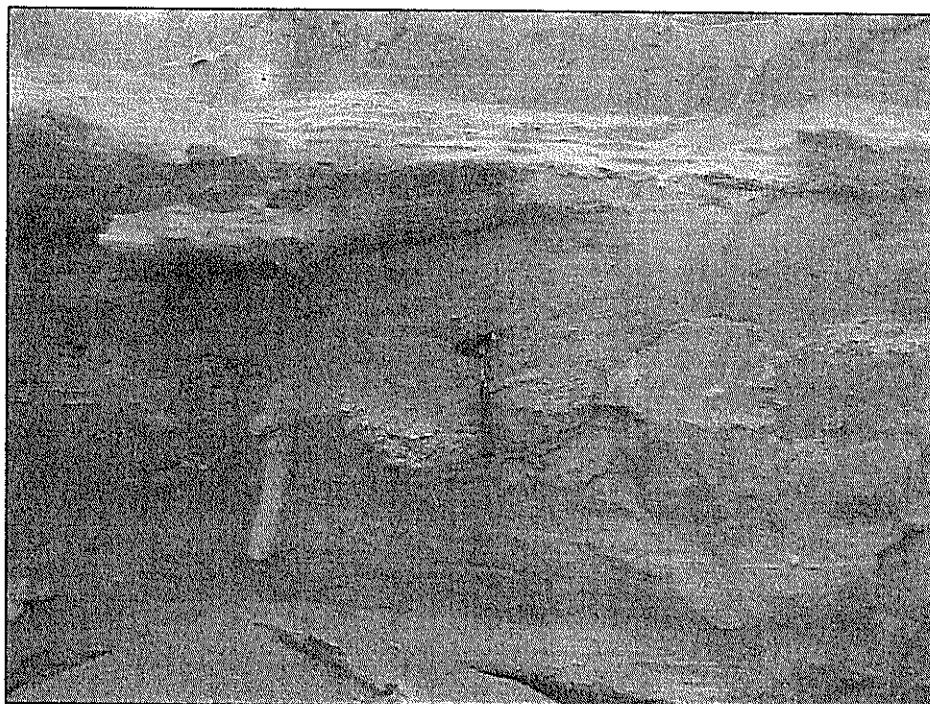


Figura 4.66. Bioturbación vertical. Punta Ballena, Jama. Fuente: J.F. Dumont, 2007

Cercanía de Punta Ballena

0575130/9981003

Areniscas en capas medias centimétricas y conglomeráticas. Con estratificación cruzada (Fig. 4.67) cuya pendiente es baja, casi nula en la base, pero en el tope aumenta, lo cual es muy característico de una zona de barra de playa. Se observa bioturbación subvertical.

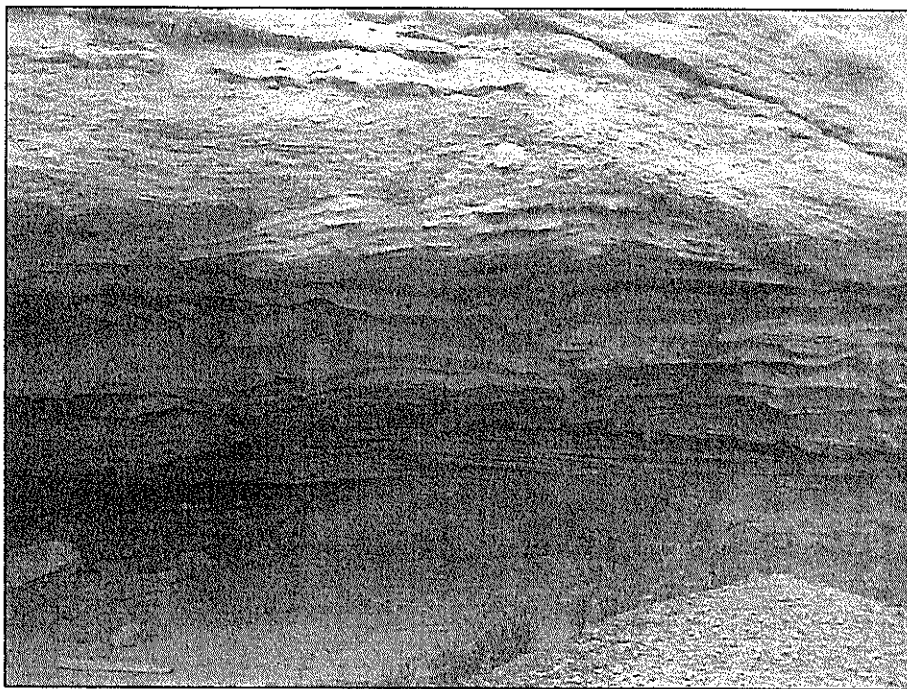


Figura 4.67. Areniscas con estratificación cruzada. Punta Ballena, Jama. Fuente: J.F. Dumont, 2007

Al final de este recorrido se elaboró una secuencia estratigráfica de la zona de Jama, esta se pudo realizar gracias a que los afloramientos se encontraban sin vegetación y se podían observar claramente la litología y las estructuras sedimentarias (Fig. 4.68).

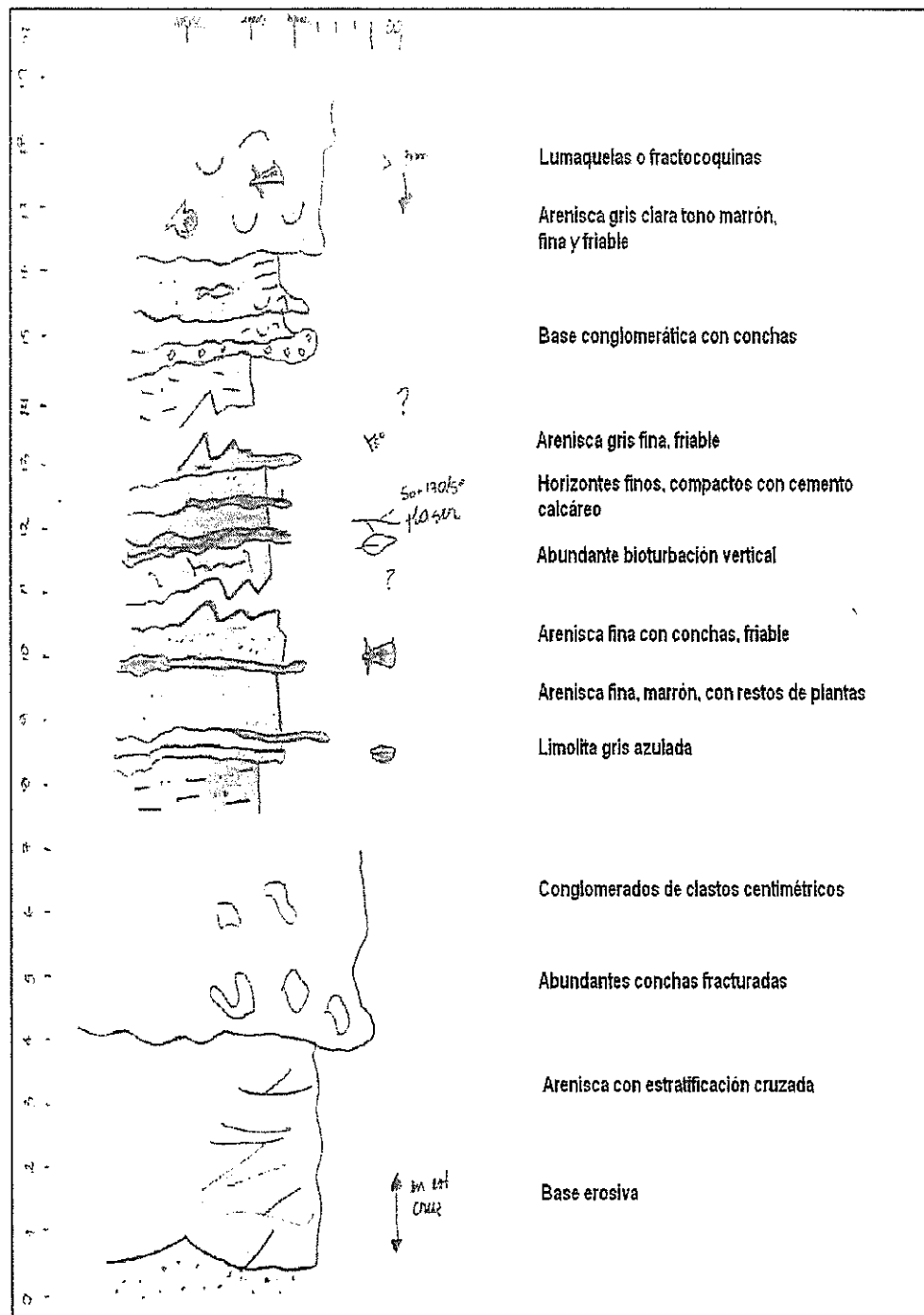


Figura 4.68. Secuencia Estratigráfica de la zona de Jama, entre Punta Cabuya y Punta Ballena. Fuente: X. Coello, 2009

Punta Ballena 0575274/9981371

Aquí en este punto existe una plataforma de erosión (Fig. 4.69).

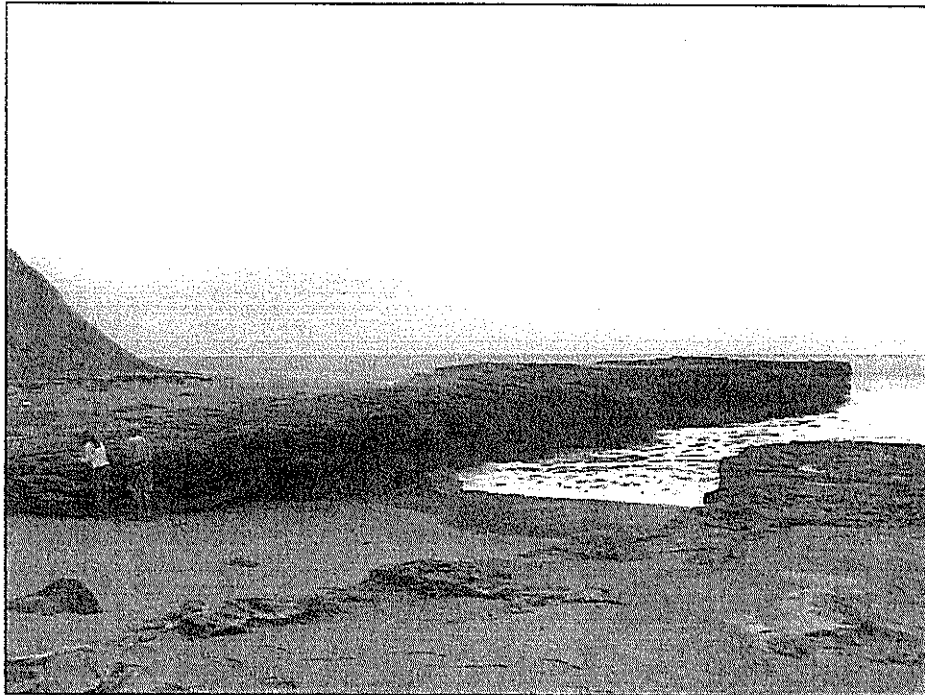


Figura 4.69. Plataforma de erosión en Punta Ballena. Fuente: J.F. Dumont, 2007

ESMERALDAS

Camarones 0660114/0109768

Poblado de camarones, bajando hacia el río, secuencia descrita por Cantalamesa y otros. Es una secuencia arcillosa (Fig. 4.70) de arenisca limolítica gris verdosa, estrato-decreciente y grano-creciente.

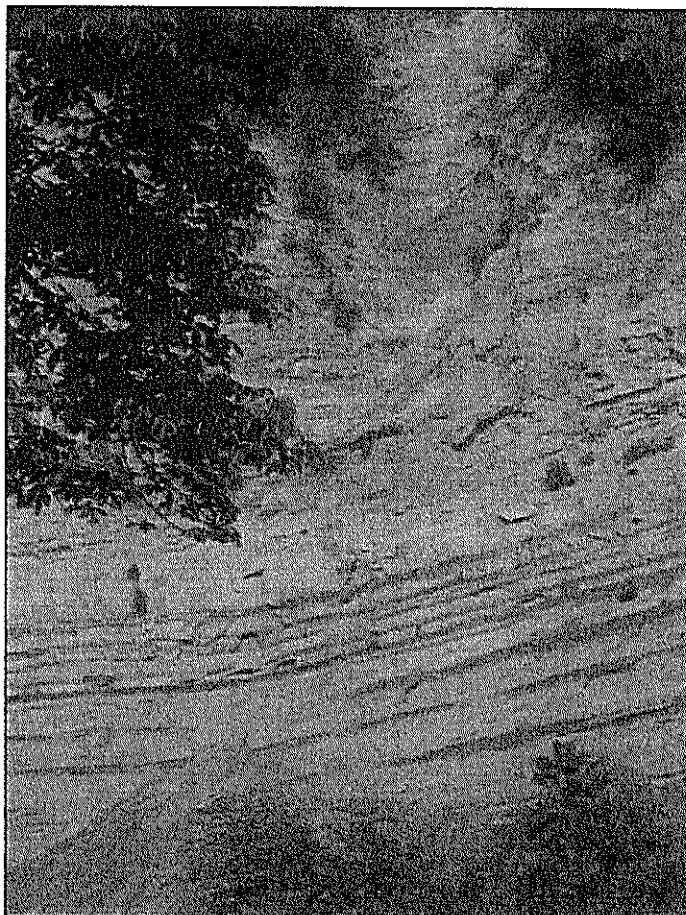


Figura 4.70. Secuencia arcillosa en el sector de Camarones, Esmeraldas. Fuente: J.F. Dumont, 2007

Playa de Camarones

Se observan horizontes de fragmentos de concha (Fig. 4.71) y lentes de arena gruesa. Las conchas que se observan son pequeñas y se encuentran en su mayoría enteras, lo que indica que ellas se encontraban dentro de su hábitat. También hay restos de plantas y carbón.

Lo observado en este punto indica que existió alta densidad y energía por el tipo de laminación observada. Las ichnofacies indican un ambiente disaeróbico.

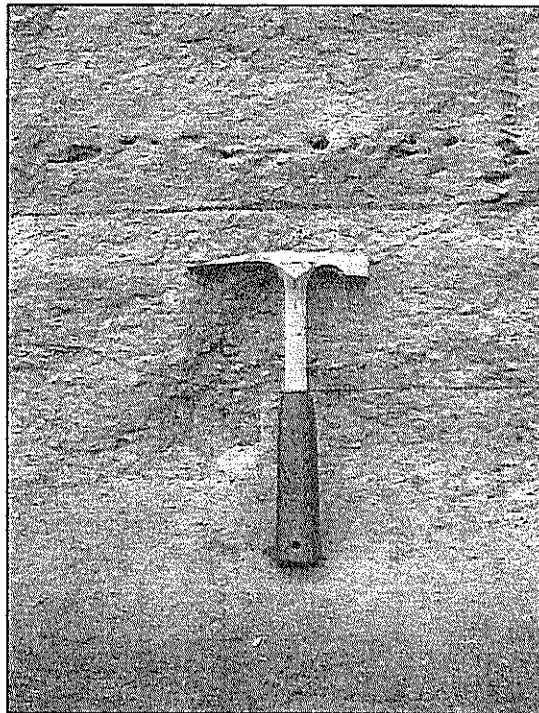


Figura 4.71. Se observan horizontes con fragmentos de concha. Playa de camarones, Esmeraldas. Fuente: G. Montenegro, 2007

Playa de Camarones 0654362/0109748

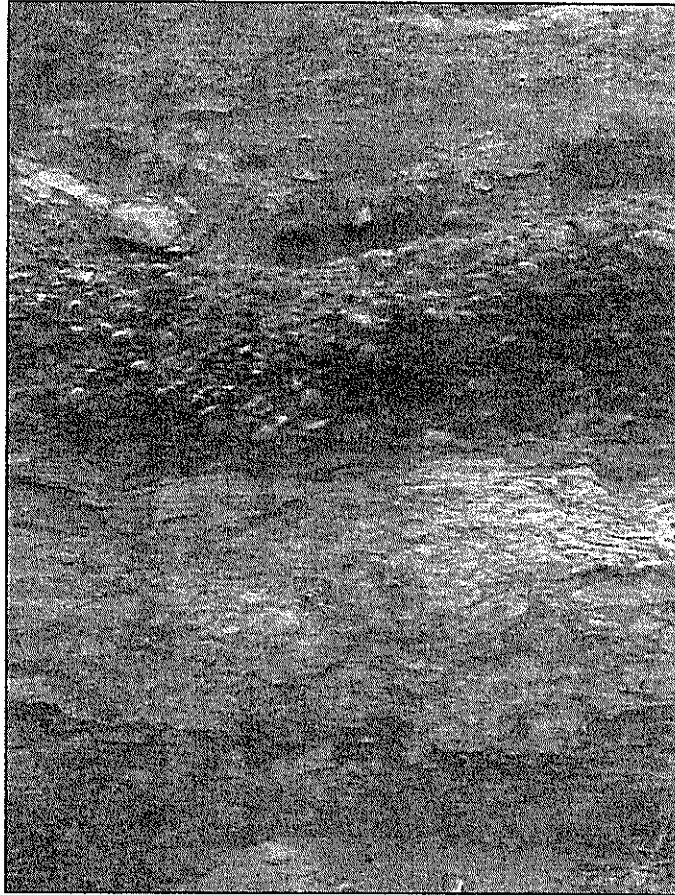


Figura 4.72. Material caótico observado en la playa de camarones, Esmeraldas. Fuente: G. Montenegro, 2007

En este sitio se observa la presencia de material caótico (Fig. 4.72). Tiene una base de conglomerados con cuarzo y roca ígnea. Más adelante se observa debris intraclástico, material tobáceo, con una matriz arenosa, con fragmentos de roca de hasta 20 centímetros, mal clasificados y con una elongación de 0,6. También se aprecia

estratificación ondulante continua paralela. La sección siguiente consta de conglomerados crecientes desde decímetros hasta algunos centímetros. La arenisca hace calcos de carga.

Punta Gorda 0645918/0108261

En este sitio se encontraron estratos de lodolita gris-marrón con microfósiles, hemipelagita.

Punta Gorda 0645836/0108223

Estrato compuesto de capas de arenisca fina, gris verdosa, con laminaciones en estratos medios de color chocolate. También se observa arenisca turbidítica (Fig. 4.73) de color gris marrón.

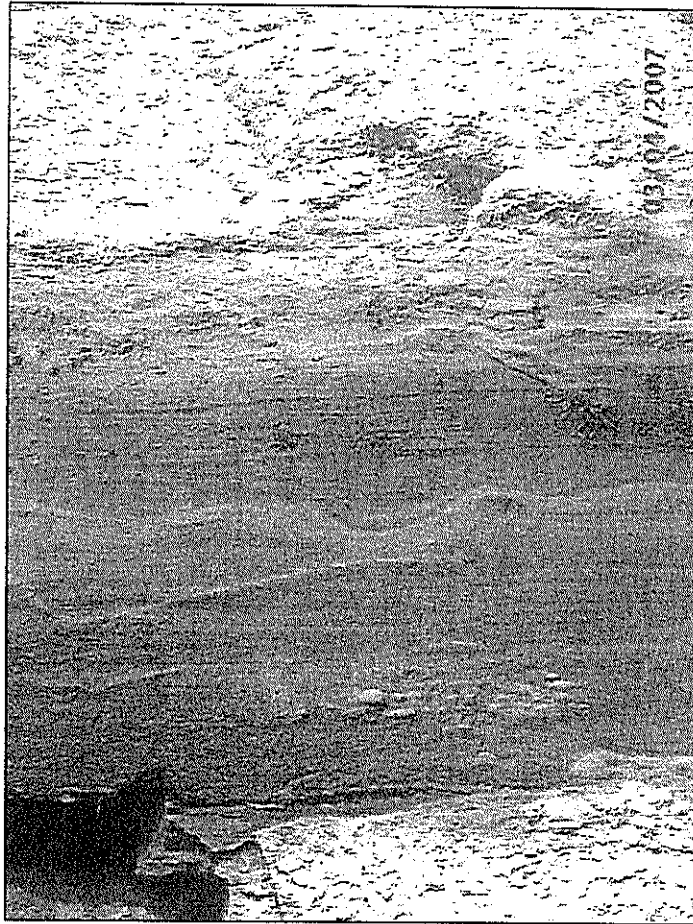


Figura 4.73. Arenisca turbidítica, Punta Gorda, Esmeraldas. Fuente: G. Montenegro, 2007

Punta Gorda

0645774/0108190

Ubicación del primer dique de arena (0.20 m de espesor). Se observan turbiditas (Fig. 4.74) más completas, que indican un ambiente marino, con gran pendiente, talud. Con corrientes de flujo alto.

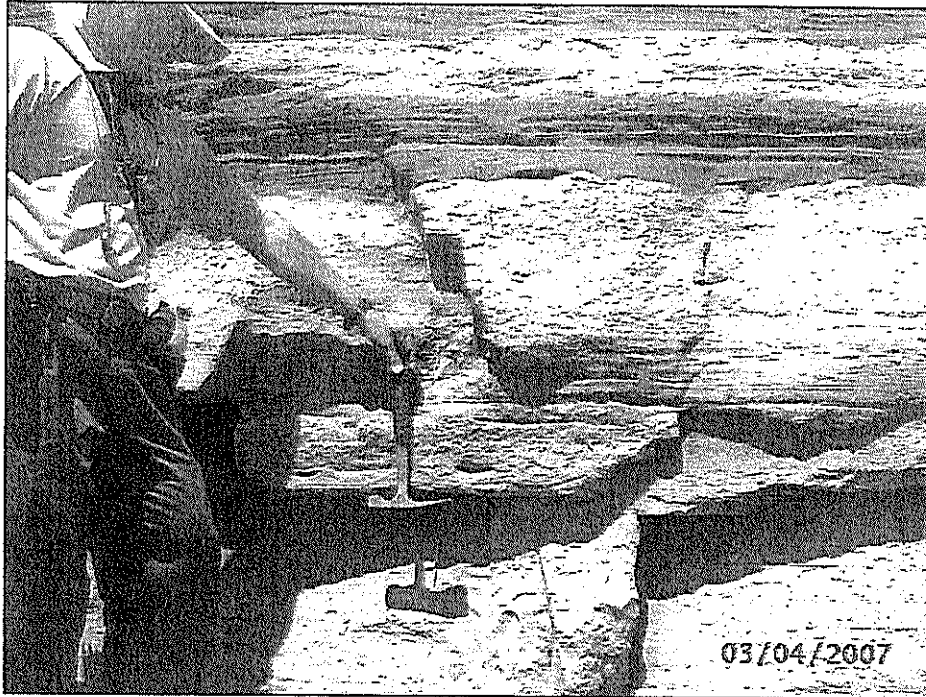


Figura 4.74. Turbiditas. Punta Gorda, Esmeraldas. Fuente: G. Montenegro, 2007

Tonchigüe 0615591/0091372

Se observan turbiditas con predominancia de lodolitas, hemipelagitas (luce más profundo que en Punta Gorda), ichnofacies nereites con chondrites y superficies de estratificación con huellas tipo helminthopsis.

Existe gran cantidad de Zoophycos (Fig. 4.75), los cuales son típicos entre la zona abisal y la plataforma continental somera. Indican baja energía.

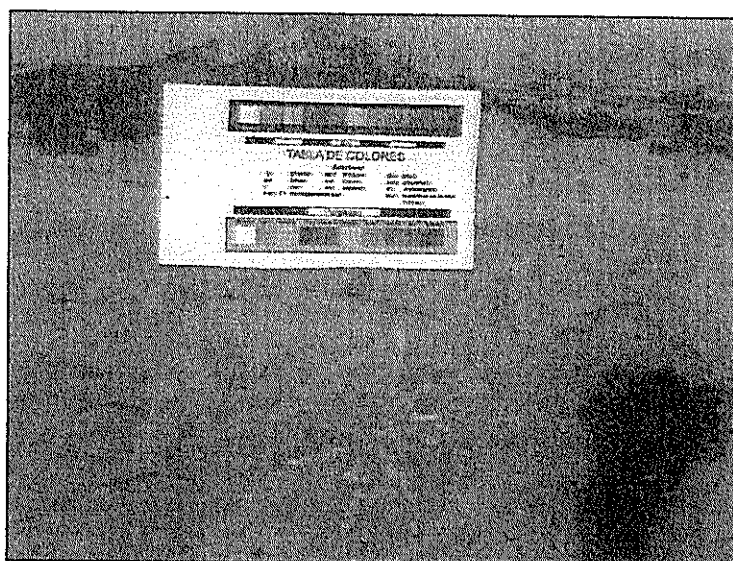


Figura 4.75. Zoophycos observados en el sector de Tonchigüe, Esmeraldas. Fuente: J.F. Dumont, 2007

En esta zona también se observa una gran cantidad de concreciones (Fig.4.76).

