



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50 000**

**BAVARO
(6572-III)**

Santo Domingo, R.D., Enero 2007/Diciembre 2010

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN-II de desarrollo geológico-minero (Programa nº 9 ACP DO 006). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Eric Lasseur (BRGM)

MICROPALEONTOLOGÍA Y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Mans, France)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTOS DE COLUMNAS

- Prof. Juan Carlos Braga Alarcón (Universidad de Granada, España)

GEOMORFOLOGÍA

- Ing. José Mediato Arribas (INYPSA)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. José Luis García Lobón (IGME)

DIGITALIZACIÓN, CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA SIG Y EDICIÓN DE LOS MAPAS

- Ing. Fernando Pérez Cerdán (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Enrique Burkhalter, director de la Unidad Técnica de Gestión (TYPESA) del Programa SYSMIN-II

EXPERTO A CORTO PLAZO PARA LA ASESORÍA EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Prof. Andrés Pérez Estaún (Instituto Ciencias de la Tierra Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

- Ing. Octavio López
- Ing. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

Se quiere agradecer muy expresamente al Profesor Andrés Pérez Estaún la estrecha colaboración mantenida con los autores del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la calidad del mismo.

Se pone en conocimiento del lector que, en el Servicio Geológico Nacional, existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por :

- Muestras y sus correspondientes preparaciones,
- Fichas petrográficas y/o micropaleontológicas de cada una de las muestras,

- Mapa de muestras,
- Lugares de Interés Geológico.

En el Proyecto se han realizado otros productos cartográficos relacionados con la Hoja :

- Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 de La Romana (6471) y Memoria adjunta,
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de La Romana (6471) y Memoria adjunta,
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta.

Y los siguientes Informes Complementarios :

- Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana,
- Informe de interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto,
- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados.

RESUMEN

La Hoja de Bávaro (6572-III) está situada en el extremo Este de la República Dominicana, al Este de la Cordillera oriental, y pertenece a la Llanura Costera Oriental.

Está cubierta por depósitos de plataformas carbonatadas del Plioceno-Pleistoceno. Todos los depósitos carbonatados pertenecen a la formación La Isabela de edad pleistocena. Sedimentos actuales de playas, cordón litoral y lagunas aparecen en proximidad de la playa.

La formación La Isabela se constituye de diferentes plataformas sucesivas escalonadas. Dos niveles de plataformas son identificados, depósitos superiores a 10 metros, interpretados como los más antiguos, y depósitos inferiores a 10 metros, los más jóvenes. Cada plataforma contiene los mismos conjuntos de depósitos carbonatados, con tres unidades diferenciadas: calizas arrecifales marinas, complejo litoral carbonatado y dunas eólicas fósiles. Dentro de los depósitos actuales se han diferenciado cordones litorales, de playas y de lagunas con zonas de manglar.

Aunque no haya evidencias de desplazamiento existe raras fracturas visibles en las calizas. El levantamiento de las Calizas de La Isabela traduce movimientos tectónicos en esta zona durante el Pleistoceno. Además, la estructura profunda parece influenciar la paleogeografía de la zona. La línea de costa actual está posicionada directamente sobre una anomalía NO-SE visible en el mapa aeromagnético.

La antropización, debido al turismo, es muy importante en la hoja de Bávaro. La mayor parte de la costa, con excepción del extremo noroeste, está totalmente cubierta de complejos hoteleros. Muchas canteras han sido utilizadas para la extracción de materiales de construcción (hoteles) y para el mantenimiento de las carreteras (áridos). Sólo algunas están funcionando actualmente; la mayoría de las antiguas están utilizadas ahora como basureros.

No existe ningún río en la hoja de Bávaro. Las calizas de la Isabela, muy karstificadas y muy permeables, absorben la mayoría de las lluvias. Estos recursos importantes de aguas subterráneas podrían ser contaminados por la proliferación de los basureros.

ABSTRACT

The Bávaro geological map (sheet 6572-III), is located at the eastern part of the Dominican Republic. It is situated eastward of the Eastern Cordillera and is part of the Eastern Caribbean Coastal Plain.

The area of the map is mainly covered by Plio-pleistocene carbonate platforms deposits. All the limestone deposits belong to La Isabela formation (Pleistocene). Present day coastal deposits are present along the shoreline.

La Isabela formation display a flight of different successive carbonate platforms, separated by a slight scarp. Two levels of platforms deposits are differentiated, deposits above 10 m high and deposits below 10 m high, the lower being considered as the younger. These two platforms display the same content in terms of facies. Each of them is differentiated in three units: marine carbonate reef deposits, complex of coastal coarse carbonate deposits, and continental eolian dunes.

Present day, coastal deposits consist of a littoral complex with shore and beach deposits, and sheltered lagunae deposits situated landward.

Although no displacement on faults have been evidenced in the rare fractures affecting the limestones. Tectonic is active through, the general uplift of the zone during the Pleistocene, evidenced by the uplift of La Isabela limestones. Moreover, deep structures characterised from air-borne geophysics seem to have influenced the shape of the coastline. Indeed, the present day coastline is aligned along a NW-SE anomaly.

Anthropisation, related to important tourism in the area, is very high in the Bávaro sheet. With exception to the North western part, the entire coastline is occupied by resorts. A lot of quarries have been used for building and road management. Some still active. A large part of the abandoned quarries are now used as dumps.

No river network is present in this area. La Isabela limestones, highly permeable because of their high karstification absorb most of the rainfall. Thus, the water resources within the

karstified limestones seem to be high. Problem of contamination of the karstified network could rise due to the important population in the area and the high number of dumps in the highly permeable limestones.

INDICE

ESCALA 1:50 000.....	1
Santo Domingo, R.D., Enero 2007/Diciembre 2010.....	1
CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA	2
MICROPALEONTOLOGÍA Y PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS	2
SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTOS DE COLUMNAS	2
GEOMORFOLOGÍA	2
TELEDETECCIÓN	2
INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA	2
DIGITALIZACIÓN, CREACIÓN DE LA ESTRUCTURA SIG Y EDICIÓN DE LOS MAPAS ..	2
DIRECTOR DEL PROYECTO	3
SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA.....	3
SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA.....	3
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
INDICE	8
FIGURAS	11
TABLAS.....	12

FOTOS	12
1 INTRODUCCIÓN	14
1.1 Metodología	14
Zona Norte:	14
1.2 Situación geográfica	17
1.3 Marco geológico	20
<u>1.3.1 Marco geológico regional</u>	<u>20</u>
<u>1.3.2 Marco geológico de la Hoja de Bávaro</u>	<u>26</u>
1.4 Antecedentes	28
2 ESTRATIGRAFIA	31
2.1 Cenozoico	31
<u>2.1.1 Plioceno-Pleistoceno</u>	<u>31</u>
<u>2.1.2 Formación Isabela. Plataforma superior. Calizas arrecifales. (1). Pleistoceno (Q).</u> <u>34</u>	
<u>2.1.3 Complejo litoral fósil superior (2 y 3)</u>	<u>36</u>
<u>2.1.4 Formación La Isabela. Plataforma inferior (4) Calizas margosas con parches de</u> <u>arrecife. Pleistoceno (P).</u>	<u>40</u>
<u>2.1.5 Complejo litoral inferior. Calcarenitas (5) y Duna fósil (6)</u>	<u>40</u>
<u>2.1.6 Interpretación de los depósitos de la formación La Isabela o equivalentes:</u>	<u>45</u>
<u>2.1.7 Laguna y manglar (7). Lutitas con vegetación abundante. Holoceno (Q₄)</u>	<u>52</u>
<u>2.1.8 Cordón litoral (8). Arenas. Holoceno (Q₄)</u>	<u>53</u>
<u>2.1.9 Playas. Arenas y gravas. Holoceno (Q₄)</u>	<u>53</u>
<u>2.1.10 Antrópico. Actual</u>	<u>53</u>
3 TECTÓNICA	55

3.1	Estructura	55
3.2	Estructura de la Hoja de BÁVARO	58
4	GEOMORFOLOGÍA	61
4.1	Estudio morfoestructural	61
4.1.1	<u>Formas estructurales</u>	62
4.2	Estudio del modelado	64
4.2.1	<u>Formas gravitacionales</u>	65
4.2.2	<u>Formas lacustres y endorreicas</u>	65
4.2.3	<u>Formas marinas-litorales</u>	65
4.2.4	<u>Formas por meteorización química</u>	67
5	HISTORIA GEOLÓGICA	68
6	GEOLOGÍA ECONÓMICA	71
6.1	Hidrogeología	71
6.1.1	<u>Climatología e hidrología</u>	71
6.1.2	<u>Hidrogeología</u>	72
6.2	Recursos minerales	75
6.2.1	<u>Indicios minerales</u>	75
6.2.2	<u>Potencial minero</u>	76
7	LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO	78
7.1	Relación de los L.I.G.	78
7.2	Descripción de los Lugares	79
7.3	LIG 1: depósitos del complejo litoral inferior: cantera al oeste de Bávaro. ..	79
7.3.1	<u>Croquis de situación</u>	79

7.3.2 Acceso.....	80
7.3.3 Contenido y Motivación	80
8 BIBLIOGRAFÍA.....	84

FIGURAS

Figura 1 : Esquema fisiográfico de la Española y localización de la Hoja de Bávaro (6572-III) (rectángulo amarillo)	18
Figura 2 : Principales dominios fisiográficos de la República Dominicana con la ubicación de la Hoja Bávaro (6572-III).....	19
Figura 3 : Modelo digital del terreno de la Cordillera Oriental y la Llanura Costera del Caribe, con la ubicación de la Hoja Bávaro (6572-III).....	20
Figura 4 Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre senestral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. et al., 2002).....	23
Figura 5 Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. et al., 2002).....	23
Figura 6 Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. et al., 1998).	24
Figura 7 : Esquema geológico de la Española con los datos de los proyectos SYSMIN y localización de la Hoja de Bávaro (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Pérez-Estaún A. et al – 2007)	25
Figura 8 : Esquema geológico del Este de la Cordillera Oriental Dominicana.	27
Figura 9: SRTM de la Llanura Costera Oriental en zona de la Bávaro	28
Figura 10 Corte geológico SW-NE correspondiendo al corte I-I' de la hoja Bávaro.....	33
Figura 11: Modelo de plataforma cerrada y reparto de las facies de la formación La Isabela. Modificado según Braga, 2009.	46
Figura 12: Modelo de encajamiento y edad de las plataformas (de Braga J.C. 2009). Este modelo ha sido elaborado para la costa norte de la República Dominicana; en la costa SE el talud ha sido frecuentemente erosionado durante la transgresión.	50
Figura 13: SRTM de la Llanura costera oriental mostrando las principales formas del relieve de la hoja de Bávaro y su entorno. Destacan en particular las numerosas dunas visibles en la hoja de El Salado que se aprietan en la hoja Bávaro; así como la ruptura de pendiente (Farallón) formando el límite entre la plataforma inferior y la plataforma superior.	51
Figura 14: Superposición de la geológica en transparente sobre el SRTM, mostrando la expresión morfológica de las diferentes formaciones carbonatadas pleistocenas.....	52

Figura 15: Zona antropizada en la hoja de Bávaro, en naranja.	54
Figura 16 Principales estructuras del subsuelo de la Llanura Costera del Caribe deducidas del mapa de gradiente vertical (vuelo aeromagnético CGG, SYSMIN, 1996), con la posición de la Hoja de Bávaro	56
Figura 17 Esquema estructural de la Cordillera Oriental bordeada por la Llanura Costera del Caribe.....	57
Figura 18: Aeromagnetismo (campo total reducido al polo) y SRTM mostrando la expresión topográfica de las principales fallas de la Hoja de Bávaro y de las Hojas adyacentes. .	59
Figura 19 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en Higuey. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990 (de http://www.theweathernetwork.com).	72
Figura 20 Esquema hidrogeológico simplificado de la Planicie Costera Oriental (Aquater, 2000)	74
Figura 21: Esquema de la circulación hídrica subterránea en la Planicie Costera Oriental (Aquater, 2000).....	75
Figura 22: Localización de los principales canteras de la Hoja Bávaro. Los números permiten su correlación con la Tabla 2.	77
Figura 23: Localización del Lugar de Interés Geológico (LIG) de la Hoja de Bávaro (6572-III)	79
Figura 24: Situación del LIG 1, Corte del puente del Río Chavón	80

TABLAS

Tabla 1: Cuadro resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas.....	73
Tabla 2: Características de las canteras de la Hoja El Salado.	76

FOTOS

Foto 1: Facies de lagoon muy bioturbada. Hoja del Salado (pt 48).	35
Foto 2: Detalle de la foto anterior, mostrando la abundancia de moluscos y gasterópodos en esta facies. Hoja Del Salado (pt 48).	36
Foto 3: Calcarenitas laminadas del complejo litoral superior, Hoja del Salado. Pt 67.....	38
Foto 4: Duna fósil a techo, formado por calcarenitas laminadas, recubre las calizas arrecifales muy alteradas de la Isabela (pt 999).	39
Foto 5: Ejemplo de depósitos mareales megaripples orientados en dos sentidos opuestos). Y niveles de láminas planas. Complejo litoral inferior (4) pt 924.....	42
Foto 6: Ejemplo de antidunas. Complejo litoral fósil inferior. Pt 927.	43
Foto 7: Frente de importancia que muestra un sistema de grandes barras de marea) que se aprietan hacia el Nordeste) pt 927.	44
Foto 8: Depósitos de duna fósil del complejo inferior, mostrando laminación de alto ángulo. (Pt 957), cerca de la carretera Bávaro-El Salado.	45
Foto 9: Ejemplo de depósitos tidales (megaripples orientados en dos sentidos opuestos). Plataforma inferior (4)	81

Foto 10: Detalle de megaripples tidales, destaca la presencia de madrigueras verticales....	82
Foto 11: Frente de trabajo de la cantera situada más al norte, destacar los sistemas de grandes barras tidales.	83

1 INTRODUCCIÓN

1.1 METODOLOGÍA

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales del siglo pasado, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea, en concepto de donación. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución del denominado Proyecto 1B, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a TYPSA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN).

Este Proyecto comprende varias zonas que junto con las ya abordadas con motivo de los proyectos previos (C, ejecutado en el periodo 1997-2000; K y L, ejecutados en el periodo 2002-2004), completan la mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 63 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000 (Figura 1):

Zona Norte:

- La Vega (La Vega, 6073-I; Jarabacoa, 6073-II, Manabao, 6073-III; y Jánico, 6073-IV)
- San Francisco de Macorís (Pimentel, 6173-I; Cotuí, 6173-II; Fantino, 6173-III; y San Francisco de Macorís, 6173-IV)
- Sánchez (Sánchez, 6273-I; Palmar Nuevo, 6273-II; Cevicos, 6273-III; y Villa Riva 6273-IV)
- Samaná (Las Galeras, 6373-I; Sabana de la Mar, 6373-III; y Samaná, 6373-IV)

-
- Santiago (San Francisco Arriba, 6074-I; Santiago, 6074-II; San José de las Matas, 6074-III; y Esperanza, 6074-IV)
 - Salcedo (Río San Juan, 6174-I; Guayabito, 6174-II; Salcedo, 6174-III; y Gaspar Hernández, 6174-IV)
 - Nagua (Nagua, 6274-III; y Cabrera, 6274-IV)
 - La Isabela (Barrancón, 5975-I; El Mamey, 5975-II; Villa Vasquez, 5975-III; y El Cacao, 5975-IV)
 - Puerto Plata (Puerto Plata, 6075-II; Imbert, 6075-III; y Luperón, 6075-IV)
 - Sabaneta de Yásica (Sabaneta de Yásica, 6175-III)

Zona Sureste:

- La Granchorra (La Granchorra, 6470-I; y Mano Juan, 6470-II)
- Santo Domingo (Guerra, 6271-I; Boca Chica, 6271-II; Santo Domingo, 6271-III; y Villa Mella, 6271-IV)
- San Pedro de Macorís (Ramón Santana, 6371-I; Boca del Soco, 6371-II; San Pedro de Macorís, 6371-III; y Los Llanos, 6371-IV)
- La Romana (Higüey, 6471-I; San Rafael del Yuma, 6471-II; La Romana; 6471-III, y Guaymate, 6471-IV)
- Juanillo (Juanillo, 6571-III; y Pantanal, 6571-IV)
- Las Lisas (La Vacama, 6472-I; y El Salado, 6472-II)
- Bávaro (Bávaro, 6572-III)

Zona Sur:

- Sabana Buey (Sabana Buey, 6070-I)
- Baní (Nizao, 6071-I; y Baní, 6071-IV)

Zona Suroeste:

- Isla Beata (Isla Beata, 5868-I)
- Cabo Rojo (Cabo Rojo, 5869-I; y Punta Ceminche, 5869-II)
- Enriquillo (Enriquillo, 5969-I; Oviedo, 5969-III, y Arroyo Dulce, 5969-IV)
- Pedernales (Puerto Escondido, 5870-I; y Pedernales, 5870-II)

Barahona (La Ciénaga, 5970-II; y Polo, 5970-III)

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, la ejecución de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las de su entorno, con frecuentes visitas a sus territorios; por ello, a lo largo de la presente Memoria son frecuentes las referencias a otras Hojas, en especial a las que integran la Llanura costera.

Durante la realización de la Hoja a escala 1:50.000 de Bávaro se ha utilizado la información disponible de diversa procedencia, así como las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. Para la identificación y el seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes, ha sido de gran utilidad el Mapa Aeromagnético de la República Dominicana.

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras con GPS Garmin 60 (petrológicas, paleontológicas y sedimentológicas), datos de tipo estructural y fotografías. De forma coordinada con la elaboración de la Hoja, se realizó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante correspondiente, a escala 1:100.000 (Salvaleón de Higüey 6471).

Todos los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del programa nacional de cartas geológicas a escala 1:50.000 y temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana, e inspirada en el modelo del mapa geológico nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA)

1.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La Hoja de Bávaro (6572-III) se encuentra situada en el margen este de la Llanura Costera Oriental que representa una área de morfología plano-ondulada, sin drenaje superficial, con altitud que varía desde 42 m en la esquina SO de la Hoja y el nivel de drenaje no atlántico al NE (Figura 1 y Figura 2).

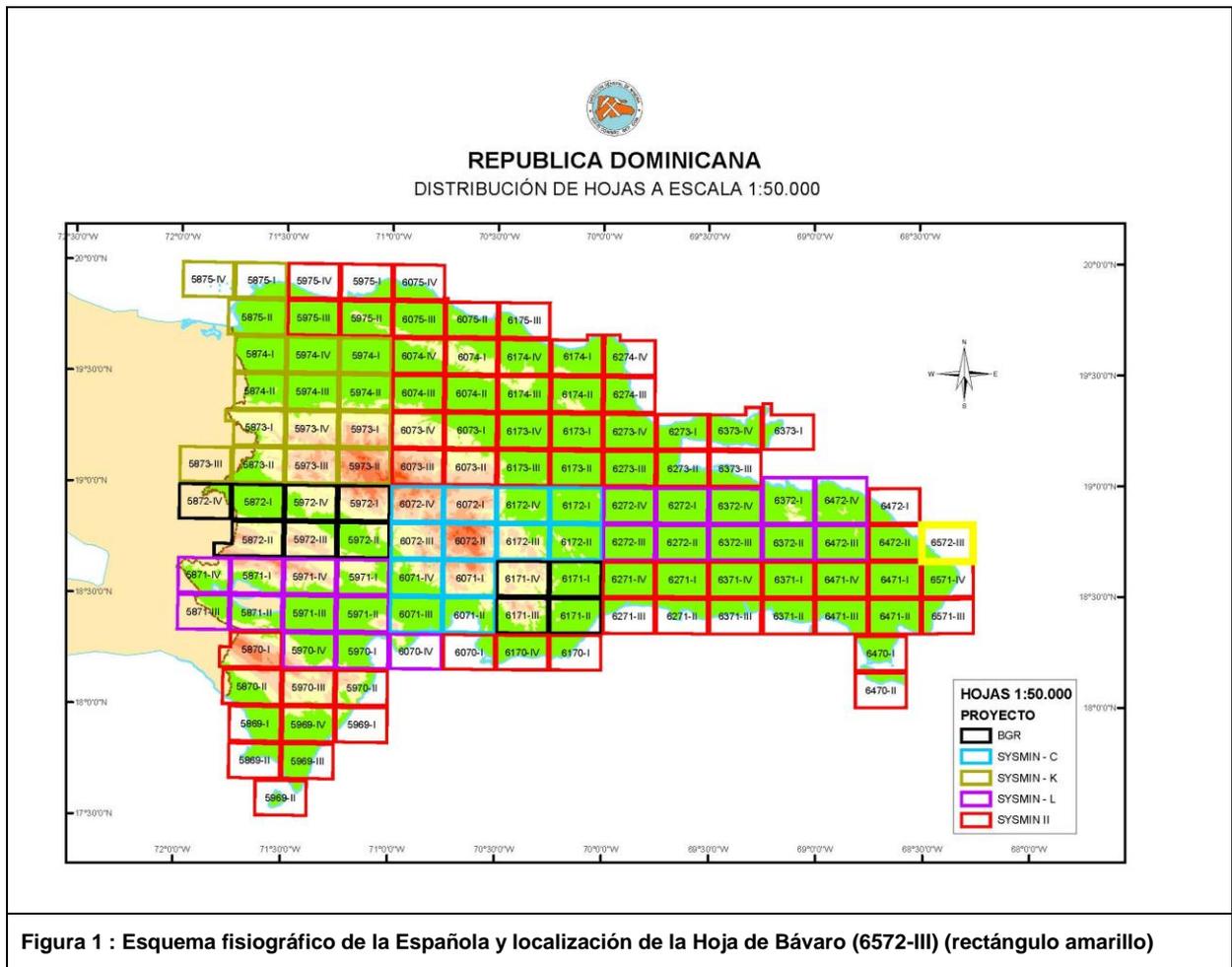
El territorio pertenece al municipio de Salvaleón de Higüey, en la Provincia de la Altagracia creada en 1944.

