



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA
ESCALA 1:50.000**

**ARROYO DULCE
(5969-IV)**

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

La presente Hoja y Memoria forman 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 soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), formando parte del Consorcio IGME- BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional.

Han participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Dr. Manuel Abad de los Santos (INYPSA)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Manuel Abad de los Santos (INYPSA)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Dr. Fernando Pérez Valera (INYPSA)
- Dr. Manuel Abad de Los Santos (INYPSA)
- Dr. Juan Carlos Braga - Fms. Arrecifales del Neógeno y Cuaternario - (Universidad de Granada)

MICROPALEONTOLOGÍA

- Dr. Luís Granados (Geólogo Consultor)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Ana Alonso Zarza (Universidad Complutense de Madrid)
- M. J. Fernández (Universidad Complutense de Madrid)

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

- Dr. Javier Escuder Viruete (IGME)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr. Manuel Abad de los Santos (INYPSA)

GEOMORFOLOGÍA

- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. José Luís García Lobón (IGME)

DATAACIONES ABSOLUTAS

- Dr. Janet Gabites (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)
- Dr. Richard Friedman (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)

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 proyecto SYSMIN

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

- Dr. 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. Santiago Muñoz
- Ing. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún la estrecha colaboración mantenida con los autores del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a la mejora de 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
- Mapas de muestras
- Álbum de fotos
- 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 correspondiente, y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría del Proyecto L. Mapas a escala 1:150.000 y Memoria adjunta;

Y los siguientes Informes Complementarios:

- Informe Estratigráfico y Sedimentológico del Proyecto
- Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana
- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto: Sierra de Bahoruco
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb
- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar
- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados

RESUMEN

La Hoja de Arroyo Dulce se encuentra situada en la Sierra de Bahoruco, más concretamente en sus estribaciones surorientales, aunque incluye también parte de la Llanura de Oviedo-Pedernales. En ella están representadas las formaciones carbonatadas marinas de edad Eoceno al Mioceno, aunque posee también un amplio registro de formaciones cuaternarias costeras y continentales.

La estructura de la hoja está conformada por grandes pliegues que se extienden a lo con dirección NO-SE constituidos por estructuras de menores dimensiones, trenes pliegues cilíndricos y simétricos de morfologías cónicas, doble inmersión y también doble vergencia hacia el NE y SO. En el sector suroccidental de la hoja la serie toma una disposición homoclinal, con suave inclinación hacia el SO.

Durante el Eoceno, sobre los relieves irregulares del plateau del caribe, se depositan en esta zona las calizas de rampa externa del Mb Inferior de la Fm Neiba. Posteriormente, en el Oligoceno inferior tiene lugar una regresión generalizada en la cuenca que produce su emersión parcial y que acentúa aún más la irregularidad del paleorrelieve volcánico del Cretácico.

En el Oligoceno superior tiene lugar una nueva transgresión y profundización en la cuenca a partir de la que se depositan el Mb Superior de la Fm Neiba y la base de la Unidad de Pedernales, formada por los Mbs Loma del Guano y Quemados de Basilio. Estas unidades registran la sedimentación en una cuenca de tipo rampa carbonatada en sus zonas media y distal. Las condiciones prevalecen hasta el Mioceno inferior cuando el proceso transgresivo alcanza su máximo.

A partir de este momento la cuenca experimenta una progresiva somerización a lo largo de todo el Neógeno, paralela al levantamiento de la Sierra de Bahoruco, con la formación en este sector de la cuenca de las calizas someras de las Unidades Barahona y, finalmente, de Maniel Viejo, que desarrolla a techo un paleokarst cubierto por facies continentales aluviales. Esta regresión pudo estar originada tanto por la situación transpresiva generalizada en la isla como por el empuje originado por la cresta de La Beata desde el Sur.

Finalmente, en el cuaternario, a la vez que se produce la elevación continuada de la Sierra tiene lugar el modelado de los escarpes marinos sobre las calizas terciarias y el depósitos de sedimentos litorales y continentales cerca de la costa.

ABSTRACT

The Arroyo Dulce Sheet is located in the southern boundary of Sierra de Bahoruco, more specifically at the southeastern end of this mountain range. The Oviedo-Cabo Rojo platform is also partially included in the southwestern part of the sheet. The Eocene to Pliocene marine carbonate formations dominate this area, along with outcrops of a wide range of Quaternary coastal and continental formations.

The geological structure consists of large, NW-SE trending anticlinorium formed by smaller structures, mainly fold-trains with symmetrical and cylindrical geometry, double dipping and double NE and SW vergence. In the southwestern sector of the sheet the geological structure is made up of a series of slightly deformed, SW-dipping monoclines, where a few folds have been differentiated having a wide radius of curvature and low dipping flanks.

During the Eocene Period, carbonates from the distal ramp of the Lower Mb of the Neiba Fm are deposited overlying the irregular reliefs of the Caribbean Plateau. During the Lower Oligocene, a generalized regression in the basin generates partial emersion that increases the topographic irregularities in the Cretaceous volcanic paleoreliefs.

A new transgression and deepening in the basin during the Upper Oligocene triggers sedimentation of the Upper Mb of the Neiba Fm and the base of the Pedernales unit, comprised of the Loma del Guano and Quemados de Basilio Mbs. These units record the sedimentation taking place in middle and distal areas of a carbonate ramp setting. These environmental conditions dominate until the Lower Miocene, when maximum transgression is recorded.