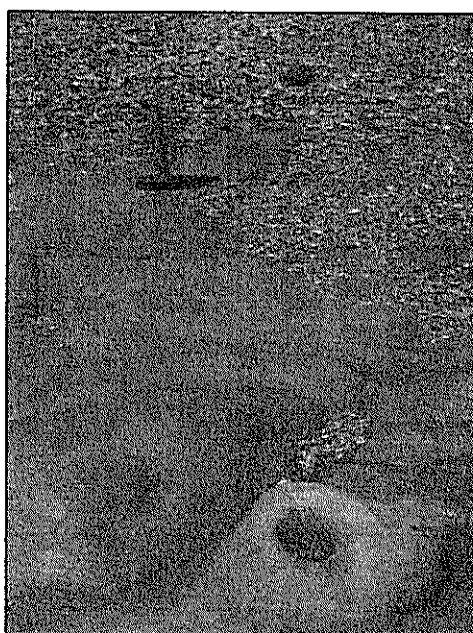


Figura 4.76. Concreciones en la playa de Tonchigüe, Esmeraldas. Fuente: J.F. Dumont, 2007

Cercanías a la población Estero Plátano 0601786/0086403

Estratos de arcillolitas tobáceas intemperizadas (Fig. 4.77), gris claras con abundantes foraminíferos. Con presencia de facies masivas de capas finas a medias.

En el afloramiento se distinguen claramente algunas fallas de dirección 075° 70° N y estrías.



Figura 4.77. Arcillolitas tobáceas intemperizadas. Estero Plátano, Esmeraldas. Fuente: G. Montenegro, 2007

Estero Plátano 0601706/0085477

Se trata de un afloramiento (Fig. 4.78) con estratos de arenisca tono marrón, grano medio, de regular clasificación, con fragmentos de cuarzo, friable. Con intercalación de capas finas de limolita.

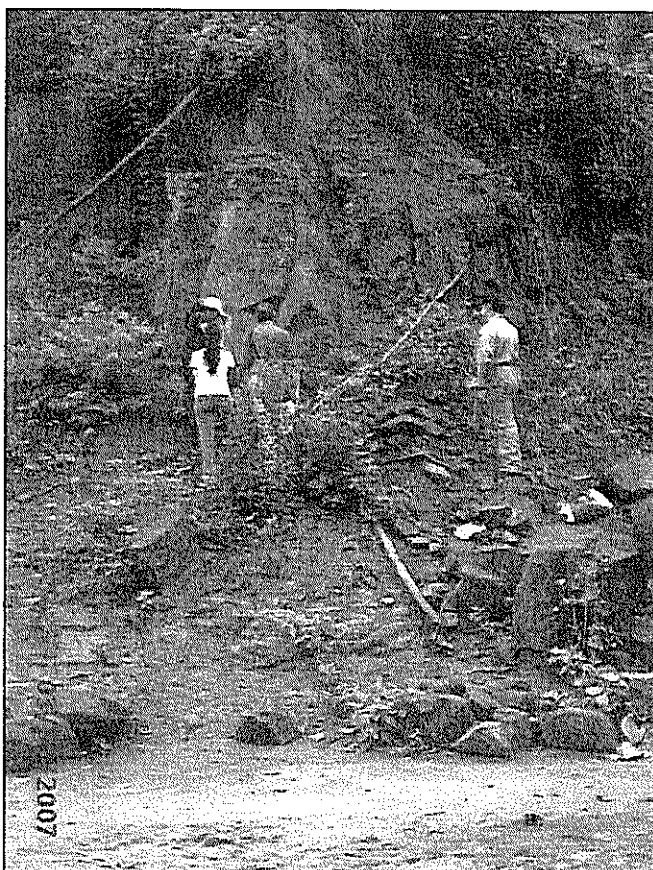


Figura 4.78. Afloramiento de areniscas. Estero Plátano, Esmeraldas.
Fuente: G. Montenegro, 2007

Estero Plátano

0601511/0084964

Este afloramiento (Fig. 4.79) presenta interestratificación de estratos medios a finos entre arena y arcilla. Los paquetes de arcilla predominan más que lo observado en el punto anterior. Dirección general de las capas: $055^{\circ} 19^{\circ}$ SE.



Figura 4.79. Afloramiento donde se observa interestratificación de arenas y arcillas. Estero Plátano, Esmeraldas. Fuente: J.F. Dumont, 2007.

De manera general existe una variación de plataforma alta (Jama) a plataforma baja (Esmeraldas), siendo la más baja en el sector de Punta Gorda.

De los lugares visitados en Esmeraldas, no se pudo realizar secuencias estratigráficas, debido a que en algunos sectores los afloramientos se encontraban cubiertos por vegetación y también porque los sectores eran muy puntuales. No se hizo un recorrido largo como en el caso de Punta Cabuya y Punta Ballena en Jama.

4.2.3 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE CAMPO

A las 29 muestras de campo se le realizaron los mismos análisis de las muestras de draga, por consiguiente la metodología usada también fue la misma. A excepción de las muestras XI-01, XI-08 y XI-11 que se les realizó análisis de TOC debido a que presentaban un alto contenido de materia orgánica.

La nomenclatura usada para las muestras de campo, se detalla a continuación (Tabla VIII)

Muestras	Procedencia
XI-01	Jama (Punta Cabuya)
XI-02	Jama (Punta Cabuya)
XI-05	Jama (Punta Ballena)
XI-06	Esmeraldas (Playa de camarones)
XI-07	Esmeraldas (Playa de camarones)
XI-08	Esmeraldas (Playa de camarones)
XI-09	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-10	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-11	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-12	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-13	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-14	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-15	Esmeraldas (Punta Gorda)
XI-16	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-17	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-18	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-19a	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-19B	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-20	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-21a	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-21B	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-21C	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-22	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-23	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-24	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-25	Esmeraldas (Tonchigüe)
XI-26	Esmeraldas (Estero Plátano)
XI-27	Esmeraldas (Estero Plátano)

Tabla. VIII Nomenclatura de las muestras de campo

4.2.3.1 OBSERVACIONES MACROSCÓPICAS: FACIES Y FRACTURAS

MUESTRAS DE LA ZONA DE JAMA

XI-01

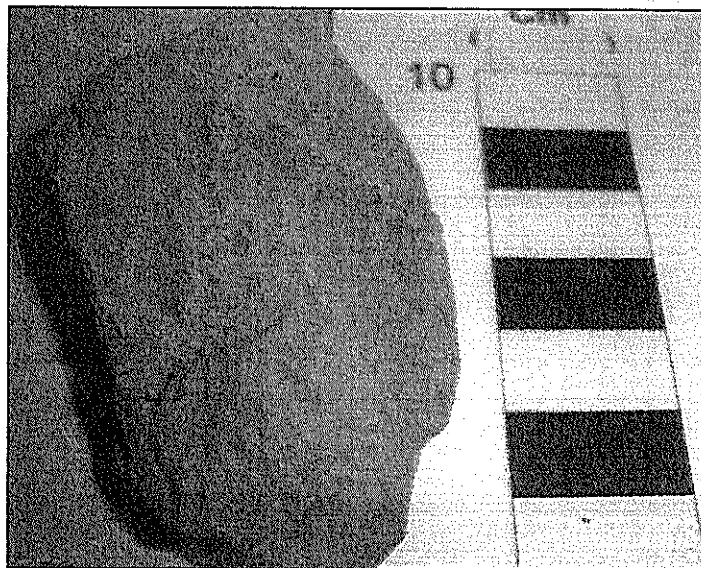


Figura. 4.80 Muestra XI-01. Se observa abundante presencia de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008.

Limolita (Fig. 4.80) de color yellowish gray 5Y 7/2. Es una muestra poco consolidada que presenta restos de materia orgánica. Se pueden distinguir unos pequeños lentes de arena color medium light gray N6

XI-02

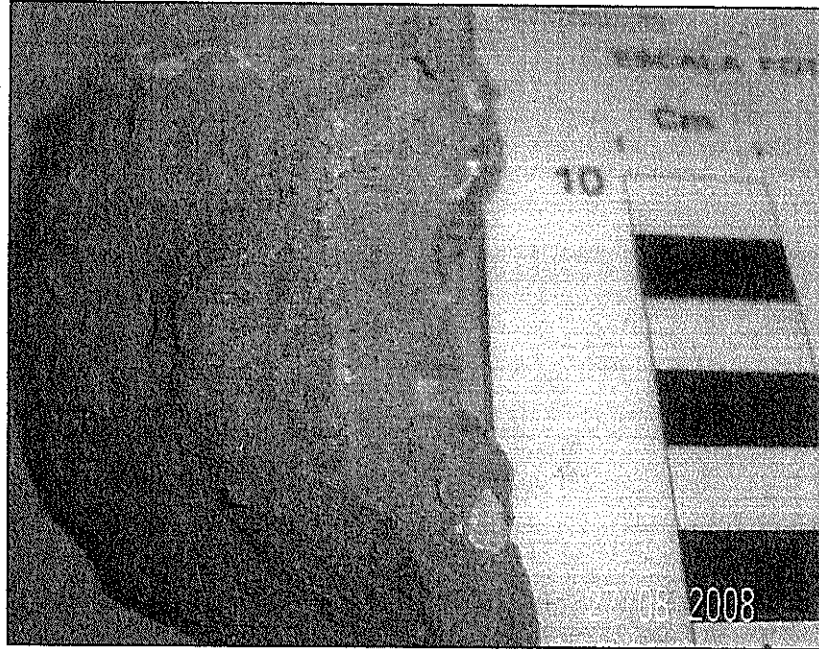


Figura 4.81 Muestra XI-02, en la cual se observan varios fragmentos de concha. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca (Fig. 4.81) de color yellowish gray 5Y 7/2. La muestra es friable, presenta meteorización y varios fragmentos de concha. No se observan fracturas. Se puede distinguir también fragmentos de arena color light gray N7.

XI-05

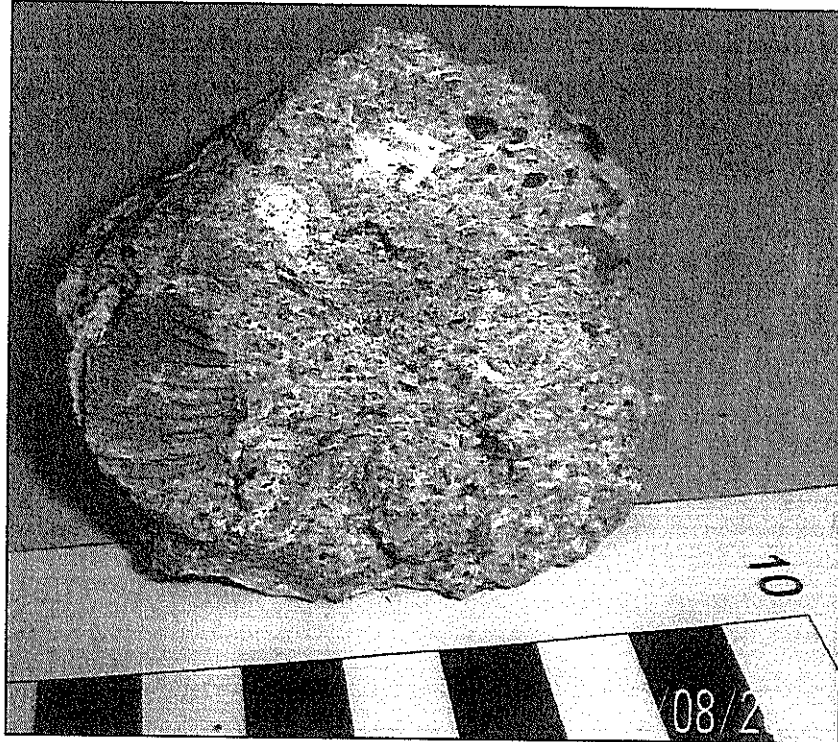


Figura 4.82 Muestra XI-05, arenisca conglomerática, en la cual se observan granos hasta de 1 cm de diámetro. También se observa un molde de concha Fuente: Coello X., 2008

Arenisca conglomerática (Fig. 4.82) de color very light grey N9, aunque presenta una variación de color a medium dark gray N4. La muestra es muy consolidada. No presenta fracturas. Se observan algunos moldes de conchas.

MUESTRAS DE LA ZONA DE ESMERALDAS

PLAYA DE CAMARONES

XI-06



Figura 4.83 Muestra XI-06, arenisca conglomerática en la cual se puede observar la diferencia en el tamaño de los granos, llegando algunos a medir hasta 2,5 cm. de diámetro. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca conglomerática (Fig. 4.83) de color yellowish gray 5Y 7/2. Algunos de los conglomerados alcanzan los 2,5 cm. de diámetro. Es una muestra muy consolidada. En el lugar donde se tomó la muestra, los conglomerados alcanzaban los 25 cm. de diámetro. No se observan fracturas.

XI-07

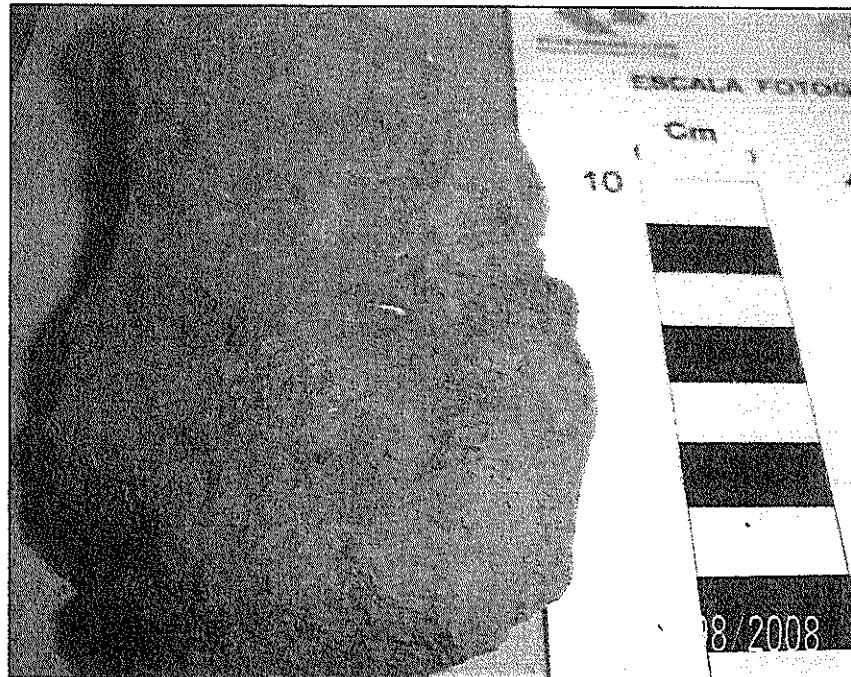


Figura 4.84 Muestra XI-07. Los puntos blancos que se observan en la arenisca, corresponden a microfauna. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.84) de color pale olive 10Y 6/2. Se distinguen algunos granos de arena hasta de 1 mm de diámetro. Se observan abundantes puntos blancos (microfósiles). La muestra es moderadamente consolidada y se encuentra algo fracturada.

XI-08

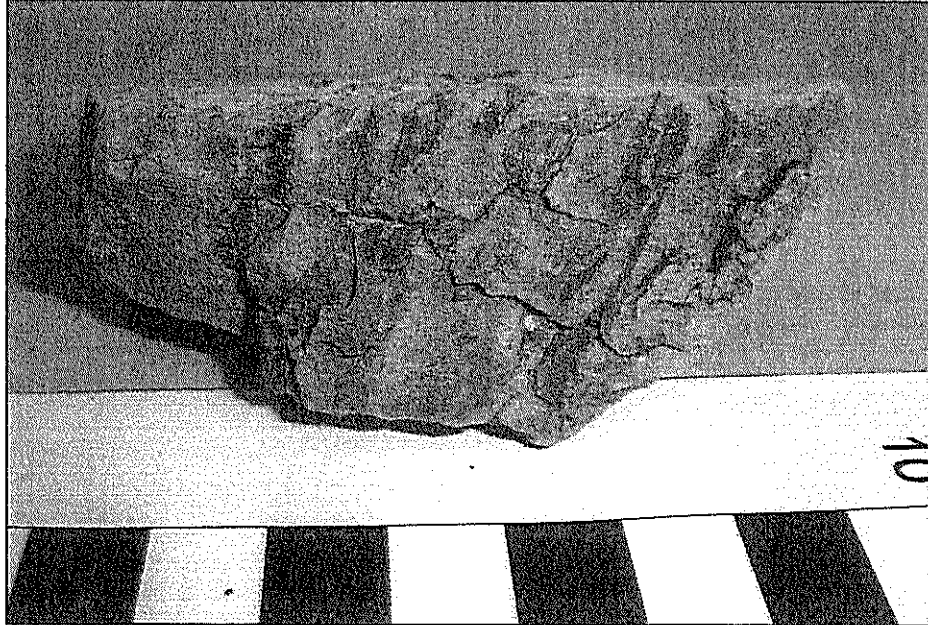


Figura. 4.85 Muestra XI-08. Los fragmentos negros que se observan en la muestra son de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.85) de color pale olive 10Y 6/2 con abundante contenido microfósil. Se observan algunas fracturas. La muestra es poco consolidada y presenta abundante materia orgánica intercalada con la limolita.

En la muestra analizada también se observó la presencia de un material mucho más fino (limo) de color pale greenish yellow 10Y 8/2.

PUNTA GORDA

XI-09

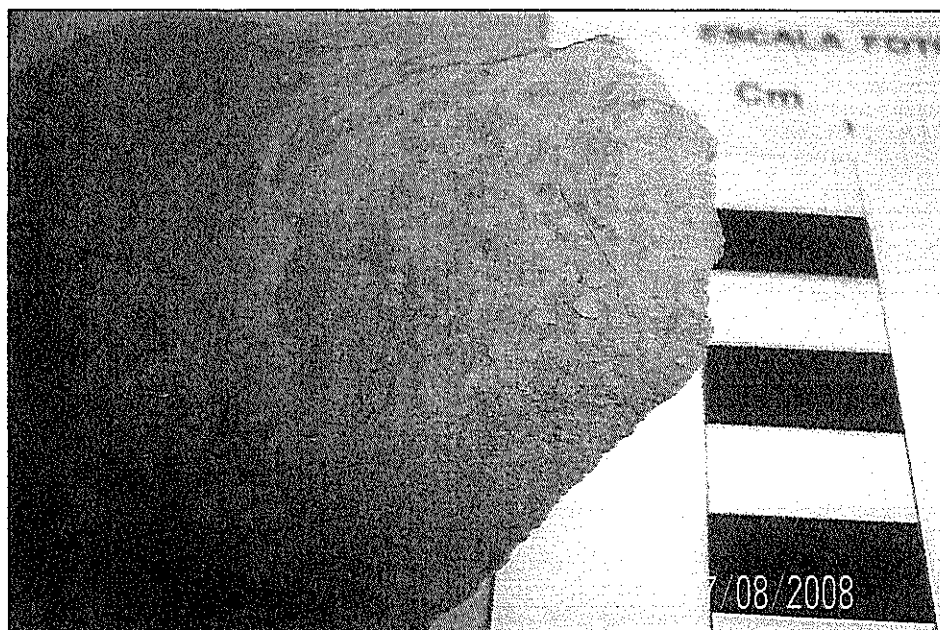


Figura 4.86 Muestra XI-09. Limolita, en la cual se distinguen lentes de arena. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.86) de color yellowish gray 5Y 7/2. En la muestra se observan lentes de una arena color medium gray N5. Se presentan algunas fracturas y a simple vista se distinguen ash minerales. La muestra es moderadamente consolidada.

XI-10

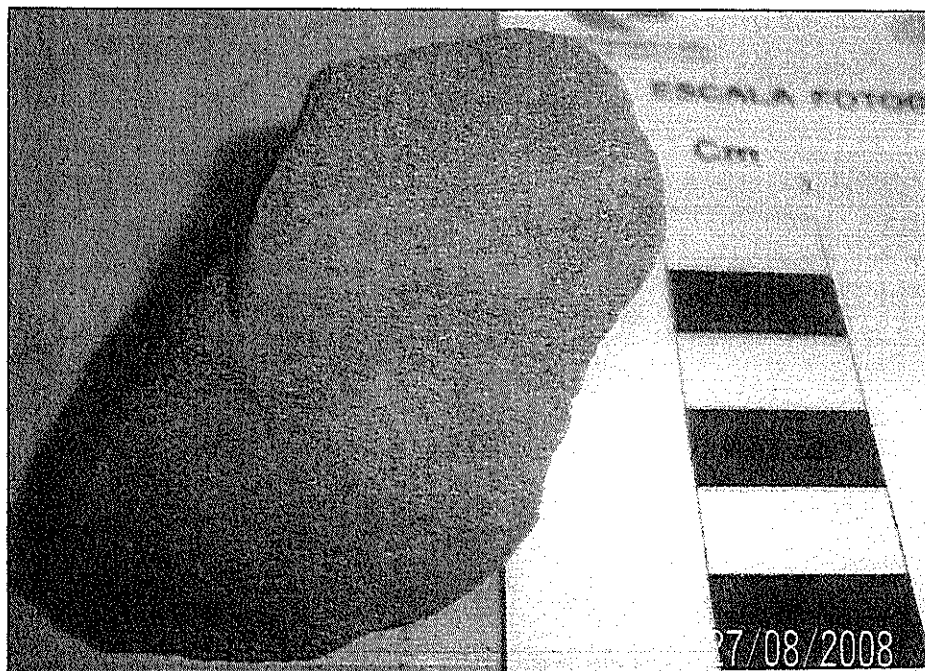


Figura 4.87 Muestra XI-10. Se observa en la parte superior de la muestra, una capa de arena. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca de matriz arcillosa (Fig. 4.87), color dusky yellow 5Y 6/4. Sin embargo la arena no aparece en toda la muestra, solo aparece concentrada en el tope y la base. No se observan fracturas. Tiene abundante contenido microfósilífero. Es moderadamente consolidada.

XI-11

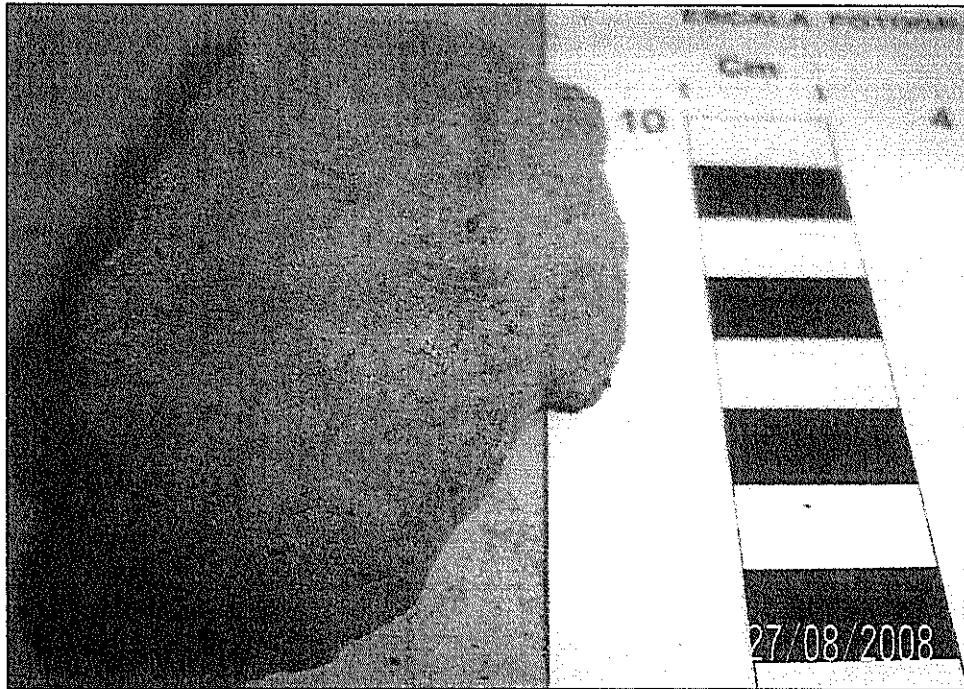


Figura. 4.88 Muestra XI-11. Los fragmentos negros que se observan, son restos de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

La muestra es una arenisca (Fig. 4.88) de color light olive gray 5Y 6/1. Hay presencia de materia orgánica que se encuentra intercalada entre las capas de arenisca. La muestra es poco consolidada.