El pueblo de Bávaro, ubicado a 1,5 km del Océano, está situado a 100 km al Este de la Capital Santo Domingo.

La economía de la región se basa en el turismo. Las playas de Punta Bávaro y Punta Cana son unos de los focos turísticos de mayor importancia en la República Dominicana.

La región posee un típico clima tropical (De la Fuente, 1976), suavizado por su carácter insular, con temperaturas medias de 26-27° C y precipitaciones de 1.000-1.100 mm/año; es frecuente la llegada de tormentas tropicales y huracanes, especialmente concentrados en septiembre y octubre, observándose variaciones estacionales ligeras, siendo algo más acusadas las diarias. La época lluviosa se extiende de marzo a diciembre y la seca, de diciembre a marzo.

La vegetación autóctona corresponde a un bosque seco subtropical



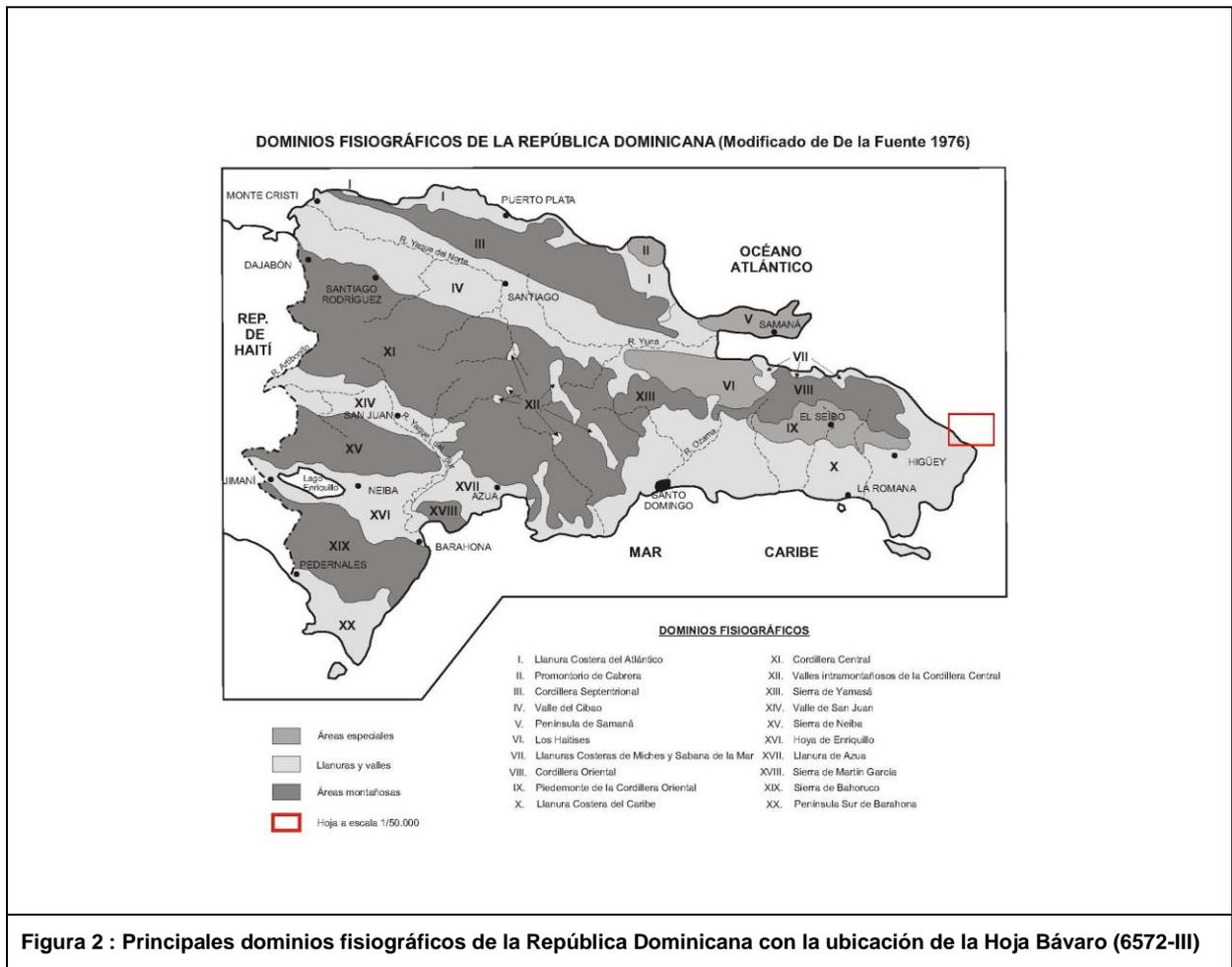
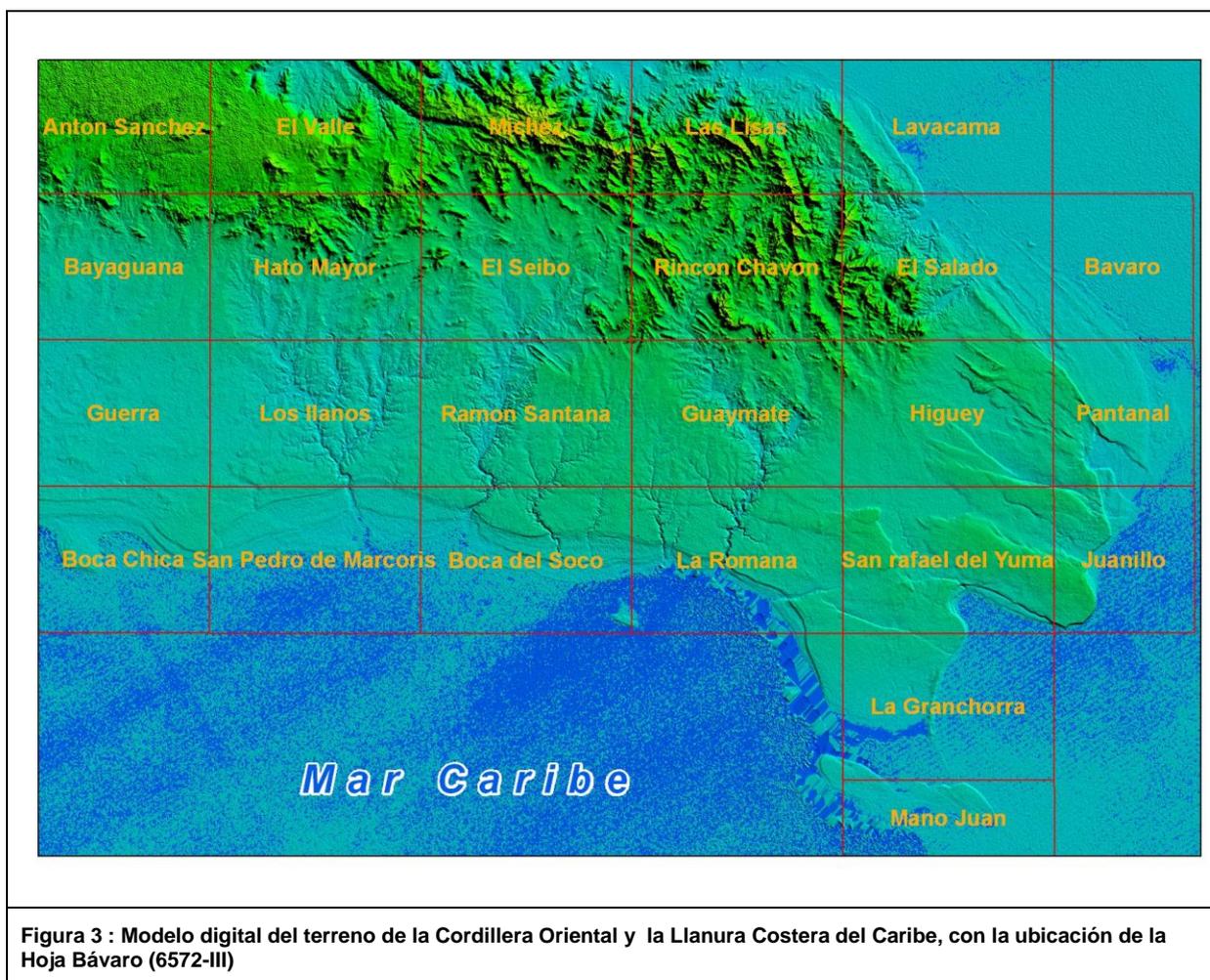


Figura 2 : Principales dominios fisiográficos de la República Dominicana con la ubicación de la Hoja Bávaro (6572-III)



1.3 MARCO GEOLÓGICO

1.3.1 Marco geológico regional

La isla La Española es la segunda en extensión de las Antillas Mayores que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela. Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann P. *et al.*, 1991), o Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke K. *et al.*, 1980). Existe un común acuerdo en que todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y que todos ellos se empezaron a formar en el Pacífico, a partir del (Jurásico Superior?) - Cretácico Inferior (Mann P. *et al.*, 1991), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el Este durante el

Cretácico Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindell J. L. y Barret S.F., 1990 ; Pindell J.L., 1994) (Figura 4; Figura 5).

La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a subparalelo a su traza, y al Sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (Byrne D.B. et al., 1985 ; Masson D.G. y Scanlon K.M., 1991) (Figura 4; Figura 5; Figura 6). El margen norte de la Placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretácico y parte del Eoceno, a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (colisión arco-continente), un límite dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter senestro que acomodan el desplazamiento hacia el Este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann P. et al., 1991). La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, fue diacrónica, ya que comenzó en el Eoceno Medio en Cuba (Pardo G., 1975) y terminó en el Oligoceno Inferior en Puerto Rico (Dolan J.F. et al., 1991). Entre estas dos islas, en el segmento correspondiente a La Española, la colisión ocurrió en el intervalo Eoceno Medio-Superior. La tectónica transcurrente comenzó, en este margen norte de la placa, a partir del Eoceno con la apertura del Surco del Caimán (Mann P. et al., 1991) y se mantiene hasta la actualidad, en un contexto fundamentalmente transpresivo para todo el conjunto de la isla.

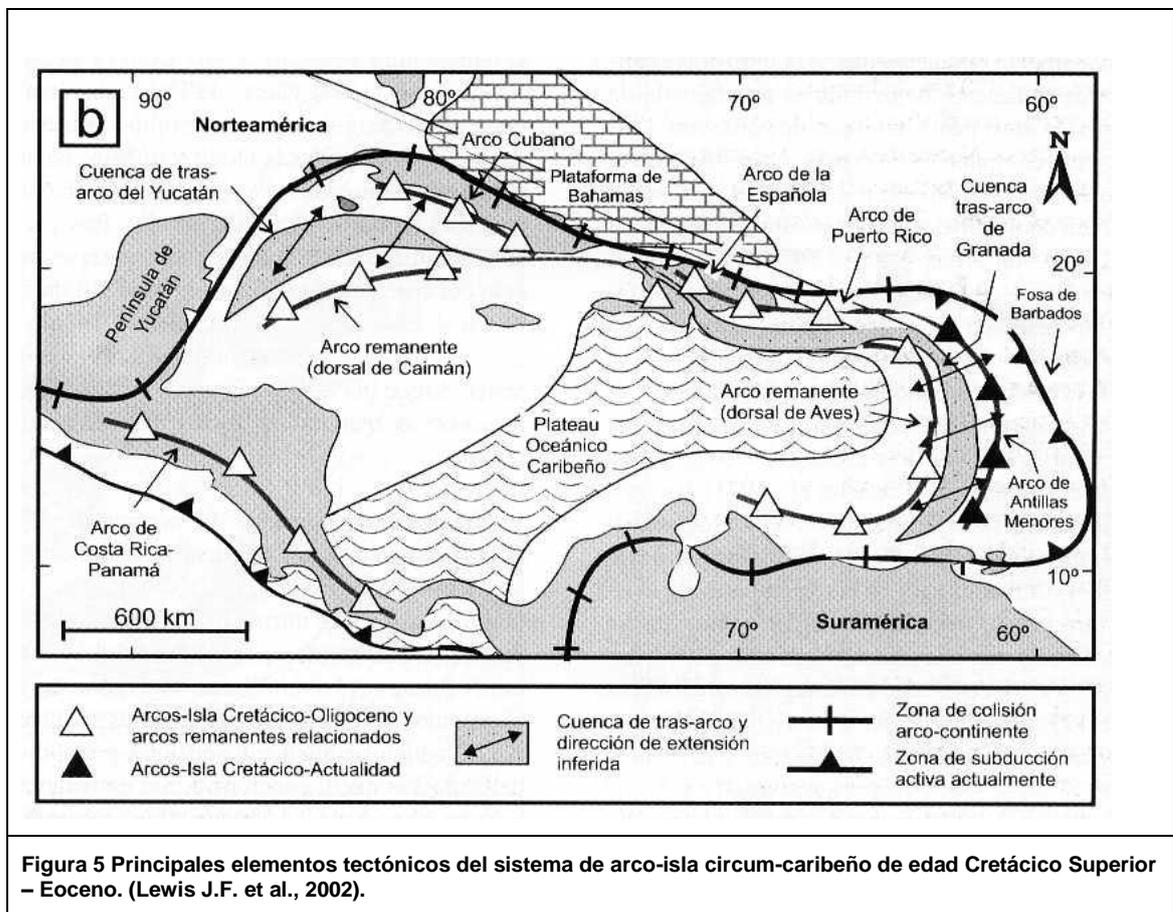
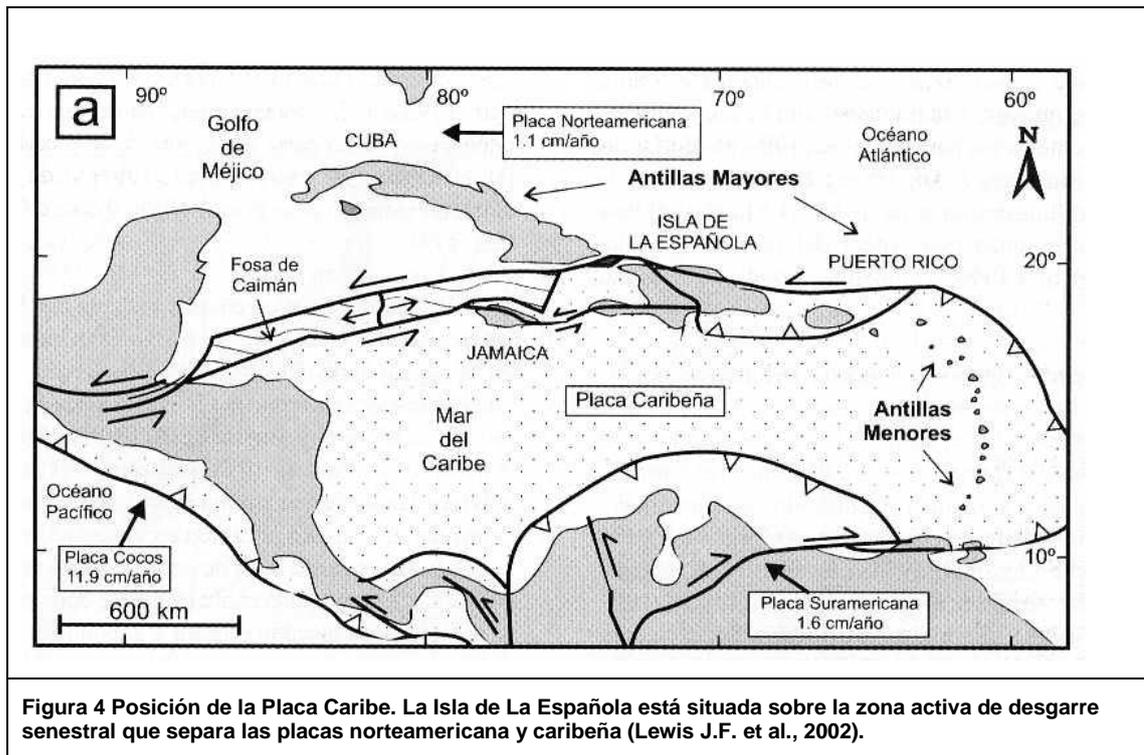
La Cordillera Oriental es el bloque más extenso de rocas cretácicas (875 km² según Lebrón M.C. y Perfit M.R., 1994) de la aglomeración de terrenos que componen La Española (Mann P. et al., 1991) (Figura 7). El límite occidental es el cabalgamiento NO-SE de Hatillo que separa las rocas poco deformadas de la Cordillera Oriental de la banda de rocas de edad equivalente, pero fuertemente deformadas y con peridotita serpentizada (Peridotita de Loma Caribe), del Cinturón Intermedio (Bowin C., 1966). El límite norte rectilíneo son las fallas E-O de la Bahía de Samaná, que prolongan la cuenca del Cibao de La Española Central, donde se ha acumulado un espesor considerable de sedimentos neógenos. Hacia el Sur y hacia el Este, la Cordillera Oriental termina enterrada bajo la plataforma de carbonatos plio-cuaternaria de la Llanura Costera del Caribe.

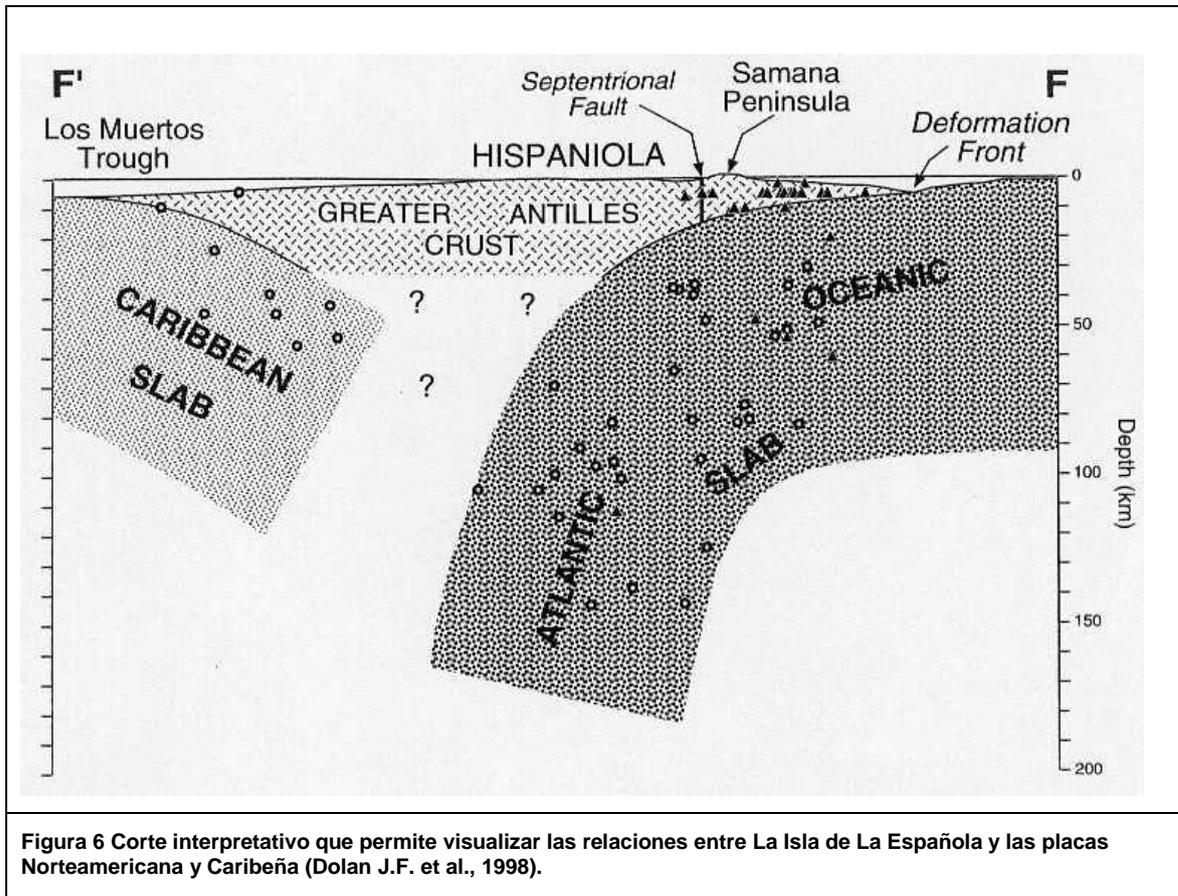
La mayor parte del espesor de la corteza de la Cordillera Oriental la forman varios kilómetros de rocas generadas en el Cretácico por acumulación de magma y sedimentos sobre la zona de subducción, en un arco de islas volcánico (Bowin C., 1975). Estas rocas incluyen lavas y

rocas volcanoclásticas cubiertas por calizas de edad cretácico inferior, epiclastitas y otras rocas sedimentarias de edad cretácico superior y granitoides intrusivos (plutones de El Valle y de Sabana Grande de Boyá).

Las series terciarias discordantes están dominadas por detríticos y carbonatos con una proporción de componentes de origen volcánico menor que las series cretácicas. El Paleógeno forma afloramientos discontinuos mientras que el Neógeno está representado por una plataforma de carbonatos que se extiende desde la bahía de Samaná hasta la costa del Caribe, y que desde su depósito, ha sido arqueada como un anticlinorio.