From the Middle Miocene and through the entire Neogene Period the basin undergoes progressive shallowing that is coeval with the uplift of the Sierra de Bahoruco, with the formation in this sector of the basin that hosts the shallow carbonate deposits of the Barahona and Maniel Viejo Units. A paleokarst covered by continental alluvial deposits developed toward the upper section of the basin. This regression could have been related to the generalized transpressive regime prevailing in the island and also to the indentation of the Beata Ridge from the south.

Lastly, during the Quaternary sustained uplift of the topographical reliefs takes place in parallel with erosional modelling of marine scarps that overlie tertiary limestones of the Sierra de Bahoruco and the deposition of coastal and continental sediments near the coastline.

<u>2.2.2. La Formación Neiba. Miembro Superior</u>	38
2.2.2.1. Formación Neiba. Miembro Superior (5). Calizas margosas y tableadas con silex y margo-calizas. Oligoceno superior-Mioceno inferior. P_3^2 - N_1^1	38
<u>2.2.3. Mioceno y Plioceno.....</u>	41
2.2.3.1. Unidad de Barahona (6). Alternancia de margo-calizas y calizas masivas con algas y corales. Mioceno inferior-superior? N_1^{1-3}	41
2.2.3.2. Unidad Maniel Viejo (7). Margas y calizas nodulosas rojas y calizas brechoides. Mioceno superior-Plioceno. N_1^3 - N_2	43
2.3. Cuaternario	44
<u>2.3.1. Depósitos relacionados con la dinámica gravitacional</u>	45
2.3.1.1. Coluviones (17). Limos y arcillas con cantos (17). Holoceno. Q_4	45
2.3.1.2. Flujos de derrubios (22). Brechas y gravas. Holoceno. Q_4	45
<u>2.3.2. Depósitos debidos a la dinámica fluvial y de escorrentía superficial.....</u>	45
2.3.2.1. Abanicos torrenciales antiguos (9). Conglomerados, gravas y arenas. Pleistoceno superior. Q_3	45
2.3.2.2. Abanico fluvio-deltaico (10). Conglomerados y arenas. Pleistoceno superior. Q_3	46
2.3.2.3. Terrazas (11). Conglomerados y arenas. Pleistoceno superior. Q_3	47
2.3.2.4. Conos de deyección activos (18). Arenas, gravas y conglomerados. Holoceno. Q_4	47
2.3.2.5. Fondos de valle (20). Conglomerados, gravas y arenas. Holoceno. Q_4	47
<u>2.3.3. Depósitos de origen lacustre y endorreico.....</u>	48
2.3.3.1. Áreas pantanosas (21). Lutitas y arenas finas. Holoceno. Q_4	48
<u>2.3.4. Depósitos debidos a la acción marino-litoral.</u>	48
2.3.4.1. Construcciones biogénicas (8). Calizas arrecifales. Pleistoceno. Q_{1-3}	48
2.3.4.2. Cordón litoral antiguo (15). Arenas. Pleistoceno superior. Q_3	48
2.3.4.3. Marisma alta o manglar abandonado. Lutitas ricas en materia orgánica (23). Marisma baja o manglar. Lutitas con abundantes restos vegetales (24). Holoceno. Q_4	49

2.3.4.4. Playas y cordones litorales actuales (25). Arenas y cantos. Holoceno. Q ₄ ..	49
2.3.4.5. Arrecifes actuales (26). Calizas organógenas y calizas detríticas. Holoceno. Q ₄	49
<u>2.3.5. Materiales debidos a meteorización química.....</u>	50
2.3.5.1. Relleno de dolinas (13). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno-Holoceno. Q ₃₋₄	50
2.3.5.2. Argilizaciones y rubefacciones (14). Arcillas rojas. Pleistoceno-Holoceno. Q ₃₋₄	50
<u>2.3.6. Depósitos de origen poligénico.....</u>	51
2.3.6.1. Brechas calcáreas cementadas con matriz rojiza (12). Pleistoceno- Holoceno. Q ₃₋₄	51
2.3.6.2. Aluvial-coluvial (19). Arcillas con cantos y bloques. Holoceno. Q ₄	51
2.3.6.3. . Piedemonte (16). arenas y gravas y rojas. Holoceno. Q ₄	51
3. TECTÓNICA	53
3.1. Contexto geodinámico de la Española.....	53
3.2. Marco geológico estructural de la Península de Bahoruco.....	55
<u>3.2.1. El margen septentrional de la Sierra de Bahoruco</u>	58
<u>3.2.2. La Cresta de Beata (Beata Ridge)</u>	58
<u>3.2.3. Grandes estructuras en la Península de Bahoruco</u>	58
3.2.3.1. Zona de Falla de Beata.....	59
3.2.3.2. Falla de la Sabana de los Candelones	59
3.2.3.3. Zona de Falla de Pelempito	60
3.2.3.4. Pliegues	60
3.2.3.5. La fracturación	62
3.3. La estructura de la Hoja de Arroyo Dulce.....	62
<u>3.3.1. Falla de Oviedo.....</u>	65
<u>3.3.2. Zona de Cizalla de Arroyo Dulce</u>	65