XI-12

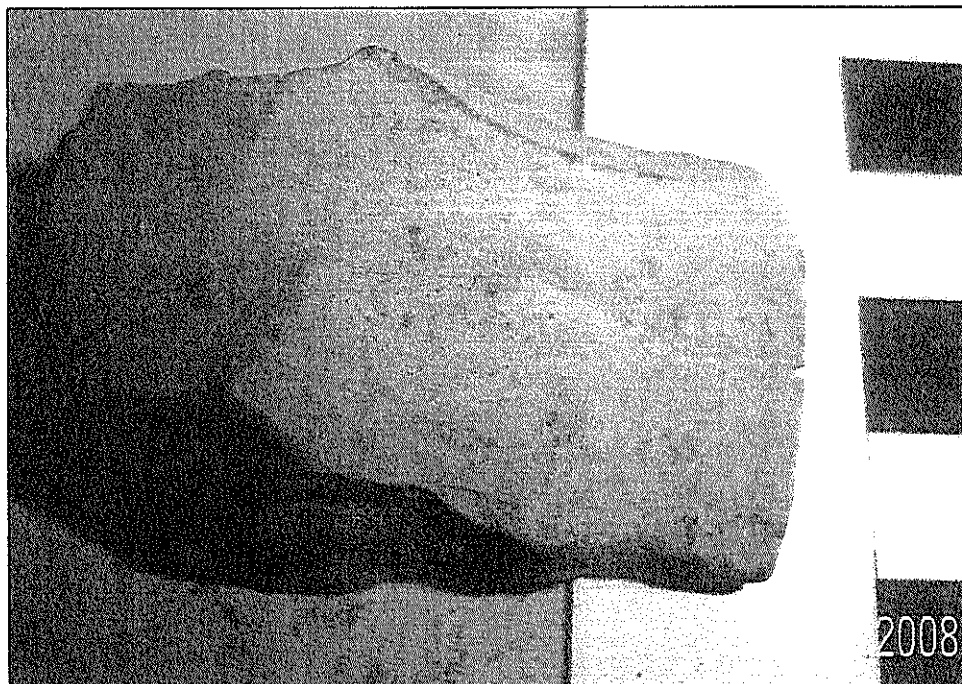


Figura 4.89 Muestra XI-12, homogénea y con presencia de restos de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Lutita homogénea (Fig. 4.89) de color pale olive 10Y 6/2. La muestra presenta materia orgánica y no se observan fracturas. Es consolidada.

XI-13

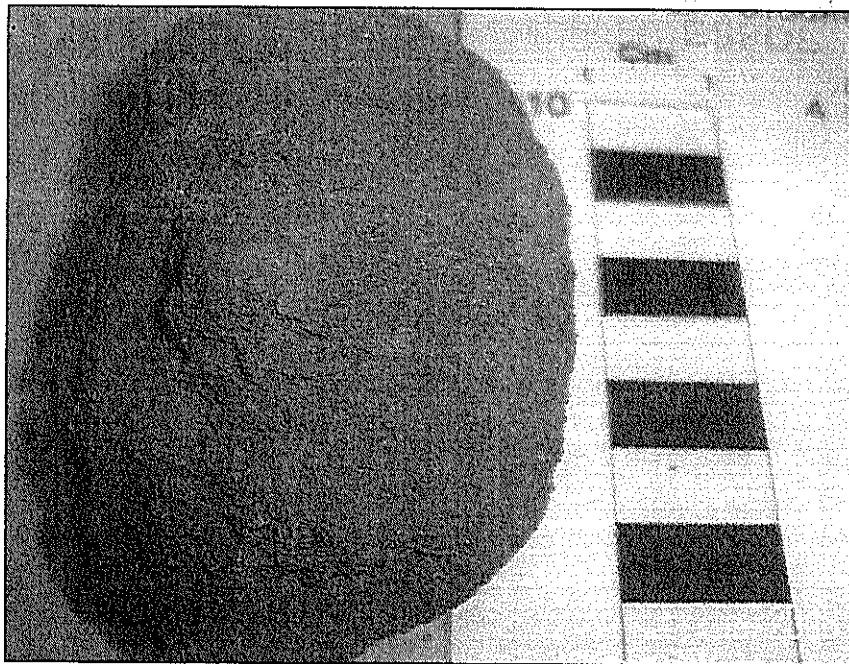


Figura 4.90 Muestra XI-13. Arenisca con abundantes microfósiles (puntos blancos). Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.90) de color moderate olive brown 5Y 4/4. La muestra es homogénea y se observan abundantes microfósiles (puntos blancos). En lo que respecta al grado de consolidación, se la puede describir como friable.

XI-14

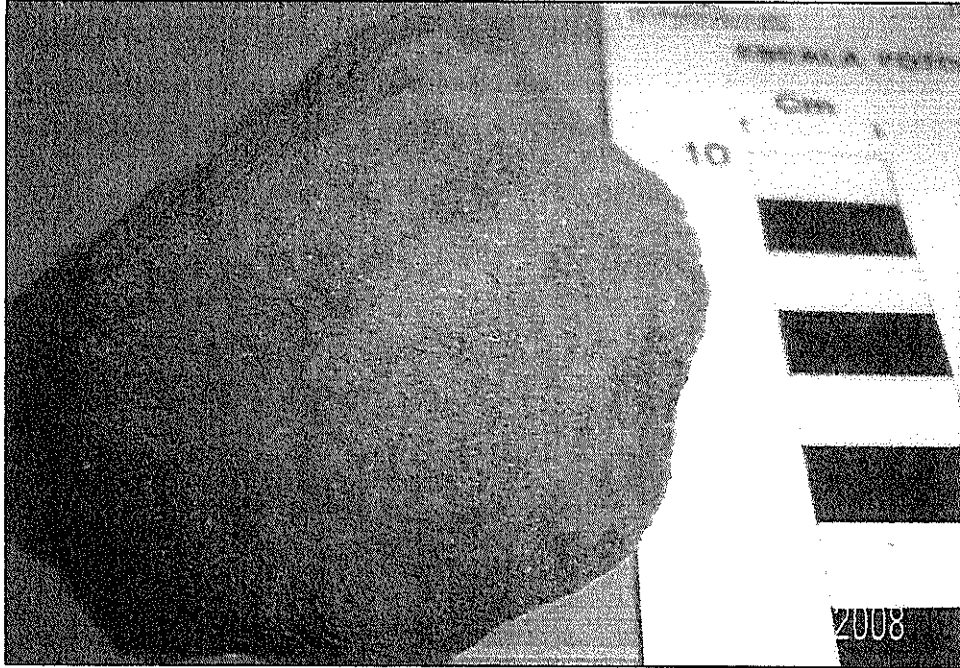


Figura 4.91 Muestra XI-14. Los puntos blancos que se observan, son microfósiles, los cuales son abundantes en la muestra. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca limolítica (Fig. 4.91) color dusky yellow 5Y 6/4. Se observan abundantes microfósiles. No presenta fracturas y es poco consolidada.

XI-15

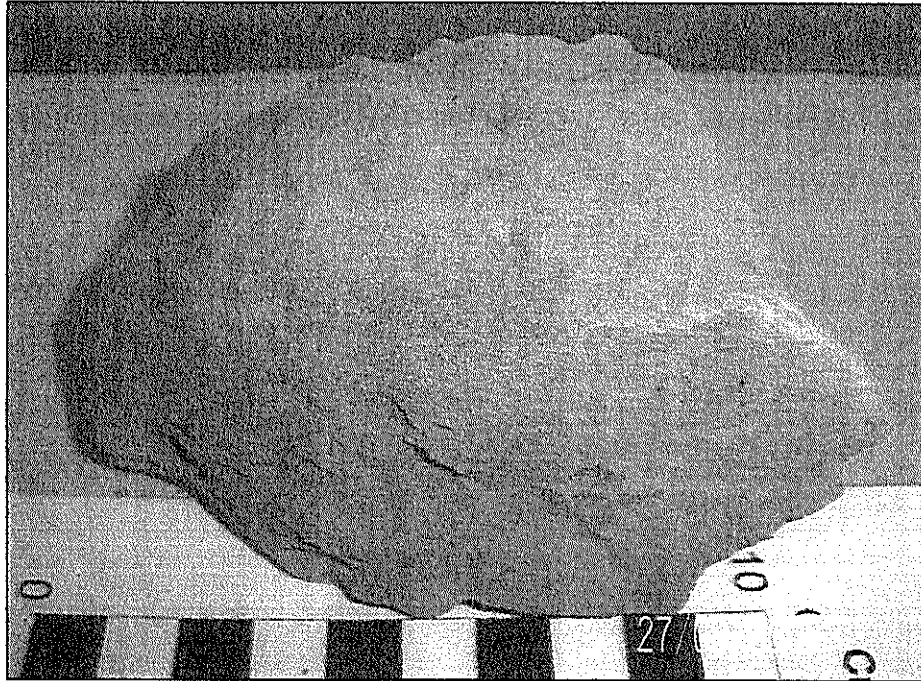


Figura 4.92 Muestra XI-15. En la parte superior de la muestra se observa una capa de arena, de aproximadamente 1 cm. de espesor. Fuente: Coello X., 2008

La muestra corresponde a una lutita (Fig. 4.92) de color pale olive 10Y 6/2, de la cual también se distingue una capa de 1 cm. de espesor de una arena color medium light gray N6. Se observa un poco de materia orgánica. Hay presencia de microfósiles, pero solo en la capa arenosa. La muestra no presenta fracturas y es consolidada.

TONCHIGÜE

XI-16



Figura 4.93 Muestra XI-16. Se observa presencia escasa de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

En general la muestra (Fig. 4.93) es una lutita de color yellowish gray 5Y 7/2, aunque en algunas partes de la muestra se presenta un cambio de color a greenish gray 5Y 6/1. Se observa también algunos lentes de arena de color medium light gray. Hay muy poca materia orgánica y no se observan fracturas. La roca es consolidada.

XI-17

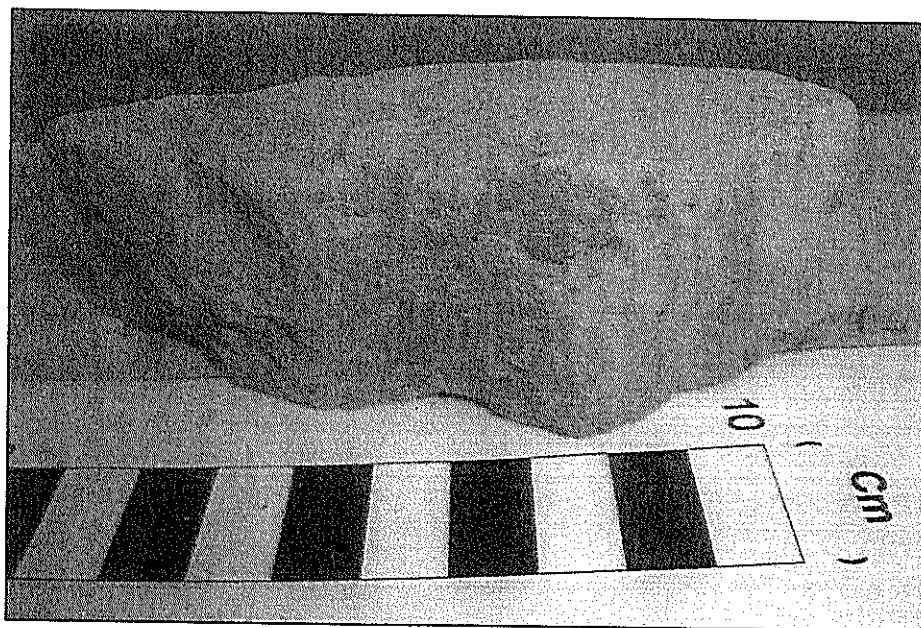


Figura 4.94 Muestra XI-17. Lutita moderadamente consolidada.
Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.94) de color yellowish gray 5Y 7/2. La muestra presenta un poco de meteorización. No se observan fracturas y hay poca presencia de microfósiles. La roca es moderadamente consolidada.

XI-18

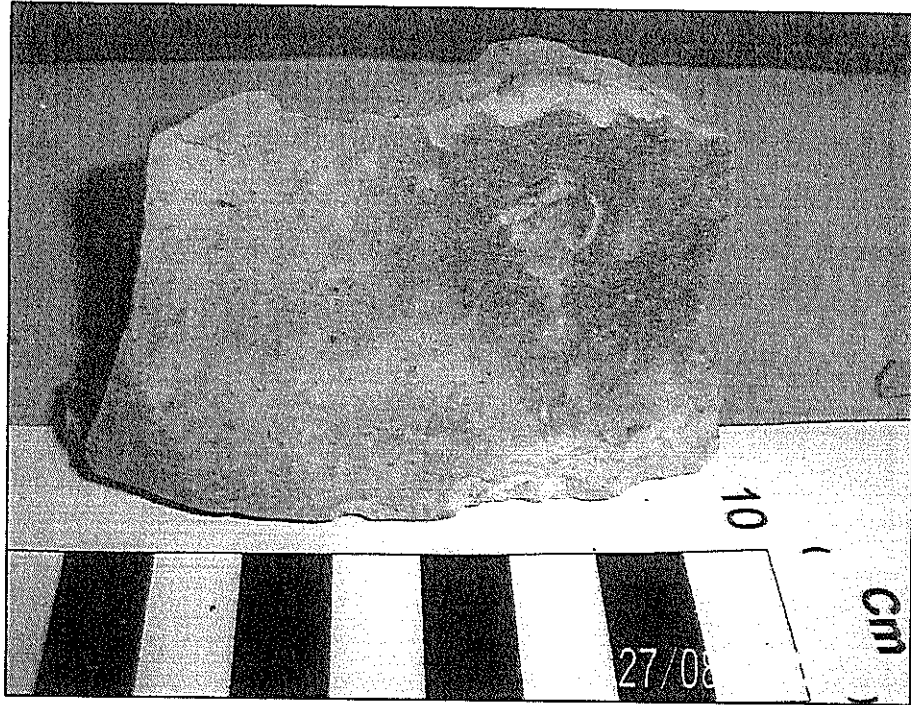


Figura 4.95 Muestra XI-18. Lutita con presencia mínima de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.95) de color light olive gray 5Y 6/1. En la muestra se observa una presencia mínima de materia orgánica, tampoco se visualizan fracturas. La muestra de roca es muy consolidada.

XI-19a

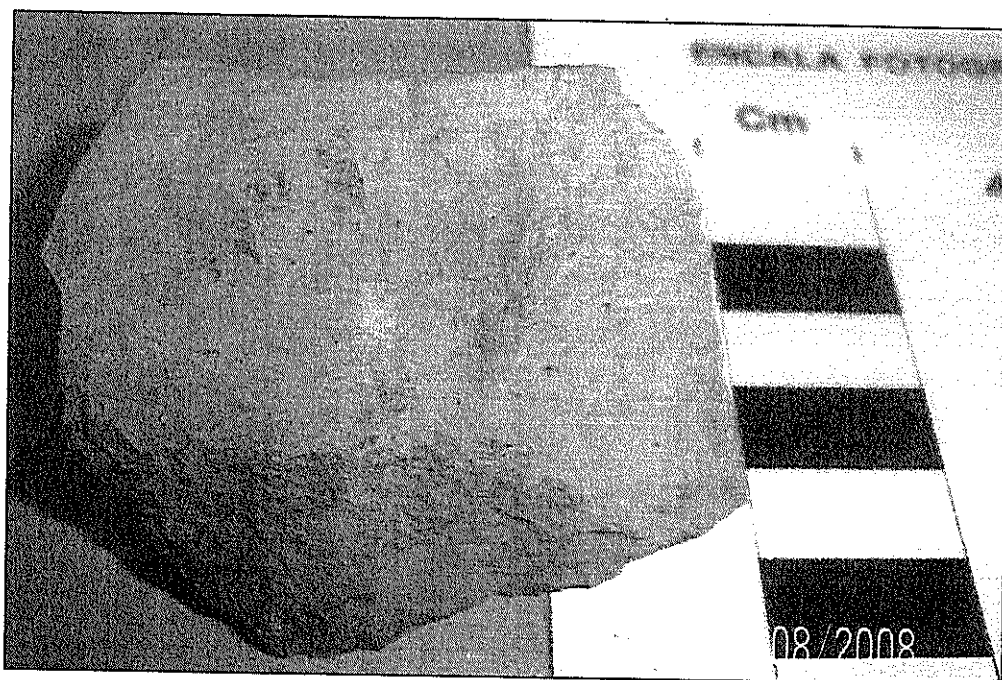


Figura 4.96 Muestra XI-19a. Roca muy consolidada con presencia escasa de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Lutita homogénea (Fig. 4.96) de color light olive gray 5Y 6/1. En la muestra no se observan fracturas y hay una presencia mínima de materia orgánica. La roca es muy consolidada.

XI-19B

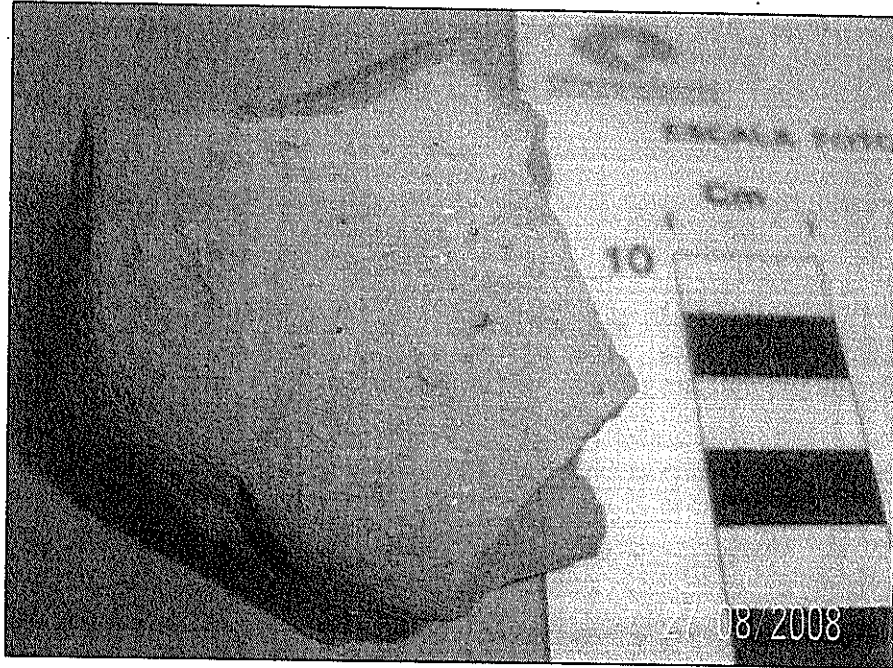


Figura 4.97 Muestra XI-19B. Lutita muy consolidada. Fuente: Coello X., 2008

La muestra se presenta homogénea y es una lutita (Fig. 4.97) de color light olive gray 5Y 6/1. No se observan fracturas y hay una presencia mínima de materia orgánica. La roca es muy consolidada.

XI-20

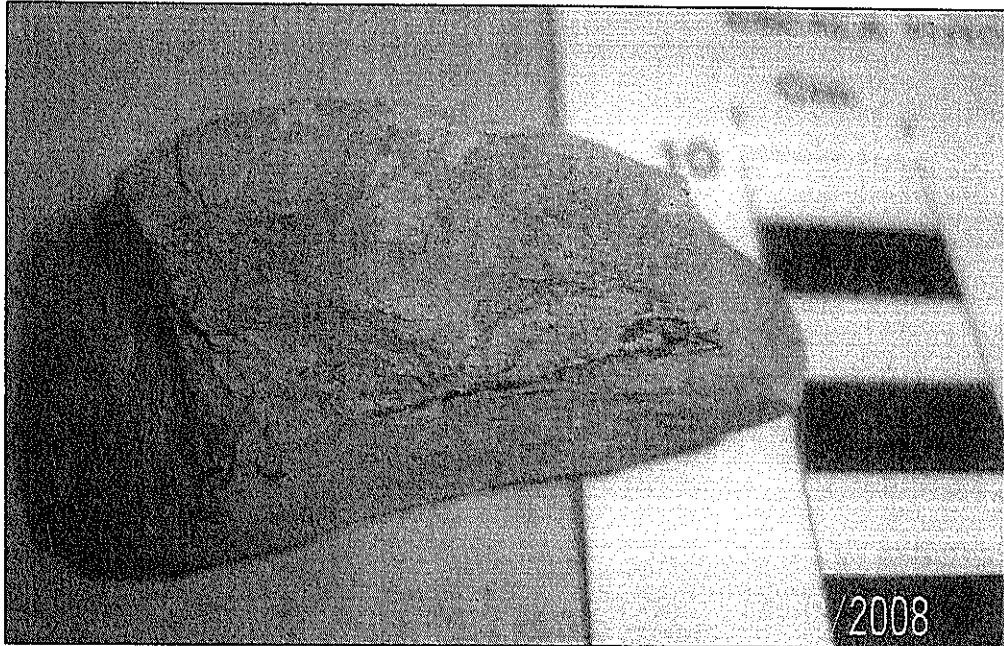


Figura 4.98 Muestra XI-20. En la parte superior se observa una capa meteorizada. Fuente: Coello X., 2008

La muestra es una lutita (Fig. 4.98) de color light olive gray 5Y 6/1. Se observa en la parte superior una capa meteorizada. No hay fracturas y la roca es consolidada.

XI-21a

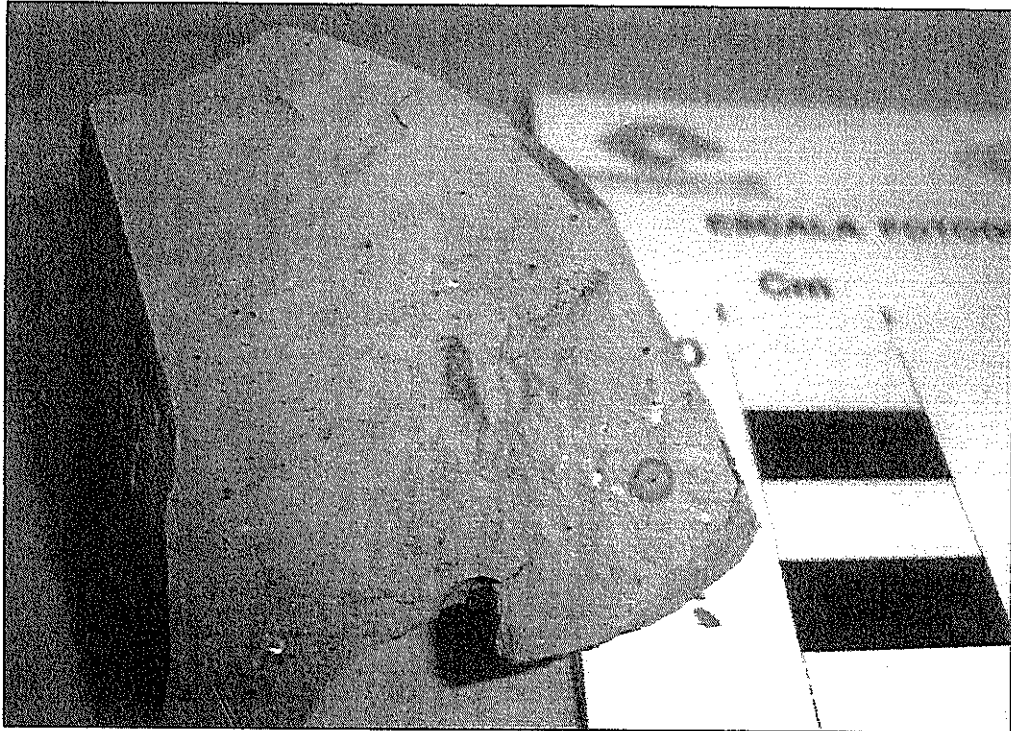


Figura 4.99 Muestra XI-21a. Se observa en la roca varios puntos negros, los cuales son fragmentos de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.99) de color light olive gray 5Y 6/1. Se observan fragmentos de pequeñas conchillas y materia orgánica (escasa). La muestra es consolidada.