La Cordillera Oriental presenta una estructura de deformación por transpresión (García-Senz et al., 2007). La geometría, compatibilidad del movimiento y relaciones temporales entre las estructuras sugieren un modelo de deformación en dos etapas: 1) Cretácico superior, edad de crecimiento del antiforme, bien reconocible en la cartografía geológica, en cuyo núcleo afloran las rocas de la Fm Los Ranchos, y 2) las estructuras superpuestas formadas entre el Cenozoico y la actualidad. A gran escala, la estructura de la Cordillera Oriental es una estructura en flor positiva marcada por fallas de desgarre senestras NO-SE, siendo la Falla del Yabón la más importante (García-Senz et al., 2007). Se observan pliegues y fallas de desgarre oblicuos entre sí formados por inversión de las cuencas Eocenas desarrolladas discordantemente sobre la Formación Las Guayabas (Cretácico superior). Los pliegues de la segunda etapa presentan trazas axiales sigmoidales y se disponen en escalón con relación a las fallas de desgarre. Se observan pliegues generados en progresión secuencial en relación con la Falla de Yabón, dispuestos en abanico, evidenciando una deformación rotacional senestra. También existen pliegues cortados por falla tipo Riedel dando figuras cartográficas a modo de semianticlinales y semisinclinales. La forma en planta de las fallas principales que divergen de las fallas de Samaná, y su movimiento en dirección con componente inversa, indican que el material de la Cordillera es extruido lateralmente hacia el Sureste, como en una estructura positiva en flor.





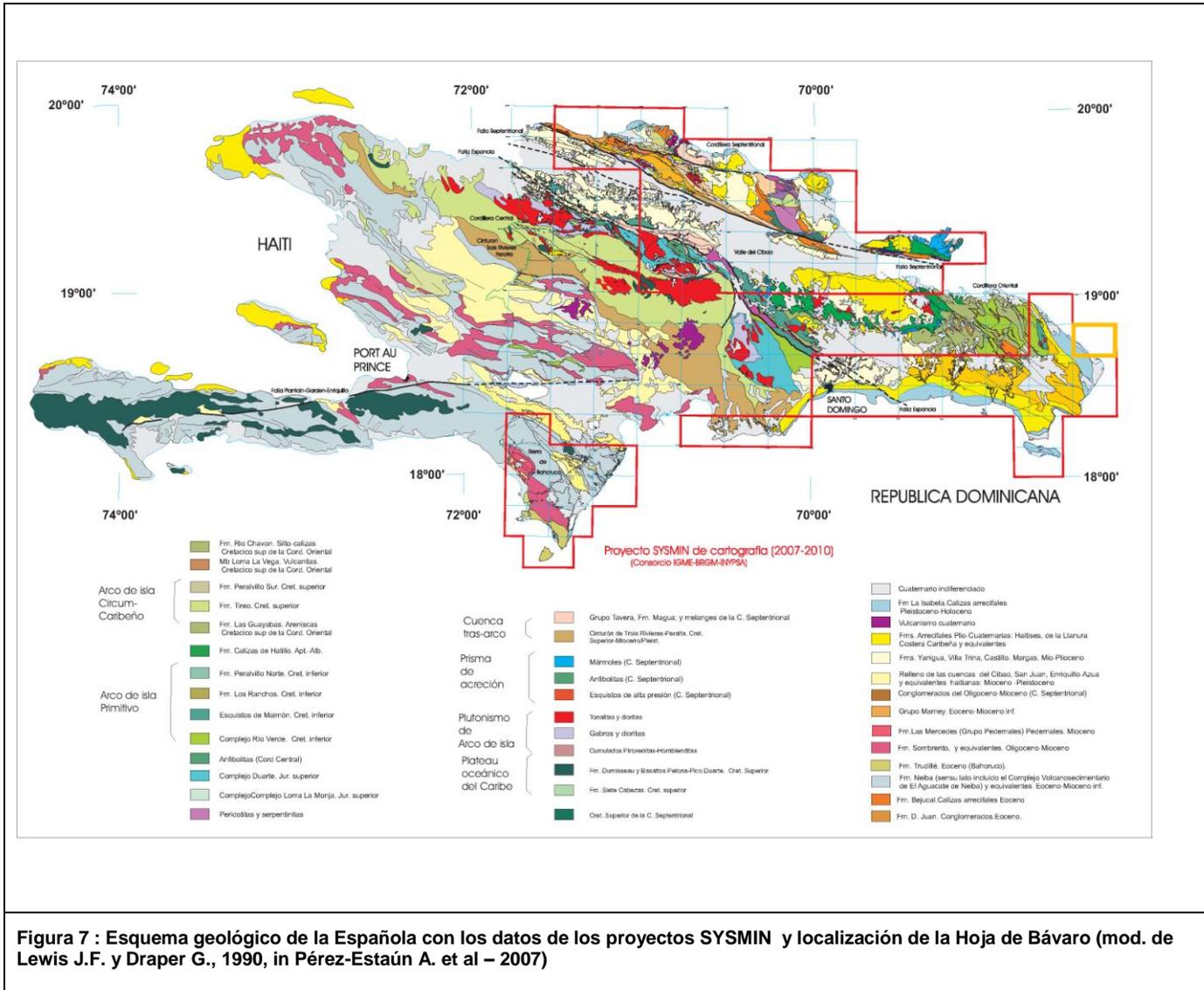


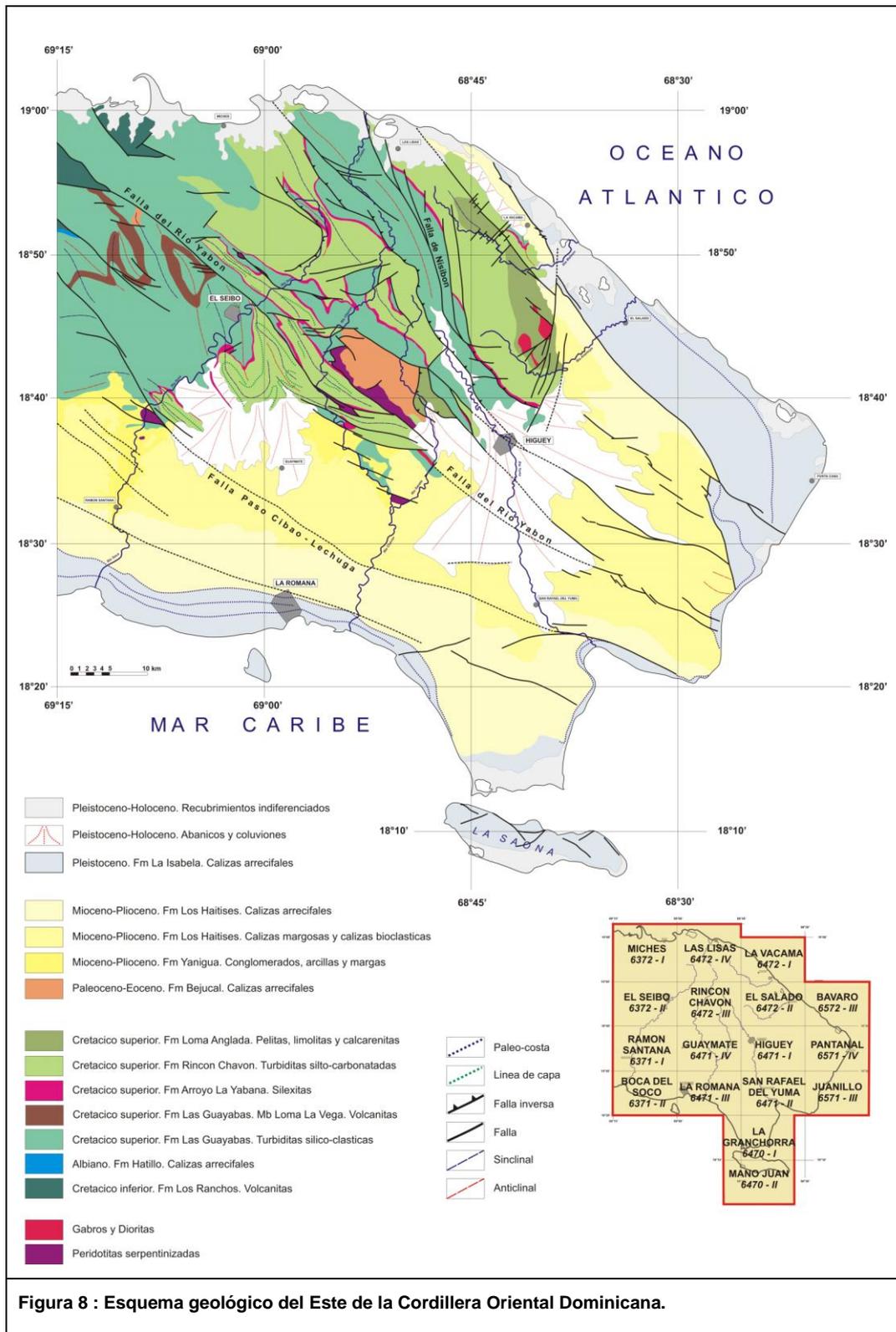
Figura 7 : Esquema geológico de la Española con los datos de los proyectos SYSMIN y localización de la Hoja de Bávaro (mod. de Lewis J.F. y Draper G., 1990, in Pérez-Estaún A. et al – 2007)

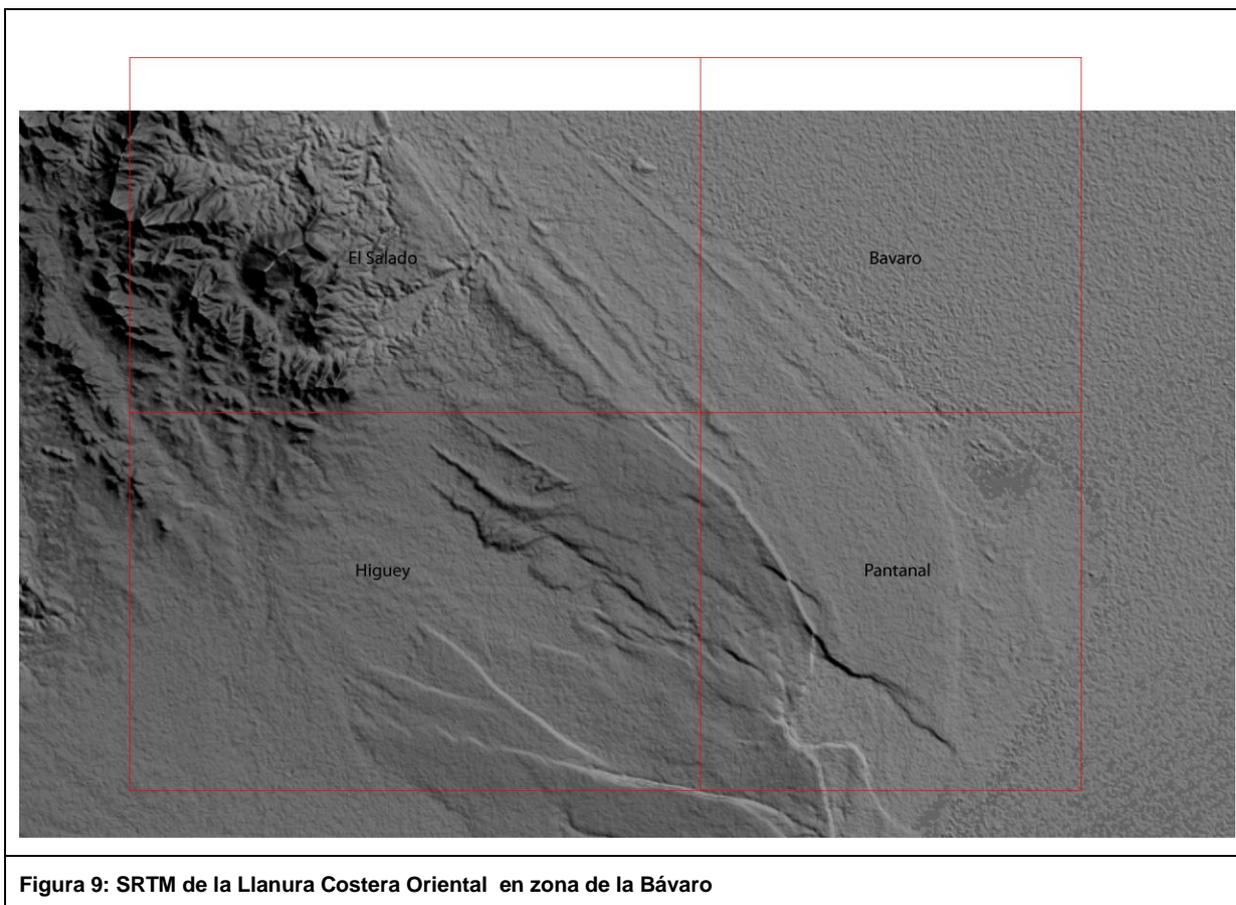
1.3.2 Marco geológico de la Hoja de Bávaro

La Hoja de Bávaro refleja fielmente las características geológicas del dominio en el que se incluye, la Llanura costera oriental. La estructura geológica de ésta se basa en la presencia de una plataforma marina pliocena de tipo construcción arrecifal-*lagoon* (Fm. Los Haitises), elevada a comienzos del Cuaternario. La emersión y consiguiente retirada de la línea de costa hacia el sur, daría lugar a la migración de las construcciones arrecifales cuaternarias (Fm La Isabela), con elaboración de superficies de aterramiento asociadas.

Dentro de este contexto general, la Hoja posee una buena representación de la Fm. La Isabela particularmente de los sedimentos litorales y eólicos relacionados con la emersión de la Fm La Isabela (Figura 8). Entre los sedimentos cuaternarios, cabe destacar los de origen kárstico, desarrollados a expensas de los materiales calcáreos de las formaciones citadas.

Aunque el ascenso de la plataforma y la consiguiente retirada del mar son interpretados en el contexto de una elevación de la región relacionada con fenómenos de envergadura geodinámica, las estructuras superficiales que respondan a deformaciones tectónicas son reducidas, si bien diversos métodos geofísicos han señalado la presencia en profundidad de fallas paralelas a la Zona del Río Yabón al oeste, siguiendo un trazado de noroeste a este (Figura 8).





1.4 ANTECEDENTES

Aunque los trabajos geológicos pioneros en la República Dominicana se remontan a la época del descubrimiento de América, el conocimiento actual se sustenta principalmente en el notable impulso que se produjo entre las décadas de los años sesenta y ochenta del pasado siglo, merced a la elaboración de una serie de tesis doctorales de carácter regional, entre las que cabe señalar las de: Bowin (1960), sobre el sector central de la República Dominicana; Nagle (1966), relativa a la geología del sector de Puerto Plata; Mann (1983), centrada en aspectos estructurales y estratigráficos de La Española y Jamaica; Bourdon (1985), con un detalle considerable de la Cordillera Oriental, principalmente en cuanto a estratigrafía, paleontología y petrología; Boisseau (1987), sobre la estructura del flanco nororiental de la Cordillera Central; Mercier de Lepinay (1987), ambicioso estudio estratigráfico y estructural de la isla para establecer su interpretación geodinámica; De Zoeten (1988), acerca de la estratigrafía y la estructura de la Cordillera Septentrional; y

Dolan (1988), relativa a la sedimentación paleógena en las cuencas orientales de las Antillas Mayores.

Es imprescindible destacar la auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos acerca de La Española que supuso la interesante monografía de Mann *et al.* (1991) para la Sociedad Geológica de América, documento básico para trabajos posteriores. No obstante, en ella se echa de menos algún artículo relativo a un dominio de la extensión de la Llanura Costera del Caribe. El volumen va acompañado de cartografías sintéticas a escala 1:150.000 de diversos dominios, observándose también una importante escasez de datos en relación con la llanura. Además de estas cartografías de síntesis, es preciso destacar la efectuada a escala 1:250.000 por la Dirección General de Minería y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991).

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar las monografías elaboradas a partir de la información acumulada en los anteriores proyectos del Programa SYSMIN: Pérez-Estaún *et al.* (2002), relacionada con el Proyecto C, desarrollado fundamentalmente en la Cordillera Central y la cuenca de Ázua; y Pérez-Estaún *et al.* (2007), relacionada con los proyectos K y L, desarrollados básicamente en las cordilleras Central y Oriental, las sierras de Bahoruco y Neiba y las cuencas de Enriquillo y del Cibao.

En relación con el territorio ocupado por la Hoja, los complejos arrecifales del sector suroriental de La Española han sido mencionados desde épocas remotas (Gabb, 1873; Cook, en Vaughan *et al.*, 1921). No obstante, la primera descripción detallada de estas terrazas es debida a Barrett (1962), que señala la existencia de ocho niveles principales. Posteriormente, Schubert y Cowart (1982) proponen una cronología preliminar para estos niveles y Geister (1982) se centra en aspectos paleoambientales y paleogeográficos del sector Santo Domingo-Boca Chica.

En cualquier caso, el trabajo de mayor interés para la realización de la presente Hoja ha sido el informe elaborado por Braga (2010) dentro del presente proyecto, en el que además de tener en cuenta los datos aportados por los trabajos previos, aborda la estratigrafía, sedimentología y paleogeografía de las formaciones arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana, incluyendo además referencias concretas a la Hoja de Pantanal.

En cuanto a los estudios de índole geomorfológica, son escasos, al igual que en el resto de la República Dominicana. De entre ellos, hay que resaltar el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones, apunta numerosas consideraciones de orden geomorfológico; sus denominaciones geográficas han servido de referencia durante la realización del presente trabajo.

Por último, dentro del Programa SYSMIN y con carácter general en relación al ámbito dominicano, es preciso señalar los trabajos relativos a geofísica aeroportada (CGG, 1997) y a aspectos sísmicos (Prointec, 1999) e hidrogeológicos (Acuater, 2000; Eptisa, 2004).

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja a escala 1:50.000 de Bávaro afloran exclusivamente materiales cenozoicos, en concreto pleistocenos, que constituyen dos conjuntos netamente diferenciados:

- Materiales pleistocenos, que configuran la morfoestructura de la zona. Se trata de rocas sedimentarias de origen marino cuya disposición es el resultado de la acción combinada de la tendencia ascendente de la región y de las pulsaciones eustáticas.
- Materiales cuaternarios, holocenos predominantemente, que se disponen discontinuamente sobre los anteriores. Responden a un espectro genético variado que incluye depósitos de origen litoral y antrópico.

2.1 CENOZOICO

2.1.1 Plioceno-Pleistoceno

2.1.1.1 Generalidades

Solamente los depósitos pleistocenos y holocenos afloran en la hoja de Bávaro.

La escasa extensión de la hoja de Bávaro, así como las malas condiciones de afloramiento en esta hoja proporcionan pocos puntos de observación. En consecuencia, las descripciones realizadas aquí se basan frecuentemente en aquellas observaciones realizadas en las hojas adyacentes, en particular en la Hoja de El Salado.

La mayor parte de la hoja está representada por formaciones carbonatadas marinas. Estas formaciones están dispuestas en marcha en escalera. Dos niveles relativamente planos están separados por una ruptura de pendiente situada en torno a los 10 m de altitud. Estas plataformas inferiores y superiores poseen los mismos contenidos en términos de sedimentos.

Dentro de cada una de ellas, se diferencian los depósitos marinos con corales más o menos abundantes, atribuidos a la formación Isabela, y los depósitos granulares correspondientes a complejos litorales fósiles.

Para un nivel de plataforma, los depósitos granulares son equivalente lateral de los depósitos arrecifales y se sitúan detrás o encima de estos últimos.

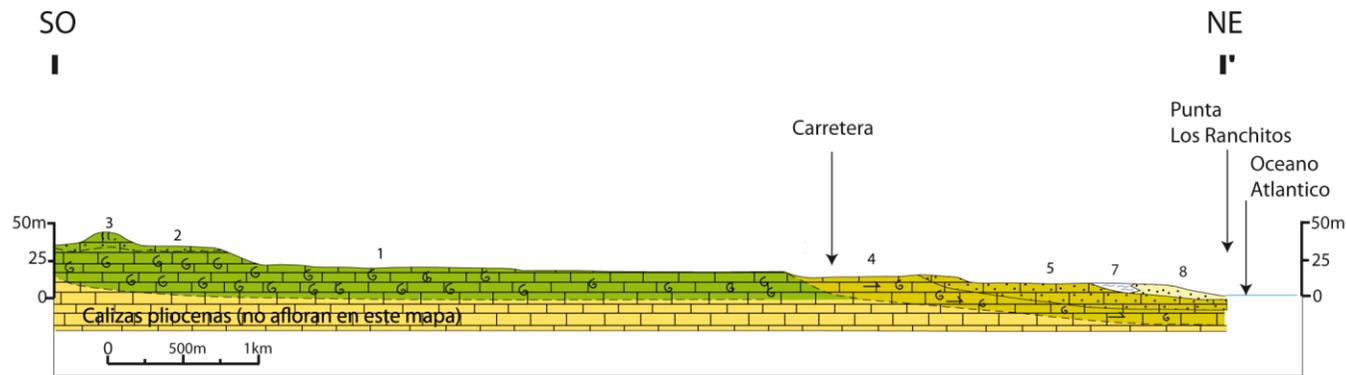
La cartografía de las formaciones carbonatadas, está basada en la diferenciación de dos niveles de plataforma, superior e inferior, separados por una ruptura de pendiente. En el interior de estas plataformas, se diferencian los depósitos de la formación Isabela sensu stricto (inferiores o superiores), y los depósitos del complejo litoral (inferiores o superiores).

Por correlación con la formación Isabela aflorante a lo largo de la Llanura costera del Caribe, bien datada, una edad Pleistoceno medio a superior podría ser atribuida a estas formaciones.

Los dos niveles de plataforma están depositados en un contexto general de elevación de la isla, y se corresponde con alternancias de depósitos durante los periodos de máximo nivel marino y emersión/alteración durante la bajada del nivel del mar. En ese contexto; el nivel de plataforma superior es el más antiguo.

En proximidad con el mar, se observa un complejo litoral actual constituido por cordones litorales y playas, y lagunas situadas detrás de estas últimas. Sin embargo, esta zona ha estado constantemente modificada por la urbanización en los últimos veinte años realizada en el entorno de Bávaro, anteriormente casi inhabitadas, del mayor complejo turístico de la República Dominicana. La mayor parte de la costa está actualmente ocupada por los Resorts.

SECCION HOJA DE BAVARO (6572 III).