3.4. Interpretación y evolución tectónica de la zona de estudio	66
<u>3.4.1. Edad de la deformación</u>	<u>68</u>
3.5. Tectónica activa	69
4. GEOMORFOLOGÍA	70
4.1. Análisis geomorfológico	70
<u>4.1.1. Estudio morfoestructural.....</u>	<u>70</u>
4.1.1.1. Formas estructurales	70
<u>4.1.2. Estudio del modelado</u>	<u>71</u>
4.1.2.1. Formas gravitacionales.....	71
4.1.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial.....	71
4.1.2.3. Formas lacustres y endorreicas.....	73
4.1.2.4. Formas marinas-litorales	73
4.1.2.5. Formas por meteorización química.....	74
4.1.2.6. Formas poligénicas.....	74
4.2. Evolución e historia geomorfológica	77
5. HISTORIA GEOLÓGICA.....	80
5.1. El plateau oceánico del Cretácico superior	81
5.2. La Cuenca del Paleógeno al Mioceno superior.....	82
5.3. La Cuenca del Mioceno superior al Plioceno.....	85
5.4. La Sierra de Bahoruco del Pleistoceno al Holoceno	86
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA	88
6.1. Hidrogeología.....	88
<u>6.1.1. Hidrología y climatología.....</u>	<u>88</u>
<u>6.1.2. Hidrogeología.....</u>	<u>89</u>

6.2. Recursos minerales	92
<u>6.2.1. Descripción de las Sustancias</u>	<u>93</u>
<u>6.2.2. Potencial minero</u>	<u>93</u>
7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO	94
7.1. Introducción.	94
7.2. Relación de los L.I.G.	94
7.3. Descripción de los Lugares	95
<u>7.3.1. L.I.G. N° 1. El Abanico deltaico del Valle de Juancho</u>	<u>95</u>
<u>7.3.2. L.I.G. N° 2. El manantial de aguas sulfurosas y manglar de Arroyo Salado.....</u>	<u>96</u>
<u>7.3.3. L.I.G. N° 3. Las facies de la Fm Nieba Mb Superior en Manuel Goya.....</u>	<u>97</u>
8. BIBLIOGRAFÍA.....	98

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 TYPESA) 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 práctica totalidad 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 1.1):

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 Vázquez, 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)

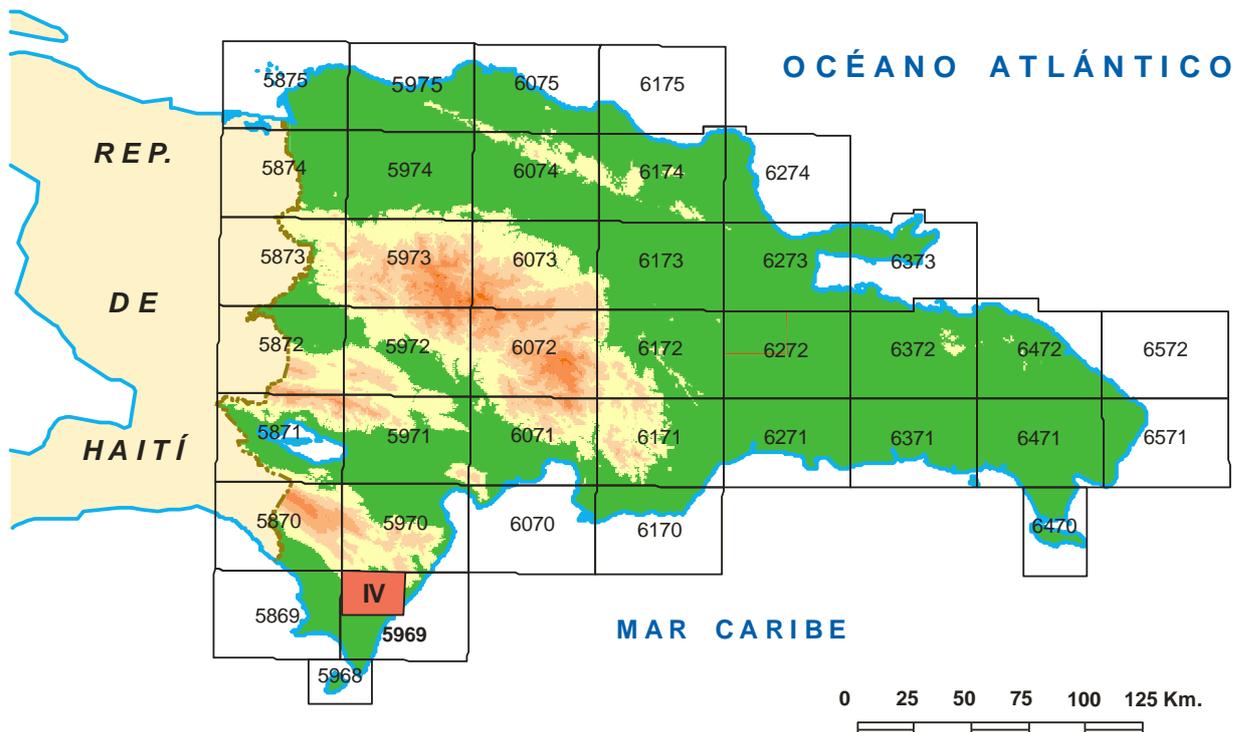


Figura 1.1. Distribución de Hojas a escala 1:50.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Arroyo Dulce (5969-IV).

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 contiguas.

Durante la realización de la Hoja a escala 1:50.000 de Arroyo Dulce 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 de gradiente vertical 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 (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 (Enriquillo, 5969-IV).

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 a escala de 1:50.000 de Cabo Rojo (5969-IV) se localiza al suroeste de la República Dominicana. Desde un punto de vista geográfico la hoja está situada en el extremo suroriental de la Sierra de Bahoruco (Figura 1.1). La sierra de Bahoruco es la más meridional de las cuatro cordilleras principales de la República Dominicana, constituyendo la continuación oriental de la cordillera Meridional de Haití. Aparece como una destacada elevación montañosa que, con una dirección E-O a ESE-ONO, se alza bruscamente al sur de la hoja de Enriquillo, alcanzando 2.367 m en la loma del Toro. Todavía dentro de esta hoja, hacia el suroeste, sus relieves desaparecen paulatinamente y comienza una amplia región caracterizada por su aridez y escasa altitud conocida como Llanura de Oviedo-Pedernales o, en sentido más amplio, la Procurrente Sur de Barahona.