XI-21B

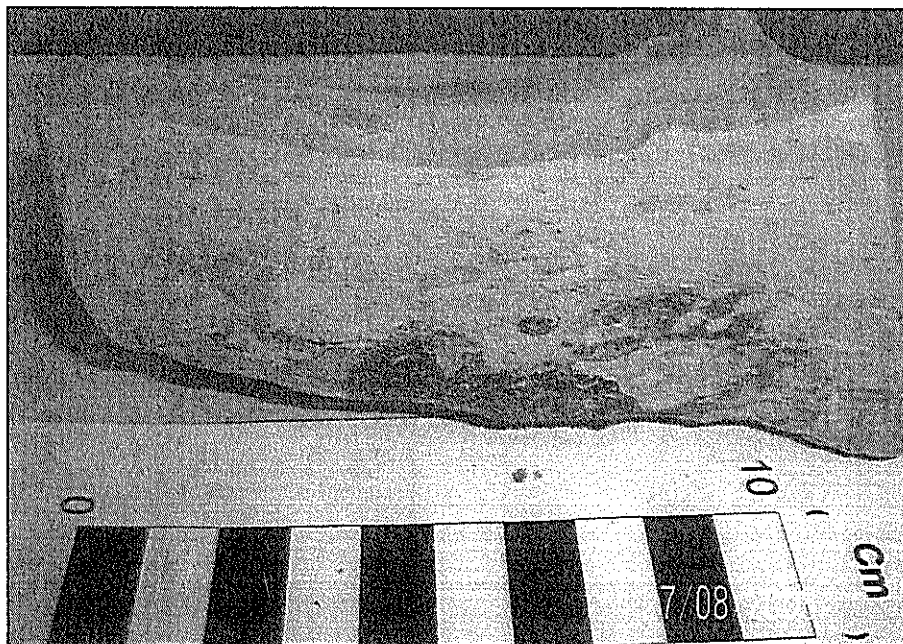


Figura 4.100 Muestra XI-21B. Lutita con presencia mínima de materia orgánica. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.100) de color yellowish gray 5Y 7/2, con presencia mínima de materia orgánica. La muestra presenta lentes de arena color medium light gray, esta arena contiene abundantes micas, las cuales se observan a simple vista. La muestra es consolidada.

XI-21C

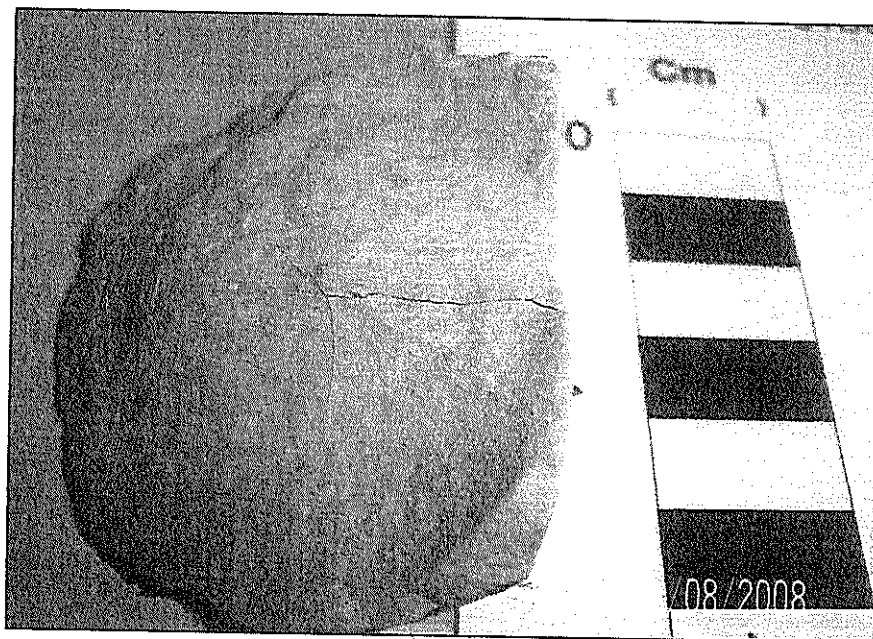


Figura 4.101 Muestra XI-21C. Lutita algo fracturada. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.101) de color yellowish gray 5Y 8/1. La muestra es homogénea y se encuentra un poco fracturada. Es moderadamente consolidada.

XI-22

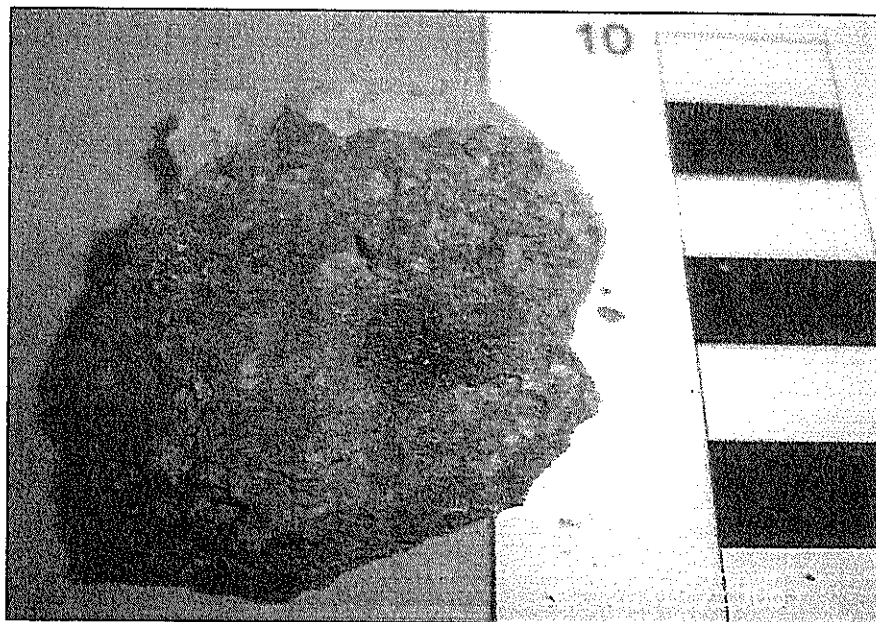


Figura 4.102 Muestra XI-22. Se observa una costra oscura en la parte superior de la muestra. Fuente: Coello X., 2008

Esta muestra (Fig. 4.102) es una arcilla no homogénea, que presenta variaciones de color de dusky yellow 5Y 6/4 a pale greenish yellow 10Y 8/2. Se encuentra intercalada con capas muy finas de materia orgánica. Esta parte de la muestra es moderadamente consolidada. En la parte superior de la muestra existe una capa de material muy duro, a manera de costra, color dark gray y muy consolidado.

XI-23

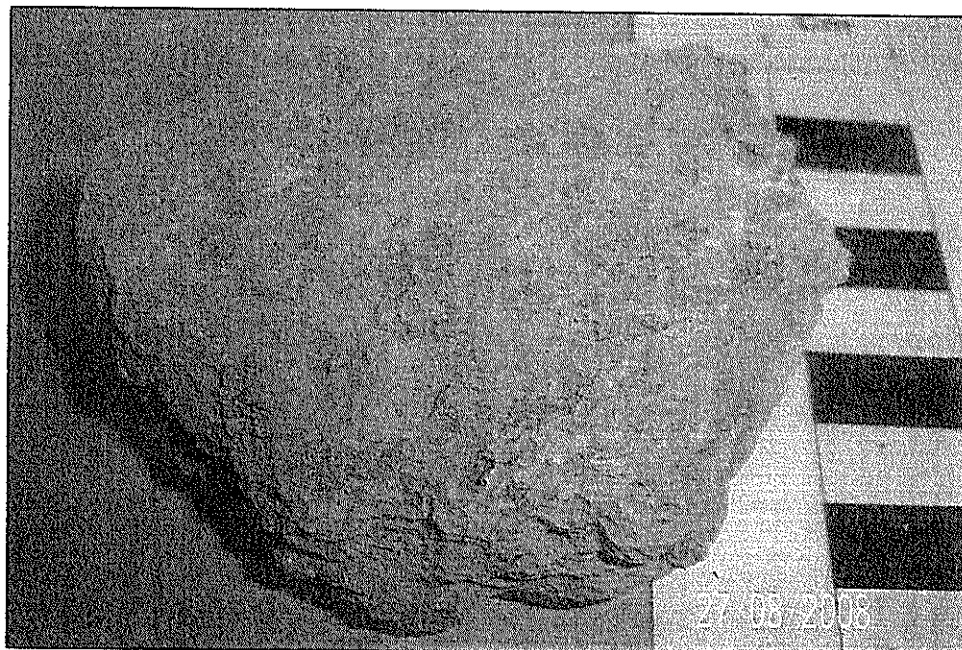


Figura 4.103 Muestra XI-23. Limolita de aspecto terroso. Fuente: Coello X., 2008

Limolita (Fig. 4.103) no homogénea, que al igual que la muestra XI-22 presenta variaciones de color de dusky yellow 5Y 6/4 a pale greenish yellow 10Y 8/2. La muestra es de aspecto terroso y consolidado.

XI-24

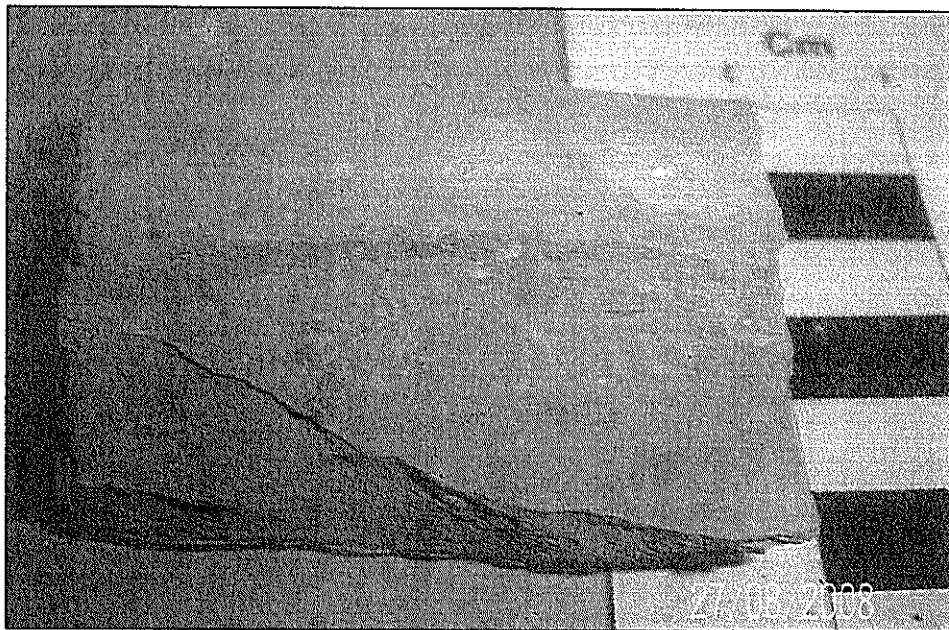


Figura 4.104 Muestra XI-24. Lutita muy consolidada. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.104) de color pale greenish yellow 10Y 8/2. Se observa materia orgánica y no presenta fracturas. Es una muestra muy consolidada.

XI-25

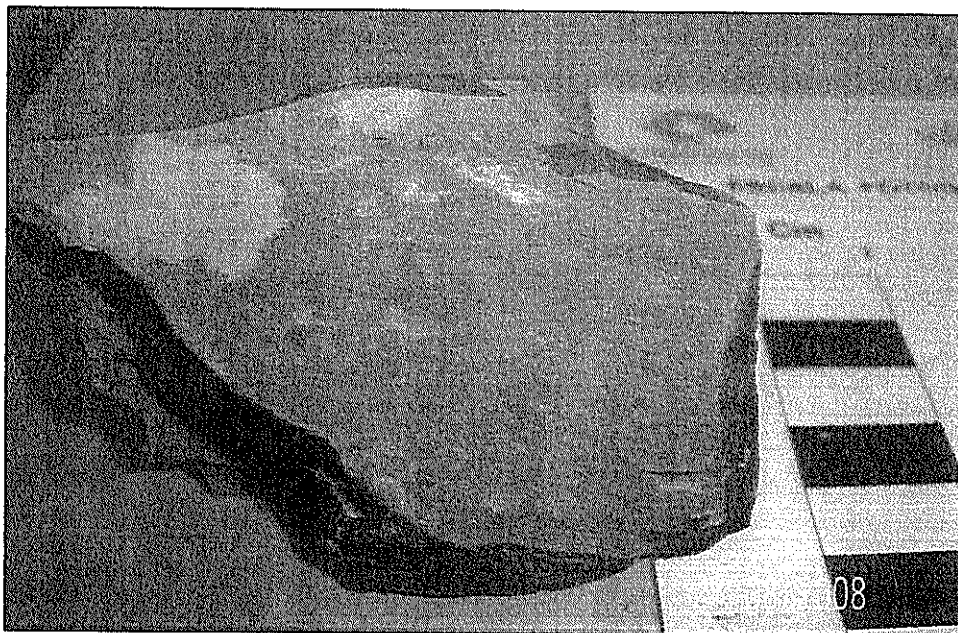


Figura 4.105 Muestra XI-25. No se observan fracturas en la roca.
Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.105) de color pale olive 10Y 6/2. La muestra presenta meteorización, no hay fracturas visibles y es muy consolidada.

ESTERO PLÁTANO

XI-26

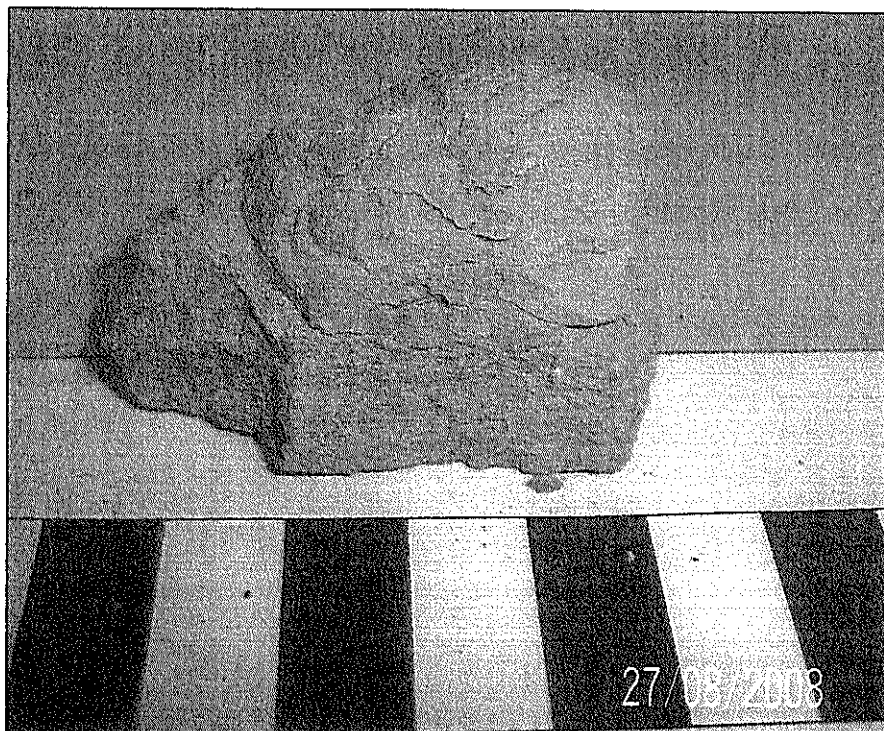


Figura 4.106 Muestra XI-26. En la parte inferior de la muestra, se observa intercalaciones de capas de arena con arcilla. Fuente: Coello X., 2008

Lutita (Fig. 4.106) de color yellowish gray 5Y 7/2 que presenta lentes de arena color dusky yellow 5Y 6/4. En la parte inferior de la muestra se observa intercalaciones de arena con arcilla, predominando esta última. La muestra en su parte superior se encuentra fracturada. En cuanto al grado de consolidación la parte superior es poco consolidada, mientras que la parte inferior es moderadamente consolidada.

XI-27

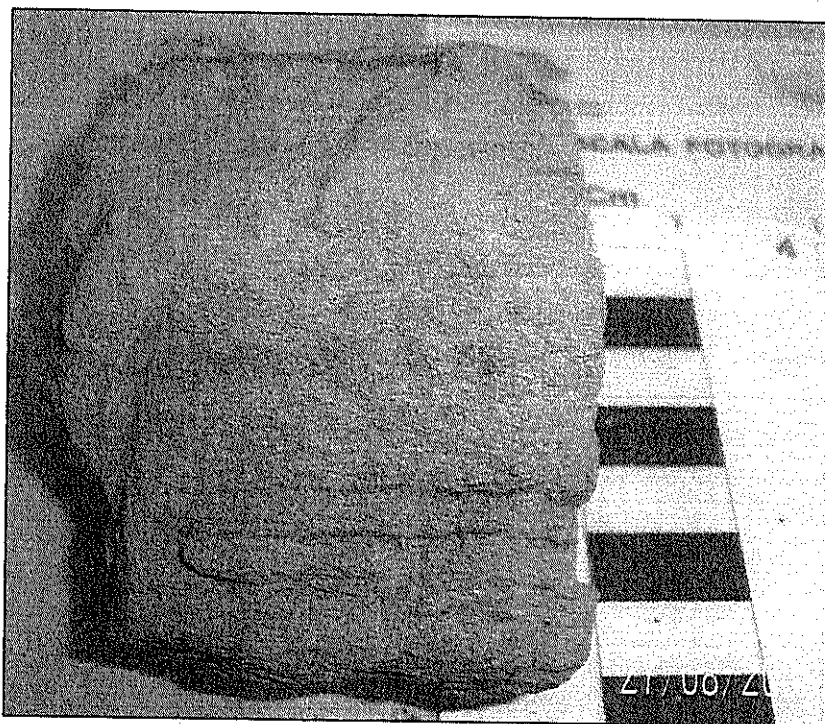


Figura 4.107 Muestra XI-27. Arenisca, la cual presenta intercalaciones con arcilla en su parte inferior. Fuente: Coello X., 2008

Arenisca (Fig. 4.107) de color dusky yellow 5Y 6/4. La muestra presenta varias capas sedimentarias. En la parte superior se observa una capa de aproximadamente 4 mm de espesor de una arcilla color yellowish gray 5Y 7/2, luego hay una pequeña capa de una arcilla color moderate olive brown 5Y 4/4 que se encuentra meteorizada. A la parte inferior se observan intercalaciones de arena con arcilla meteorizada. La muestra no presenta fracturas y es moderadamente consolidada.

4.2.3.2 GRANULOMETRÍA

Se realizaron análisis granulométricos a 14 muestras de campo. A las muestras XI-05, XI-12, XI-15, XI-16, XI-18, XI-19a, XI-19B, XI-20, XI-21a, XI-21B, XI-22, XI-24, XI-25 y XI-26 no se les realizó este análisis. Todas estas muestras son consolidadas a muy consolidadas y resultaba difícil molerlas con el mortero.

Los análisis realizados tanto a las muestras de Jama como las de Esmeraldas, se muestran en las figuras 4.108 y 4.109 respectivamente.

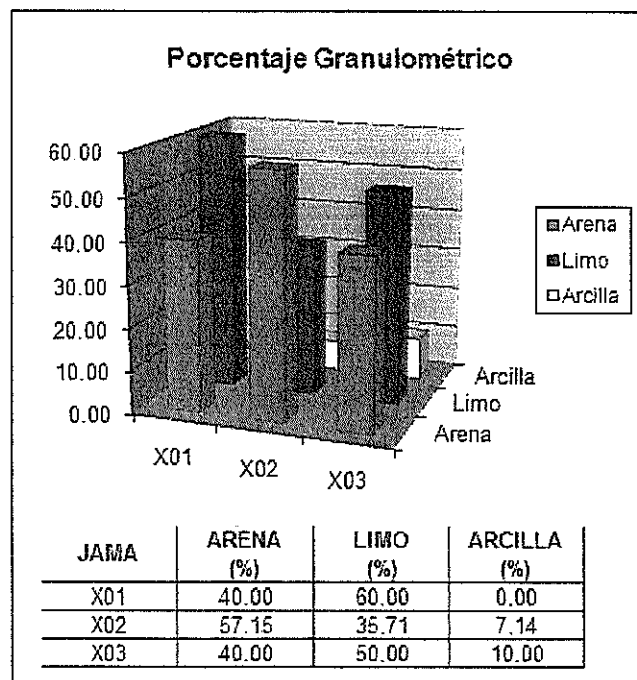


Figura. 4.108 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas en los afloramientos de Jama. Fuente: Coello X., 2008

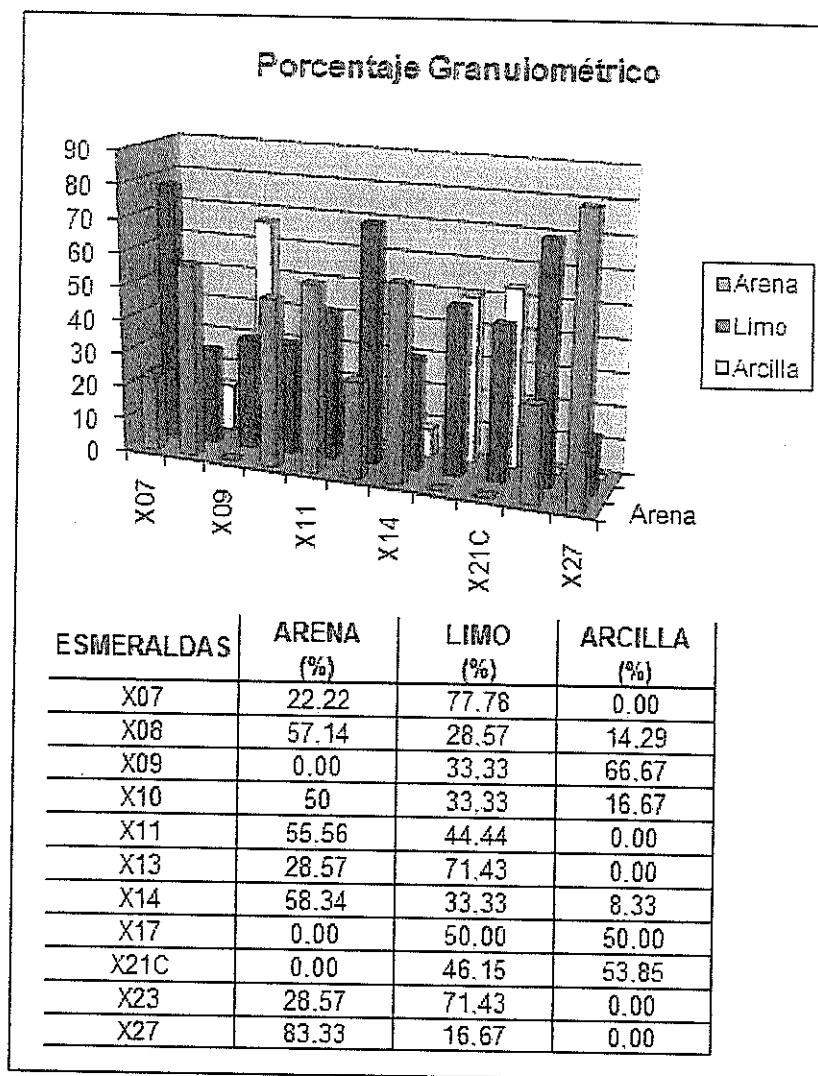


Figura. 4.109 Gráfico y tabla que muestran los porcentajes granulométricos de las muestras tomadas en los afloramientos de Esmeraldas. Fuente: Coello X., 2008

4.2.3.3 OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS ÓPTICAS

Al igual que las muestras de draga, este análisis fue realizado con la ayuda del microscopio de marca Leica, modelo Wild MZ8. Los

parámetros analizados también fueron los mismos que los realizados a las muestras de draga.

Las observaciones realizadas fueron las siguientes:

Muestra XI-01

Matriz limosa abundante. La muestra presenta lentes, los cuales son de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Los granos están moderadamente seleccionados y en su mayoría son subangulares. Se observa cuarzo, glauconita, micas, ash minerales y blenda acaramelada?

Muestra XI-02

Matriz limosa abundante, la arena que contiene en general es de grano muy fino de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Aunque también se observan granos de arena muy gruesa de hasta 1 mm de diámetro. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observa cuarzo, micas y blenda acaramelada?

Muestra XI-03

Matriz limo arcillosa abundante con presencia de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. También hay presencia de granos de arena muy gruesa, que alcanzan los 2 mm de diámetro. Los granos están pobremente clasificados y son subangulares a subredondeados, aunque estos últimos tienen mayor presencia. Por lo general los granos de arena presentan poca arcilla. Se observan micas, cuarzo, glauconita y ash minerales.