- | | | | |
|--|--|--|--|
| | 8. Cordones litorales y playas. | | 3. Complejo litoral fosil superior. Duna fosil. |
| | 7. Lagunas colmatadas con manglares. | | 2. Complejo litoral fosil superior. Calcarenitas |
| | 5. Complejo litoral fosil inferior. Calcarenitas. | | 1. Formacion Los Haitises.
Plata forma superior. Calizas arrecifales. |
| | 4. Formacion Los Haitises. Plata forma inferior.
Calizas margosas con parches de corales. | | Calizas pliocenas (no afloran en este mapa) |

Figura 10 Corte geológico SW-NE correspondiendo al corte I-I' de la hoja Bávaro

2.1.2 Formación Isabela. Plataforma superior. Calizas arrecifales. (1). Pleistoceno (Q).

Estos depósitos se extienden a lo largo de una zona relativamente plana. “Bajo la denominación “Calizas de La Isabela” se pueden recoger las calizas y rocas siliciclásticas asociadas formadas en medios sedimentarios relacionados con los arrecifes que rodearon La Española durante el Pleistoceno. Fue definida por Marcano y Tavares (1982) en las proximidades de La Isabela, en la costa norte de la RD, pero sus características litológicas, de facies y de arquitectura estratigráfica se repiten con pequeñas variaciones en largos segmentos de la costa dominicana, especialmente en el este y sureste “Braga 2010. .

Esta formación aflora relativamente mal en la hoja de Bávaro. Las calizas encontradas aquí son esencialmente calizas finas, micríticas con pequeños corales ramosos dispersos. Contienen cantidades relativamente abundantes de moluscos y gasterópodos. Están frecuentemente bioturbados (Foto 1 y Foto 2).

Estos depósitos están interpretados como sedimentos de lagoon más o menos abierto.

Los grandes corales y construcciones arrecifales que son habituales en la formación Isabela (Geister, 1980, Braga, 2010) son relativamente escasos en la hoja de Bávaro. Sin embargo, numerosos niveles de construcción arrecifal con grandes corales (como por ejemplo *Acropora palmata*) han sido observados en las canteras de las hojas adyacentes, El Salado (Monthel, 2010) y Pantanal (Díaz de Neira, 2010), particularmente en los niveles más elevados.

En las dos hojas adyacentes, los niveles de corales están frecuentemente recubiertos o por calizas micríticas o bien por los complejos litorales fósiles. El hecho de que estas grandes construcciones arrecifales no se hayan observado en la hoja de Bávaro se debe probablemente a la escasez de grandes frentes de trabajo en esta hoja.

La potencia de esta formación no sobrepasa probablemente la veintena de metros.

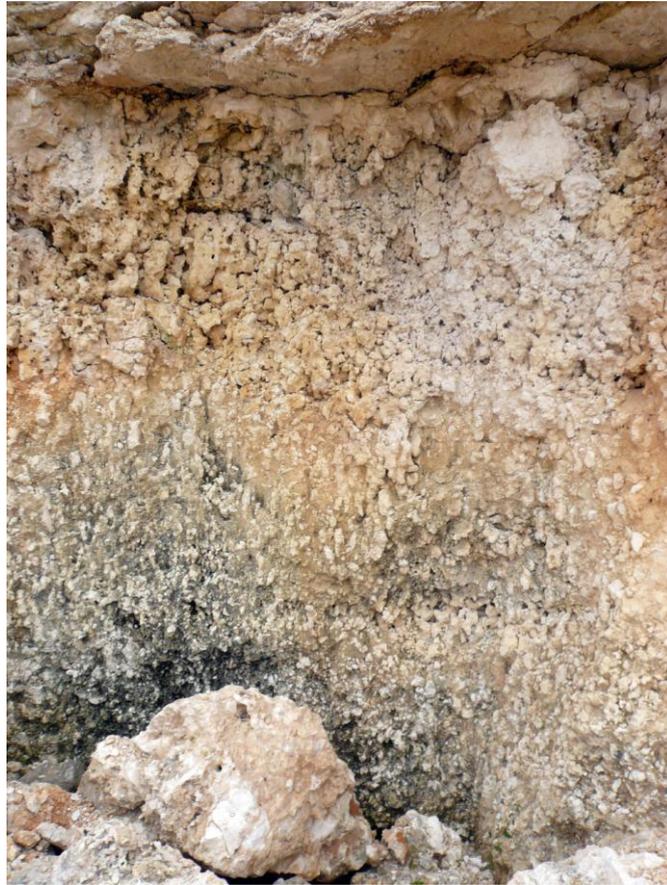


Foto 1: Facies de lagoon muy bioturbada. Hoja del Salado (pt 48).

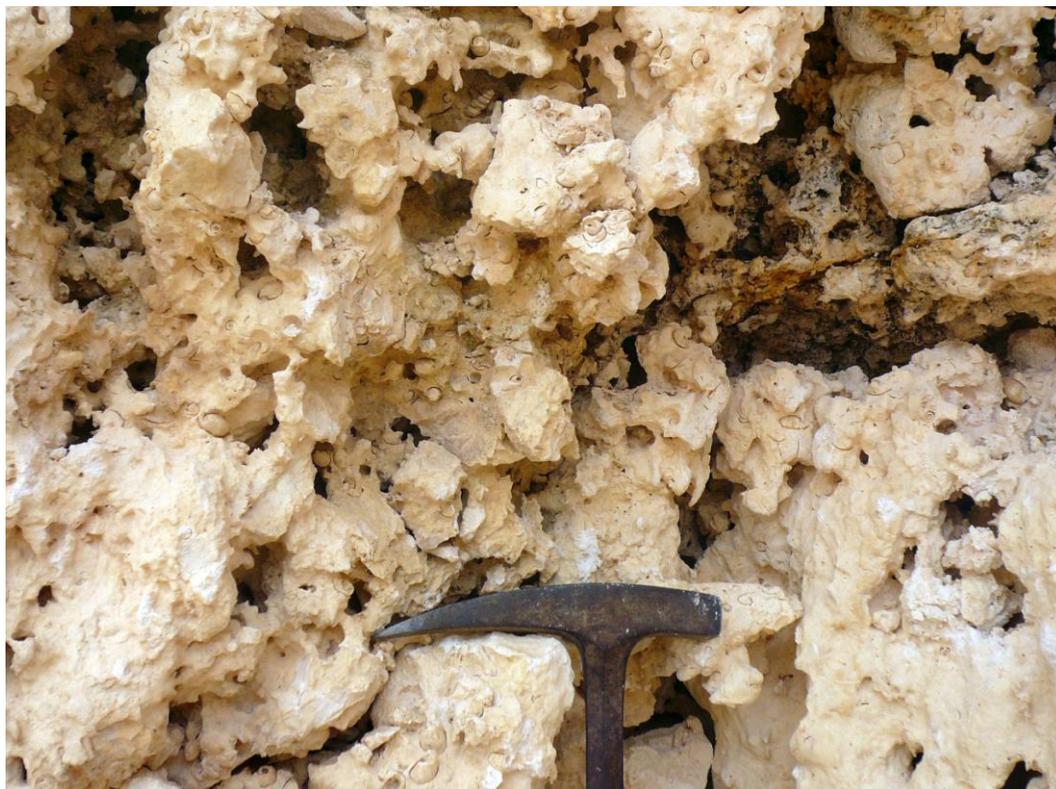


Foto 2: Detalle de la foto anterior, mostrando la abundancia de moluscos y gasterópodos en esta facies. Hoja Del Salado (pt 48).

2.1.3 Complejo litoral fósil superior (2 y 3).

Estos depósitos son sistemáticamente granulares y varían entre packstones y grainstones. La fauna es escasa o ausente. Se sitúan sistemáticamente detrás o encima de los depósitos de la formación Isabela sensu stricto, del que son un equivalente lateral. Cada uno de los complejos litorales (inferior y superior) es diferenciado entre las calcarenitas más o menos laminadas correspondientes a los depósitos litorales y las calcarenitas con estratificación de alto ángulo que son dunas eólicas fósiles.

Los depósitos de complejos litorales son particulares de esta costa este de la República Dominicana. Se corresponden con sedimentos de alta energía depositados bajo la influencia de la fuerte dinámica del océano Atlántico y los vientos. Estos depósitos anuncian la configuración actual de la costa, donde dominan los cordones litorales formados bajo la influencia del oleaje y las corrientes mareales del océano Atlántico

2.1.3.1 Calcarenitas. Complejo litoral fósil. (2). Pleistoceno (Q)

Existen escasos puntos de afloramiento de esta formación en la hoja de Bávaro, una buena parte de las descripciones se basan en las observaciones realizadas en las inmediaciones en la hoja de El Salado. Se trata de calcarenitas relativamente gruesas, con macrofauna poco abundante (algunos gasterópodos), los foraminíferos bentónicos pueden ser muy abundantes. Estos depósitos se corresponden con recubrimientos relativamente poco potentes, de la formación Isabela. Siguiendo algunas secciones (observaciones realizadas en la hoja de El Salado), se puede ver efectivamente que estos depósitos raramente superan algunos metros y reposan directamente en la formación previa (La Isabela, 1) con contacto en conformidad y a menudo erosivo.

Estos depósitos muestran frecuentemente formas sedimentarias, en particular láminas planas o megaripples. Muy buenos ejemplos pueden verse en la hoja de El Salado (Foto 3). Estos se corresponden con un medio de depósito de alta energía, y son interpretadas como depósitos de cordón litoral, en los que las mareas y el oleaje redistribuyen grandes cantidades de sedimento calcarenítico. Las facies de playa son probablemente abundantes en esta unidad.



Foto 3: Calcarenitas laminadas del complejo litoral superior, Hoja del Salado. Pt 67.

2.1.3.2 Dunas fósiles (3). Calcarenitas con estratificación de alto ángulo. Pleistoceno (Q).

Se trata de calcarenitas muy finas y muy bien seleccionadas, en las que la fauna es casi ausente. Están organizadas en láminas muy continuas de varios centímetros de potencia, a menudo separadas por niveles más rojizos, y mostrando una fuerte pendiente en dirección del continente. Las dunas fósiles son fácilmente identificables en la topografía, formando un relieve en lomas muy marcado de algunos metros de altura, estirado según las direcciones NO-SE. Estas direcciones se traducen en la orientación de una paleo-línea de costa que parece ser la misma desde el Pleistoceno hasta hoy en día. La duna cartografiada aquí se sitúa en torno a 40 m de cota y se continúa al sur en la hoja de Pantanal.

Estas dunas reposan principalmente en los depósitos de capas de calcarenitas (2), o directamente sobre la formación Isabela (1). Este es visible en la cantera situada en la hoja

Pantanal a algunas centenas de metros solamente del límite de la hoja de Bávaro. La duna fósil descansa directamente sobre las calizas con corales gruesos atribuibles a la formación Isabela. Se tendrá en cuenta que estas calizas están rubificadas y alteradas. Esto indica un periodo de alteración más o menos largo que separa la emersión de depósitos arrecifales del recubrimiento por la duna eólica.



Foto 4: Duna fósil a techo, formado por calcarenitas laminadas, recubre las calizas arrecifales muy alteradas de la Isabela (pt 999).

2.1.4 Formación La Isabela. Plataforma inferior (4) Calizas margosas con parches de arrecife. Pleistoceno (P).

La plataforma inferior está, como la plataforma superior, constituida de depósitos marinos conteniendo algunos corales formando la plataforma inferior de la formación Isabela; y de depósitos calcareníticos litorales formando el complejo litoral inferior.

La plataforma inferior de la formación Isabela aflora muy mal en la hoja de Bávaro. Se corresponde esencialmente a calizas margosas, compuestas de moluscos, gasterópodos así como oncoides.

Esta unidad está separada de la plataforma superior por una ruptura de pendiente situada ligeramente en torno a 10 m. Sedimentológicamente, esta formación es frecuentemente más pobre en corales y más margosa que los depósitos de la plataforma superior situadas sobre la ruptura de pendiente. Esta unidad está interpretada como depósitos de lagoon relativamente interno.

2.1.5 Complejo litoral inferior. Calcarenitas (5) y Duna fósil (6).

2.1.5.1 Calcarenitas (5). Pleistoceno (Q).

Esta unidad está constituida por calcarenitas bien clasificadas (grainstone) relativamente gruesas, con fragmentos de moluscos y gasterópodos, a menudo ricos en foraminíferos. Estas calcarenitas contienen numerosas formas sedimentarias. Tres tipos de formas sedimentarias se han identificado: megaripples, laminas planas (o de escasa pendiente) y de antidunas Foto 5y Foto 6.

Esta unidad es muy continua y se orienta paralelamente a la costa actual, y marca la traza de una paleo-línea de costa. Este aflora en numerosas canteras y excavaciones en la parte sur de la hoja de Bávaro. A otra parte solas de las piedras volantes son visibles.

En las canteras donde son observables, las calcarenitas están constituidas esencialmente de megaripples de sentidos opuestos, característicos de depósitos tidales. Están localmente bioturbados por madrigueras verticales. Estos depósitos se pueden organizar en barras plurimétricas orientadas según las direcciones NE-SO, perpendicularmente a la costa. (Foto

7). Estos sistemas de barras adelgazan frecuentemente en dirección al mar. Se corresponden con barras tidales.

Asociados a megaripples, se encuentran localmente niveles con láminas planas de escasa pendiente que se corresponden a facies de playas (Foto 5). Estos depósitos de playa son probablemente bastante frecuentes en toda la unidad cartográfica como las calcarenitas.

El conjunto de estas facies se corresponde con depósitos perilitorales muy poco profundos formados en ambientes de alta energía, bajo la influencia de una agitación importante debido a la influencia del Océano Atlántico. La presencia de megaripples y principalmente de antidunas se traduce en velocidades importantes de corrientes tidales. La fuerte extensión de estos depósitos tidales sugiere un paisaje muy plano, con un cordón litoral muy desarrollado, pudiendo albergar detrás lagunas de mayor o menor extensión. El paisaje es comparable al paisaje actual, aunque este último esté modificado de sobra por la actividad humana.

En las canteras donde aflora, esta unidad posee 5 a 6 metros de potencia. Este no sobrepasa probablemente la decena de metros.



Foto 5: Ejemplo de depósitos mareales megaripples orientados en dos sentidos opuestos). Y niveles de láminas planas. Complejo litoral inferior (4) pt 924.

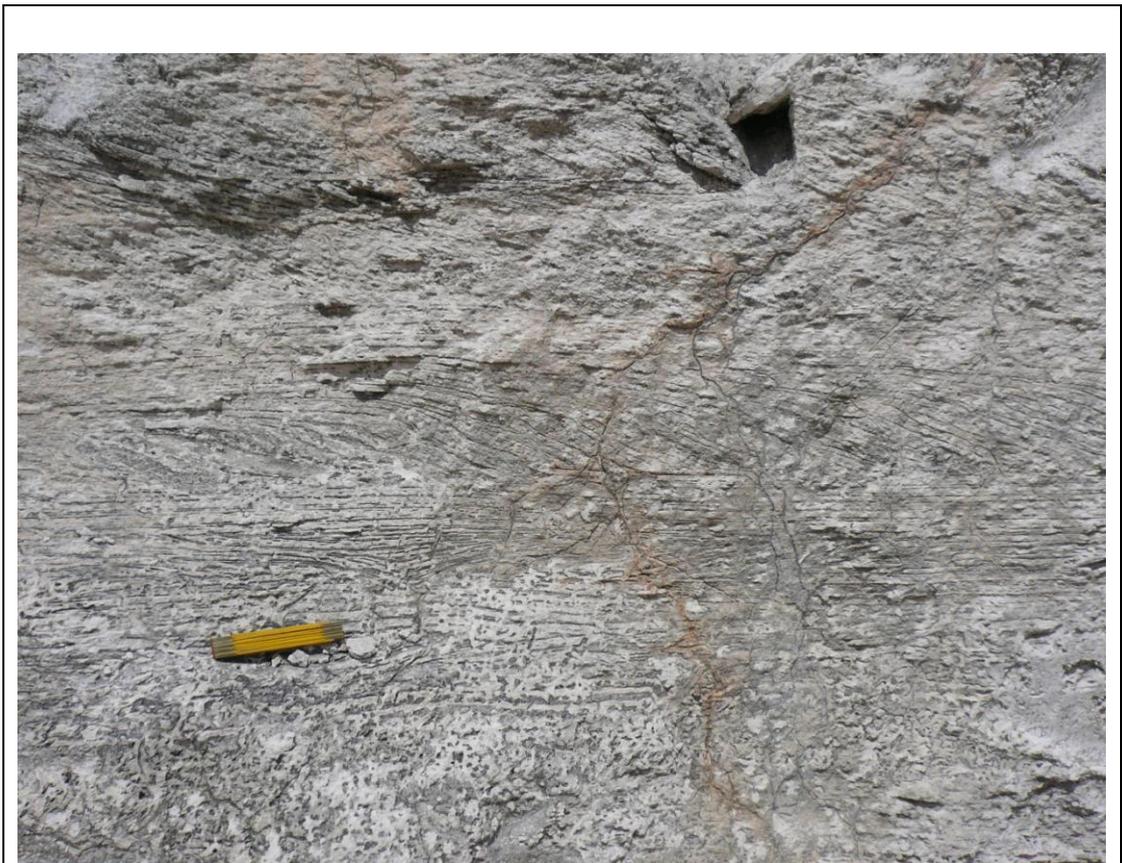


Foto 6: Ejemplo de antidunas. Complejo litoral fósil inferior. Pt 927.



Foto 7: Frente de importancia que muestra un sistema de grandes barras de marea) que se aprietan hacia el Nordeste) pt 927.

2.1.5.2 Duna fósil (6).Complejo litoral inferior. Calcarenitas con estratificación de alto ángulo. Pleistoceno (P)

Como en el caso de la duna fósil del complejo litoral superior, se trata de calcarenitas muy finas y muy bien clasificadas, en las que la fauna está casi ausente. Están organizados en láminas muy continuas de varios centímetros de potencia, y muestran una fuerte pendiente en dirección al continente (Foto 8). Una duna fósil se identifica al noroeste de la hoja de Bávaro, formando una cresta fina y muy marcada, estirada según las direcciones NO-SE que se corresponden con la orientación de la línea de costa desde el Pleistoceno hasta la actualidad. La duna cartografiada aquí se sitúa en torno a 20 m de altitud y se continúa al noroeste en la hoja de El Salado.



Foto 8: Depósitos de duna fósil del complejo inferior, mostrando laminación de alto ángulo. (Pt 957), cerca de la carretera Bávaro-El Salado.

2.1.6 Interpretación de los depósitos de la formación La Isabela o equivalentes:

2.1.6.1 Interpretación en términos de ambiente de depósito:

Cada uno de los dos niveles (inferior y superior) muestra un reparto idéntico de las principales facies y unidades.

Los depósitos marinos más o menos abiertos de la formación Isabela están situados delante o están recubiertos por los depósitos del complejo litoral. Un modelo de depósito (Figura 11, según Braga) puede proponerse reuniendo el conjunto de estas facies y su distribución.

Este modelo de facies está basado en numerosas observaciones a lo largo de toda la fachada atlántica. Las facies conglomeráticas no han sido observadas en la hoja de Bávaro.

Del mismo modo, las facies de talud no han sido identificadas. Fueron erosionadas probablemente por los transgresiones (cf. infra).

El modelo es más representativo de la plataforma superior en las que las construcciones arrecifales son abundantes en las hojas de El Salado y Pantanal. En efecto, en la plataforma inferior, han sido observados escasamente los depósitos arrecifales, (comprendidos en las hojas adyacentes); los depósitos de complejos litorales se tornan predominantes. Esta predominancia de depósitos de alta energía es anunciada por la dinámica sedimentaria que existe actualmente, en las que las fuerte dinámica de marejadas debido al Océano Atlántico produce esencialmente depósitos granulares y donde pocas construcciones arrecifales existen debido a la fuerte turbidez del agua. La modificación del sistema sedimentario desde una plataforma superior a construcciones arrecifales importantes (próximas a las condiciones reinantes en el resto de la República Dominicana) hacia el sistema sedimentario actual (influenciado por un fuerte hidrodinamismo) parece ser progresivo.

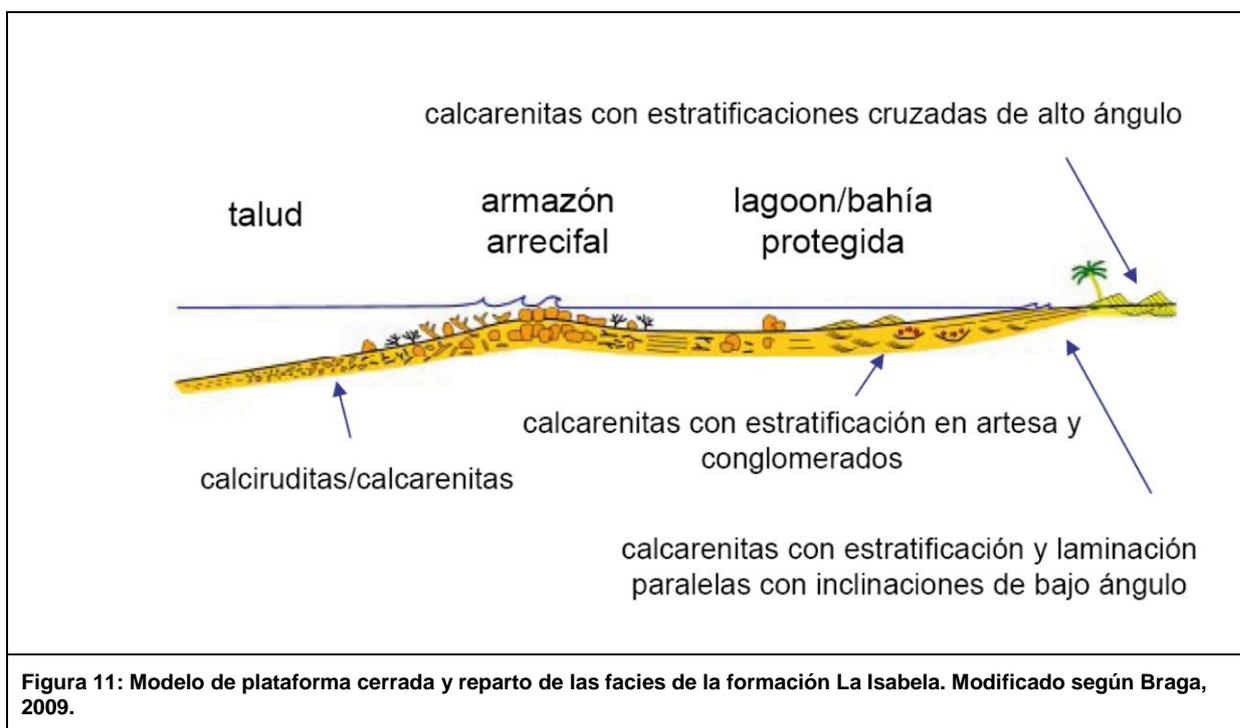


Figura 11: Modelo de plataforma cerrada y reparto de las facies de la formación La Isabela. Modificado según Braga, 2009.