Toda la región se caracteriza por la escasez de infraestructuras y pueblos, al margen de los localizados a lo largo de la carretera nacional N°44 Barahona-Pedernales. A destacar la carretera, en general en mal estado y bastante estrecha, que atraviesa Norte-Sur la hoja en su extremo oriental y que comunica las localidades de Higuerito y Enriquillo atravesando los pueblos de el Naranjal y Arroyo Dulce. Estos dos últimos suponen los núcleos urbanos más importantes de la hoja.

El resto de caminos y pistas se distribuyen de forma heterogénea y atraviesan los distintos parajes pobremente habitados de la región y destinados al cultivo de la sávida o a la ganadería caprina y vacuna. A destacar la práctica total ausencia de caminos transitables por vehículos en el cuadrante noroccidental de la hoja, donde sí existen algunos senderos que se pueden recorrer a pie.

La Hoja de Arroyo Dulce Rojo se encuentra a unos 160 Km en línea recta de la capital, Santo Domingo, y unos 230 km por carretera por el itinerario más corto y cómodo posible. Este itinerario consiste en tomar la carretera nacional N°6 desde la capital hasta San Cristóbal (Autopista 6 de Noviembre) y continuar hasta Azua por la carretera nacional N°2, también conocida como Carretera Sánchez. Esta vía está actualmente en obras y tiene un tráfico muy denso, en ocasiones de vehículos pesados, aunque en general el asfalto se encuentra en buenas condiciones. Una vez alcanzada la ciudad de Azua la nacional N°2 enlaza directamente con la carretera nacional N°44, que llega hasta Barahona. En esta ciudad se debe seguir la carretera que bordea la costa durante 45 km, atravesando los pueblos de Cienaga, Paraíso y Enriquillo, antes de llegar a la hoja. Otra posible ruta de acceso a la hoja es tomar la Nacional N°46 en Barahona con dirección Cabral y,

posteriormente, tomar una carretera secundaria hasta el pueblo de Polo, en la hoja del mismo nombre. Una vez en Polo debe tomarse un pequeño camino vecinal, asfaltado a tramos, en dirección suroeste, que comunica este pueblo con el del Higüero, ya dentro de la Hoja de Arroyo Dulce.

Desde un punto de vista administrativo la hoja se localiza dentro de las provincias nacionales de Barahona y Pedernales. El territorio que ocupa se encuentra compartido por los municipios de Oviedo y Arroyo Dulce. Las actividades económicas principales son la agricultura de cereales y sávila (*Aloe vera*) y la ganadería vacuna y caprina. Son frecuentes las pequeñas zonas de cultivo de ñame, yautía, plátanos y otras frutas. En Juancho posee cierta importancia la actividad pesquera. Existen además pequeñas canteras dispersas por toda la hoja donde se extraen calizas y conglomerados como áridos de carretera. El turismo es prácticamente inexistente en toda la zona.

A excepción de la carretera nacional que atraviesa la parte sur de hoja y la que une el pueblo de Enriquillo con Higuerito, la primera de buena calidad y la segunda bastante más precaria, la red de comunicaciones en la hoja es muy pobre. En su mayoría consisten en caminos de tierras, muy estrechos y tapados por vegetación, que nacen de estas dos carreteras principales y que se utilizan para llegar a pequeñas fincas, zonas de cultivo o alcanzar pequeñas aldeas muy aisladas. Casi todos ellos son accesibles en vehículos 4x4. Sólo el noroeste de la hoja resulta inaccesible por vehículo en su mayor parte, ya que no hay ningún tipo de vía de comunicación y las observaciones se han llevado a cabo en senderos muy cerrados por la vegetación y abruptos. También se han utilizado los pocos barrancos y cañadas existentes para alcanzar estas zonas y encontrar cortes limpios donde analizar la geología del terreno. De esta forma, la mayor parte de las observaciones de buena calidad se han llevado a cabo a lo largo o en las inmediaciones de las carreteras. Por otra parte, existen varias canteras utilizadas para la extracción de calizas para árido que han permitido completar la cartografía y obtener datos geológicos más precisos.

La topografía de toda la zona es muy heterogénea (Figura 1.2) pero se caracteriza por la presencia de una notable planicie que ocupa la mitad suroccidental de la Hoja. Posee una ligera inclinación general hacia el SO y una altitud media inferior a los 150 m, que disminuye de forma gradual hacia el litoral. Hacia el norte el relieve se hace algo más abrupto e incrementan progresivamente la altitud de los cerros y lomas, aún bastante suavizados, que llegan a alcanzar los 700 metros en los Cerros de la Sabana Redonda en el noroeste, cerca del límite con las hojas de Polo y Pedernales. Hacia el límite nororiental de la hoja el relieve es mucho más abrupto y llega a sobrepasar los 1100 metros de altitud en los Cerros de

Chene. El amplio valle de Juancho, de dirección NO-SE, por donde circulan numerosas cañadas y arroyos que desembocan en el Mar Caribe, separa estas dos zonas más escarpadas.