Muestra XI-05

Ausencia de matriz. La muestra es una arenisca de grano muy grueso de hasta 2 mm de diámetro. También se observan granos que alcanzan casi 1 cm de diámetro. Los clastos están pobremente seleccionados. Hay fragmentos detríticos de dos tipos, redondeados y angulosos. Se observan fragmentos calcáreos, de rocas ígneas, mica (biotita), cuarzo, glauconita, anfíboles (hornblenda) y piroxenos. Hay dos tipos de cuarzo, hialino y lechoso. De manera frecuente se observan granos de cuarzo hialino bien redondeados.

Muestra XI-06

Matriz arcillosa abundante. Los granos tienen un diámetro inferior a los 0,1 mm. Los granos se observan pobremente seleccionados. Hay presencia de cuarzo y micas.

Muestra XI-07

Matriz limosa abundante. Hay poca presencia de arena de grano muy fino de aproximadamente 0,125 mm de diámetro. Los granos son en su mayoría subangulares y moderadamente seleccionados. Se observa cuarzo y anfíboles.

Muestra XI-08

Matriz limo-arcillosa abundante, de la cual se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares a subredondeados. Se observan cuarzo hialino, anfíboles y ash minerales.

Muestra XI-09

La muestra es de matriz arcillosa abundante. Los lentes que se observan son de arena fina de aproximadamente 0,2 mm de diámetro. La cual es moderadamente seleccionada y de granos subangulares. En general se observan cuarzo hialino, micas y anfíboles.

Muestra XI-10

Matriz limosa abundante. Hay abundante presencia de granos de arena fina de aproximadamente 0,2 mm de diámetro. Los granos son moderadamente seleccionados y angulares a subangulares. Se observa cuarzo hialino, biotita (abundante), glauconita y una espícula de esponja.

Muestra XI-11

Muestra de matriz limosa abundante, con presencia de granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Los granos son moderadamente seleccionados y subangulares a

subredondeados. Hay abundante presencia de materia orgánica, micas y microfósiles.

Muestra XI-12

Matriz limo arcillosa abundante. Los granos son de tamaño inferior a los 0,1 mm, moderadamente seleccionados y en su mayoría subangulares. Los minerales que se observan son el cuarzo, anfíboles y piroxenos.

Muestra XI-13

Matriz limosa abundante. Los granos de arena que se distinguen son de variado tamaño, los hay desde muy finos hasta medios. Los diámetros son desde aproximadamente 0,1 mm hasta los 0,5 mm. Los clastos están muy pobremente seleccionados y de acuerdo a su redondez son subangulares a subredondeados. Hay abundante microfauna. Se observa cuarzo hialino, anfíboles (hornblenda) y glauconita.

Muestra XI-14

Matriz limo arcillosa abundante, de la cual se distinguen granos de arena fina de aproximadamente 0,25 mm de diámetro. Los granos son moderadamente seleccionados y en su mayoría subangulares. Los minerales presentes son el cuarzo hialino, glauconita, anfíboles y piroxenos.

Muestra XI-15

Matriz arcillosa abundante. Los granos de arena que se observan en la muestra son de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Los clastos son moderadamente seleccionados y subangulares a subredondeados. Se observa cuarzo, moscovita, biotita y glauconita.

Muestra XI-16

Matriz arcillosa abundante. Los granos son de tamaño inferior a 0,1 mm y bien seleccionados. Se observa cuarzo y anfíboles.

Muestras XI-17, XI-18, XI-19a y XI-19B

Matriz arcillosa abundante. Los granos tienen un diámetro inferior a 0,1 mm y bien seleccionados. Los minerales que se observan son micas (biotita) y cuarzo.

Muestra XI-20

Matriz limo arcillosa abundante. Los granos son de aproximadamente 0,02 mm de diámetro, moderadamente seleccionados y subangulares. Los granos que se observan en la parte superior de la muestra se presentan con menos contenido de arcilla. En general los minerales presentes son el cuarzo hialino, biotita, glauconita y piroxenos.

Muestra XI-21a

Matriz limo arcillosa abundante. Los granos son de un diámetro inferior a los 0,1 mm. Se observan restos de conchillas, cuarzo y micas.

Muestra XI-21B

Matriz arcillosa abundante. Los lentes que se distinguen son de arena muy fina a media, cuyo diámetro varía de aproximadamente 0,1 mm a 0,5 mm. Los clastos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observan cuarzo, biotita y piroxenos.

Muestra XI-21C

Matriz limo arcillosa abundante. Los granos son de diámetro inferior a 0,1 mm y bien seleccionados. Los minerales que se observan son cuarzo, micas y piroxenos.

Muestra XI-22

Matriz arcillosa abundante. Los granos son de diámetro inferior a 0,1 mm y moderadamente seleccionados. Se observan cuarzo y micas.

Muestra XI-23

Matriz limosa abundante. Se observa un porcentaje mínimo de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Los

granos son moderadamente seleccionados y subangulares. Se observan cuarzo y micas.

Muestra XI-24

Matriz arcillosa abundante. El tamaño de granos es inferior a los 0,1 mm y bien seleccionados. Los minerales que se observan son el cuarzo y micas. También se observan pequeños fragmentos de conchillas.

Muestra XI-26

Matriz limosa abundante, de la cual se distinguen granos de arena muy fina de aproximadamente 0,1 mm de diámetro. Los granos se observan con un alto contenido de arcilla, moderadamente seleccionados y subangulares. Los minerales presentes son el cuarzo y piroxenos.

Muestra XI-27

Matriz limosa abundante. Se observan en la muestra granos de arena media de aproximadamente 0,3 mm de diámetro. Los clastos se presentan bien seleccionados y subredondeados a redondeados. Los minerales presentes son el cuarzo, clorita y biotita (abundante).

4.2.3.4 ANÁLISIS DE CALCIMETRÍA

Los análisis de calcimetría de las muestras de campo se muestran a continuación en la tabla IX.

MUESTRA	% CaCO ₃
XI - 01	1,37
XI - 02	0,76
XI - 03	2,28
XI - 05	74,30
XI - 06	0,80
XI - 07	8,83
XI - 08	14,04
XI - 09	6,02
XI - 10	8,02
XI - 11	2,41
XI - 12	4,32
XI - 13	4,68
XI - 14	5,04
XI - 15	7,92
XI - 16	13,90
XI - 17	8,02
XI - 18	16,72
XI - 19a	30,34
XI - 19B	19,59
XI - 20	17,77
XI - 21a	12,86
XI - 21B	11,37
XI - 21C	18,92
XI - 22	74,51
XI - 23	72,87
XI - 24	22,39
XI - 25	39,12
XI - 26	1,98
XI - 27	1,67

Tabla IX Porcentaje de Carbonato de Calcio presente en las muestras de campo. Fuente: Coello X., 2008

4.2.3.5 CONTENIDO PETROGRÁFICO

Para analizar el contenido petrográfico de las muestras se realizaron láminas delgadas de las mismas. Se analizaron, la muestra XI-05 (Fig. 4.110), XI-06 (Fig. 4.111) y XI-11 (Fig. 4.112). Las muestras restantes no se consideraron debido a la dificultad que presentaron en el corte de las secciones.

Las descripciones de las muestras analizadas se presentan a continuación.

Muestra XI-05

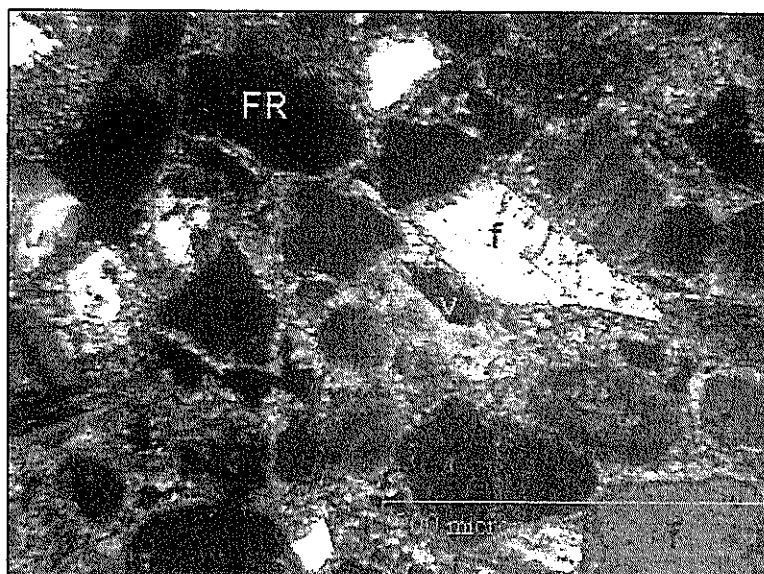


Figura 4.110. Muestra observada con el microscopio petrográfico, donde se encontraron Feldespatos (f), fragmentos de roca (FR) y vidrio volcánico (v). Fuente: Torres R., 2008

Mineralogía Modal (%):

Matriz	29,0
Feldespatos	46,4
Fragmentos de rocas	18,6
Bioclastos	5,0
Minerales opacos	1,0

Brecha con matriz arcillosa abundante (masiva, marrón a incolora), escasamente calcárea. Incluye fragmentos de roca, minerales opacos y vidrio volcánico. Los tamaños de los granos van de arena media a gruesa, algunos alcanzan hasta los 0,8 mm de diámetro. Los granos tienen formas subangulares a subredondeadas. Los colores son variados: translúcido, gris, anaranjado, marrón y blanquecinos de aspecto terroso.

Entre los feldespatos se observó la ortoclasa con maclas de Carlsbad y plagioclasas del grupo de la Albita, preferiblemente de tipo cálcica. Se identificaron formas angulares a subredondeadas, con tamaño de 120 a 720 micras. Se encontraron algunos granos rellenos de arcilla caolinita.

Los fragmentos de roca que se encontraron son de lutitas y rocas volcánicas. El tamaño varía de 575 a 800 micras.

Los bioclastos observados son de microfósiles de formas redondeadas y ovoides, rellenos con cemento de tipo micrítico a esparítico maclado.

También se observó fragmentos de vidrio volcánico intersertal y microscópicos, formando parte de la matriz.

Muestra XI-06

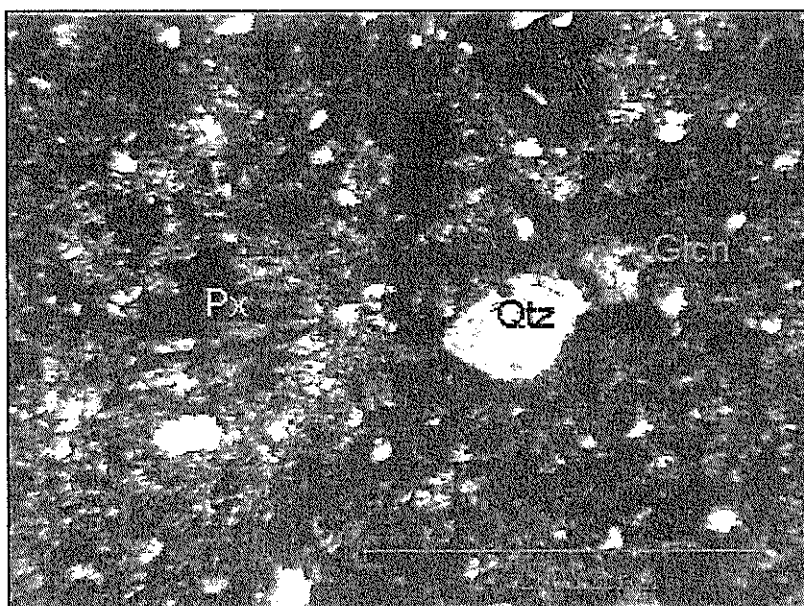


Figura 4.111. Muestra XI-06, donde se observa piroxenos (Px), cuarzo (Qtz) y glauconita (Glc). Fuente: Torres R., 2008

Mineralogía Modal (%):

Matriz	50,13
Fragmentos de roca	28,50
Feldespatos	12,00
Piroxenos	3,00
Anfíboles	2,36
Cuarzo	2,25
Vidrio volcánico	1,50
Glauconita	0,25

Matriz arcillosa de color marrón, siderítica y un poco calcárea. Se observan granos angulares a subredondeados.

Los fragmentos de roca presentes son de lava tipo férrica, de color marrón oscuro y de textura criptocristalina. También hay fragmentos de roca sedimentaria.

Entre los feldespatos observados se encontró ortoclasa con maclas de Carlsbad y plagioclasas con maclas del grupo de la Albita. Las formas encontradas fueron angulares a subangulares y su tamaño de 300 a 450 micras.

En la muestra se identificó ortopiroxeno de la familia ~~enstatita~~-ferrosilita, con extinción menor a diez grados, con bajo pleocroísmo y birrefringencia moderada.

Entre los anfíboles se identificó la hornblenda, la cual se presenta en cristales euhedrales y tiene un pleocroísmo moderado.

Se observó vidrio volcánico, sin formas definidas, con un tamaño variable. Los clastos de mayor tamaño se encontraban en contacto con otros cristales y aquellos de menor tamaño formando parte de la matriz.

Muestra XI-11

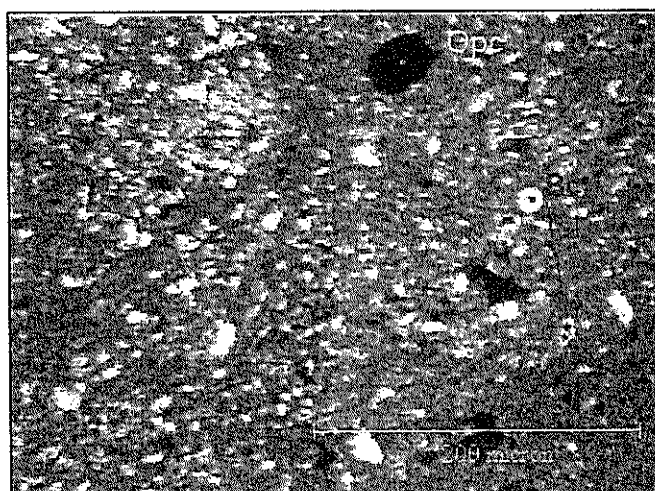


Figura 4.112. Muestra XI-11, donde se observa piroxenos (Px), cuarzo (Qtz) y glauconita (Glcn). Fuente: Torres R., 2008

Mineralogía Modal (%):

Matriz	92,18
Feldespatos	2,73
Bioclastos	2,91
Opacos	1,63
Otros	0,55

Matriz arcillosa, de color amarillo a marrón claro, escasamente calcárea. Contiene granos de limo con formas angulares a subangulares, moldes de microfósiles redondeados a ovoides y diaclasas secundarias micrométricas rellenas de calcita y sílice.

Entre los minerales observados, se encontró plagioclasa, incolora, de débil birrefringencia, con colores de interferencia grises del primer orden. El tamaño de los minerales varía entre las 25 y 60 micras.

Se identificó además trazas de moscovita, glauconita y feldespatoideos.

4.2.3.6 CONTENIDO EN MICROFÓSILES

Se analizaron en total 25 muestras, procedentes de afloramientos de Jama y Esmeraldas.

Las muestras tomadas en la Cuenca de Manabí, según la asociación de foraminíferos encontrada, pertenecen a la Fm Jama de edad Pliocénica, aunque por haberse depositado en profundidades marinas someras de plataforma interna, los foraminíferos planctónicos son raros, y no se han encontrado excelentes datadores.

Las muestras pertenecientes a la Cuenca Esmeraldas, pertenecen en su mayor parte o exclusivamente a la Fm Onzole Superior, ya que no parecen ser más antiguas que el Plioceno; algunas han podido ser datadas con precisión de Plioceno Temprano, Zona N19 de Berggren y Van Couvering (1974), en base al hallazgo representativo de foraminíferos planctónicos con corta distribución estratigráfica, pertenecientes a una asociación característica de profundidades marinas de talud continental.

Los resultados para cada una de las muestras, se presentan a continuación:

XI-01

En esta muestra se determinó una edad relativa de Plioceno – Pleistoceno. Entre los foraminíferos planctónicos se encontró *Globigerina foliata* (Mioceno Medio-Holoceno) y *Globigerina* sp.

Los escasos foraminíferos bentónicos son representativos de un ambiente marino somero no mayor a los 50m de profundidad como lo indican *Ammonia becarii*, *Pararotalia magdalenensis* (Plioceno-Holoceno), *Elphidium spinatum*, *Hanzawaia* sp., y la muy escasa representación de foraminíferos planctónicos.

XI-02

A esta muestra se le asignó una edad relativa Plioceno - Pleistoceno Temprano. Entre los foraminíferos planctónicos se encontró *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío - Pleistoceno Temprano), *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno), *Globigerina parabulloides* (N13-base N22).

Con respecto a la muestra XI-01 hay un mayor número de foraminíferos planctónicos de tamaño pequeño. La profundidad no

es mayor de 50m por la ocurrencia de *Ammonia becarii*, temperatura de aguas cálidas, por lo que se determinó un paleoambiente marino de plataforma interna.

XI-03

Los foraminíferos planctónicos más frecuentes fueron *Globigerina rubescens* y *Globigerina digitata* (Mioceno Tardío-Holoceno). La edad relativa para esta muestra es de Plioceno-Holoceno.

Los foraminíferos bentónicos encontrados en esta muestra fueron, *Pararotalia magdalenensis* (Plioceno-Holoceno), *Ammonia becarii* var. *tepida*, *Henzawaia concentrica*, *Nonion pseudopizarrensis*, *Quinqueloculina seminula*, *Uvigerina peregrina* y Lituolaceo. El paleoambiente determinado fue marino de plataforma interna.

XI-05

Esta muestra resultó estéril en cuanto al contenido de microfósiles.

XI-06

En esta muestra sólo se encontraron foraminíferos bentónicos, *Bolivina pisciformis* y *Uvigerina peregrina*. Se determinó una edad relativa del Neógeno y un paleoambiente marino.

XI-07

Esta muestra fue datada como del Plioceno Temprano-Pleistoceno Temprano, N19-N22, por la ocurrencia de los siguientes foraminíferos planctónicos guías: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides tenellus* (Plioceno Temprano, N19-Pleistoceno Temprano, N22), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *N. dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *N. blowii*, *Globorotalia tumida* (Plioceno-Holoceno), *G. unguolata* (Plioceno-Holoceno) y *Globigerina decoraperta* (Mioceno Medio-Pleistoceno Temprano).

El foraminífero bentónico más frecuente fue *Uvigerina peregrina*. También se encontró *Uvigerina auberian*, *Bolivinita quadrilatera*, *Hanzawaia concéntrica*, entre otros. El paleoambiente fue marino de talud superior.

XI-08

Esta muestra fue datada del Plioceno Temprano, Zona N19, por la ocurrencia de los siguientes foraminíferos planctónicos: *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Globigerina decoraperta* (N14-N22), *Globorotalia ungulata* (Plioceno-Holoceno), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno), *Pulleniatina primalis* (1/2 N17-1/2 N20), *Globigerina* aff. *nepenthes* (Mioceno Medio-Plioceno Medio), *Globigerina woodi* (N4-N19), *Globigerina apertura* (1/2 N16-1/4 N20 y *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano).

Algunos de los foraminíferos bentónicos encontrados fueron: *Quinqueloculina lamarckiana*, *Brizalina spissa*, *Uvigerina peregrina*, *Lenticulina clerecii*, *Cassidulina delicata*, *Cibicorbis hitchcockae*, *Gyroidina* sp. y *Hanzawaia evansi*. El paleoambiente determinado fue marino de talud superior.

XI-09

Esta muestra fue datada como Plioceno-Pleistoceno Temprano, en base a los siguientes foraminíferos planctónicos:

Neogloboquadrina planispira (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno) y *Orbulina universa*.

El foraminífero bentónico más abundante fue *Uvigerina peregrina*, y el más frecuente fue *Uvigerina hispidocostata*. Se determinó un paleoambiente marino de talud superior.

XI-10

Esta muestra fue datada como del Plioceno Temprano, Zona N19, por la ocurrencia de *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), *N. planispira* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *Globigerina* aff. *woodi* (Mioceno-Plioceno Temprano, N19), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno).

El foraminífero bentónico más abundante fue *Uvigerina peregrina*, y el más frecuente fue *Uvigerina hispidocostata*. Se determinó un paleoambiente marino de talud superior.

XI-11

A esta muestra se le asignó una edad relativa de Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano, Zona N-19, en base a los foraminíferos planctónicos: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides*, *Globorotalia cultrata menardii* y *Globigerinoides quadrilobatus triloba*.

Se determinó un paleoambiente marino de talud continental. Algunos de los foraminíferos bentónicos encontrados fueron: *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina hispidocostata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicorbis hitchcockae*, etc.

XI-12

La edad designada para esta muestra es de Plioceno Temprano, Zona N-19. Algunos de los foraminíferos planctónicos encontrados fueron: *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), *Globigerinoides tenellus* (1/2 N19 – N22) y *Globigerina apertura* (1/2 N16 – N19).

La abundancia y diversidad de foraminíferos bentónicos, junto con la buena representación de foraminíferos planctónicos que vivieron en aguas superficiales, determinaron un paleoambiente marino de talud superior. El foraminífero bentónico más frecuente fue *Uvigerina peregrina*.

XI-13

Las asociaciones de foraminíferos planctónicos dan a esta muestra una edad de Plioceno – Holoceno, se encontraron especímenes tales como, *Neoglobobadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), *Globigerinoides ruber*, etc.

El foraminífero bentónico más frecuente fue la *Uvigerina peregrina*. También se encontró *Bulimina marginata*, *Lenticulina americana*, entre otras. Se determinó un paleoambiente marino de talud continental.

XI-14

Esta muestra corresponde en edad al Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano. Se encontraron los siguientes foraminíferos planctónicos: *Neoglobobadrina humerosa* (Mioceno Tardío –

Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides quadrilobatus triloba* y *Globorotalia cultrata cultrata*.

Los foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron *Uvigerina hispidocostata* y *Cibicorbis hitchcockae*. Se determinó un paleoambiente marino de talud continental.

XI-15

Esta muestra fue datada como del Plioceno Temprano, Zona N19. Algunos de los foraminíferos planctónicos que se encontraron fueron, *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío – Plioceno Tardío), *Globigerinoides tenellus* (1/2 N19 – N22), *Globorotalia tumida* (Plioceno – Holoceno), *Globigerina digitata* (N16 – N23), *Globigerina apertura* (1/2 N16 – 1/4N20).

El foraminífero bentónico más frecuente fue *Bulimina marginata*. Se determinó un paleoambiente marino de talud continental.

XI-16

A esta muestra se le atribuyó una edad de Plioceno – Holoceno. Los foraminíferos planctónicos encontrados fueron *Globorotalia unguata* (Plioceno – Holoceno) y *Globigerina* sp.

Algunos de los foraminíferos bentónicos encontrados fueron: *Siphonodosaria abyssorum*, *Cassidulina subglobosa* y *Fissurina* aff. *marginata*. El paleoambiente se determinó como marino.

XI-17

En esta muestra no se identificaron foraminíferos planctónicos. Sin embargo los foraminíferos bentónicos encontrados, *Oridorsalis umbonatus*, *Gyroidina altiformis*, *Cassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicidoides crebbsi* y un fragmento de *Dentalina* sp. dan una edad relativa del Neógeno y un paleoambiente marino.

XI-18

En esta muestra se identificó el foraminífero planctónico *Globigerinoides quadrilobatus triloba*. Los foraminíferos bentónicos que se encontraron fueron: *Hoeglundina elegans*, *Gyroidina*

altiformis y *Ceratobulimina alazanensis*. La edad relativa de esta muestra es Neógeno y el paleoambiente marino.

XI-19A

Esta muestra está datada como del Mioceno Tardío – Plioceno Medio. Se encontró el foraminífero planctónico guía *Sphaeroidinellopsis seminulina* (Mioceno Tardío – Plioceno Medio).

Se determinó un paleoambiente marino de talud continental. Se encontraron algunos foraminíferos bentónicos tales como, *Uvigerina hispida*, *Cibicoides crebbsi*, etc.

XI-19B

Esta muestra corresponde en edad al Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano. El foraminífero planctónico que se encontró fue *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano).

Algunos de los foraminíferos bentónicos encontrados fueron *Ceratobulimina alazanensis*, *Cibicoides spiralis*, *Siphonodosaria abyssorum*, etc. El paleoambiente es marino.