2.1.6.2 Registro de las variaciones del nivel del mar y edad de los depósitos de plataforma.

2.1.6.2.1 Formación de las diferentes plataformas.

Ninguna edad radiométrica o bioestratigráfica existe en la zona estudiada en el momento de la redacción de esta memoria. Aquí formularemos la hipótesis más simple y que es objetos de consenso entre las diferentes personas que han trabajado en el borde del mar Caribe.

Cada una de las dos plataformas identificadas aquí se corresponde con la instalación de una sedimentación carbonatada marina (depósito de la Isabela sensu stricto) detrás y encima de aquellas encontradas frecuentemente en los depósitos de cordón litoral. El hecho de que estos depósitos cubran los sedimentos marinos se traduce en la progradación de los depósitos litorales, probablemente debido a un periodo de bajada del nivel del mar. Los depósitos más o menos ricos en corales se forman en los periodos de subida de nivel del mar mientras que la progradación de calcarenitas se traduce en la bajada del nivel del mar que termina con la emersión del conjunto de estos depósitos. Los depósitos de cada una de las plataformas registradas pertenecen a una fase de máximo nivel del mar antes del inicio de la bajada del nivel marino.

2.1.6.2.2 Edad relativa de las plataformas:

Se observa frecuentemente una alteración más importante de los niveles de plataforma superiores, y el aragonito de los corales no se conserva excepto en las terrazas más basales. Esto sugiere que la disposición escalonada sucesivamente descendientes hacia el mar se corresponden con edades menores. Las plataformas más elevadas son las más antiguas, las más basales las más recientes. La interpretación siguiente ha sido formulada por Braga 2009:

La disposición escalonada se debe a la interacción de las oscilaciones del nivel de mar global (nivel eustático) y el levantamiento del sustrato, en este caso las distintas áreas de la costa de la República Dominicana. Durante los últimos 500 Ma (Pleistoceno medio y superior), el nivel eustático ha sufrido repetidos cambios dramáticos, de más de 120 m de variación máxima y otras variaciones menores de 11 metros a decenas de metros. En un determinado nivel de mar alto, crecen arrecifes a lo largo de la costa, forman los

correspondientes depósitos calizos y los depósitos del lagoon; cuando baja el nivel eustático, los arrecifes recién formados emergen y quedan expuestos a la meteorización y erosión y empiezan a sufrir karstificación. Si el mar vuelve a recuperar su nivel eustático de cuando se formó el arrecife anterior, los nuevos arrecifes ya no van a crecer donde los anteriores, ya que en el periodo de tiempo transcurrido mientras el nivel de mar estaba más bajo, el sustrato, la isla que está experimentando levantamiento tectónico, ha levantado los arrecifes anteriores y la nueva costa queda a sus pies, a la altura de los antiguos taludes arrecifales. Mientras que crecen los nuevos arrecifes y forman nuevos depósitos sobre los taludes de los arrecifes de la fase previa, el mar excava sobre las calizas de estos últimos un acantilado con una muesca basal y los escalones adquieren una doble configuración de construcción/sedimentación y de modelado geomorfológico. Este proceso se repite varias veces a lo largo del Pleistoceno Medio y Superior.

El nombre de « marchas de escalera » visibles es la consecuencia de sucesivas bajadas y subidas del nivel del mar, debido al levantamiento de esta zona de la isla, y finalmente a la erosión en cada nueva subida del nivel marino.

2.1.6.2.3 Edad absoluta y discusión.

La única información válida que se tiene sobre la edad de la Fm. La Isabela procede de las dataciones radiométricas realizadas por Schubert y Cowart (1980) entre Punta Caucedo y San Pedro de Macorís, en la Llanura Costera del Caribe meridional. Estos autores ofrecen un conjunto de valores de edad para muestras tomadas entre 6 y 7 m de altura, de las que se debe considerar válida la más joven (121 ± 9 ka) ya que la alteración/contaminación de muestras suele implicar el incremento de uranio terrígeno y da como resultado edades más antiguas. Esto sitúa su formación en el Estadio Isotópico Marino 5e (en adelante MIS 5e). Si tomamos como referencia la zona en que esta edad fue determinada (a medio camino entre Boca Chica y San Pedro de Macorís), la terraza datada alcanza 10 m de altitud máxima.

Es posible proponer una edad para los depósitos cuaternarios de la hoja de Bávaro por correlación con los depósitos de la formación Isabela en la Llanura Costera meridional. En la costa Sur, la formación Isabela es diferenciada siempre en dos unidades, una plataforma superior y otra plataforma inferior. Estos dos niveles están separados por una ruptura de pendiente importante situada en torno a 20 m de altitud.

Esta ruptura de pendiente puede ser continuada a lo largo de la costa hasta la Llanura costera oriental (Figura 13). Se corresponde en la hoja de Bávaro a la ruptura de pendiente situada en torno a 10 m de altitud (Figura 13), que limita los depósitos superiores (Isabela *sensu stricto* y complejo litoral superior) e inferiores (Isabela inferior y complejo litoral inferior).

En la Llanura costera meridional, las únicas dataciones existentes y su interpretación tienden a atribuir los depósitos situados bajo esta ruptura de pendiente en el último estadio interglaciar (MIS 5). Los depósitos situados sobre los 20 m de cota son atribuibles a los estadios interglaciares precedentes, estadios 7 a 11 (Braga 2010).

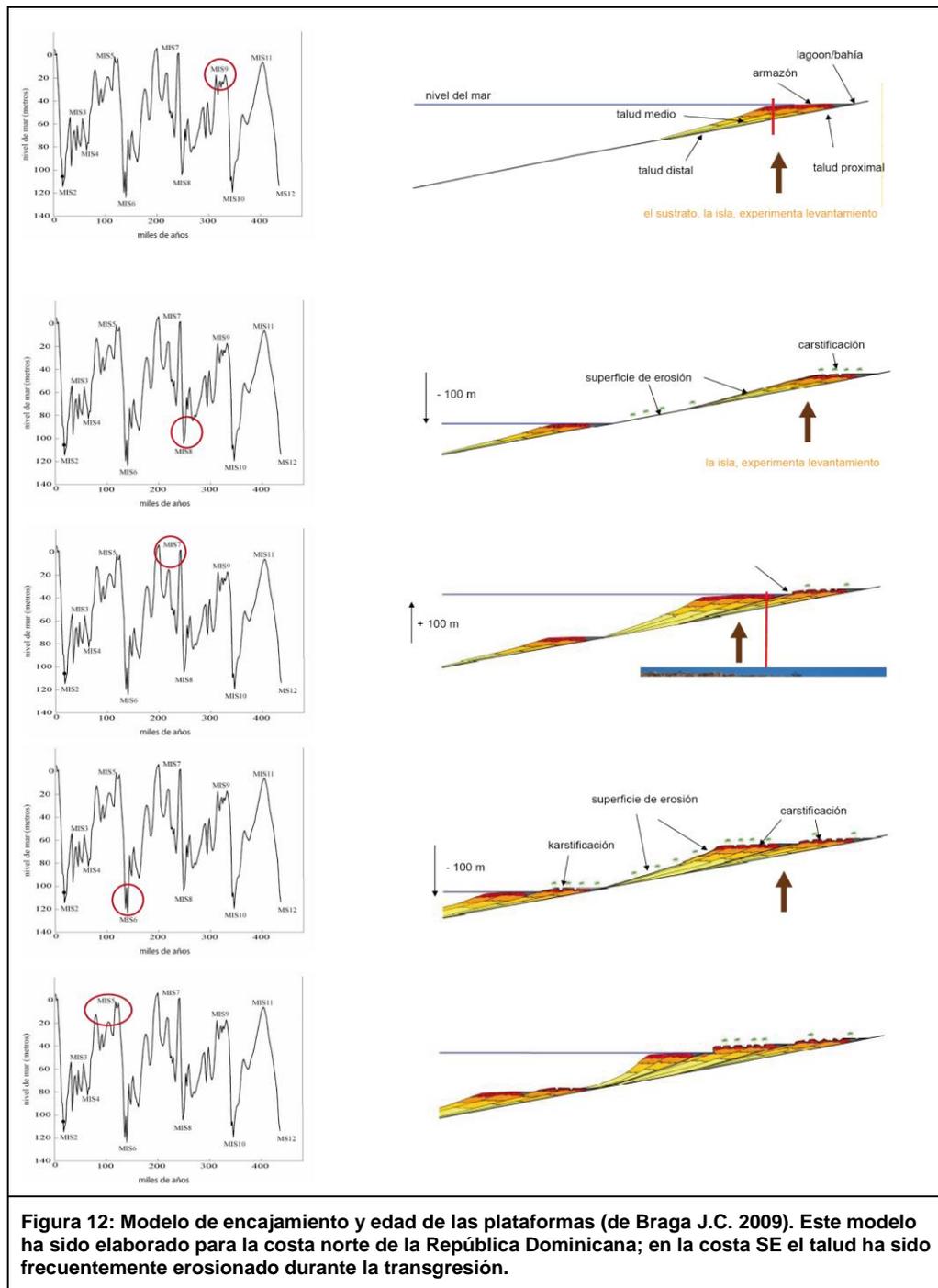
En consecuencia, es posible proponer una edad de 80.000 à 130.000 años (edad del último estadio interglaciar, MIS5) por la plataforma inferior y una edad comprendida entre el Pleistoceno medio y el estadio isotópico 7 (que se termina a 190.000 años) por la plataforma superior. Los depósitos de la plataforma superior se corresponden, o a una amalgama de numerosos depósitos asociados a sucesivas fases del nivel marino, o bien únicamente a los depósitos anteriores al último estadio interglaciar (estadio isotópico 7); la transgresión se corresponde al último máximo del nivel marino durante el MIS 7 habiendo erosionado todos los depósitos precedentes.

Se observa que la ruptura de pendiente individualizando los dos niveles principales se sitúa a 10 m de cota en la hoja de Bávaro mientras que se sitúa a 20 m de altitud entorno a la Llanura costera meridional. Esto implica velocidades de levantamiento más importantes en la costa este.

El hecho de que no se encuentren más que dos niveles de plataforma cuando se encuentran 3 o más en Llanura meridional podría explicarse por este más escaso levantamiento en el Este. Cada nueva transgresión se realiza sobre un substrato que no se levantó o lo hizo escasamente, no hay escalonamiento de los depósitos sucesivos, sino reanudación y erosión de los depósitos anteriores.

En cualquier caso, las condiciones de afloramiento de la hoja de Bávaro no permiten una observación suficientemente precisa para poder diferenciar varios niveles de plataforma situados aproximadamente a la misma cota. Se observa sin embargo, que los numerosos

niveles de dunas observables en la hoja El Salado (que se adelgazan en las hojas de Bávaro y Pantanal, Figura 13) podrían ser la expresión de varias plataformas sucesivas.



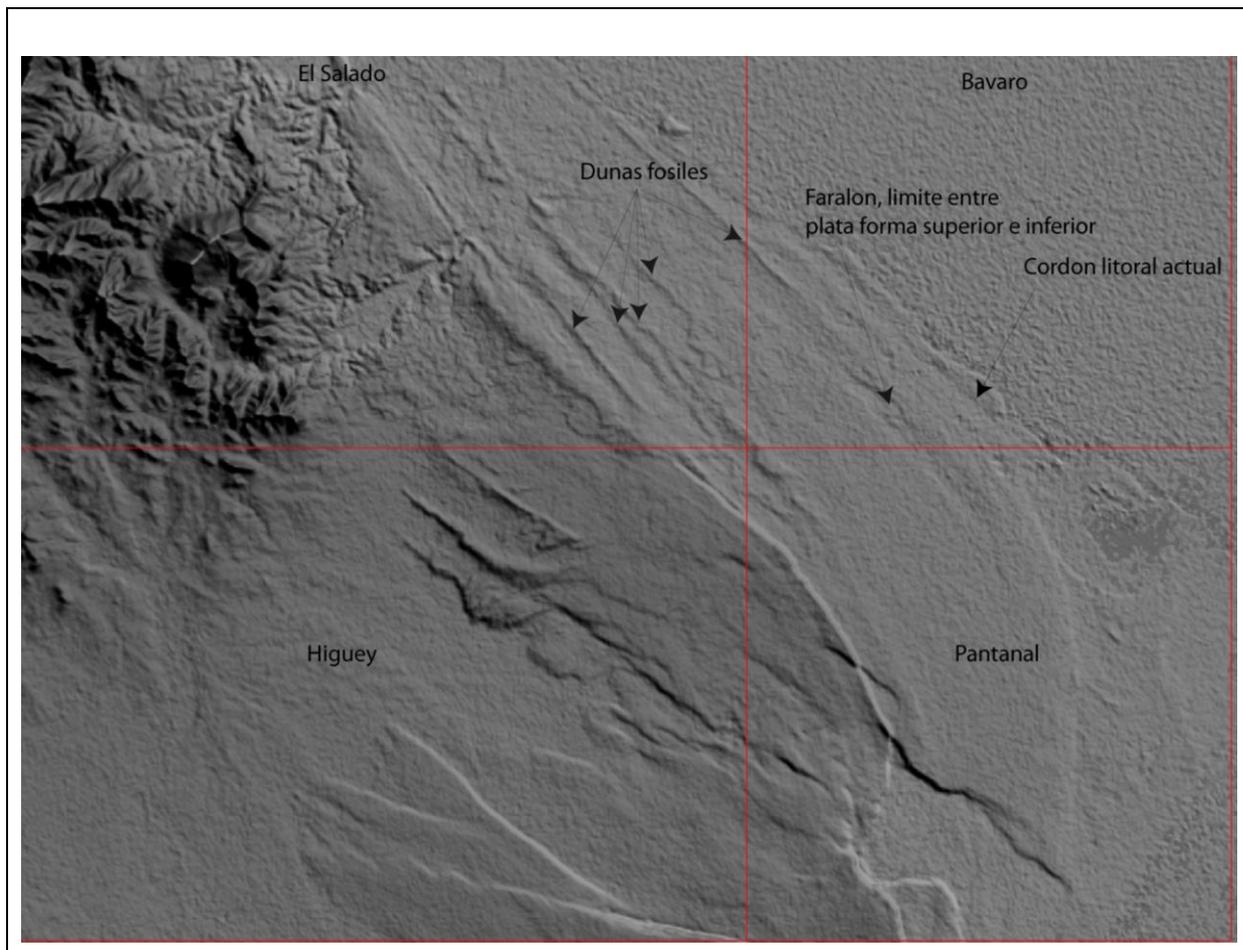
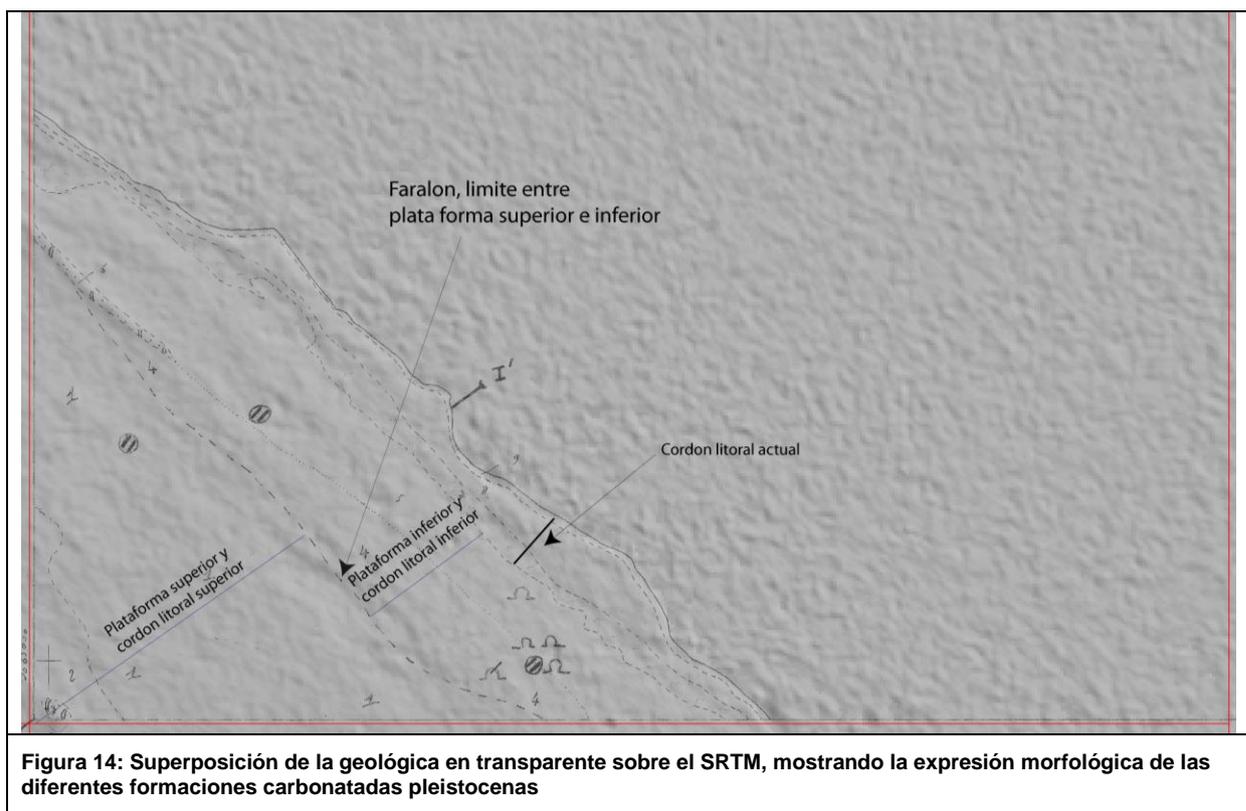


Figura 13: SRTM de la Llanura costera oriental mostrando las principales formas del relieve de la hoja de Bávaro y su entorno. Destacan en particular las numerosas dunas visibles en la hoja de El Salado que se aprietan en la hoja Bávaro; así como la ruptura de pendiente (Farallón) formando el límite entre la plataforma inferior y la plataforma superior.



El conjunto de los depósitos carbonatados está abundantemente karstificado, principalmente en la forma de lapices.

2.1.7 Laguna y manglar (7). Lutitas con vegetación abundante. Holoceno (Q₄)

En el Holoceno se forma un prisma litoral constituido principalmente por tres entidades que son desde el continente hacia el océano: lagunas, cordón litoral y playas.

El cordón litoral actual alberga detrás una banda relativamente continua de zonas de laguna. Estas lagunas, parcialmente colmatadas, se corresponden a zonas planas de deposición muy fina, esencialmente constituidas por lodos carbonatados en los que puede haber algo de arenas. Las arenas son la consecuencia del aporte durante tormentas importantes.

En condiciones naturales, las lagunas poseen una fuerte cobertera vegetal. Sin embargo, debido a las modificaciones costeras, en particular las construcciones de Resorts, se ha desecado y colmatado una parte esencial de las mismas. La vegetación es más dispersa. Las zonas bajas situadas casi a nivel del mar pueden ser inundadas debido a las fuertes tormentas. Eso implica en este lugar un riesgo importante.

2.1.8 Cordón litoral (8). Arenas. Holoceno (Q₄)

Un cordón litoral existe a lo largo de la cornisa marítima. Se extiende habitualmente a lo largo de centenares de metros y está estirado a lo largo de la costa. Las arenas aportadas por el mar, son depositadas por la fuerte actividad marina debido a la influencia del Océano Atlántico y redistribuidas por el viento. Se compone esencialmente de arenas finas y medias. Sin embargo, las tormentas estacionales y los huracanes pueden aportar materiales más groseros como por ejemplo troncos de árboles. Una gran parte del cordón litoral está antropizado, la mayoría de los Resorts están dispuestos encima, en proximidad al mar.

2.1.9 Playas. Arenas y gravas. Holoceno (Q₄).

Estas playas están fundamentalmente constituidas de arenas finas, no obstante la fuerte actividad de las importantes tormentas y los huracanes que afectan estacionalmente esta zona, transportan a la playa cantidades variables de troncos flotando y sedimentos litificados de tamaños variables. Estas playas son de gran extensión y constituyen la principal atracción turística de la costa.

2.1.10 Antrópico. Actual

La antropización es muy importante en la hoja de Bávaro. La mayor parte de la costa, con excepción del extremo noroeste, está totalmente recubierta de complejos hoteleros. Los Resort y los alojamientos asociados se extienden hacia el interior. Además, la ciudad de Friusa, que no era más que un cruce anteriormente se desarrolló en las dos últimas décadas debido al empleo creado por el turismo.

La antropización cubre cerca de un tercio de la superficie representada por la hoja de Bávaro. La zona antropizada está representada en la Figura 15. En consecuencia, hemos preferido representar en la hoja los vertederos aislados. En las zonas que están actualmente cubiertas por construcciones de viviendas, la geología de su suelo es figurada.