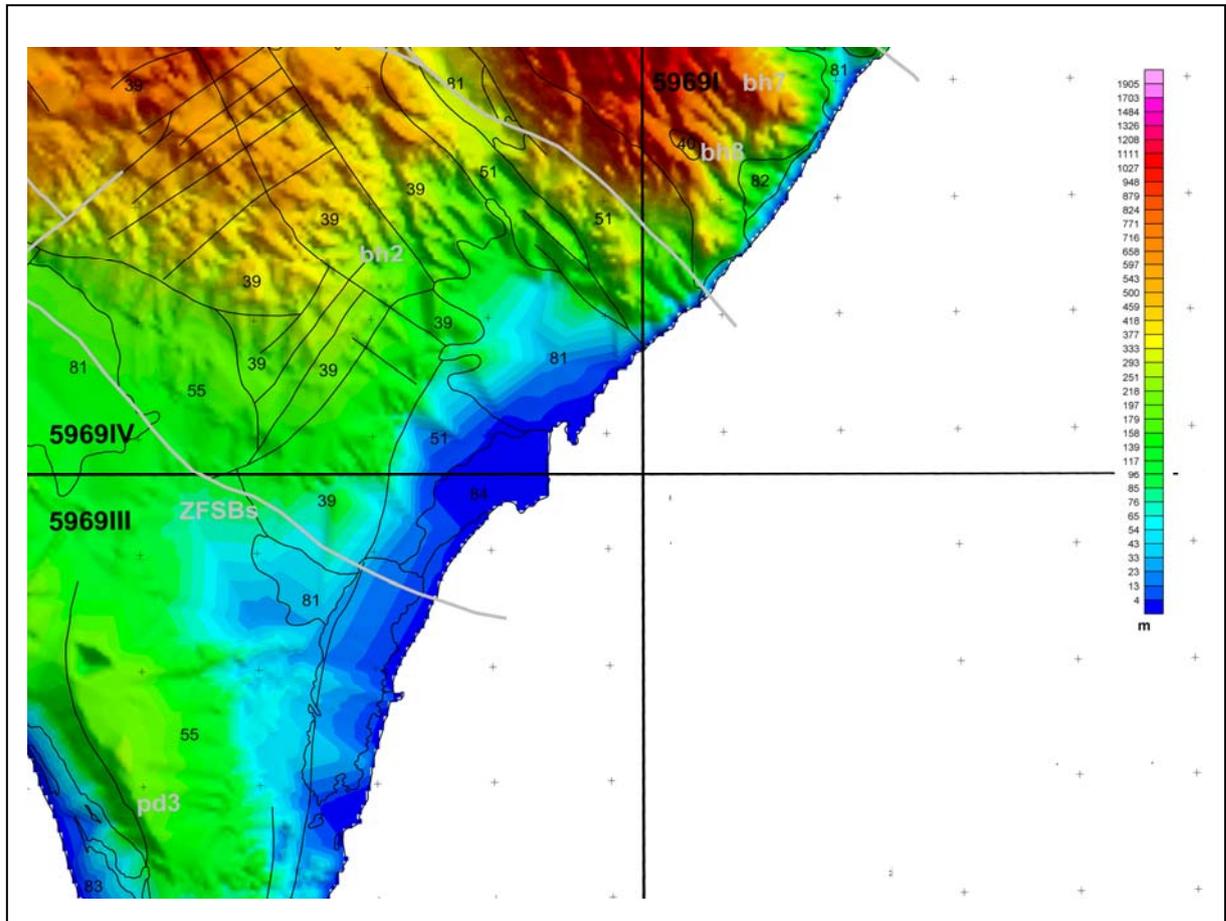


Figura 1.2. Modelo digital del terreno de la Hoja a escala 1:100.000 de Enriquillo (5969). La Hoja de Arroyo Dulce ocupa el cuadrante noroccidental (5969-IV).

La red fluvial es muy pobre y está integrada por una gran cantidad de arroyos y cañadas, generalmente de carácter intermitente que, procedentes de los relieves montañosos, localizados al noreste, alcanzan la planicie o el valle de Juancho. Estos cauces presentan un marcado carácter estacional y sólo son activos en momentos de grandes precipitaciones. Se puede destacar el Arroyo Dulce, del que toma el nombre el pueblo y la propia hoja, con presencia de agua en su cauce prácticamente todo el año; y la Cañada Seca, muy activa y peligrosa en momentos de tormentas tropicales y huracanes. Existen también numerosas cañadas, con dirección aproximada N-S y longitud considerable, en todo el sector central y oriental de la hoja. De esta forma, casi no hay aguas superficiales permanentes en la Hoja, pero sí se ha constatado la existencia de un importante sistema de circulación endokárstico de aguas subterráneas procedente de la Sierra de Batoruco que llega a generar algunos manantiales cerca de la costa.

El clima de la zona es muy cálido y seco, con temperaturas medias de 26°C y precipitaciones medias anuales próximas a los 1300 mm, aunque las precipitaciones presentan una gran irregularidad interanual y, dentro del mismo año, se concentran en unos pocos días y durante la temporada ciclónica como consecuencia de la llegada a esta zona de tormentas y huracanes. De hecho, esa región es la más meridional de República Dominicana y, por tanto, la más afectada por este tipo de eventos meteorológicos, al estar situada en su trayectoria ordinaria.

La vegetación de la planicie meridional, que cubre una gran parte de la superficie de la hoja, puede clasificarse como monte espinoso subtropical constituido por arbustos y plantas espinosas entre las que destacan diferentes especies de cactáceas y acacias como la guazábara, el cagüey y el cambrón. Hacia zonas más altas, en el N, algo más templadas y húmedas, existen áreas en que predomina el bosque seco subtropical, principalmente formado por diferentes especies de cactáceas, arbustos y algunos árboles como el cayuco, la baitoa, el cambrón, el aroma, el guayacán o el guano. La escasa superficie de litoral de la hoja está dominada por extensas zonas de manglar que se concentran en la Bahía de Regalada, en el sureste de la hoja.