XI-20

En esta muestra se encontraron pocos microfósiles, un fragmento de foraminífero planctónico *Globigerina* sp., el foraminífero bentónico *Uvigerina peregrina*, un radiolario *spumellario sphaeroideo* y un resto de pez. La edad relativa es Neógeno y el paleoambiente marino.

XI-21A

No se encontraron foraminíferos planctónicos en esta muestra. Los foraminíferos bentónicos que se identificaron fueron *Bulimina pupoides*, *Uvigerina hispida*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicidoides crebbisi*, *Cassidulina subglobosa* y *Gavelinopsis praegeri*. La edad relativa es Neógeno y el paleoambiente marino de talud continental.

XI-21B

En esta muestra no se identificaron foraminíferos planctónicos. Los foraminíferos bentónicos encontrados fueron *Oridorsalis umbonatus*, *Cassidulina subglobosa*, un fragmento de *Dentalina* sp. y *Hanzawaia mantaensis*. La edad relativa es Neógeno y el paleoambiente marino.

XI-21C

No se encontraron foraminíferos planctónicos. Los foraminíferos bentónicos identificados fueron *Cassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicoides spiralis*, *Cibicoides crebbsi*, *Ceratobulimina alazanensis*, *Oridorsalis umbonatus* y *Cibicoides* sp. La edad relativa es Neógeno y el paleoambiente es marino de talud continental.

XI-24

En esta muestra no se identificaron foraminíferos planctónicos. Los escasos foraminíferos bentónicos que se encontraron fueron *Caratobulimina alazanensis*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicoides crebbsi* y *Gavelinopsis cf. praegeri*. La edad relativa es Neógeno y el paleoambiente es marino.

XI-26

A esta muestra se le asignó una edad relativa de Plioceno Temprano. Los foraminíferos planctónicos que se encontraron fueron *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globoquadrina altispira* (Oligoceno Tardío

– Plioceno Temprano), *Globigerina cf. conglomerata* (Plioceno – Holoceno).

Se determinó un paleoambiente marino de talud superior. Algunos de los foraminíferos bentónicos encontrados fueron *Nodosaria longiscata*, *Bulimina pagoda*, *Melonis affinis*, etc.

4.2.3.7 ANÁLISIS DE TOC Y PIROLISIS

Debido a que algunas muestras de campo presentaron un alto contenido de materia orgánica, se realizaron análisis de TOC y pirolisis.

Análisis de TOC

Este análisis se realiza con el objetivo de determinar el contenido de materia orgánica. Las muestras fueron preparadas para eliminar el carbón inorgánico presente y así determinar el Carbón Orgánico Total, mediante un equipo denominado LECO, el cual funciona en el área de Geoquímica del CIGG.

Se analizaron 3 muestras, la XI-01 (Jama), XI-08 (Playa de camarones) y la XI-11 (Punta Gorda). Los resultados se muestran en la tabla X.

MUESTRA	LOCALIDAD	TOC (%)
XI-01	Jama	0.263
XI-08	Playa de camarones (Esmeraldas)	21.93
XI-11	Punta Gorda (Esmeraldas)	3.075

Tabla X Resultados de TOC para las muestras de campo. Fuente: Informe Técnico No. 020-CIGG-2008, Petroproducción.

La muestra XI-01, con el valor de 0.256% de TOC, representa una pobre cantidad de materia orgánica presente. La muestra XI-08 con el valor de 21.93% de TOC posee una excelente cantidad de materia orgánica, porque tiene un TOC mayor al 4%. Por último, la muestra XI-11 con el valor de 3.075% presenta una muy buena cantidad de materia orgánica, dado que los valores de TOC se encuentran entre 2% y 4%.

Análisis de Pirólisis

Debido a que las muestras XI-08 y XI-11, presentaron buenas cantidades de materia orgánica total, se procedió a realizar análisis de pirólisis, para así determinar el potencial generador de estas muestras.

La pirólisis es una técnica de laboratorio, donde se simula el proceso natural de maduración de la materia orgánica. El equipo utilizado es el Rock Eval VI, por medio del cual se obtienen los parámetros geoquímicos que sirven para determinar el potencial generador de una roca. Estos parámetros son:

TOC: Carbón Orgánico Total (%).

S1: Hidrocarburo libre, (mg de HC/G de roca) en la roca antes de que la materia orgánica se convierta en hidrocarburo.

S2: Cantidad de hidrocarburo pirolizable (mg de HC/g de roca), es decir el potencial actual de generación de la roca.

S3: Cantidad de CO₂ producido durante la pirólisis del kerógeno (mg de CO₂ de roca).

T_{máx}: Temperatura del horno (°C) en el momento de generación máxima durante el análisis (S2). Se considera una medida de la madurez térmica del kerógeno.

Las dos muestras que se analizaron, presentan valores muy bajos de S1, lo cual indica que no hay presencia de hidrocarburos libres.

De acuerdo a los valores de S2 y TOC, se tiene que la muestra XI-08 presenta un valor de S2 > 20 mg de HC/g de roca y un valor de TOC > 4%, lo que indica un excelente potencial generador de hidrocarburos. La muestra XI-11 presenta un valor muy bajo de S2 con un valor alto de TOC, lo que indica un bajo potencial generador de hidrocarburos.

Las dos muestras se encuentran inmaduras, pues sus valores de T_{máx} indican que están fuera de la ventana de generación (T_{máx} < 435°C). (Tabla XI)



MUESTRA	T _{máx} (°C)
XI-08	349
XI-11	420

Tabla XI Valores de T_{máx} para las muestras XI-08 y XI-11.
Fuente: M. Vitores, CIGG-Petroproducción, 2009

De acuerdo al Diagrama de Van Krevelen modificado, las dos muestras se encuentran en el sector de materia orgánica tipo III, de naturaleza terrestre, apta para la generación de hidrocarburos gaseosos.

4.2.3.8 SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS DE MUESTRAS DE CAMPO

Jama

Las muestras en este sector 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.

Todas las muestras de este sector contienen arena en un promedio de 45.72%. La muestra XI-01 no contiene arcilla. Los minerales de mayor presencia son el cuarzo, micas y glauconita.

El promedio de la calcimetría para estas muestras es de 1.47%. La muestra XI-05 presentó un alto contenido de CaCO_3 , 74.30%. Por el alto contenido de materia orgánica, a la muestra XI-01 se le realizó análisis de TOC, dando un valor muy pobre de 0.263%.

Las edades de estas muestras van del Plioceno al Pleistoceno, con excepción de la muestra XI-03 cuyo rango de edad es Plioceno – Holoceno. El paleoambiente se determinó como de plataforma interna

Playa de camarones

En esta zona las muestras XI-07 y XI-08 son areniscas limolíticas. La muestra XI-06 es una arenisca conglomerática con clastos de hasta 2.5 cm de diámetro.

El porcentaje de arena en las muestras es de 39.68% en promedio, presentan poca arcilla. Los minerales más comunes son el cuarzo, micas y anfíboles.

El promedio de calcimetría en las muestras es de 7.89%. El contenido de materia orgánica en la muestra XI-08 es excelente, con un valor de 21.93%. También se realizó a esta muestra un análisis de pirólisis, la cual resultó un excelente potencial generador de hidrocarburos gaseosos.

El rango de las edades para estas muestras es de Plioceno Temprano a Pleistoceno Temprano. Se determinó un paleoambiente marino de talud superior.

Punta Gorda

Las muestras de esta zona tienen una litología variada. Las muestras XI-10 y XI-11 son areniscas. Las XI-13 y XI-14 son areniscas limolíticas. La XI-09 es una limolita y las XI-12 y XI-15 son lutitas. Las muestras presentan abundante contenido microfósilífero y son moderadamente consolidadas.

Las muestras analizadas presentan poca arcilla y el contenido de arena es en promedio de 48.12%. Los minerales más comunes son el cuarzo, micas y glauconita.

El promedio de la calcimetría que se le realizó a las muestras es de 5.49%. El análisis de TOC en la muestra XI-11 es muy bueno, con un valor de 3.075%. Sin embargo, el análisis de pirólisis dio como resultado que esta muestra no presenta potencial generador alguno, debido a que sus parámetros geoquímicos tienen valores muy bajos.

Las edades de estas muestras están en el rango Plioceno – Pleistoceno Temprano, a excepción de las muestras XI-11 y XI-14 que están en el rango Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano. El paleoambiente de las muestras es marino de talud continental. En algunas de ellas (XI-09, XI-10 y XI-12) se llegó a una mejor precisión del paleoambiente, siendo éste de talud superior.

Tonchigüe

En general, las muestras de esta zona son lutitas, algunas muy consolidadas y con poca materia orgánica.

Para el análisis granulométrico solo se consideraron 3 muestras (XI-17, XI-21C y XI-23). Solo la XI-23 presentó arena en un 28.57%. Los minerales más comunes son el cuarzo y las micas.

La calcimetría para estas muestras dio un promedio de 27.57%. Las muestras XI-22 y XI-23 presentan el contenido más alto, 74.51% y 72.87% respectivamente.

La mayoría de estas muestras son del Neógeno. Debido a la poca presencia de foraminíferos bentónicos, solo se pudo determinar el paleoambiente como marino, sin más precisión. Sin embargo, a las muestras XI-19A, XI-21A y XI-21C se logró determinar que son de talud continental.

Estero Plátano

Se analizaron dos muestras de esta zona. La XI-26 es una lutita intercalada con lentes de arena. La muestra XI-27 es una arenisca.

La muestra XI-27 no presentó arcilla. Los minerales de mayor presencia en las muestras son las micas y el cuarzo.

El contenido de CaCO_3 dio un promedio de 1.82%.

Para el contenido fosilífero solo se analizó la muestra XI-26, la cual dio como resultado una edad de Plioceno Temprano y un paleoambiente marino de talud superior.

CAPÍTULO 5.

5. CORRELACIONES CON LAS UNIDADES GEOLÓGICAS CONTINENTALES

5.1 ELEMENTOS DE CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Análisis comparativo de las edades

En lo que respecta a las edades en la zona de Jama (tanto en tierra como en mar), éstas se encuentran en el rango Plioceno – Holoceno. En cuanto al contenido fosilífero las muestras de la draga 1 se correlacionan en edad a las muestras de tierra, como es el caso de la muestra E-20 y XI-02 en las cuales se encontraron los mismos foraminíferos planctónicos (Tabla XII), *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno – Holoceno) y *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno). Este último foraminífero aparece muy frecuentemente en las muestras tanto de las dragas 1 y 2 como en las de campo, por tanto las muestras de Jama son correlacionables en edad.

EDAD	<i>Globigerinoides obliquus extremus</i>	<i>Globorotaloides hexagonum</i>	<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>
Holoceno			
Pleistoceno Tardío			
Pleistoceno Temprano			
Plioceno Tardío			
Plioceno Temprano			
Mioceno Tardío			
Mioceno Temprano			

Tabla XII Correlaciones de edades y fósiles comunes encontrados en JAMA, entre la muestra E-20 de la draga 1 y la muestra de campo XI-02. Fuente: X. Coello, 2009

En el sector Playa de Camarones (Esmeraldas) las muestras no son más viejas que el Plioceno Temprano ni más jóvenes que el Pleistoceno Temprano. Esto es comparando las muestras de campo con las dragas 13 y 14. La única muestra que se encuentra fuera de este rango es la E-5 de la draga 14 (Plioceno – Holoceno). Los foraminíferos planctónicos más frecuentes en las muestras de campo y de draga son *Neogloboquadrina blowi* (Mioceno – Pleistoceno Temprano) y *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno). Las muestras que presentan una mayor similitud en cuanto al contenido fosilífero son la XI-07 y la E-6 de la draga 13 (Tabla XIII). Los foraminíferos planctónicos

encontrados en ambas muestras son: *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), *Neogloboquadrina blowi* (Mioceno – Pleistoceno Temprano), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano temprano), *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – base Pleistoceno Temprano) y *Pulleniatina finalis* (Pleistoceno Temprano – Holoceno).

EDAD	<i>Globigerinoides obliquus extremus</i>	<i>Neogloboquadrina blowi</i>	<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>	<i>Neogloboquadrina humerosa</i>	<i>Pulleniatina finalis</i>
Holoceno					
Pleistoceno Tardío					
Pleistoceno Temprano	■	■	■	■	■
Plioceno Tardío					
Plioceno Temprano					
Mioceno Tardío					
Mioceno Temprano					

Tabla XIII Correlaciones de edades y fósiles comunes encontrados en Playa de Camarones, entre la muestra E-6 de la draga 13 y la muestra de campo XI-07. Fuente: X. Coello, 2009

En Punta Gorda (Esmeraldas) al igual que en Playa de Camarones el rango de las muestras de campo y de draga es Plioceno Temprano – Pleistoceno Temprano. La excepción son dos muestras de campo, la XI-11 y XI-14 cuyo rango es Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano. En lo que respecta a las muestras de draga, ninguna es más antigua que el Plioceno. Los foraminíferos planctónicos más frecuentes en las muestras

de campo y draga (Tabla XIV) son *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno – Holoceno), *Neogloboquadrina blowi* (Mioceno – Pleistoceno Temprano) y *Globigerinoides tenellus* (Plioceno Temprano tardío – Pleistoceno Temprano, ½ N19 – N22)

EDAD	<i>Globigerinoides tenellus</i>	<i>Neogloboquadrina blowi</i>	<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>
Holoceno			█
Pleistoceno Tardío			█
Pleistoceno Temprano	█	█	█
Plioceno Tardío			
Plioceno Temprano			
Mioceno Tardío			
Mioceno Temprano			

Tabla XIV Correlaciones de edades y fósiles comunes encontrados en Punta Gorda, entre las muestras de dragas y las muestras de campo. Fuente: X. Coello, 2009

A las muestras del sector de Tonchigüe (Esmeraldas) es difícil correlacionarlas con las muestras de las dragas 13 y 14. Diez de las once muestras de campo son del Neógeno y en las dragas no hay ninguna muestra con ese rango de edades. Por otro lado, las muestras de campo de este sector tienen poco o nada de presencia de foraminíferos planctónicos.

La muestra XI-26 que se analizó de la zona de Estero Plátano (Esmeraldas) tiene una edad relativa de Plioceno Temprano. Comparándolas con las muestras de draga, ninguna tiene una edad relativa tan específica, aunque se podría decir que encaja en el rango de edad de las muestras de las dragas. Se encontró un único foraminífero planctónico en común en las muestras XI-26 y E-1 de la draga 13. Este foraminífero es el *Globigerinoides quadrilobatus triloba*.

Análisis comparativo de los paleoambientes

Las muestras de campo correspondientes a la zona de Jama, que se analizaron para la determinación del paleoambiente son la XI-01, XI-02 y XI-03. Estas tres muestras dieron un paleoambiente marino de plataforma interna (0 – 50 m de profundidad). Al compararlas con las muestras de draga se determinó que corresponden a la draga 1, específicamente a las muestras E-18 y E-20. En todas estas muestras se encontraron asociaciones de foraminíferos bentónicos similares, en las cuales se identificaron especies como *Ammonia becarii*, *Pararotalia magdalanensis* y *Hanzawaia concentrica*. Estas especies, en especial la *Ammonia becarii* es característica de ambientes con profundidades no mayores a los 50 metros.

Las muestras de Playa de Camarones (Esmeraldas) corresponden a un paleoambiente marino de talud superior (200 hasta 1000 m de profundidad). Realizando las correlaciones con las muestras de draga se encontró que las asociaciones de foraminíferos bentónicos son muy similares a las de las muestras E-6 de la draga 13 y E-3 de la draga 14. En particular, las muestras XI-07 y Dama 14 E-3 tienen la misma asociación de foraminíferos bentónicos, *Bolivina quadrilatera*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina hispidocostata*, *Bolivinita quadrilatera*, *Gyroidina altiformis*, *Cibicidoides crebbsi*, *Melonis affinis* y *Hoeglundina elegans*. El foraminífero bentónico más frecuente en las muestras tanto de draga como de campo es la *Uvigerina peregrina*.

En Punta Gorda (Esmeraldas) las muestras de campo corresponden a un ambiente marino de talud continental (200 hasta 2000 m de profundidad). En algunas de las muestras (XI-09, XI-10 y XI-12) se logró precisar con mayor detalle el paleoambiente, siendo este de talud superior. En cuanto al paleoambiente, las muestras de campo XI-09, XI-10 y XI-12 se correlacionan con las muestras de draga Dama 13 E-6 y Dama 14 E-3. En todas estas muestras aparecen especies similares de foraminíferos bentónicos, tales como *Uvigerina peregrina*, *Cibicidoides crebbsi* y *Gyroidina soldanii*.

Las muestras XI-11, XI-13 y XI-14, Dama 13 E-1, Dama 13 E-5 y Dama 14 E-4 corresponden a un paleoambiente de talud continental. Los foraminíferos bentónicos más frecuentes son la *Uvigerina peregrina* y *Cibicorbis hitchcockae*. Aunque en casi todas las muestras aparecen los foraminíferos *Uvigerina peregrina* y *Cibicoides crebbsi*, en algunas de las muestras se logró precisar con mayor detalle el paleoambiente debido a la abundancia y asociación de foraminíferos bentónicos.

Comparando las muestras de campo de Tonchigüe con las muestras de draga, en cuanto a la identificación del paleoambiente, se determinó que son de talud continental. Las muestras que se pueden relacionar son las XI-19A, XI-21A, XI-21C, Dama 13 E-1, Dama 13 E-5 y Dama 14 E-4. En todas estas muestras los foraminíferos bentónicos más frecuentes fueron *Hoeglundina elegans* y *Cibicoides crebbsi*.

En Estero Plátano la muestra XI-26 se correlaciona tanto con la Dama 13 E-6 como con la Dama 14 E-3. Todas estas muestras dan un paleoambiente marino de talud superior.

Comparaciones litológicas

Para correlacionar las facies entre las muestras de campo y las de draga, se tomó en consideración solo aquellas que tienen el mismo rango de edad. En general, no presentan similitud en cuanto al tamaño de granos.

JAMA

Plioceno – Pleistoceno

La facies de la muestra XI-01 tiene un porcentaje de limo mayor que la de la muestra E-18 de la draga 1, mientras que el porcentaje de arena presente en la muestra de draga es mayor que en la de campo. Por tanto la facies de la muestra XI-01 es más fina que la dama 01 E-18.

La muestra XI-01 comparada con la E-20 de la draga 1 tienen facies semejantes, ambas tienen alrededor de un 60% de limo.

La muestra XI-01 tiene facies de limos y arenas muy finas, mientras que la E-30 de la draga 1 solo tiene facies limosas.

Plioceno – Pleistoceno Temprano

La muestra XI-02 tiene una facies similar a la de la capa superior C de la dama 01 E-18, ambas tienen facies de arena muy fina de color yellowish gray 5Y 7/2.

La muestra XI-02 tiene facies de arena muy fina al igual que la muestra E-20 de la draga 1, solo con la diferencia que el contenido de arena en la muestra de campo es mucho mayor.

Entre la muestra XI-02 (arena muy fina) y dama 01 E-30 (limo), la que presenta una facies más fina es la muestra de draga.

PLAYA DE CAMARONES

Plioceno Temprano – Pleistoceno Temprano

La muestra dama 13 E-5 (lodolita) tiene facies más fina que la muestra de campo XI-07.

PUNTA GORDA

Plioceno – Pleistoceno Temprano

Entre la muestra XI-09 y dama 13 E-5, la que presenta facies más fina es la de campo (XI-09), debido a que contiene facies más arcillosas.

Las muestras XI-09 y dama 14 E-3 tienen el mismo color yellowish gray 5Y 7/2, pero la muestra de campo tiene facies más finas que la de draga.

Entre la muestra XI-13 y dama 14 E-5, esta última presenta facies más finas que la de campo.

TONCHIGÜE

Plioceno – Holoceno

La muestra XI-16 tiene facies arcillosa, la cual es más fina que la muestra E-5 de la draga 14.

Análisis comparativo de calcimetría

Los valores del carbonato de calcio, presente en las muestras de draga oscilan en promedio, entre el 1,05% y 7,44%. Este último valor,

corresponde a la Draga 13, ubicada en la parte superior del Cañón de Esmeraldas. Aunque no es un valor muy alto, es el más elevado de las dragas y puede deberse a su cercanía con la desembocadura del río Esmeraldas. En lo que respecta a las muestras de campo, el contenido de carbonato de calcio oscila entre 1,47% y 7,89%, muy parecido a las muestras de draga. Pero, con la excepción que en las muestras recolectadas en la zona de Tonchigüe, en Esmeraldas, el promedio de carbonato de calcio es de 27,57%. En esta zona de Tonchigüe, las muestras que presentan mayor contenido de CaCO_3 son la XI-22 y XI-23, con 74.51% y 72.87%, respectivamente. Estas muestras fueron tomadas en la parte superior de un espigón.

5.2 AMBIENTE DE DEPOSICIÓN, PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Las muestras analizadas en el sector de Jama presentan homogeneidad, lo que indica que no existen variaciones regionales notables. Las muestras de Esmeraldas presentan más variabilidad, lo que se debe probablemente a las corrientes turbidíficas existentes en el momento de la depositación.

En general las muestras de todas las dragas analizadas en este trabajo no contienen considerables porcentajes de arena, lo que indica que las

corrientes en los sectores donde se realizó la recolección de las muestras, no eran lo suficientemente intensas para transportar partículas de tipo arena, esto habla de distalidad o alejamiento del continente o fuentes originales de depositación. En las muestras de campo las texturas características son las de tipo arena y limo, predominando la arena, indicativo de que cerca de estas áreas costeras, las corrientes de marea eran muy intensas, especialmente en el área de Esmeraldas. La abundante presencia de limo en las muestras de Esmeraldas, se debe a la cercanía de las cuencas fluviales, las cuales arrastran sedimentos de este tipo.

En el sector de Tonchigüe (Esmeraldas), específicamente en la parte superior de un espigón, las muestras analizadas contienen un alto porcentaje de carbonato de calcio (calcretes). Estos calcretes resultan de la introducción del carbonato de calcio dentro del suelo, posiblemente la fuente de carbonato que formó este espigón se encontraba cerca del sitio, el cual fue transportado a través del drenaje.

En base a las estructuras observadas en tierra, entre Punta Cabuya y Punta Ballena, este sector estuvo siempre por debajo del nivel del mar, en la zona con influencia de las mareas. En este lugar la bioturbación pudo crecer verticalmente porque el sustrato suave de limos y arenas

finas permitió junto con el nivel de oxigenación y luz crecer de esta manera. Estos parámetros junto con la fauna existente en el sitio, sirvieron de guía para determinar que esta zona es de plataforma interna.

Las estructuras sedimentarias observadas en el área de Esmeraldas, en Playa de Camarones, Punta Gorda y Tonchigüe, corresponden en su mayoría a un sistema turbidítico, lo que indica flujos de alta energía. El tamaño de granos, aunque en algunas muestras es de arena, sin embargo, ésta es fina, lo cual es un indicativo que estos sedimentos se encuentran distales del área de origen. Estos sedimentos proceden de un prisma de bajo nivel, formados en un Lowstand System Track (LST).

CAPÍTULO 6.

6. ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

6.1 LAS CORRELACIONES "TIERRA – MAR"

De las correlaciones realizadas entre las muestras de tierra y de mar, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- En general, las muestras analizadas en Jama y Esmeraldas, tanto de draga como de campo, corresponden a los periodos Neógeno y Cuaternario.
 - Las muestras en el sector de Jama son las más correlacionables en edad, el rango de estas es del Plioceno al Holoceno.
 - Las muestras más viejas (Mioceno) se encontraron en el campo, específicamente en el sector de Tonchigüe en Esmeraldas.
 - Las muestras de draga tanto en Jama como en Esmeraldas tienen un rango de edad de Plioceno a Holoceno.
-

- En cuanto a la determinación del paleoambiente en el sector de Jama se logró correlacionar las muestras de mar y tierra, dando como resultado un ambiente marino de plataforma interna.
 - En general, las muestras de campo en Esmeraldas corresponden a un paleoambiente de talud continental, llegando en los sectores de Estero Plátano y Playa de Camarones a precisar que pertenecen al talud superior. Cabe recalcar que no todas las muestras en este sector son correlacionables.
 - De la correlación de facies entre las muestras de tierra y mar (Jama y Esmeraldas) se concluye que las facies de las muestras de dragas son más finas que las muestras de campo.
 - La granulometría realizada a las muestras de campo indican que en el sector de Jama la sedimentación fue homogénea, mientras que en Esmeraldas la sedimentación fue variada debido a las corrientes turbidíticas.
 - Debido al alto contenido de materia orgánica que presentaron algunas de las muestras de campo, se realizaron análisis de TOC y pirólisis, de los cuales se concluye que la muestra XI-08 (Playa de Camarones) tiene un excelente potencial de hidrocarburos gaseosos.
 - No se pudo realizar correlaciones estratigráficas debido a que solo en el sector de Jama entre Punta Cabuya y Punta Ballena se elaboró una columna estratigráfica. De las muestras de draga se hizo muy
-

complicado elaborar columnas estratigráficas debido a que no se conoce con certeza el sentido de los estratos.