Numerosos vertederos y descampados existen dentro de esta zona. La mayoría de antiguas canteras anteriormente utilizadas en construcción han sido convertidas en vertederos. Esto implica un riesgo importante de contaminación de las reservas, una gran parte de la

circulación de agua se realiza por sistemas kársticos, en el interior de calizas muy porosas y karstificadas.

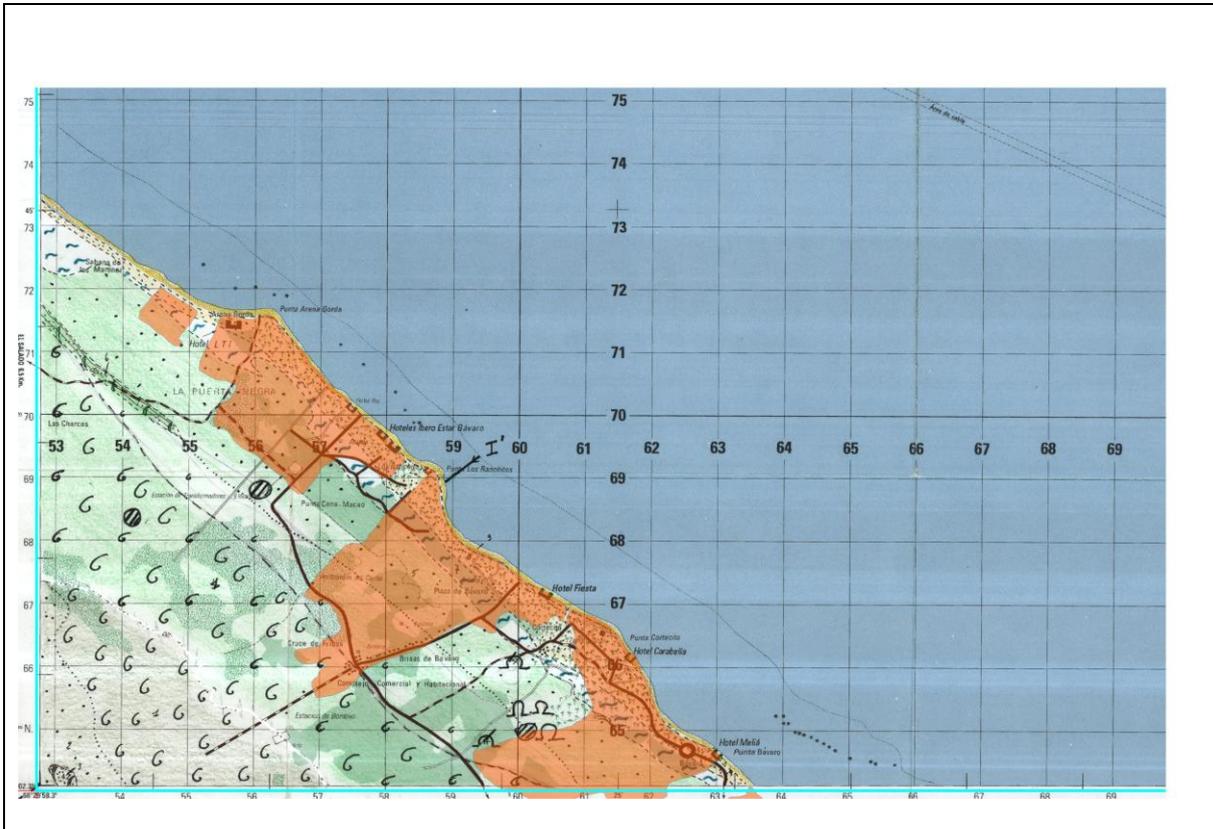


Figura 15: Zona antropizada en la hoja de Bávaro, en naranja.

3 TECTÓNICA

3.1 ESTRUCTURA

La Hoja de Bávaro (6371-III) se localiza en la Llanura Costera Este, espectacular planicie bajo cuya cobertera sedimentaria plio-cuaternaria se ocultan las estructuras de dirección NO-SE de las cordilleras Central y Oriental. El espesor de esta cobertera sedimentaria es variable, pudiendo señalarse como cifra orientativa los más de 600 m atravesados por los sondeos efectuados en el ámbito de San Pedro de Macorís (Valladares *et al.*, 2006), en la Llanura costera meridional, que también han señalado una profundidad superior a 1.000 m para los materiales del basamento mesozoico-paleógeno. Entre ambos conjuntos se constata la existencia de una serie sedimentaria de algo más de 300 m de potencia, atribuida con reservas al Mioceno.

El mapa de gradiente vertical de la región señala la prolongación en profundidad de las estructuras de dirección NO-SE de la cordillera oriental (Figura 16; Figura 17), que en el sector oriental de la Llanura Costera se manifiesta a través de un sistema de fracturación que parece guardar relación con la deformación de la Cordillera Oriental. La morfología de la Llanura, con escalonamientos de gran continuidad paralelos al litoral, es el resultado de relación eustatismo-sedimentación y del ascenso generalizado de La Española, durante el Plioceno-Cuaternario, provocando la consiguiente retirada marina.

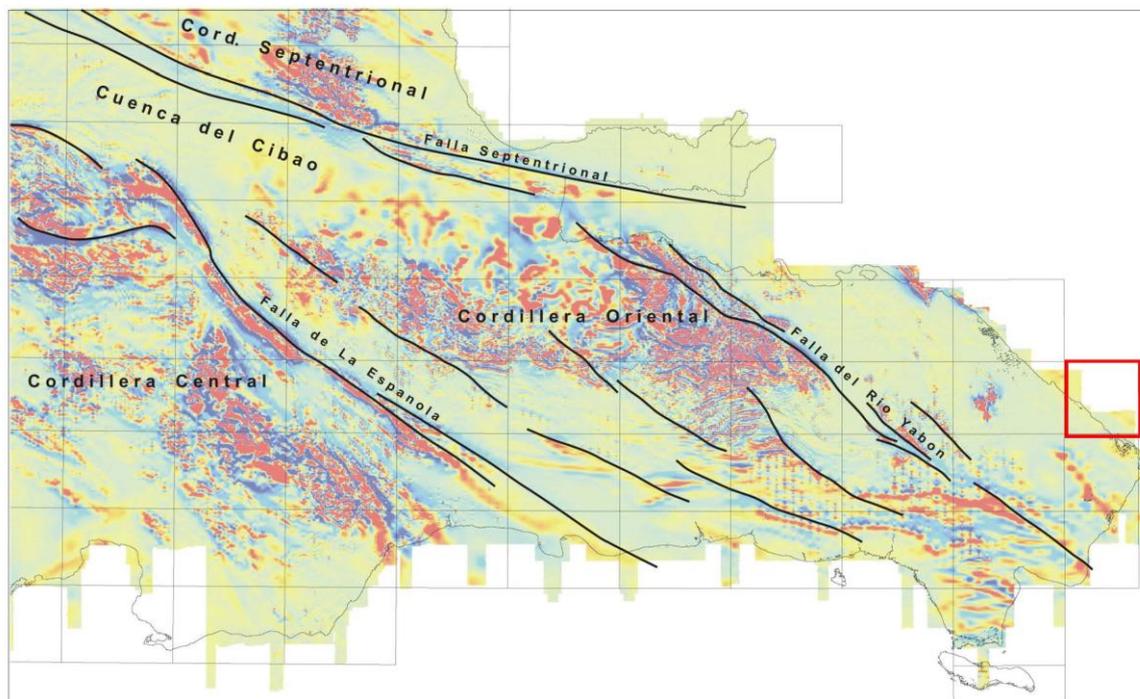
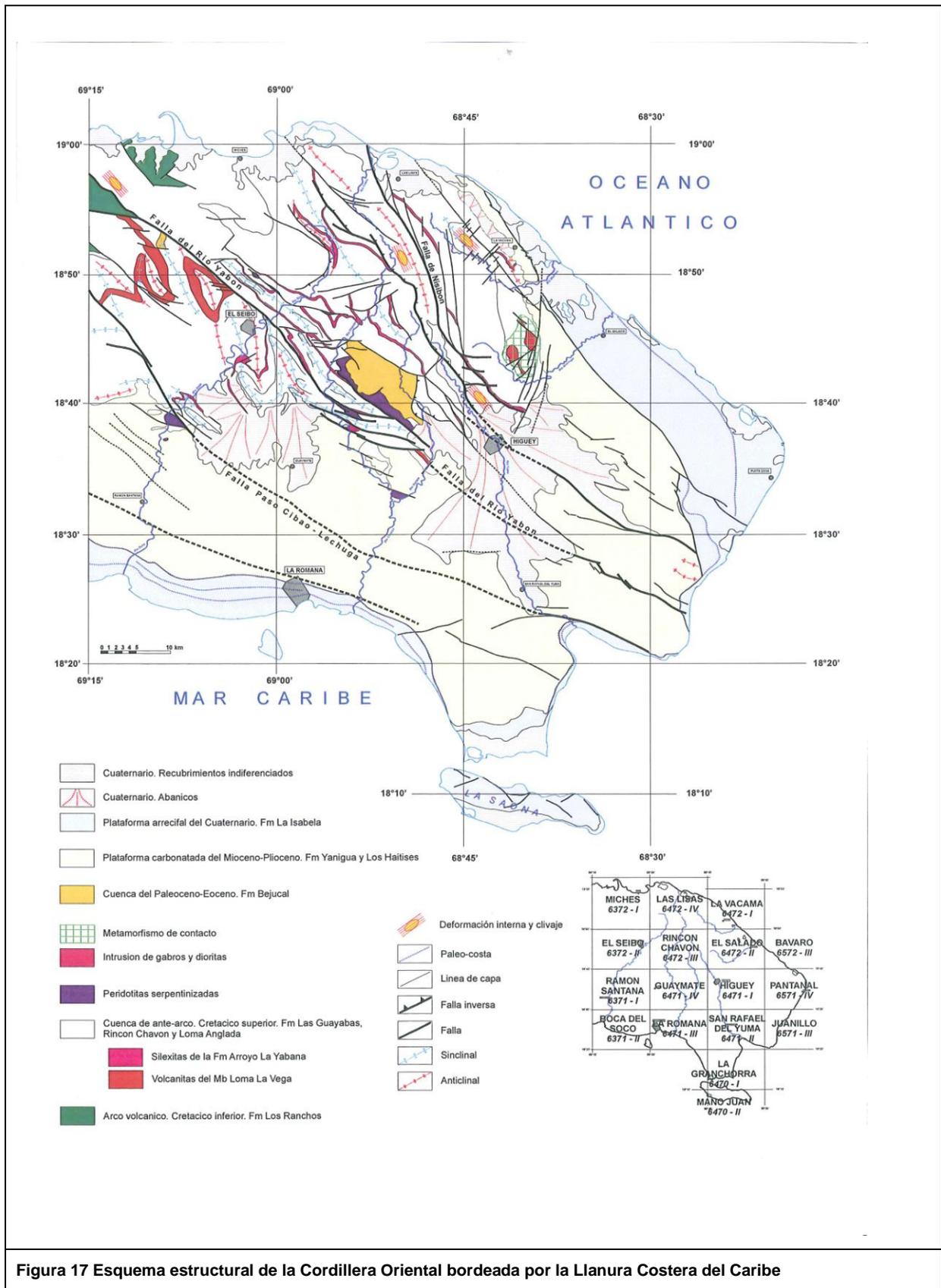


Figura 16 Principales estructuras del subsuelo de la Llanura Costera del Caribe deducidas del mapa de gradiente vertical (vuelo aeromagnético CGG, SYSMIN, 1996), con la posición de la Hoja de Bávaro



3.2 ESTRUCTURA DE LA HOJA DE BÁVARO

En el ámbito de la Hoja, el mapa de gradiente vertical refleja la estructuración del sustrato según una dirección preferente NO-SE (Figura 16; Figura 17). En los depósitos, la paleogeografía ha sido influenciada por la fracturación NO-SE. Numerosas líneas de costa sucesivas se observan por la presencia de diferentes dunas fósiles. Estas líneas están sistemáticamente orientadas según la dirección NO-SE. Del mismo modo, el límite entre formaciones de Los Haitises y La Isabela (visible en las hojas de El Salado, Higüey y Pantanal), se expresa en la forma de un Farallón correspondiente con un paleo-acantilado. En numerosos lugares, este límite se corresponde a una gran falla de orientación NO-SE que probablemente es la unión entre el Pleistoceno inferior y medio (Lasseur y Monthel, 2010, hoja de Higüey). Al sur, en la hoja de Pantanal (Díaz de Neira, 2010), esta falla se corresponde con una anomalía magnética que traduce un falla profunda.

Además, la línea de costa actual está posicionada directamente sobre una anomalía NO-SE. La estructura profunda se debe a la influencia directa de la evolución de la línea de costa desde el Pleistoceno inferior. Estas fallas, heredadas del sustrato cretácico, parecen reactivarse en fallas de hundimiento durante la sedimentación plio-pleistocena.

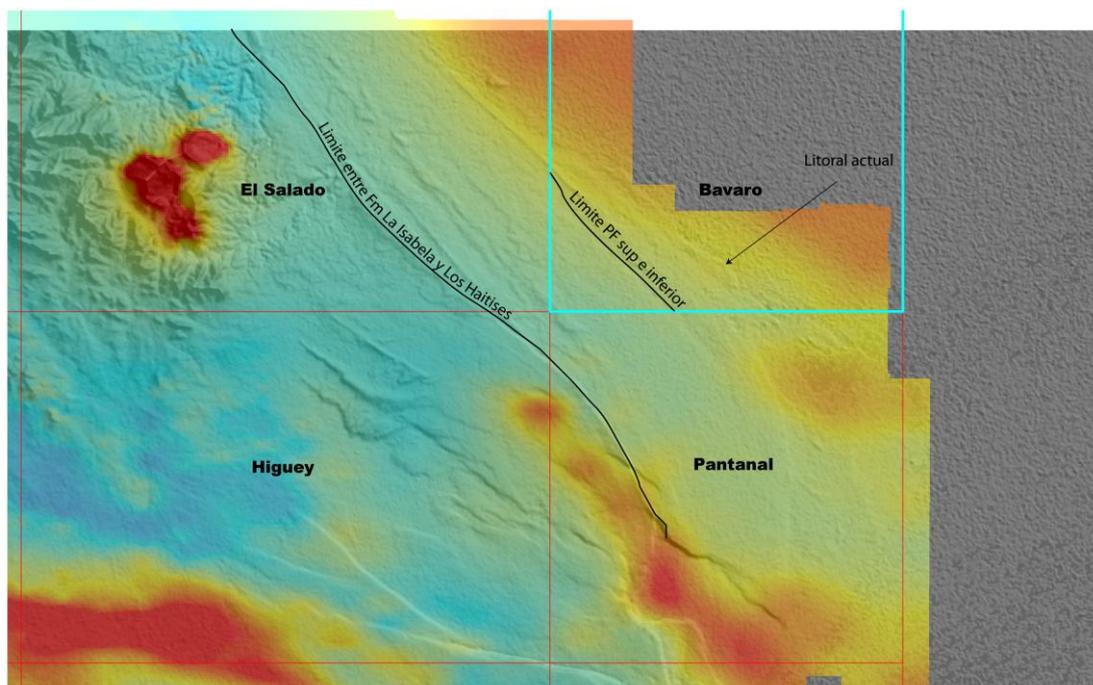


Figura 18: Aeromagnetismo (campo total reducido al polo) y SRTM mostrando la expresión topográfica de las principales fallas de la Hoja de Bávaro y de las Hojas adyacentes.

Estas fracturas testifican la indudable actividad geotectónica durante el Cuaternario. El ascenso de la plataforma carbonatada pliocena con respecto al nivel del mar no es justificable únicamente por variaciones del nivel del mar, sino que debe enmarcarse en un proceso de envergadura geodinámica que se refleja en el ascenso de La Española y el consiguiente incremento de su superficie.

Este ascenso se ha producido con tasas de elevación diferentes en los distintos dominios de la isla. En este sentido, pese a la escasez de dataciones existentes en materiales cuaternarios, los datos aportados por los aterrazamientos marinos asociados a las formaciones La Isabela y Los Haitises, permiten establecer al menos pautas generales y tasas de elevación orientativas.

En cualquier caso, el levantamiento se mantiene desde el cese del depósito de la Fm Los Haitises, es decir, al menos desde el Pleistoceno Inferior, pero la imprecisión sobre la edad de los carbonatos más recientes dentro de esta formación deja muy abiertas las

estimaciones sobre tasas de levantamiento, si bien la altitud actual de sus calizas someras puede dar una idea de dichas tasas.

4 GEOMORFOLOGÍA

En el presente capítulo se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo su origen (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja, atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales), será el objeto del capítulo 4.

El análisis morfológico puede abordarse desde dos puntos de vista: morfoestructural, en el que se analiza el relieve como consecuencia del sustrato geológico, en función de su litología y su disposición estructural; y morfogenético, considerando las formas resultantes de la actuación de los procesos externos.

4.1 ESTUDIO MORFOESTRUCTURAL

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. Así, el techo de los materiales carbonatados plio-pleistocenos de la Fm Los Haitises constituye una superficie estructural dispuesta regionalmente a modo de umbral, cuya vertiente hacia el litoral está configurada por los aterrazamientos esculpidos en los depósitos arrecifales pleistocenos de la Fm La Isabela como consecuencia de la retirada del mar (Fig. 3.1).

Sobre la arquitectura diseñada por los procesos anteriores, han actuado con mayor o menor eficacia las morfogénesis marino-litoral, lacustre-endorreica, por meteorización química (kárstica) y gravitacional.

4.1.1 Formas estructurales

Las morfologías condicionadas por la distinta resistencia ofrecida a la erosión por los distintos materiales aflorantes, o litoestructurales, son escasas debido a la escasez de contrastes litológicos. No obstante, posee una notable extensión la *superficie estructural degradada* configurada por el techo de la Fm Los Haitises, la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe, que en la Hoja alberga las cotas más elevadas de la Llanura Costera, sobrepasando +100 m. La superficie original se encuentra muy trastocada por numerosas fallas y pliegues. Aunque parece evidente el carácter estructural de esta superficie, es probable que también haya sufrido la acción de la morfogénesis marino-litoral durante su formación.

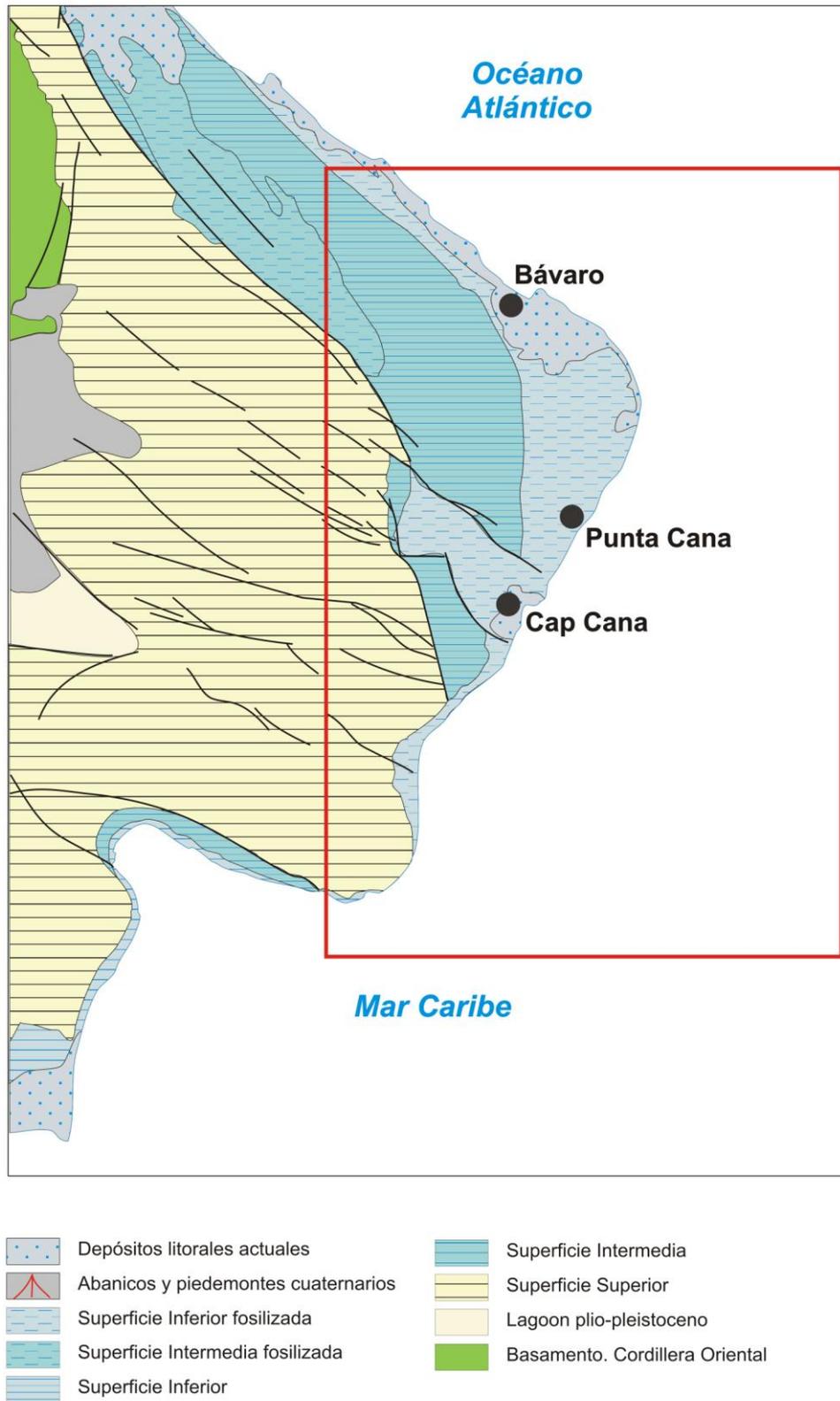


Fig. 3.1. Esquema morfoestructural del sector oriental de la Llanura Costera del Caribe

Las formas de origen tectónico son mucho más abundantes y variadas, destacando las *fallas* y *fallas supuestas* con expresión morfológica, siendo su principal efecto la delimitación de bloques. Poseen una dirección predominante NO-SE a ESE-ONO, con algunas de dirección E-O, y afectan a la Fm Los Haitises y, en menor medida, a las dos plataformas superiores de la Fm La Isabela. Por el contrario, la plataforma inferior y los complejos costeros fósiles no están afectados por ellas, sino que las ocultan. En unos casos corresponden a desgarres relacionados con el sistema de fallas de la Cordillera Oriental, pero en otros parecen responder a un régimen distensivo relacionado con la dinámica de la cresta de La Mona (García-Senz, com. pers.).