1.3. Marco geológico

La geología de la República Dominicana se caracteriza por una gran heterogeneidad de materiales sedimentarios y volcánicos representados, a la que hay que añadir, además, la presencia de numerosos cuerpos intrusivos acompañados por importantes cortejos filonianos. Esta diversidad de materiales puede apreciarse en el esquema geológico de la Isla que se muestra en la figura 1.3.

En términos generales la geología de la isla de La Española está controlada por tres factores principales:

- En primer lugar, y al menos durante el Mesozoico, por el carácter oceánico de la isla. La Española estuvo asentada desde el Jurásico hasta el Paleoceno sobre una zona muy activa de la corteza oceánica. En estas condiciones se producen distintos procesos de subducción, que provocan, 1) la presencia de un vulcanismo de arco de isla, con diversos episodios eruptivos y la consiguiente presencia de materiales vulcanosedimentarios, y 2) la abundancia de rocas ígneas intrusivas en las series volcánicas y vulcanosedimentarias. La propia naturaleza de las rocas extrusivas, unida a la escasa anchura de las plataformas marinas da lugar a frecuentes y rápidos cambios de facies.

- En segundo lugar, la posición de la isla en un área de clima tropical es responsable de la alta producción biológica en las aguas circundantes, posibilitando en las plataformas someras la formación de calizas, muchas veces de tipo arrecifal y la acumulación en las aguas más profundas de potentes serie de calizas pelágicas o hemipelágicas. Este mismo factor climático es también responsable de las tasas altas de meteorización que van a favorecer la acumulación de grandes depósitos de materiales detríticos, debido a la rápida erosión de los relieves y transporte de sedimentos hacia las cuencas.

1.3.1. Geología de La Española

La República Dominicana ocupa aproximadamente los dos tercios más orientales de la Isla La Española, cuya superficie total es de unos 80.000 km², lo que la convierte en la segunda isla más extensa de las Antillas Mayores. Desde el punto de vista fisiográfico la isla está constituida por cuatro alineaciones montañosas principales que, de norte a sur y según la toponimia dominicana, son la Cordillera Septentrional, la Cordillera Central, la Sierra de Neiba y la Sierra de Bahoruco, separadas por tres grandes valles según el mismo orden, el Valle del Cibao, el Valle de San Juan y el Valle de Enriquillo. La orografía de la isla es muy accidentada, e incluye las mayores altitudes de las Antillas Mayores (picos Duarte y la Pelona, con 3087 m).

Desde el punto de vista geodinámico, la Isla Española se encuentra situada en la parte septentrional de la Placa del Caribe y conjuntamente con Puerto Rico, constituyen una unidad que puede interpretarse como una microplaca incipiente (Figura 1.3), limitada al Norte por una zona de subducción/colisión oblicua (Fosa de Puerto Rico) y al Sur por una zona de subducción embrionaria (Fosa de los Muertos). El margen Norte del Caribe ha evolucionado notablemente desde el Cretácico hasta hoy. Previamente al Eoceno Inferior, el límite Norte del Caribe fue fundamentalmente de subducción (convergente con la Placa de Norteamérica), como lo evidencia la presencia del arco magmático del Cretácico Superior-Eoceno Inferior.

La colisión de este arco magmático con la Plataforma de las Bahamas (margen continental meridional de Norte América), da lugar a la transición de un régimen dominado por la subducción a uno con desplazamientos en dirección, que ha continuado a lo largo del Neógeno (Dolan y Mann, 1998). Desde entonces, este límite de placas tiene un carácter transpresivo senestro. Las reconstrucciones de placas propuestas para la región septentrional del Caribe, indican que la plataforma de las Bahamas se ha movido relativamente hacia el oeste respecto a la del Caribe en los últimos 20 Ma y que los efectos

colisiones se han intensificado en la Española en los últimos 5 Ma (Mann *et al.*, 2002; Pindell y Kennan, 2006; Pindell y Kennan., 2009).

La isla de La Española constituye una zona de tectónica activa, importantes terremotos históricos y levantamiento tectónico, debido a que el borde septentrional de la placa Caribeña está actualmente sometida a un régimen de convergencia oblicua (Calais *et al.*, 1992, 1998, 2002; Mann *et al.*, 1998; De Mets *et al.*, 2000; Jansma *et al.*, 2000; Bilich *et al.*, 2001; Prentice *et al.*, 2002).

1.3.2. Macro unidades geológicas

Localizada en el borde norte de la placa Caribeña, la geología de La Española resulta de la convergencia oblicua del margen continental de la placa de Norteamérica con el sistema de arco-isla Cretácico caribeño, la cual ocurrió fundamentalmente en el periodo en el Eoceno-Mioceno Inferior y continúa en la actualidad (Donnelly *et al.*, 1990; Mann *et al.*, 1991, 1995, 2008). La geotectónica activa ha dado lugar a una fisiografía caracterizada por una alternancia de sierras montañosas y valles, que pueden ser agrupadas en diez zonas fisiográficas o morfogenéticas (Figura 1.4). Cada una de estas zonas presenta características geológicas que la distinguen de sus zonas contiguas y en general, sus límites coinciden con alineaciones morfoestructurales bien definidas.