- El contenido de carbonato de calcio es relativamente bajo, tanto para las muestras de campo como para las de draga. Los porcentajes más altos que se registraron, pertenecen a las muestras recolectadas en Tonchigüe (Esmeraldas).

6.2 EVOLUCIÓN DE LA MARGEN CONTINENTAL

Como se expuso en el capítulo 1, sección 1.3, el promedio de levantamiento para el sector de Punta Galera (Esmeraldas) es de 0,13 – 0,38 mm por año (Pedoja, 2003). Según los tres últimos periodos interglaciares, la tasa de levantamiento para los sectores de San Mateo (Manta), Pila (Manta) y las terrazas marinas de la Isla La Plata, la tasa de levantamiento es de $0,30 \pm 0,02$; $0,47 \pm 0,05$ y $0,35 \pm 0,02$ mm por año respectivamente.

Las profundidades a las que fueron realizadas las dragas, fueron las siguientes:

Draga – 1 (2569 m – 2270 m)

Draga – 2 (2117 m – 1783 m)

Draga – 11 (2000 m – 1050 m)

Draga – 12 (1593 m – 1345 m)

Draga – 13 (979 m – 600 m)

Draga – 14 (1122 m – 916 m)

Teniendo en cuenta estas profundidades y tomando una tasa de levantamiento promedio de 0,37 mm por año tanto para el área de Esmeraldas como para el área de Manta, se tiene que un millón de años, la máxima influencia de isostasia, en este periodo de tiempo, sería no mayor a 370 metros.

De la comparación resultante de la ubicación actual de las muestras tanto en el continente como en el fondo marino investigado, se evidencia.

- 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.

(Fig. 6.1)

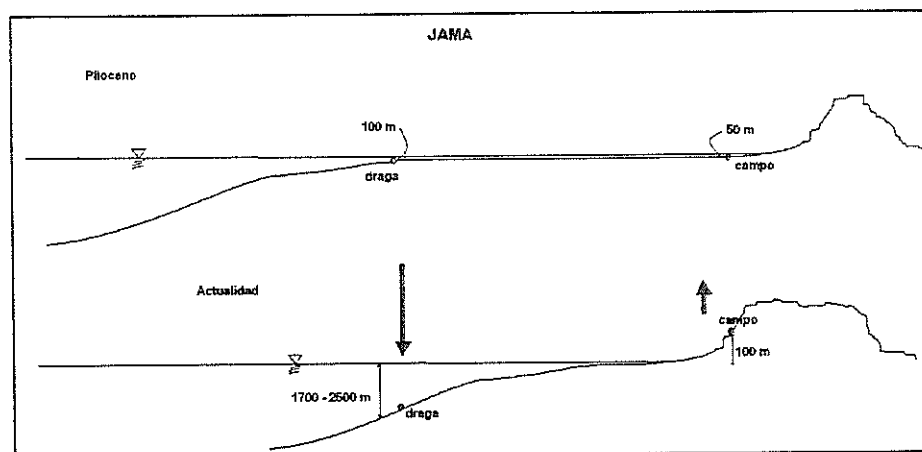


Figura 6.1 Esquema que muestra la evolución de la margen en el sector de Jama. Fuente: X. Coello, 2009

- En Esmeraldas las correlaciones paleoambientales dan para esta zona un ambiente marino de plataforma continental. Por las estructuras observadas 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 un poco decenas 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 (Fig. 6.2).

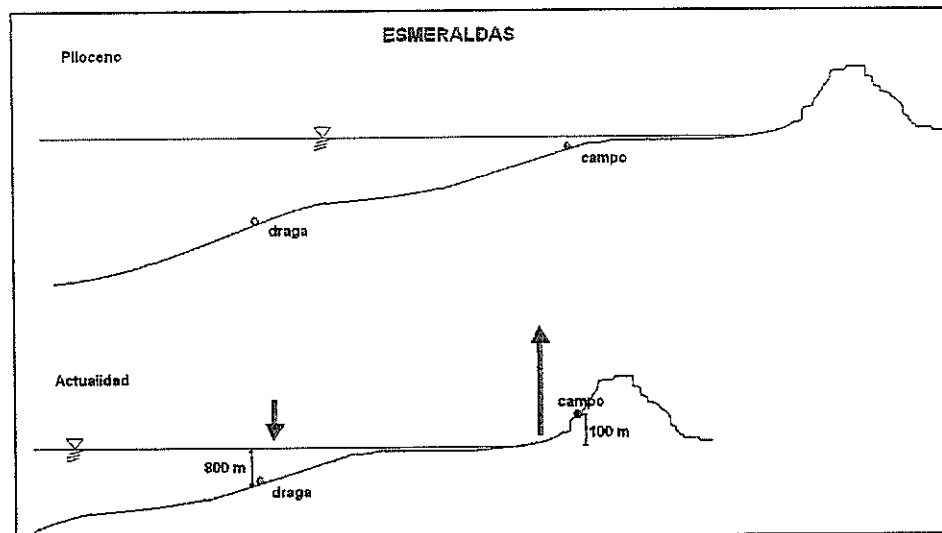
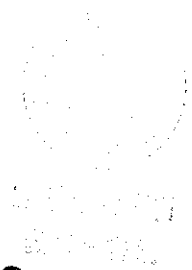


Figura 6.2 Esquema que muestra la evolución de la margen en el sector de Esmeraldas. Fuente: X. Coello, 2009



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

- En general las muestras de Jama y Esmeraldas (draga y campo) corresponden a los periodos Neógeno y Cuaternario.
 - Las muestras de Jama corresponden a un paleoambiente marino de plataforma interna.
 - Las muestras de Esmeraldas corresponden a un paleoambiente marino de talud continental.
 - Las muestras analizadas en el sector de Jama presentan homogeneidad, lo que indica que no existen variaciones significativas notables.
 - Las muestras de Esmeraldas presentan más variabilidad, lo que se debe probablemente a las corrientes turbidíticas existentes en el momento de la depositación.
-

- Las correlaciones paleoambientales para las muestras de Jama, tanto de draga como de campo, dan un ambiente marino de plataforma interna. Por tal motivo, se considera que la zona costera de Jama sufrió un levantamiento de aproximadamente 100 m. Mientras que la zona en donde se tomaron las dragas sufrió un hundimiento de aproximadamente unos 2000 metros.
- En Esmeraldas las correlaciones paleoambientales dan un ambiente marino de plataforma continental. Por tanto, 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.

Se recomienda:

- Seguir con la investigación de esta zona del Ecuador, ya que revela datos hasta ahora desconocidos.
 - Realizar otra campaña de campo, que abarque los lugares que no fueron analizados en este trabajo, debido a que el área es muy extensa.
 - Realizar otros tipos de análisis a las muestras, a fin de encontrar nuevos datos que ayuden a realizar una mejor interpretación.
-

ANEXOS

**A. CONTENIDO FOSILÍFERO DE LAS MUESTRAS
ANALIZADAS**

MUESTRAS DE LA DRAGA 1

PROFUNDIDAD	:	D1 – E1
EDAD RELATIVA	:	Pleistoceno Temprano
ZONA	:	N22 (Foraminíferos Planctónicos)
PALEOAMBIENTE	:	Marino, Plataforma Externa - Talud Superior.
OBSERVACIÓN	:	Se presenta retrabajamiento en los Nanofósiles Calcáreos.

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Alvarezina* aff. *cyclostomata*, *Bolivina* aff. *advena*, *Bolivina* *alata*, *Bolivina* *plicata* (frecuente), *Brizalina* *argentea* (frecuente), *Brizalina* *spissa*, *Bulimina* *marginata*, *Bulimina* *pagoda*, *Bulimina* *pupoides*, *Bulimina* sp., *Buliminella* *curta* (frecuente), *Cassidulina* *delicata*, *Cassidulina* *tortuosa*, *Chilostomella* *ovoides*, *Cibicoides* *crebbsi*, *Cibicoides* *wuellestorfi*, *Cibicorbis* *hitchcockae*, *Dentalina* *nasuta* (frecuente), *Dentalina* sp., *Epistominella* *pacifica*, *Globobulimina* *barbata*, *Globocassidulina* *subglobosa* (frecuente), *Gyroidina* *altiformis*, *Gyroidina* *soldanii*, *Hoeglundina* *elegans*, *Melonis* *affinis*, *Melonis* *sphaeroides*, *Mucronina* cf. *hasta*, *Oolina* *tasmanica*, *Oridorsalis* *umbonatus*, *Plectofrondicularia* *californica*, *Plectofrondicularia* sp., *Pseudoparrella* *exigua*, *Sphaeroidina* *bulloides*, *Stilostomella* cf. *atlantisae*, *Stilostomella* *lepidula*, *Trifarina* *carinata*, *Uvigerina* *hispida*, *Uvigerina* *peregrina*, *Uvigerina* sp. y *Virgulina* *cornuta*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina* *digitata* (N16 – N23), *Globigerina* *quinqueloba* (N14 – N23), *Globigerinita* *glutinata*, *Globigerinoides* *ruber*, *Globigerinoides* sp., *Globorotalia* *cultrata* *cultrata*, *Globorotalia* *cultrata* *menardii* (frecuente), *Globorotalia* *hirsuta* (Pleistoceno Temprano – Holoceno), *Globorotalia* *tumida*, *Globorotalia* *ungulata* (Plioceno – Holoceno), *Globorotalia* sp., *Globorotaloides* *hexagonus* (¹/₂N18 – N23), *Neogloboquadrina* *dutertrei*, *Neogloboquadrina* *blowi* (N16 – N22), *Neogloboquadrina* sp., *Orbulina* *universa* y *Sphaeroidinella* *dehiscens* (Plioceno Tardío – Holoceno).

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Calcidiscus leptoporus* (Mioceno Temprano – Pleistoceno), *Dictyococcites productus*, *Discoaster* sp., *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno), *Helicosphaera kamptneri* (Mioceno – Pleistoceno), *Pseudoemiliania lacunosa* (Plioceno Tardío temprano – Pleistoceno Medio), *Pyrocyclus hermosus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica* (retrabajado) y *Watznaueria barnesae* (retrabajado).

RADIOLARIOS: Actinommidae, *Acrosphaera* sp., *Artostrobium miralestenses*, *Coccolarcus* sp.?, *Ceratospyris* sp., *Dictyocoryne profunda*, *Dictyocoryne* sp., *Lamprocyclus maritimalis*, *Lithamphora furcaspiculata*, *Phormostichoartus doliolum*, *Polysolenia* sp., *Solenospora* sp., *Spongocore* aff. *puella*, Spongodiscidae, *Stylodictya validispina* y *Theocorythium vetulum*.

OTROS MICROFÓSILES: Frústulas de Diatomeas. Fragmentos de espículas de Equinodermos.

PROFUNDIDAD : D1 – E18
EDAD RELATIVA : Plioceno - Pleistoceno
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Interna a Central
OBSERVACIÓN : Los microfósiles fueron más escasos

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Ammonia becarii* (frecuente), *Bolivina bicostata*, *Bolivina plicata* (frecuente), *Bolivina multicostata*, *Brizalina spissa*, *Buccella hannai* (frecuente), *Bulimina marginata*, *Bulimina pagoda*, *Bulimina rostrata*, *Bulimina* sp., *Buliminella curta*, *Cassidulina delicata*, *Cibicides* aff. *fletcheri*, *Cibicoides crebbsi*, *Dentalina nasuta*, *Elphidium granti* (frecuente), *Elphidium poeyanum*, *Epistominella pacifica*, *Fissurina cushmani*, *Globobulimina* sp., *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia concentrica* (frecuente), *Hoeglundina elegans*, *Lenticulina* sp., Lituolaceo, *Melonis affinis*, *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria vertebralis*, *Pararotalia magdalenensis*, *Planulina* sp., *Plectofrondicularia* sp., *Pseudononion pizarrensis*, *Stilostomella* cf. *atlantisae* y *Uvigerina peregrina*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina bulloides*, *Globigerina* sp., *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia tumida*, *Neogloboquadrina dutertrei* (frecuente), *Neogloboquadrina* sp. y *Orbulina universa*.

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Coccolithus* sp. y *Discoaster* sp.

RADIOLARIOS: Raros Radiolarios Spumellarios Sphaeroidos, Discoideos y *Acrosphaera* aff. *murrayana*. Un Nassellario. Euchitonido.

OTROS MICROFÓSILES: Fragmentos de espículas de Equinodermos.

PROFUNDIDAD : D1 – E20
EDAD RELATIVA : Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano temprano
ZONA : N21 – N22 (Foraminíferos Planctónicos)
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Interna a Central
OBSERVACIONES : Los microfósiles fueron menos frecuentes

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Ammonia becarii* (frecuente), *Bolivina bicostata*, *Bolivina plicata*, *Bolivina* sp., *Brizalina argentea* (frecuente), *Brizalina spissa*, *Buccella hannai*, *Bulimina pagoda* (frecuente), *Buliminella curta*, *Cassidulina delicata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides* aff. *fletcheri* (frecuente), *Dentalina nasuta*, *Elphidium* cf. *articulatum*, *Elphidium granti* (frecuente), *Epistominella pacifica*, *Eponides* sp. A, *Fissurina laevigata*, *Glandulina* sp., *Gyroldina altiformis*, *Hanzawaia concentrica* (frecuente), *Lenticulina clericii*, *Martinottiella communis*, *Melonis affinis*, *Pararotalia magdalenensis* (frecuente), *Plectofrondicularia californica*, *Plectofrondicularia mansfieldi*, *Plectofrondicularia* sp., *Pullenia bulloides*, *Pyrgo murrhyna*, *Sphaerodina bulloides*, *Stilostomella lepidula*, *Stilostomella* cf. *atlantisae*, *Trifarina carinata*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina hispidocostata* y *Uvigerina peregrina* (frecuente).

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina bulloides*, *Globigerina digitata*, *Globigerina* aff. *decoraperta* (N14 – N22), *Globigerina rubescens*, *Globigerina falconensis*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano temprano), *Globorotalia cultrata cultrata*, *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia planispira* (Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globorotalia tumida*, *Globorotaloides hexagonum*, *Neogloboquadrina blowi*, *Neogloboquadrina dutertrei* (frecuente), *Neogloboquadrina humerosa*, *Neogloboquadrina pseudopima* y *Orbulina universa*.

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Ceratospyris* sp.?, *Coccolithus pelagicus*, *Dictyococcites productus*, *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno), *Sphenolithus abies* (Mioceno Medio tardío – Plioceno Tardío temprano) y *Sphenolithus* sp.

RADIOLARIOS: *Acrosphaera* sp., *Cenosphaera* sp., *Dictyocoryne* sp.,
Spongodiscido y *Solenispora* sp.

OTROS MICROFÓSILES: Raros fragmentos de red de espículas silíceas de Esponjarios. Caparazones de Ostrácodos. Un diente de pez. Fragmentos de espículas de Equinodermos.

PROFUNDIDAD : D1 – E25
EDAD RELATIVA : Pleistoceno Temprano
ZONA : N22 (Foraminíferos Planctónicos)
NN19 (Nanofósiles Calcáreos)
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Externa - Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Astacolus* sp., *Bolivina pigmaea*, *Bolivina plicata* (frecuente), *Bolivina* sp., *Brizalina argentea*, *Bulimina pagoda* (frecuente), *Bulimina pupoides*, *Buliminella curta*, *Cassidulina delicata*, *Chilostomella ovoidea*, *Cibicoides crebbsi*, *Cibicoides wuellerstorfi*, *Cibicoides* sp., *Cibicorbis hitchcockae*, *Dentalina nasuta* (frecuente), *Dentalina* sp., *Eggerella bradyi*, *Fissurina* aff. *lagenoides*, *Globocassidulina subglobosa* (frecuente), *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hoeglundina elegans*, *Marginulina* aff. *subbullata*, *Martinottiella communis*, *Melonis affinis*, *Melonis sphaeroides* (frecuente), *Nodosaria longiscata*, *Nodosaria* sp., *Parafissurina* sp., *Plectofrondicularia mansfieldi*, *Pseudoparrella exigua*, *Pyrgo murrhyna*, *Robulus* aff. *occidentalis*, *Sphaeroidina bulloides*, *Stilostomella* cf. *atlantisae*, *Stilostomella lepidula* (frecuente), *Trifarina carinata*, *Uvigerina hispida* (frecuente), *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Uvigerina pseudoampullacea*, *Uvigerina senticosa* y *Uvigerina* sp.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia tumida*, *Neogloboquadrina blowi*, *Neogloboquadrina dutertrei* y *Orbulina universa*.

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Calcidiscus macintyrei* (Plioceno Tardío tardío – Pleistoceno Temprano), *Coccolithus* sp., *Dictyococcites productus*, *Discoaster* sp., *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno), *Helicosphaera kamptneri*, *Reticulofenestra pseudoumbilica* y *Watznaueria barnesae* (retrabajado).

RADIOLARIOS: *Stylosphaera* sp. y *Theocorythium vetulum*.

PROFUNDIDAD : D1 – E30
EDAD RELATIVA : Plioceno Tardío – Pleistoceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Externa - Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bolivina alata*, *Bolivina plicata*, *Brizalina argentea*, *Brizalina spissa*, *Bulimina pagoda* (frecuente), *Bulimina pupoides*, *Bulimina* sp., *Buliminella curta*, *Cassidulina delicata*, *Chilostomella ovoidea*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *Cibicidoides wuellerstorfi* (frecuente), *Cibicidoides* sp., *Cibicorbis hitchcockae*, *Dentalina* aff. *consobrina*, *Dentalina nasuta* (frecuente), *Dentalina* sp., *Epistominella pacifica*, *Fissurina annectens* aff. *pseudostaphylleeria*, *Fissurina* aff. *fasciata*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina altiformis*, *Hoeglundina elegans* (frecuente), *Lagena* aff. *crassicollata*, *Lagena substriata*, *Martinottiella communis*, *Melonis affinis*, *Melonis sphaeroides* (frecuente), *Mucronina* cf. *hasta*, *Nuttalliides* sp., *Oridorsalis umbonatus*, *Plectofrondicularia mansfieldi*, *Plectofrondicularia* sp., *Pyrgo murrhyna*, *Sphaeroidina bulloides*, *Stilostomella* cf. *atlantisae*, *Stilostomella lepidula* (frecuente), *Trifarina carinata*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Uvigerina pseudoampullacea* y *Uvigerina* sp.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina calida*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia cultrata cultrata*, *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia tumida*, *Neogloboquadrina blowi*, *Neogloboquadrina dutertrei* (frecuente), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Orbulina universa* y *Sphaeroidinella dehiscens* (Plioceno Tardío – Holoceno).

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Dictyococcites antarticus*, *Discoaster* sp., *Helicosphaera kamptneri*, *Helicosphaera* sp., *Pseudoemiliana lacunosa* (Plioceno Tardío temprano – Pleistoceno Temprano) y *Reticulofenestra pseudoumbilica*.

RADIOLARIOS: *Dictyocoryne* sp., Spongodiscidae y *Stylodictia volidispina*.

MUESTRAS DE LA DRAGA 2

PROFUNDIDAD : D2 – E3
EDAD RELATIVA : Pleistoceno - Holoceno
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Externa - Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bolivina spissa*, *Bulimina pagoda*, *Cibicidoides crebbsi*, *Dentalina nasuta*, *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina* aff. *soldanii*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis affinis*, *Mucronina* cf. *hasta*, *Nodogenerina* aff. *parexilis*, *Nodosaria longiscata*, *Oridorsalis umbonatus*, *Plectofrondicularia* sp., *Pseudoparrella exigua*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina hispida* y *Uvigerina* sp.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia tumida* (Plioceno – Holoceno) y *Neogloboquadrina* sp. (fragmento).

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Discoaster* sp., *Dictyococcites productus* y *Gephyrocapsa oceanica* (Pleistoceno – Holoceno).

RADIOLARIOS: *Actinomids*, *Acrosphaera murrayana*, *Coccolarcus* sp., *Dictyocoryne* sp., *Stylodictya volidispina* y *Theocorythium* aff. *trachelium* (Pleistoceno – Holoceno).

PROFUNDIDAD : D2 – E5
EDAD RELATIVA : Plioceno
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Externa - Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Alvarezina cyclostomata*, *Amphimorphina* cf. *ignota*, *Bolivina bicostata*, *Bulimina pagoda*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides* sp., *Dentalina nasuta*, *Dentalina* aff. *pauperata*, *Glandulina laevigata*, *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis affinis*, *Melonis sphaeroides*, *Mucronina* cf. *hasta*, *Oridorsalis umbonatus*, *Plectofrondicularia* sp., *Pyrgo murrynha*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina hispida* y *Uvigerina peregrina*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globorotalia tumida* (Plioceno – Holoceno) y *Neogloboquadrina* sp. (fragmento).

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Discoaster* sp. y *Reticulofenestra pseudoumbilica* (Mioceno Medio – Plioceno Tardío temprano).

RADIOLARIOS: *Acrosphaera* sp., *Dictyocoryne* sp. y *Stylodictya validispina*.

PROFUNDIDAD : D2 – E6
EDAD RELATIVA : Plioceno - Holoceno
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Externa - Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Alvarezina cyclostomata*, *Amphimorphina* sp., *Bathysiphon* sp., *Bolivina plicata*, *Bolivina spissa*, *Brizalina argentea*, *Bulimina pagoda*, *Cassidulina delicata*, *Cibicidoides crebbsi*, *Dentalina nasuta*, *Epistominella pacifica*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis affinis*, *Oridorsalis umbonatus*, *Plectofrondicularia mansfieldi*, *Pseudoparrella exigua*, *Pullenia* aff. *subcarinata*, *Pyrgo murrayna*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina hispida* y *Uvigerina peregrina*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia cultrata* *cultrata* y *Globorotalia tumida*.

NANOFÓSILES CALCÁREOS: *Coccolithus* sp.

RADIOLARIOS: *Actinommido* y *Stylodictya validispina*.

PROFUNDIDAD : D2 – E9a
EDAD RELATIVA : Pleistoceno Temprano
ZONA : N22 (Foraminíferos Planctónicos)
PALEOAMBIENTE : Marino, Plataforma Externa - Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bolivina spissa*, *Brizalina argentea*, *Bulimina pagoda*, *Cassidulina delicata*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides pseungerianus*, *Dentalina nasuta*, *Dentalina* aff. *pauperata*, *Epistominella pacifica*, *Fissurina quadricostulata*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina soldanii*, *Hanzawaia mantaensis*, *Melonis affinis*, *Melonis sphaeroides*, *Mucronina* cf. *hasta*, *Nodogenerina advena*, *Oridorsalis umbonatus*, *Plectofrondicularia mansfieldi*, *Pleurostomella alternans*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina hispida* y *Uvigerina peregrina*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina* sp., *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia cultrata cultrata*, *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia tumida flexuosa* (Plioceno – Pleistoceno Temprano), *Globorotalia tumida tumida*, *Globorotalia unguolata* (Plioceno – Holoceno), *Neogloboquadrina dutertrei* aff. *pseudopima*, *Neogloboquadrina incompta*, *Orbulina universa*, *Pulleniatina finalis* (Pleistoceno Temprano – Holoceno) y *Pulleniatina obliquiloculata* (Plioceno Tardío – Holoceno).

NANOFÓSILES CALCÁREOS: Sin nanofósiles calcáreos.

RADIOLARIOS: Sin Radiolarios.