Con frecuencia es posible la *indicación del labio hundido*, al preservarse el *escarpe de falla*, que en numerosos casos alcanza desniveles de más de 20 m. En ocasiones, el escarpe constituyó un paleoacantilado, como parece ocurrir en el caso de la falla de El Caracol, que con dirección NO-SE limita las Fms. La Isabela y Los Haitises a lo largo de varias decenas de kilómetros. Por su reflejo morfológico, también cabe destacar las fallas de Pantanal y La Jarda, de dirección ESE-ONO.

Las formas estructurales de origen tectónico se completan con los *relieves conformes anticlinales* que afectan a la Fm Los Haitises. Se trata de pliegues laxos de orientación ESE-ONO y charnelas de varios kilómetros, limitados en sus flancos por fallas, de forma que no se han observados relieves conformes sinclinales.

4.2 ESTUDIO DEL MODELADO

La acción de los agentes externos sobre la plataforma plio-pleistocena de la Llanura Costera del Caribe, es la responsable de su fisonomía actual. Los procesos marino-litorales son los condicionantes fundamentales de su morfoestructura escalonada, si bien sobre ésta han actuado con mayor o menor efectividad los procesos de origen kárstico, lacustre-endorreico, gravitacional y marino-litorales.

4.2.1 Formas gravitacionales

Poseen escasa relevancia debido al predominio de las grandes planicies. Se reducen a *caídas de bloques* a favor del escarpe que limita la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe, tratándose de bloques de grandes dimensiones desprendidos de la cornisa del escarpe, al ser socavada su base por la meteorización química.

4.2.2 Formas lacustres y endorreicas

Fundamentalmente se trata de *lagunas* y *áreas pantanosas*, desarrolladas en la franja costera y en la depresión de Hoyo Claro. Ésta constituye una *cuenca endorreica* con cotas inferiores a +5 m, lo que hace que el nivel freático intercepte la superficie topográfica, dando lugar a la laguna de Hoyo Claro, de más de 2 km de eje mayor, y a otras de menor entidad, tanto de carácter *permanente* como *estacional*.

En cualquier caso, la laguna de mayor entidad es la de Bávaro, situada en la franja litoral y rodeada por una extensa *área pantanosa*, junto a la que es preciso destacar la ciénaga de Pantanal. Éstas son zonas encharcadas y colonizadas por abundante vegetación, que parecen constituir el vestigio de antiguas lagunas costeras en proceso de colmatación.

4.2.3 Formas marinas-litorales

Determinan la fisonomía de la franja litoral hasta la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe. Sus elementos más destacados son las *construcciones biogénicas* pertenecientes a la Fm La Isabela, sobre las que se han desarrollado *plataformas de abrasión*, en parte *fosilizadas*, que se disponen escalonadamente, de forma subparalela al litoral: Se encuentran por toda la zona, habiéndose reconocido tres niveles a cotas aproximadas de +6 m (r_1), +16 m (r_2) y +20-45 m (r_3), si bien, como ya se ha señalado, posiblemente la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe (+100 m), esculpida sobre la Fm Los Haitises, podría constituir la plataforma de abrasión más antigua (r_4).

La tercera terraza constituye la Superficie Intermedia de la Llanura Costera del Caribe y posee una anchura notable en el sector septentrional, estando parcialmente fosilizada al

norte por el Complejo litoral superior. La segunda se dispone como una franja estrecha al este de la anterior, encajándose suavemente en ella. Ambas terrazas se encuentran afectadas por la red de fallas descrita, de forma que su continuidad superficial se pierde en la depresión de Hoyo Claro.

Por lo que respecta a la primera terraza, representada en toda la zona, constituye la Superficie Inferior de la Llanura Costera del Caribe, reconociéndose pese a estar fosilizada por el delgado Complejo litoral inferior. A diferencia de las terrazas anteriores, no se encuentra trastocada por la red de fracturación, sino que su depósito se ha adaptado a los bloques creados por ella en las terrazas más antiguas.

Las plataformas están delimitadas por *acantilados fósiles*, que aparecen como escarpes de características variables. Los paleoacantilados relacionados con las dos plataformas superiores (r_2 y r_3), poseen en general desniveles inferiores a 25 m y su nivel de degradación hace que aparezcan con cierta inclinación, excepto en el caso de su coincidencia con fallas, como en el ámbito de la depresión de Hoyo Claro, donde están verticalizados. Además de su papel como escarpes de falla, los desniveles que limitan los afloramientos de la Fm Los Haitises también han actuado como paleoacantilados, con frecuencia con desnivel superior a 25 m. Por lo que respecta a los *acantilados* actuales, poseen una envergadura modesta, con valores medios cercanos a 6 m.

Sobre las plataformas de abrasión se han conservado dos *complejos litorales de playas y dunas*. El superior posee una menor extensión, pero una mayor expresión morfológica, con alineaciones a modo de crestas orientadas en paralelo a la línea de costa, que corresponden a *dunas del complejo litoral* y alcanzan alturas de +30 m con respecto a la plataforma sobre la que se disponen. El inferior es mucho más extenso, ocultando prácticamente la plataforma subyacente, pero posee una expresión morfológica sensiblemente inferior, apareciendo como una inmensa planicie de la que sobresalen esporádicos cordones dunares, de altura de orden métrico.

El elemento más característico de la costa actual en el sector septentrional es el *cordón litoral* que se extiende de forma continua a lo largo de más de 10 km al norte de Cabo Engaño. Presenta el típico aspecto de sucesiones de dunas orientadas según la *dirección del viento dominante*, enmascaradas por la densidad de palmeras existente, habiéndose

desarrollado a lo largo de su frente una *playa arenosa*; también en Punta Cana y Cap Cana existen playas notables, aunque de menor entidad, a las que hay que añadir las de los pequeños caletones intercalados en los acantilados. El cordón posee una anchura de hasta varios cientos de metros, reconociéndose en la fotografía aérea sus *líneas de crecimiento*, subparalelas a la línea de costa. Existen otros cordones menores, pudiendo señalarse el de Cap Cana, que cierra la ciénaga de Pantanal.

Otro de los elementos característicos del litoral son las *marismas bajas* o zonas afectadas por las mareas diarias, coincidentes con el *manglar*; su principal manifestación se encuentra en el dorso del cordón litoral septentrional, especialmente en torno a la laguna de Bávaro. También se han desarrollado marismas de menor entidad en Cabo Engaño, El Caletón y Cap Cana.

4.2.4 Formas por meteorización química

Poseen una notable representación por toda la zona, debido a la extensión alcanzada por las Fms. Los Haitises y La Isabela. Sus afloramientos constituyen un *campo de lapiacs desnudo*, quedando *cubierto* en las zonas de afloramiento de los complejos litorales fósiles de playas y dunas. El mayor desarrollo de la karstificación se encuentra ligado a los afloramientos de la Fm Los Haitises, que pueden considerarse un *área con intensa karstificación*, siendo su máxima expresión el *campo de dolinas* existente en el sector meridional y que evoca una incipiente región de Los Haitises. Las *dolinas* son las formas más características, superando 500 m de eje mayor en algunos casos. También se observan *úvalas* por confluencia de varias de ellas, así como poljés, en este caso con participación tectónica en su génesis.

Existen evidencias de un notable desarrollo endokárstico, como la pérdida total del drenaje superficial. Su manifestación más evidente son las abundantes *cuevas* observables en el escarpe que limita los afloramientos de la Fm Los Haitises, especialmente en el sector meridional; también existe constancia del desarrollo de diversas formas endokársticas como estalactitas y estalagmitas, visibles igualmente en dicho escarpe.

5 HISTORIA GEOLÓGICA

Las rocas aflorantes en la Hoja de Bávaro registran tan sólo los episodios más recientes de la evolución de La Española, concretamente los acontecidos desde el Plioceno. No obstante, su subsuelo alberga materiales relacionados con los orígenes de la isla, que se remontan a hace más de 130 Ma y que se relacionan con la evolución de la placa del Caribe, desde su inicio como un arco de islas primitivo (Donnelly *et al.*, 1990), hasta su colisión oblicua con la placa de Norteamérica y la traslación a lo largo de fallas transformantes subparalelas al límite de placas.

En cualquier caso, para establecer lo ocurrido durante el Mesozoico y el Paleógeno es preciso acudir al ámbito de las cordilleras Oriental y Central. Por ello, poco puede decirse de lo acontecido hasta el Plioceno que no sean los aspectos genéricos de La Española comúnmente aceptados, consistentes básicamente en la convergencia oblicua de orientación OSO a SO y la posterior colisión del margen continental de la placa Norteamericana con el sistema de arco isla caribeño, iniciada en el Eoceno-Mioceno Inferior y que continúa en la actualidad. Bajo este régimen geodinámico, la región se estructuró en una serie de unidades de procedencia oceánica y mantélica, amalgamadas por la actividad de los desgarres senestrales generados.

A lo largo del intervalo anterior, la zona habría estado sometida, al menos temporalmente, a procesos erosivos, siendo en el Plioceno cuando la región comenzó a adquirir su fisonomía actual. Durante este periodo, la actual Llanura Costera del Caribe constituiría una extensa plataforma carbonatada situada al sureste de una incipiente Cordillera Central y al sur de la Cordillera Oriental, restringida durante dicha época a una serie de islas e islotes, a modo de archipiélago (Díaz de Neira *et al.*, 2007).

Una transgresión importante ocurra en el Plioceno (posiblemente al final de Mioceno, con incertidumbres en la datación). Favorecida por esta transgresión, se instala una sedimentación marina carbonatada en la mayor parte de la zona de estudio y posiblemente perdure hasta el Pleistoceno inferior. Una gran parte de la isla está inundada durante este periodo. La formación Los Haitises marina y la formación Yanigua lagunar (depositada más cerca de los relieves persistentes) forman esencialmente los depósitos pliocenos. El final de

la plataforma carbonatada pliocena se realiza por la emersión generalizada, la edad de los últimos depósitos de esta formación está relativamente mal definida pero podrían pertenecer al Pleistoceno inferior. La edad de los primeros depósitos de la siguiente formación es del mismo modo poco segura, pero una edad Pleistoceno medio (estadio isotópico 11, 500.000 años) es aceptable. Una emersión hacia entre el final del Pleistoceno inferior y el Pleistoceno medio podría ser propuesta.

Con el retorno del mar, se produce una sedimentación carbonatada de plataforma arrecifal en casi todo el contorno de la isla. Los depósitos son generalmente denominados Formación Isabela. Estos depósitos son los últimos depósitos marinos de la isla donde las edades más recientes conocidas son de 120.000 años (último estadio interglaciario, estadio isotópico 5) en la Llanura costera meridional. La formación Isabela aparece como una serie de plataformas carbonatadas dispuestas en escalera hacia el mar. Estas diferentes plataformas se instalan probablemente durante las fases de máximo nivel marino, y son a su vez probablemente expuestas durante las fases de bajada del nivel del mar. En la hoja de Bávaro, se han identificado únicamente 2 (separadas por la ruptura de pendiente entorno a los 10 m de altitud). La disposición en escalera observada es probablemente la expresión combinada de las fuertes variaciones del nivel del mar (características del Pleistoceno superior y de la segunda parte del Pleistoceno medio) y de un elevamiento relativamente continuo ? de la zona.

A lo largo de la Llanura Costera Oriental, los depósitos cuaternarios difieren un poco de aquellos del resto de la isla. Asociados a depósitos arrecifales característicos de la formación Isabela, se han observado depósitos de complejo litoral (dunas fósiles, facies de playa y depósitos tidales). Estos depósitos son análogos a aquellos que se depositan actualmente a lo largo de la Llanura costera oriental. Estos depósitos son observados en los depósitos cuaternarios más antiguos, mezclados con depósitos arrecifales clásicos, pero se vuelven predominantes en los depósitos inferiores. Al inicio del cuaternario, las condiciones próximas a las condiciones actuales existen. Un sistema de cordón litoral se instala, debido a la importante agitación que se produce por la influencia del Océano Atlántico. Este sistema se instala progresivamente durante el cuaternario con la desaparición progresiva de la sedimentación arrecifal.

El conjunto de estos niveles de plataforma carbonatada, englobando a los más recientes, están afectados por una karstificación importante, en la forma de lapiaz.

Los cordones litorales sucesivos, y principalmente los niveles de dunas fósiles, muestran el avance progresivo en el curso del tiempo de las paleo-líneas de costa. Estos muestran igualmente que desde el inicio del cuaternario la línea de costa está orientada según las direcciones NO-SE. Esta orientación es claramente controlada por los grandes accidentes del zócalo, que tienen la misma orientación. Estos accidentes se expresan sutilmente, bajo la forma de fracturación de la cobertera, pero la última activación que se observa claramente podría atribuirse al Pleistoceno inferior a medio. Sin embargo la comparación con los datos geofísicos muestra que la estructura profunda tiene una influencia directa en los recientes depósitos de superficie, sin que una actividad real haya sido identificada sobre estas fallas.

La sedimentación actual está representada por grandes complejos litorales, estirados según la línea de costa y albergando detrás lagunas con una vegetación importante.

La superficie cubierta por la hoja de Bávaro está muy antropizada (cerca de 1/3 de la superficie total). Se compone principalmente de complejos hoteleros implantados tras la fuerte atracción turística creada por las grandes playas de esta zona.

6 GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1 HIDROGEOLOGÍA

6.1.1 Climatología e hidrología

6.1.1.1 Climatología

No se dispone de datos climáticos específicos en la zona de Bávaro. Sin embargo, las condiciones climáticas son comparables a las registradas en Salvaleón de Higüey (Figura 19). La pluviometría media anual sería de 1420 mm/año, con un periodo muy lluvioso de Mayo a Noviembre. La temperatura media alcanza los 32°C de día, y los 20°C en la noche, con variaciones medias mensuales comprendidas entre 24°C y 28°C. La región se beneficia de un clima tropical templado por los alisios, con una pluviometría superior a la media nacional, por la proximidad del mar y de relieves con tendencia a atraer y retener las nubes.

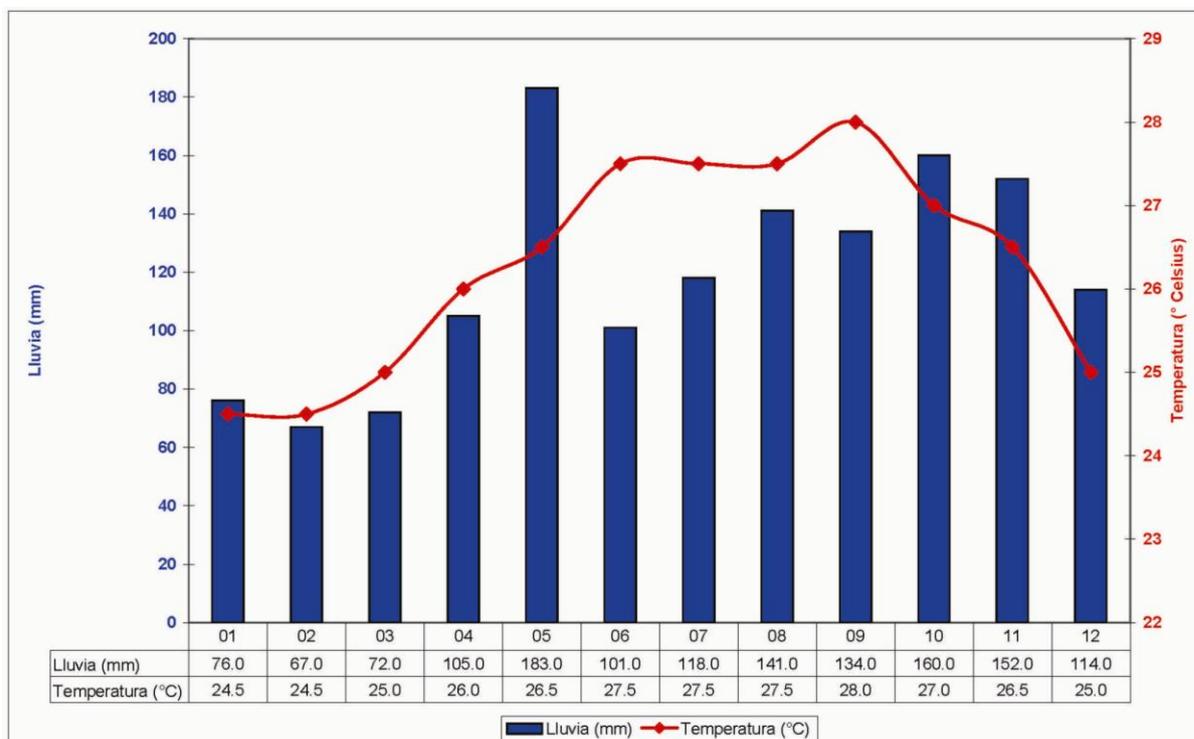


Figura 19 : Variaciones mensuales de la pluviometría y de las temperaturas en Higuey. Estadísticas establecidas a partir de los datos recogidos entre 1961 y 1990 (de <http://www.theweathernetwork.com>).

6.1.1.2 Hidrología

No existe ninguna red de drenaje en la hoja de Bávaro. Las calizas de la Isabela, muy permeables por la karstificación importante, absorben la mayoría de las lluvias. Por el contrario, las lagunas situadas detrás del cordón litoral actual se corresponden a zonas húmedas con aguas estancadas. Estas zonas pueden estar inundadas debido a las inclemencias climáticas.

Las aguas superficiales y las aguas kársticas son utilizadas para el abastecimiento en aguas y el uso doméstico de la mayoría de las ciudades y pueblos de la región. La vulnerabilidad a los riesgos de contaminación y la necesidad de tratar estas aguas debería rápidamente conducir a las autoridades locales a favorecer a las aguas subterráneas para abastecer las poblaciones.

6.1.2 Hidrogeología

En la Tabla 1 se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja, señalándose para cada unidad o agrupación hidrogeológica su litología predominante, el grado de permeabilidad y, en su caso, las características de los acuíferos que albergan, además de algunas observaciones puntuales.

Las unidades y agrupaciones consideradas se ajustan a las siguientes tipologías:

- *Formaciones porosas*, que constituyen acuíferos de *permeabilidad muy alta* y productividad alta. Son los conjuntos calcáreos pleistocenos (Fm La Isabela y complejo litorales asociados), afectados por una intensa karstificación y, localmente, fisuración.
- *Formaciones porosas*, que constituyen *acuíferos de permeabilidad alta*, pero de productividad limitada debido a sus dimensiones. Corresponden a arenas y calcarenitas de origen litoral actual: playas, cordones dunares y marismas.

- *Formaciones de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos.* Se trata de los depósitos lutíticos de lagunas.

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES CARTOGRÁFICAS	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
CUATERNARIO	cordón litoral y playa	8,9	Arenas y gravas	Alta por porosidad intergranular	Acuíferos libres de productividad limitada
	Laguna y manglar	7	Lutitas	Baja por abundancia arcillas	Acuíferos libres de productividad limitada
	Fm La Isabela y complejo litorales fósiles	1, 2,3,4,5,6	Calizas arrecifales y cordón litorales fósiles	Alta por porosidad intergranular y karstificación	Acuífero libre extenso que descarga al mar

Tabla 1: Cuadro resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas

La zona se enmarca en la Unidad Hidrogeológica “Planicie Costera Oriental” (Acuater, 2000) que muestra unos límites meridional y oriental abiertos, con aportación al mar Caribe y al océano Atlántico (Figura 20; Figura 21).

La Fm. La Isabela constituye la mayor parte de los afloramientos y a la vez es el acuífero principal, por lo que la práctica totalidad de las elevadas precipitaciones se traduce en escorrentía subterránea, con aportes al mar y voluminosos aprovechamientos para actividades humanas urbanas e industriales, al tratarse de una zona muy poblada y de desarrollo económico en la actualidad.

Los datos piezométricos de la región, con isopiezas decrecientes hacia el litoral, confirman el drenaje hacia el mar Caribe (Figura 21), encontrándose el nivel piezométrico de toda la Hoja a una cota inferior a +5 m sobre el nivel del mar (Acuater, 2000).

Las aguas subterráneas muestran una vulnerabilidad alta a muy alta (Acuater, 2000), apreciándose una notable intrusión marina (Rodríguez y Febrillet, 2006) por efecto de las intensas explotaciones subterráneas (Figura 20).

El acuífero constituido por el cordón litoral actual está igualmente sujeto a importantes intrusiones de aguas marinas.