Por otra parte, basándose en su diferente historia geológica, la Española ha sido dividida en varias unidades tectonoestratigráficas (denominadas terrenos en sentido amplio), que han sido yuxtapuestas tectónicamente por zonas de desgarre de dirección ONO-ESE y edad post-Eoceno Superior/Oligoceno (Mann *et al.*, 1991). Estas zonas de falla son: Septentrional (ZFS), La Española (ZFLE), Bonao-La Guácara (ZFBG), San Juan-Restauración (ZFSJR) y Enriquillo-Plantain Garden (ZFEPG) (Figura 1.5).

Las rocas de estos terrenos están regionalmente cubiertas por rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno Superior a Plioceno, que postdatan la actividad del arco-isla y registran las deformaciones relacionadas con la colisión oblicua arco-continente y, más recientemente, con la subducción activa el margen meridional de la isla (Bourgeois *et al.*, 1983; Mann *et al.*, 1991, 1995; Calais *et al.*, 1995; Dolan *et al.*, 1998; Mann, 1999; Hernáiz Huerta y Pérez Estaún, 2002).

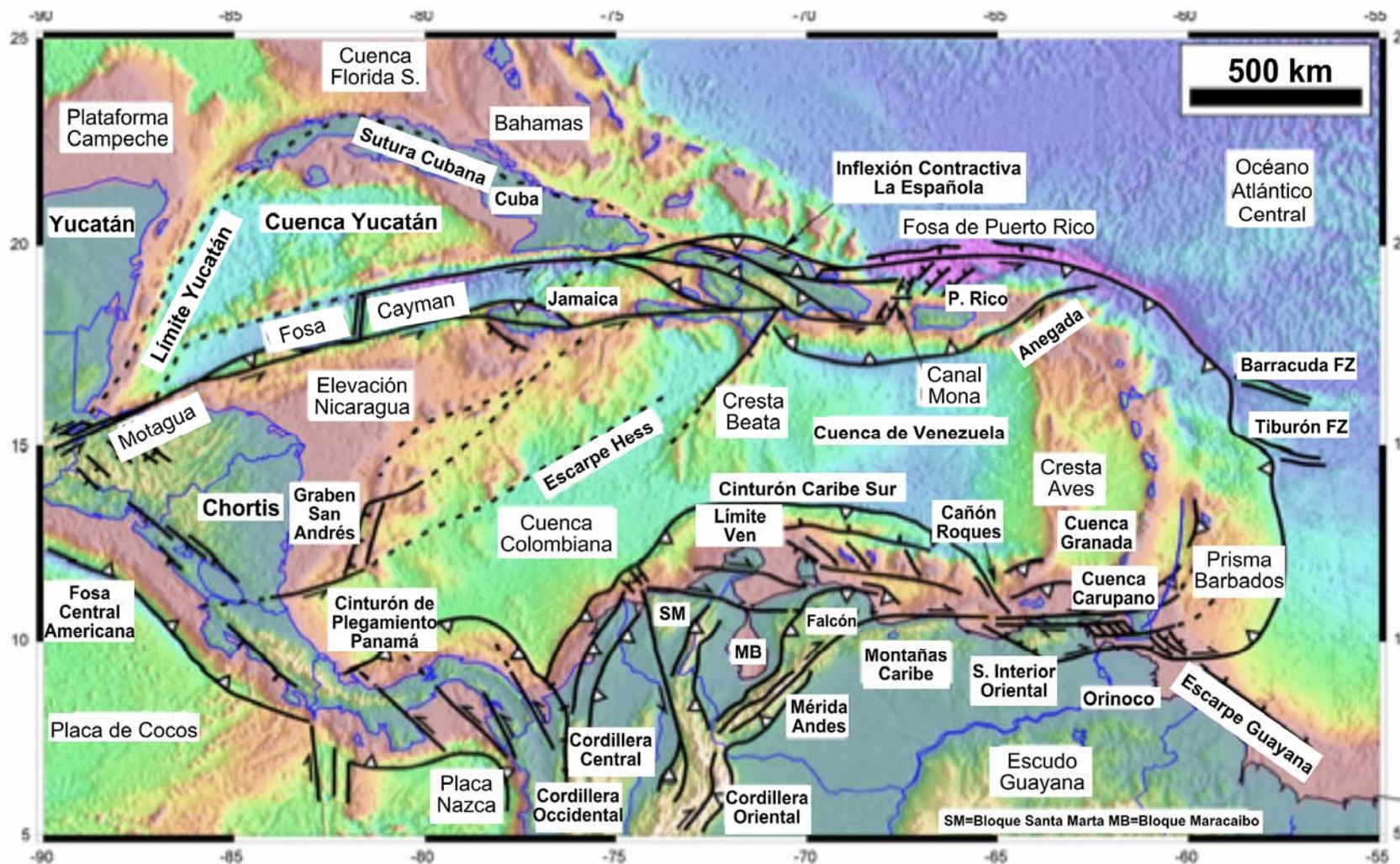


Figura 1.3. Mapa de la placa Caribeña mostrando la situación de la isla de La Española en su borde septentrional. En la figura se muestran también los límites estructurales de la placa Caribeña con otras placas y los principales elementos tectónicos.