MUESTRAS DE LA DRAGA 13

PROFUNDIDAD : D13 - E1
EDAD RELATIVA : Plioceno - Pleistoceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Nodosaria longiscata* (frecuente), *Mucronina cf. hasta*, *Orthomorphina aff. scholaris*, *Stilostomell*, *Siphonodosaria abysorum*, *Dentalina nasut*, *Sigmoilina tenuis*, *Plectofrondicularia vughani*, *Bolivina pisciformis*, *Brizalina argentea*, *Bolivina plicata*, *Hoeglundina elegans* (abundante), *Cibicidoides*, *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Helonis sphaeroides*, *Cibicidoides crebbis* (frecuente), *Globocassidulina subglobosa* (frecuente), *Gyroidina altiformis*, *Gyroidina soldanis*, *Melonis affinis*, *Epistominella pacifica*, *Uvigerina hispida var. hispidocostata*, *Bulimina* (fragmento), *Bulimina pagoda*, *Pseudoparrella exigua*, *Globobulimina barbata*, *Nuttallides*, *Pleurostomella aff. Alternans*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globorotalia cultrata cultrata*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina acostaensis* (Mioceno Tardío - Pleistoceno Temprano), *Globigerina decoraperta* (Mioceno Medio N14 - N22)

PROFUNDIDAD : D13 - E5
EDAD RELATIVA : Plioceno - Pleistoceno Temprano
ZONA : 1/2 N19 - N22
PALEOAMBIENTE : Talud Continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Plectofrondicularia vauhani*, *Globobulimina*, *Bulimina pupoides*, *Bulimina alazanensis*, *Sphaeroidina bulloides*, *Trifarina tricarinata*, *Bolivina plicata* (abundante), *Bolivina multicostata*, *Briazalina argentea*, *Briazalina bicostata*, *Buliminella curta*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicorbis hitchcockae* (abundante), *Hoeglundina elegans*, *Epistominella pacifica*, *Cibicoides wuellerstorfi*, *Cassidulina tortuosa*, *Cassidulina delicata*, *Cibicoides crebsi*, *Globocassidulina subglobosa*, *Gyroidina altiformis*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Neogloboquadrina dutertrei* (abundantes) (Plioceno - Holoceno), *Neogloboquadrina blowi* (frecuente), *Globorotalia cultrata menardii*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides tenellus* (1/2 N19 - N22), *Globigerinoides ruber*.

PROFUNDIDAD : D13 – E6
EDAD RELATIVA : Pleistoceno Temprano
ZONA : N22
PALEOAMBIENTE : Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Lituolaceo*, *Fissurina annectens aff. pseudosta*, *Nodosaria longiscata* (cámara), *Dentalina nasuta*, *Stilostomella lepidula*, *Plectofrondicularia vaughani*, *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Uvigerina hispida*, *Bulimina alazanensis*, *Bulimina pupoides*, *Trifarina carinata*, *Buliminella curta*, *Bolivina plicata*, *Buliminella vaughani*, *Bolivina*, *Globobulimina*, *Cibicidoides*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis affinis*, *Laticarinina pauperata*, *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Cibicidoides crebsi*, *Pullenia bulloides*, *Gyroidina soldanii*, *Epistominella pacifica*, *Pseudoparrella exigua*, *Globocassidulina subglobosa*, *Canaris*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia cultrata cultrata*, *Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina dutertri* (frecuente) (N18-N23), *Neogloboquadrina blowi* (N16-N22), *Neogloboquadrina humerosa* (N16-N22), *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío - base de Pleistoceno Temprano), *Pulleniatina finalis* (Pleistoceno Temprano - Holoceno), *Globigerinella siphonifera*, *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Orbulina universa*.

RADIOLARIOS: *Theocorythium vetulum* (Plioceno - Pleistoceno), *Stylosphaera melpomene*, *Spongodiscus*.

MUESTRAS DE LA DRAGA 14

PROFUNDIDAD : D14 – E3
EDAD RELATIVA : Plioceno Tardío - Pleistoceno Temprano
ZONA : N21 – 1/3 N22
PALEOAMBIENTE : Talud Superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Dentalina nasuta*, *Nodogenerina aduena*, *Plectofrondicularia vaughani*, *Bolivinita quadrilatera* (frecuente), *Plectofrondicularia californica*, *Pyrgo nasuta*, *Uvigerina hispidocostata*, *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Brizalina argentea*, *Brizalina spissa*, *Chilostomella ovoidea*, *Uvigerina auberiana*, *Melonis sphaeriidees* (frecuente), *Cibicidoides*, *Gyroidina altiformis*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Melonis affinis*, *Cancris*, *Cibicidoides crebbsi*, *Laticarinina pauperata*, *Pseudopaerella exigua*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia cultrata cultrata*, *Globorotalia tumida* (N18-N23), *Neogloboquadrina dutertrei* (N18-N23), *Neogloboquadrina blowi*, *Globigerina calida*, *Globigerina*, *Pulleniatina obliquiloculata* (Plioceno Tardío-Holoceno), *Pulleniatina aff. primalis* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío-base de Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides obliquus obliquus* (N6-1/3N22), *Orbulina universa*.

RADIOLARIOS: *Solenospora*, *Spongodiscidee*, *Hexastylus*, *Aerosphaera murrayana*.

PROFUNDIDAD : D14 – E4
EDAD RELATIVA : Plioceno - base de Pleistoceno Temprano
ZONA : N18 – 1/3 N22
PALEOAMBIENTE : Talud Continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bulimina pupoides* (frecuente), *Globobulimina* (frecuente), *Buliminella aff. Tenuata*, *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Brizalina argentea*, *Bolivina*, *Cancris*, *Pseudoparrella exigua* (abundante).

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Orbulina universa*, *Globorotalia cultrata menardii*, *Globorotalia cultrata cultrata*, *Neogloboquadrina dutertrei* (abundante) (N18-N23), *Neogloboquadrina blowi* (frecuente), *Globigerinoides obliquus obliquus* (N6-1/3N22), *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerina digitata*, *Globigerina glutinata*.

PROFUNDIDAD : D14 – E5
EDAD RELATIVA : Plioceno - Holoceno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: Raros foraminíferos bentónicos, *Pseudoparrella exigua*.

RADIOLARIOS: Muy raros Radiolarios *Spumellas* (2), *Cenosphaera*.

MUESTRAS DE LOS AFLORAMIENTOS DE JAMA Y ESMERALDAS

MUESTRA : XI-01
LOCALIDAD : Jama (Punta Cabuya)
FORMACIÓN : Jama
EDAD RELATIVA : Plioceno-Pleistoceno
PALEOAMBIENTE : Marino, plataforma interna

OBSERVACIÓN : Los escasos foraminíferos bentónicos son representativos de un ambiente marino somero no mayor a los 50m de profundidad como lo indican *Ammonia becarii*, *Pararotalia magdalenensis* (Plioceno-Holoceno), *Elphidium spinatum*, *Hanzawaia* sp., y la muy escasa representación de foraminíferos planctónicos.

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bolivina advena*, *Bolivina pisciformis*, *Uvigerina auberiana*, *Ammonia becarii*, *Pararotalia magdalenensis*, *Buccella hannai*, *Elphidium spinatum* var. *translucens*, *Hanzawaia* sp., *Cibicidoides floridanus*, *Cibicidoides* sp., *Gyroidina* sp., *Cancris panamensis* y *Buliminella curta* (Oligoceno-Plioceno).

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina foliata* (Mioceno Medio-Holoceno) y *Globigerina* sp.

RADIOLARIOS: Frecuentes radiolarios spumellarios discoideos, *Cenosphaera* sp. y *Podocyrtes* sp.? (retrabajado).

MUESTRA : XI-02
LOCALIDAD : Jama (Punta Cabuya)
FORMACIÓN : Jama
EDAD RELATIVA : Plioceno-Pleistoceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Marino, plataforma interna

OBSERVACIÓN : Con respecto a la muestra XI-01 hay un mayor número de foraminíferos planctónicos de tamaño pequeño. La profundidad no es mayor de 50m por la ocurrencia de *Ammonia becarii*; temperatura de aguas cálidas.

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bolivina bicostata*, *Bolivina plicata*, *Brizalina argentea*, *Bulimina uvigerinaformis*, *Uvigerina* sp., *Buliminella curta* (Oligoceno-Plioceno), *Ammonia becaril* var. *tepida* (frecuente), *Pararotalia magdalenensis* (Plioceno-Holoceno), *Elphidium spinatum* var. *translucens*, *Rosalina* sp., *Gyroidina soldanii*, *Gyroidina* spp., *Hanzawaia mantaensis*, *Hanzawaia* sp., *Buccella hannai*, *Globocassidulina subglobosa* y *Cibicidoides* sp.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío - Pleistoceno Temprano), *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno), *Globigerina parabolloides* (N13-base N22), *Globigerina* sp., *Neogloboquadrina acostaensis*, *Globigerina* sp. y *Globigerina digitata*.

MUESTRA : XI-03
LOCALIDAD : Jama (Punta Cabuya)
FORMACIÓN : Jama
EDAD RELATIVA : Plioceno-Holoceno
PALEOAMBIENTE : Marino, plataforma interna

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Pararotalia magdalenensis* (Plioceno-Holoceno),
Ammonia becarii var. *tepida*, *Henzawaia concentrica*, *Nonion pseudopizarrensis*,
Quinqueloculina seminula, *Uvigerina peregrina* y Lituolaceo.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerina rubescens* y *Globigerina digitata*
(Mioceno Tardío-Holoceno).

OTROS MICROFÓSILES: Valva de ostrácodo, microgasterópodo y raros fragmentos de espículas de equinodermos.

RADIOLARIOS: Frecuentes radiolarios spumellarios sphaeroideos y discoideos.
Cenosphaera sp.

MUESTRA : XI-05
LOCALIDAD : Punta Ballena
EDAD RELATIVA : Indeterminada
PALEOAMBIENTE : Indeterminado
OBSERVACIÓN : Sin microfósiles

MUESTRA : XI-06
LOCALIDAD : Esmeraldas (Playa de Camarones)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bolivina pisciformis* y *Uvigerina peregrina*.

MUESTRA : XI-07
LOCALIDAD : Esmeraldas (Playa de Camarones)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno Temprano-Pleistoceno Temprano
N19 - N22
PALEOAMBIENTE : Marino, talud superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina auberiana*, *U. peregrina* (frecuente), *U. hispidocostata*, *U. hispida*, *Bulimina pagoda*, *B. rostrata*, *B. sp.*, *Bolivina bicostata*, *B. sp.*, *Bolivinita quadrilatera*, *Buliminellita mirifica*, *Lagena striata*, *Lenticulina clericii*, *Gyroidina altiformis*, *Cancris oblonga*, *Cibicidoides crebbsi*, *C. pseudoungerianus*, *Hanzawaia concentrica*, *Melonis affinis*, *Trifarina carinata*, *Hoeglundina elegans*, *Planulina sp.*, *Pullenia bulloides*, *Cassidulina delicada* y *Oridorsalis umbonatus*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *G. q. sacculifer*, *G. obliquus extremus* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *G. tenellus* (Plioceno Temprano, N19-Pleistoceno Temprano, N22), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *N. dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *N. blowii*, *Globorotalia tumida* (Plioceno-Holoceno), *G. ungulata* (Plioceno-Holoceno), *Globigerina decoraperta* (Mioceno Medio-Pleistoceno Temprano), *G. bulloides*, *Globigerinita incrusta*, *Globigerinita sp.* y *Pulleniatina sp.*

MUESTRA : XI-08
LOCALIDAD : Esmeraldas (Playa de Camarones)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno Temprano
Zona N19
PALEOAMBIENTE : Marino, talud superior



FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Quinqueloculina lamarckiana*, *Marginulina* sp., *Brizalina spissa*, *Bolivina alata*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina auberiana*, *Lenticulina clerecii*, *Cassidulina delicata*, *Cibicorbis hitchcockae*, *Gyroidina* sp., *Hanzawaia evansi*, *Cibididoides* sp. y *Nonion* sp.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Neogloboquadrina blowi*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerina decoraperta* (N14-N22), *Globorotalia ungulata* (Plioceno-Holoceno), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno), *Globorotalia* sp., *Pulleniatina primalis* (1/2 N17-1/2 N20), *Globigerina* sp., *Globigerina* aff. *nepenthes* (Mioceno Medio-Plioceno Medio), *Globigerina bulloides*, *Globigerina woodi* (N4-N19), *Globigerina apertura* (1/2 N16-1/4 N20), *Globigerina digitata*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerina* spp., *Neogloboquadrina acostaensis*, *Globigerinoides* sp. y *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano).

MUESTRA : XI-09
LOCALIDAD : Esmeraldas (Punta Gorda)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno-Pleistoceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Marino, talud superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina peregrina* (abundante), *U. hispidocostata* (frecuente), *Bulimina marginata*, *B. pagoda*, *Bolivina bicostata*, *Fissurina* sp., *Gyroidina soldanii*, *G. altiformis*, *Oridorsalis umbonatus*, *Cibicidoides crebbsi*, *C. pseudoungerianus*, *C. sp.*, *Pullenia bulloides*, *Hoeglundina elegans*, *Cassidulina subglobosa*, *C. delicada*, *Sphaeroidina bulloides*, *Planulina* sp., *Lenticulina clericii*, *Cibicorbis hitchcockae*, *Plectofrondicularia californica* y *Siphonodosaria abyssorum*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Neogloboquadrina planispira* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *N. blowi*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *G. ruber*, *Globigerina digitata*, *G. bulloides*, *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno), *Orbulina universa*, *Globorotalia cultrata menardii* y *G. c. cultrata*.

OTROS MICROFÓSILES: Raros radiolarios spumellarios sphaeroideos.

MUESTRA : XI-10
LOCALIDAD : Esmeraldas (Playa de Camarones)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno Temprano
Zona N19
PALEOAMBIENTE : Marino, talud superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina peregrina* (abundante), *U. hispidocostata* (frecuente), *Bulimina marginata*, *Bolivina bicostata*, *Lenticulina calcar*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicidoides crebbsi*, *Hanzawaia concentrica*, *Pseudononion pizarrensis*, *Ammonia becarii*, *Gyroidina soldanii* y *Trifarina carinata*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno - Holoceno), *N. planispira* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *N. blowi*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *G. ruber*, *Globigerina calida*, *G. aff. woodi* (Mioceno-Plioceno Temprano, N19), *Globorotaloides hexagonum* (Plioceno-Holoceno), *Globorotalia cultrata menardii* y *G. merotumida*.

MUESTRA : XI-11
LOCALIDAD : Esmeraldas (Punta Gorda)
EDAD RELATIVA : Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano
Zona N19
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina hispidocostata*, *Bulimina marginata*, *Bolivina* aff. *serrata*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicorbis hitchcockae*, *Cibicoides crebsi*, *Pullenia bulloides*, *Cassidulina delicata*, *Hanzawaia concentrica*, *Planulina* sp. y *Pseudoparrella exigua*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano), *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides*, *Globorotalia cultrata menardii* y *Globigerinoides quadrilobatus triloba*.

MUESTRA : XI-12
LOCALIDAD : Esmeraldas (Punta Gorda)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno Temprano
Zona N19
PALEOAMBIENTE : Marino, talud superior

OBSERVACIÓN : La abundancia y diversidad de foraminíferos bentónicos, junto con la buena representación de foraminíferos planctónicos que vivieron en aguas superficiales determinan este ambiente.

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Nodogenerina advena*, *Sphaeroidina bulloides*, *Ordorsalis umbonatus*, *Bulimina marginata*, *Gyroidina altiformis*, *Cibicidoides wuellerstorfi*, *Cibicidoides crebbsi*, *Bolivina bicostata*, *Bolivina plicata*, *Uvigerina hispidocostata*, *Buliminella curta*, *Chilostomella ovoidea*, *Pseudononion digitatus*, *Pseudoparrella exigua*, *Fissurina* aff. *lagenoides* y *Oolina* aff. *globosa*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Neogloboquadrina acostaensis*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides tenellus* (1/2 N19-N22), *Globigerina apertura* (1/2 N16-N19), *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerina* aff. *quinqueloba*, *Globigerinoides* cf. *seigliei*, *Neogloboquadrina blowi* y *Globigerinoides quadrilobatus inmaturus*.

MUESTRA : XI-13
LOCALIDAD : Esmeraldas (Punta Gorda)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno-Holoceno
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina peregrina* (frecuente), *Uvigerina hispidocostata*, *Bulimina marginata*, *Cibicorbis hitchcockae*, *Lenticulina americana*, *Gyroidina soldanii*, *Cassidulina subglobosa*, *Planulina* sp., *Pseudoparrella exigua*, *Cibicoides pseudoungerianus*, *Cibicoides crebbsi*, *Pullenia bulloides*, *Pseudononion digitatus* y *Cassidulina delicata*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Globorotalia cultrata menardii*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinoides* sp. y *Neogloboquadrina* sp.

MUESTRA : XI-14
LOCALIDAD : Esmeraldas (Punta Gorda)
FORMACIÓN : Onzole
EDAD RELATIVA : Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina hispidocostata* (frecuente), *Bulimina pagoda*, *Stilostomella* sp. (cámaras), *Buliminella* sp., *Hoeglundina elegans*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicoides pseudobungerianus*, *Cibicorbis hitchcockae* (frecuente), *Pullenia bulloides*, *Valvulineria* sp., *Cibicoides crebbsi*, *Cibicoides* sp., *Hanzawaia concentrica* (rara) y *Planulina* sp..

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano) y *Globorotalia cultrata cultrata*.

OTROS MICROFÓSILES: Valva de ostrácodo y espícula silíceas tetraxónicas de esponjiario.

MUESTRA : XI-15
LOCALIDAD : Esmeraldas (Punta Gorda)
FORMACIÓN : Onzole superior
EDAD RELATIVA : Plioceno Temprano
Zona N19
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bulimina marginata* (frecuente),
Uvigerina peregrina, *Buliminella curta*, *Bolivina bicostata*, *Brizalina spissa*, *Cibicidoides crebbsi*, *Cibicidoides* sp., *Cibicorbis hitchcockae*, *Hanzawaia evansi* y *Gyroidina* sp.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Neogloboquadrina dutertrei* (Plioceno-Holoceno), *Neogloboquadrina humerosa* (Mioceno Tardío-Plioceno Tardío), *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinoides tenellus* (1/2 N19-N22), *Globorotalia tumida* (Plioceno-Holoceno), *Globigerinoides elongatus*, *Globigerina digitata* (N16-N23), *Globigerina bulloides*, *Globigerina apertura* (1/2 N16-1/4 N20), *Globigerinoides quadrilobatus inmaturus* y *Neogloboquadrina blowi*.

MUESTRA : XI-16
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Plioceno-Holoceno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Siphonodosaria abyssorum*, *Dentalina consobrina*, *Oridorsalis umbonatus*, *Quinqueloculina* sp., *Cibicoides crebbisi*, *Cassidulina subglobosa*, *Bolivina pisciformis*, *Bolivina* sp. y *Fissurina* aff. *marginata*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globorotalia ungulata* (Plioceno-Holoceno), *Globigerina* sp.

OTROS MICROFÓSILES: Raros radiolarios spumellarios discoideos.

MUESTRA : XI-17
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Oridorsalis umbonatus*, *Gyroidina altiformis*, *Cassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicoides crebbisi*, y *Dentalina* sp. (fragmento).

MUESTRA : XI-18
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Hoeglundina elegans*, *Gyroidina altiformis* y *Ceratobulimina alazanensis*.

FORAMINÍFERO PLANCTÓNICO: *Globigerinoides quadrilobatus triloba*.

OTRO MICROFÓSIL: Espícula de alcyonario.

MUESTRA : XI-19A
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
FORMACIÓN : Onzole
EDAD RELATIVA : Mioceno Tardío-Plioceno Medio
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Uvigerina hispida*, *Quinqueloculina* sp., *Hoeglundina elegans*, *Gyroidina altiformis*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicoides crebbi* y *Siphonodosaria* sp. (cámaras).

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Globigerinita incrusta*, *Sphaeroidinellopsis seminulina* (Mioceno Tardío-Plioceno Medio), *Globorotalia* sp. y *Neogloboquadrina* aff. *acostaensis*.

OTRO MICROFÓSIL: Fragmento de espícula de equinodermo.

MUESTRA : XI-19B
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
FORMACIÓN : Onzole
EDAD RELATIVA : Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Ceratobulimina alazanensis*, *Melonis affinis*, *Cibicoides pseudoungerianus*, *Cibicoides spiralis*, *Cassidulina subglobosa*, *Siphonodosaria abyssorum*, *Cibicoides crebbsi* y *Fissurina* sp.

FORAMINÍFERO PLANCTÓNICO: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío-Pleistoceno Temprano).

MUESTRA : XI-20
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFERO BENTÓNICO: *Uvigerina peregrina*.

FORAMINÍFERO PLANCTÓNICO: *Globigerina* sp. (fragmento)

OTROS MICROFÓSILES: Radiolario spumellario sphaeroideo y Resto de pez.

MUESTRA : XI-21A
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Bulimina pupoides*, *Uvigerina hispida*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicides crebbsi*, *Cassidulina subglobosa* y *Gavelinopsis praegeri*.

MUESTRA : XI-21B
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Oridorsalis umbonatus*, *Cassidulina subglobosa*, *Dentalina* sp. (fragmento) y *Hanzawaia mantaensis*.

MUESTRA : XI-21C
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonchigue)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino, talud continental

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Cassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans*, *Cibicidoides spiralis*, *Cibicidoides crebbsi*, *Ceratobulimina alazanensis*, *Oridorsalis umbonatus* y *Cibicidoides* sp.

OTRO MICROFÓSIL: Un Radiolario spumellario discoideo.

MUESTRA : XI-24
LOCALIDAD : Esmeraldas (Tonguiche)
EDAD RELATIVA : Neógeno
PALEOAMBIENTE : Marino

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Caratobulimina alazanensis*, *Cassidulina subglobosa*, *Cibicidoides crebbsi* y *Gavelinopsis* cf. *praegeri*.

MUESTRA : XI-26
LOCALIDAD : Esmeraldas (Estero Piátano)
FORMACIÓN : Onzole Superior
EDAD RELATIVA : Plioceno Temprano
PALEOAMBIENTE : Marino, talud superior

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS: *Nodosaria longiscata*, *Stilostomella lepidula*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina hispida*, *Bulimina pagoda*, *Oridorsalis umbonatus*, *Melonis affinis*, *Cancris sp.* y *Cibicidoides crebbsi*.

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS: *Globigerinoides obliquus extremus* (Mioceno Tardío – Pleistoceno Temprano), *Globoquadrina altispira* (Oligoceno Tardío – Plioceno Temprano), *Globigerinoides quadrilobatus triloba*, *Sphaeroidinella sp.* y *Globigerina cf. conglomera* (Plioceno-Holoceno).

BIBLIOGRAFÍA

1. GOOSSENS, P. y ROSE, W.I. 1973. Chemical Composition and Age Determination of Tholeiitic Rocks in the Basic Igneous Complex, Ecuador. Bull. geol. Soc. Am., 84.
 2. OLSEN, A.A. 1964. Neogene molluscs from northwestern Ecuador. Pal. Res. Inst. 1-20.
 3. FEININGER T., Mapa de Gravimetría de Ecuador. IGM, Quito, 1977
 4. Evaluación Ecoregional Pacífico Ecuatorial: Componente Marino, Terán M., Campos F., Clark K., Ruiz D., Guarderas P., Jiménez P., Denkinger J., Ortiz E., Suárez C., 2004.
 5. DE MIRO M., CORONEL V., FRANCO I., CUENCA J., "Morfología y sedimentos de la plataforma continental de la Provincia de Esmeraldas, Ecuador", INOCAR, Guayaquil-Ecuador, 1977.
 6. 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.
 7. 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.
-

8. BOURDON E., EISSEN J.-P., GUTSCHER M.-A., MONZIER M., L. HALL M. AND COTTEN J., "Magmatic response to early aseismic ridge subduction: the Ecuadorian margin case (South America)", *Earth and Planetary Science Letters* 205, 2003, pp. 123-138.
 9. ORDOÑEZ M., JIMÉNEZ N. Y SUÁREZ J., *Micropaleontología Ecuatoriana*, Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, Petroproducción filial de PetroEcuador, Guayaquil, Ecuador, 2006.
 10. SPIKINGS R.A., WINKLER W., SEWARD D. AND HANDLER R., "Along-strike variations in the thermal 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.
 11. GOOGLE EARTH, *Mapas Satelitales de Ecuador, Jama y Esmeraldas*, 2009.
 12. 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.
 13. 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.
 14. 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.
 15. 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.
16. LAÍNEZ G., Relevamiento y Correlación Geológica del Sector Oriental del Puerto de Manta, Provincia de Manabí, Ecuador, Tesis, ESPOL, Facultad de Ciencias de la Tierra, 2009.
17. SANTANA E., DUMONT J.F., KING A., "Los Efectos del Fenómeno El Niño en la Ocurrencia de una Alta Tasa de Erosión Costera en el Sector de Punta Gorda, Esmeraldas, INOCAR, Ecuador, 2001.
-