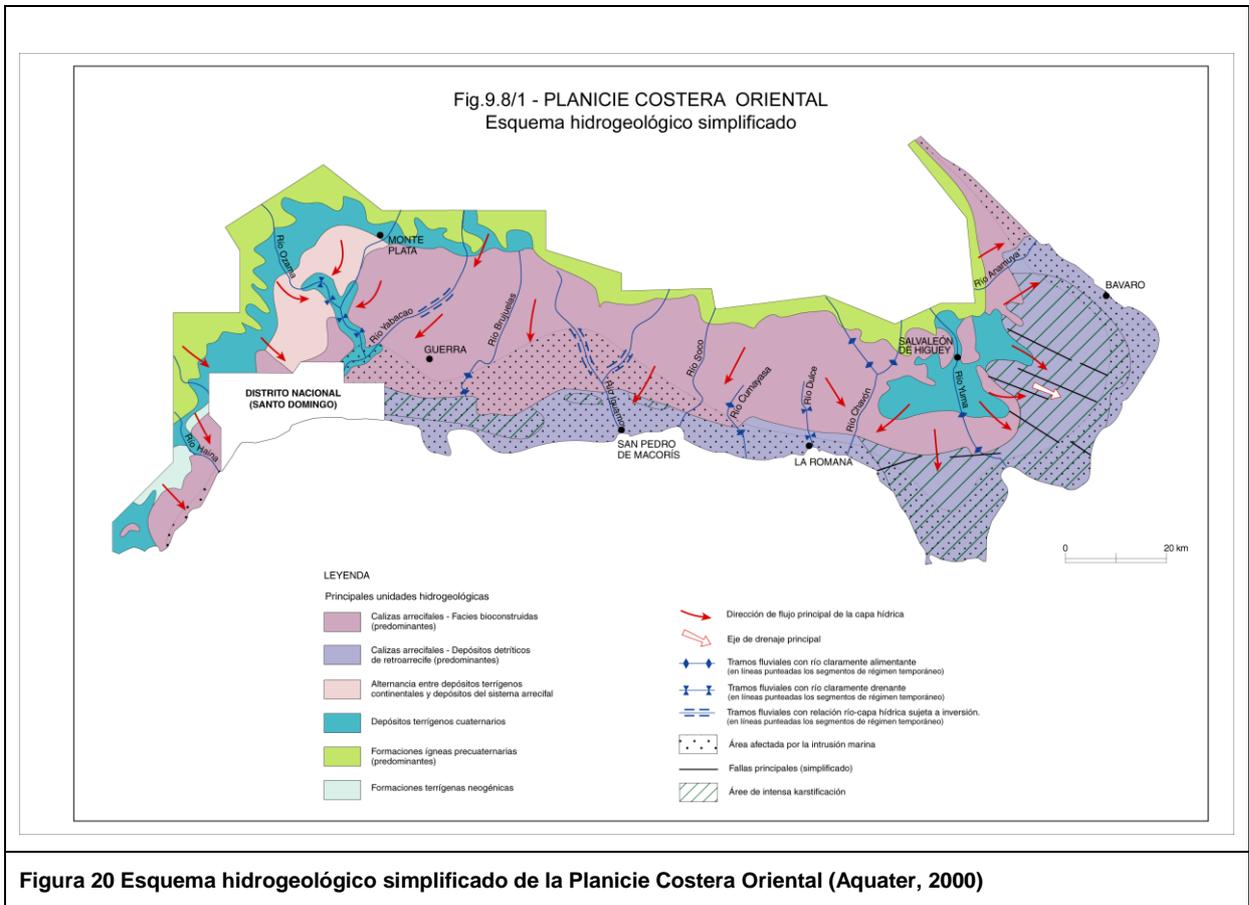
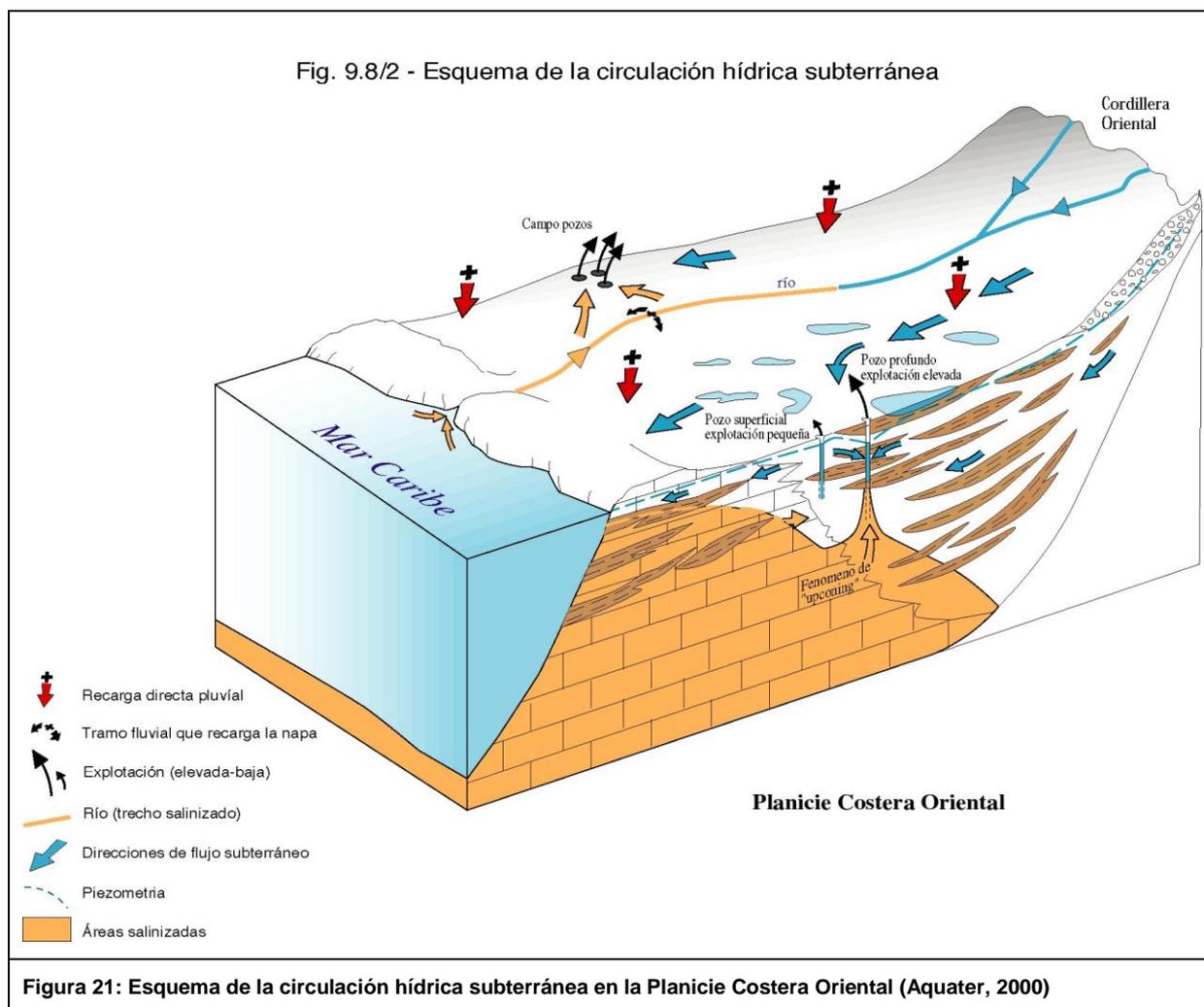


Figura 20 Esquema hidrogeológico simplificado de la Planicie Costera Oriental (Aqater, 2000)



6.2 RECURSOS MINERALES

6.2.1 Indicios minerales

Los indicios identificados en la Hoja de Bávaro corresponden exclusivamente al grupo de las rocas Industriales (Tabla 2).

6.2.1.1 Rocas Industriales

La actividad extractiva se limita a canteras de materiales relacionados con obras públicas y construcción. La mayoría de las canteras son explotadas para extraer los áridos, para la ejecución de obras relacionadas principalmente con la red de comunicaciones, tanto en lo que se refiere a construcción, como reparación y mantenimiento

Las explotaciones son de dimensiones variables. Sus materiales son aprovechados como áridos de machaqueo. Una gran parte de las canteras se desarrolla en el complejo litoral inferior, y han servido para la construcción de los Resort en Bávaro.

En la hoja de Bávaro, afloran pocas calizas arrecifales francas, por eso se ha limitado la utilización de las calizas como rocas ornamentales.

No existen actualmente muchas canteras en explotación, la mayoría han sido transformadas al menos en parte en basureros.

Numero	LAT	LONG	Formación	Substancia	Actividad	Tamaño	Utilización
75EL9084	18,69560301	-68,49070424	La Isabela/ PF superior	Áridos	En actividad	300x300	Obras públicas y construcción
75EL9107	18,71077761	-68,46647669	Complejo litoral inferior	Áridos	Basurero	300x500	Obras públicas y construcción
75EL9424	18,67519769	-68,42730856	Complejo litoral inferior	Áridos	Abandonada/basurero	300x500	Obras públicas y construcción
75EL9425	18,67912662	-68,42747737	Complejo litoral inferior	Áridos	Abandonada	300x500	Obras públicas y construcción
75EL9427	18,68002458	-68,42928769	Complejo litoral inferior	Áridos	Abandonada	200x100	Obras públicas y construcción

Tabla 2: Características de las canteras de la Hoja El Salado.

6.2.1.2 Descripción de las Sustancias.

En todos los casos se han explotado calizas, que son arrecifales o granulares (calcarenitas), agrupadas en capas o en bancos, pertenecientes a la Fm La Isabela. Aunque su espesor es variable, en todos los casos sobrepasan la decena de metros. Las activas se encuentran alejadas de los núcleos urbanos y de las redes de comunicación principales, lo que disminuye notablemente su impacto visual, estando bien comunicadas a través de pistas.

6.2.2 Potencial minero

6.2.2.1 Rocas Industriales y Ornamentales.

Como se ha señalado, la actividad en este sector está ligada al campo de las obras en general, tanto en lo que se refiere a construcción, como a reparación y mantenimiento. Los litotectos existentes en la Hoja poseen grandes reservas y son susceptibles de aprovechamiento futuro, al menos en las zonas menos urbanizadas, tal como acontece hoy

en día. En cualquier caso, la demanda dependerá directamente del dinamismo del sector de la construcción, tanto a nivel urbanístico como de infraestructuras y obras civiles.



7 LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

La protección de diversas zonas del territorio tiene como finalidad asegurar la continuidad natural de los ecosistemas, preservándolos de actividades antrópicas destructivas, así como evitar el uso abusivo de sus recursos. Dentro de los recursos no renovables de un país, el patrimonio ocupa un lugar relevante, pues proporciona una información fundamental para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se desarrolla. Al mismo tiempo, su estudio e interpretación ponen de manifiesto otros recursos potencialmente utilizables que, empleados de forma racional y ordenada, pueden resultar beneficiosos para la humanidad. Es por ello necesario, no sólo preservar el medio natural y, en este caso, el patrimonio geológico, sino también estudiarlo en detalle, para así difundir el conocimiento que encierra y crear conciencia de su conservación.

Atendiendo a estas consideraciones, se puede definir un Lugar de Interés Geológico (L.I.G.), como un recurso natural no renovable, donde se reconocen características de especial importancia para interpretar y evaluar los procesos geológicos que han actuado en un área.

En este sentido, es conveniente la realización de un inventario de lugares de interés geológico dignos de medidas de protección y aprovechamiento con fines divulgativos, educativos o turísticos. Por tanto, contenido, posible utilización y nivel de significado definen un L.I.G., que puede corresponder a un punto, un itinerario o un área.

7.1 RELACIÓN DE LOS L.I.G.

En la Hoja de Bávaro (6572-III) se han inventariado 1 Lugar de Interés Geológico que ilustra la geología de la Llanura costera oriental:

La hoja de Bávaro contiene relativamente pocos afloramientos. Tres canteras principales que han sido parcialmente transformadas en basureros, permiten observar los depósitos del complejo litoral inferior y constituye el único LIG descrito para esta hoja.

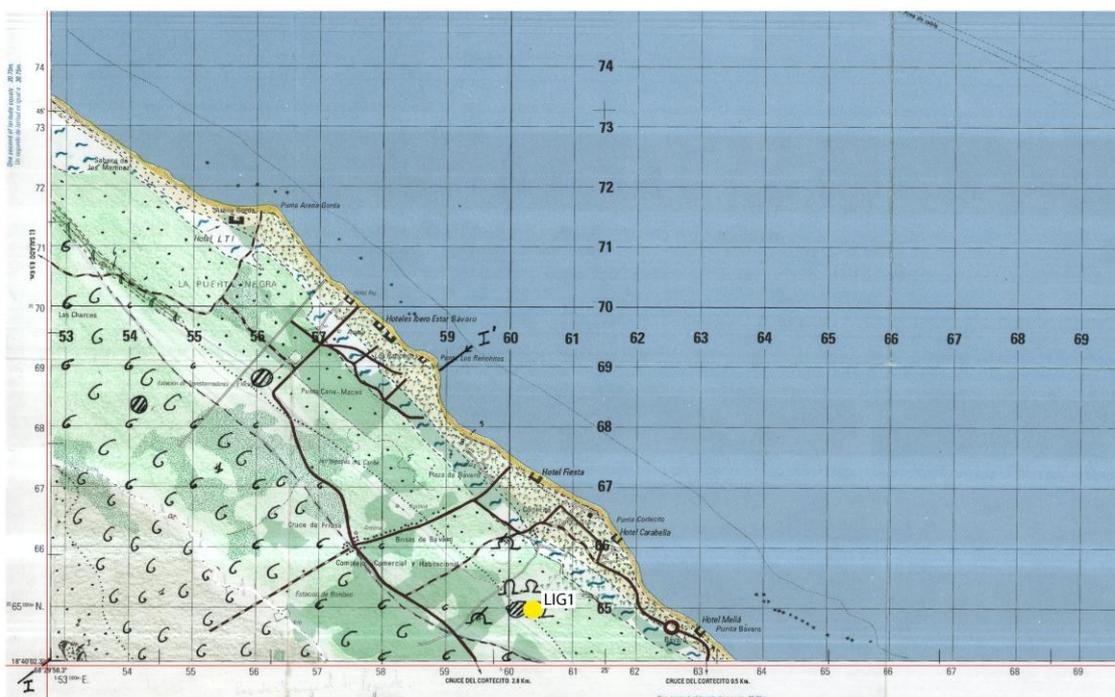


Figura 23: Localización del Lugar de Interés Geológico (LIG) de la Hoja de Bávaro (6572-III)

7.2 DESCRIPCIÓN DE LOS LUGARES

Se describen los L.I.G. considerados, señalando el tipo de interés en función de su contenido (tectónico, estratigráfico, paleontológico...), de su posible utilización (científico, didáctico, económico o turístico), así como de su ámbito de influencia (local, regional, nacional o internacional).

7.3 LIG 1: DEPÓSITOS DEL COMPLEJO LITORAL INFERIOR: CANTERA AL OESTE DE BÁVARO.

7.3.1 Croquis de situación



Figura 24: Situación del LIG 1, Corte del puente del Río Chavón

7.3.2 Acceso

El LIG de Bávaro es un conjunto de canteras abandonadas y transformadas parcialmente en basureros. Se localizan a menos de un kilómetro al sudoeste de Punta Cortecito. El acceso se realiza fácilmente con un vehículo normal. Proviene de la carretera principal que une Pantanal con Bávaro, girar a la izquierda cerca de un complejo hotelero situado en el interior de los terrenos entre Punta Bávaro y Punta Cortecito. Los mapas topográficos disponibles están obsoletos y no muestran la ruta de acceso. En consecuencia el croquis de situación se ha realizado a partir de imágenes de Google Earth. Se recomienda utilizar el croquis de situación para acceder a este LIG.

7.3.3 Contenido y Motivación

Las canteras forman un muy bello ejemplo de depósitos de facies sedimentarias observadas en el complejo litoral inferior.

Estos depósitos se corresponden a calcarenitas bioclásticas bien seleccionadas (grainstone) depositadas en dominio peri litoral. En los diferentes puntos de observación se puede observar (cantera 1, más al sur) sucesiones de megariipples con direcciones en dos sentidos opuestos que se corresponden a dos rellenos de canales tidales. Grandes cuerpos progradantes dirigidos hacia el continente, en el interior de los cuales se observan perfectamente los megariipples (canteras 2 y 3, yendo hacia el norte). Los depósitos se corresponden a depósitos de grandes barras tidales. En la cantera 3 se observan igualmente depósitos tidales de muy alta energía (antidunas).

Los depósitos tidales implican una fuerte importancia de la dinámica mareal. La presencia de megariipples y principalmente de antidunas que implican velocidades de corrientes rápidas. La fuerte extensión de estos depósitos tidales sugiere un paisaje muy plano, con un cordón litoral muy desarrollado, pudiendo abrirse detrás en lagunas de más o menos gran extensión. El paisaje es comparable con el paisaje actual, aunque los antiguos suelen estar ampliamente afectados por la actividad humana. De hecho el paisaje en el momento del depósito era probablemente similar a algunos paisajes actuales de las Bahamas.



Foto 9: Ejemplo de depósitos tidales (megariipples orientados en dos sentidos opuestos). Plataforma inferior (4)



Foto 10: Detalle de megaripples tidales, destaca la presencia de madrigueras verticales.



Foto 11: Frente de trabajo de la cantera situada más al norte, destacar los sistemas de grandes barras tidales.

Su contenido principal es de tipo sedimentológico, posee interés científico y didáctico y su ámbito de utilización es regional

8 BIBLIOGRAFÍA

- ACUATER (2000).** Mapa Hidrogeológico Nacional. Planicie Costera Oriental, mapa N° 9/1/3 Escala 1:50 000. Programa SYSMIN, Proyecto J. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- BARRET, W. (1962).** Emerged and submerged shorelines of the Dominican Republic. Rev. Geog., Inst. Panam. Geog. e Hist., 30, 51-77.
- BOISSEAU, M. (1987).** Le flanc nord-est de la Cordillère Centrale Dominicaine (Española, Grandes Antillas). Un édifice de nappes Crétacé polyphasé. Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, París, 200 pp.
- BOWIN, C. (1960).** Geology of central Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 211 pp.
- BRAGA, J.C. (2010).** Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto 1B. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 73 pp.
- BROUWER, S.B., BROUWER, P.A. (1982):** Geología de la región ambarífera oriental de la Republica Dominicana. 9ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, Republica Dominicana. Memorias, 1: 303-322.
- CGG (COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE) (1999):** Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.
- DE LA FUENTE, S. (1976).** Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 pp.
- DE ZOETEN, R. (1988).** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Tesis Doctoral, Universidad de Texas, Austin, 299 pp.
- DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNAIZ HUERTA, P.P. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-I (Antón Sánchez) y Memoria correspondiente. Proyecto de

Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, A., MARTÍN-SERRANO, A., ESCUER, J. (2007). Evolución geomorfológica de la Cordillera Oriental Dominicana. Boletín Geológico y Minero, 118-2, 385-399.

DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (DGM), BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR); COOPERACIÓN MINERA DOMINICO-ALEMANA (1991). Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.

DOLAN, J.F. (1988). Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Tesis Doctoral, Universidad de California, Santa Cruz, 235 pp.

EPTISA (2004). Estudio hidrogeológico Nacional de la República Dominicana. Fase Programa SYSMIN, Proyecto N. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.

GABB, W. M. (1881). On the topography and geology of Santo Domingo. Am. Philos. Soc. Trans., n.s., XV, 49-259.

GARCÍA SENZ, J. (2004). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6372-III (Hato Mayor) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

GEISTER, J. (1982). Pleistocene reef terraces and coral environments at Santo Domingo and near Boca Chica, southern coast of the Dominican Republic. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 689-703.

HERNAIZ, P.P. (2004). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-III (Monte Plata) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

ITURRALDE. (2001): Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. Caribbean Journal of Science, 37, 3-4: 141-167.

- LEA, D.W., MARTIN, P.A., PAK, D.K., SPERO, H.J. (2002).** Reconstruction a 350 ky history of sea-level using planktonic Mg/Ca and oxygen isotope records from a Cocos Ridge core. *Quaternary Science Reviews*, 283, 283–293.
- LEBRÓN, M.C., MANN, P. (1991).** Geologic Map of the Eastern Dominican Republic. En MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (eds.). *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper, 262, 401 pp.
- MANN, P. (1983).** Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Tesis Doctoral. Universidad de Nueva York, Albany, 688 pp. (Inédito).
- MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F., Eds. (1991).** Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 401 pp.
- MARCANO, E., TAVARES, I. (1982).** Formación La Isabela, Pleistoceno temprano. *Publicaciones especiales Museo Nacional de Historia Natural*, 3, Santo Domingo, 30 pp.
- MERCIER DE LEPINAY, B. (1987).** L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, 378 pp. (Inédito).
- MONTHEL, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6372-III (El Valle) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., CAPDEVILLE, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6272-II (Bayaguana) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., NICOL, N., FONDEUR, L., GENNA, A. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6272-IV (Sabana Grande de Boyá) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

-
- MONTHEL, J., LASSEUR E, (2010).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° (6471-I) (Salvaleon de Higüey) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN II, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- NAGLE, F. (1966).** Geology of the Puerto Plata area, Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 171 pp. (Inédito).
- PÉREZ-ESTAÚN, A., HERNAIZ, P.P., LOPERA, E., JOUBERT, M., Eds. (2007).** Geología de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 118-2, 155-413.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I., GARCÍA CORTES, A., HERNAIZ, P.P., Eds. (2002).** Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta geológica Hispanica, 37, 77-80.
- PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- RODRÍGUEZ, H., FEBRILLET, J.F. (1982).** Potencial hidrogeológico de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 117-1, 187-200.
- SCHUBERT, C., COWART, J.B. (1982).** Terrazas marinas del pleistoceno a lo largo de la costa suroriental de la Rep. Dominicana: cronología preliminar. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 681-688.
- VALLADARES, S., LÓPEZ, J.G., SÁNCHEZ, J., DOMÍNGUEZ, R., PROL, J., MARRERO, M., TENREYRO, R. (2006):** Evaluación preliminar del potencial de hidrocarburos de la República Dominicana. Centro de Investigaciones del Petróleo. 129 pp. (Inédito).
- VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P., CALKINS, F.C. (1921).** A Geological Reconaissance of the Dominican Republic. En Editora de Santo Domingo. Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Santo Domingo, 18 (1983), 268 pp