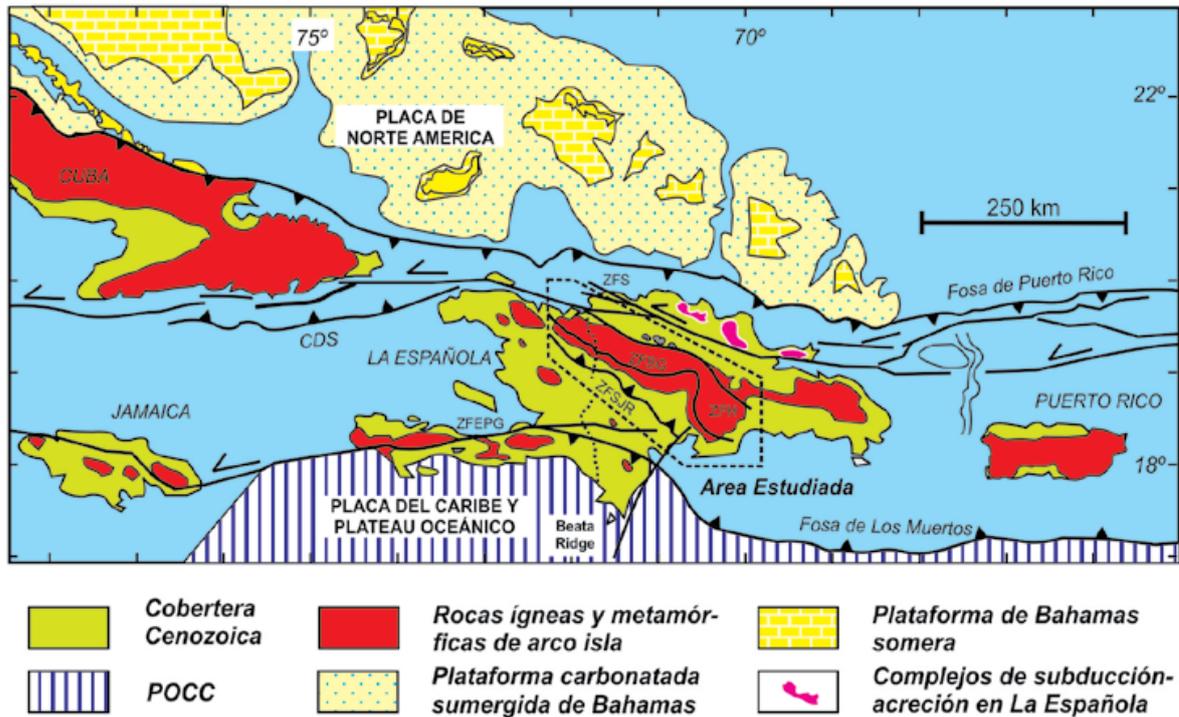


Figura 1.3 (cont). Mapa del margen septentrional de la placa Caribeña (mod. de Lewis y Draper, 1990; Mann *et al.*, 1991). La Española ha sido dividida en varios terrenos tectonoestratigráficos en base a su diferente historia geológica, yuxtapuestos tectónicamente por zonas de desgarre de dirección ONO-ESE y edad post-Eoceno/Oligoceno (Mann *et al.*, 1991). Estas zonas de falla son: Septentrional (ZFS), La Española (ZFLE), La Guácara-Bonao (ZFBG), San Juan-Restauración (ZFSJR) y Enriquillo-Plantain Garden (ZFEPG).

Los estudios realizados en la República Dominicana, en buena parte enmarcados dentro del Programa SYSMIN, han permitido distinguir de Norte a Sur las siguientes unidades o dominios geológicos (Figuras. 1.4, 1.5 y 1.6):

(1) La Cordillera Septentrional, que representa un prisma de acreción (o complejo de zona de subducción) exhumado durante la colisión del arco de islas con el continente de Norte América, que incluye: a) los complejos de basamento formados por rocas de alta presión y que asocian, o a los que se asocian, olistostromas y mëlanges de matriz serpentínica que igualmente incorporan rocas de alta presión (complejos de Puerto Plata, Río San Juan y Samaná); b) pequeños complejos de basamento formados por fragmentos del arco de isla colisionado (El Cacheal, El Paradero y Pedro García); y c) la cuenca turbidítica de antearco/antepaís suprayacente, rellena con las unidades siliciclásticas del Eoceno Inferior-Oligoceno. Además, hay que considerar las formaciones eminentemente carbonatadas del Mioceno Superior-Plioceno (Fm Los Haitises y equivalentes) y resto de formaciones cuaternarias que reposan discordante sobre todo el dispositivo anterior (Donnelly y Rogers 1980; Draper y Nagle 1991; Joyce 1991; Pindell y Draper, 1991; De Zoeten y Mann, 1999;

Mann, 1999; Gonçalves *et al.* 2000; Escuder-Viruete y Pérez-Estaún, 2006; Pérez Varela y Abad, 2008).

(2) La Cordillera Oriental, donde aflora el arco isla primitivo del Cretácico Inferior (al igual que en determinados puntos a lo largo del borde septentrional de la Cordillera Central), que incluye las rocas volcánicas y volcanoclásticas de la Fm Los Ranchos y los Esquistos de Maimón y Amina, los cuales resultan ser petrológica y geoquímicamente equivalentes (Bowin, 1975; Draper y Lewis, 1991; Kesler *et al.*, 1990, 2005; Lebron y Perfit, 1994; Lewis *et al.*, 1995, 2000, 2002; Joubert *et al.*, 2004; Escuder-Viruete *et al.*, 2004, 2006). El Complejo Río Verde situado estructuralmente al SO representa el arco fallado o la cuenca de trasarco adyacente al frente volcánico (Escuder-Viruete *et al.*, 2009).

En la Cordillera Oriental, la Fm Los Ranchos está estratigráficamente recubierta por la potente secuencia sedimentaria siliciclástica de la Fm Las Guayabas. Esta unidad está formada por areniscas con abundantes terrígenos derivados de la erosión de un arco isla, por lo que se interpreta constituyen el relleno de la cuenca delantera del Arco Isla Caribeño del Cretácico Superior (García Senz *et al.*, 2004).

(3) El cinturón de peridotitas serpentinizadas, denominado Peridotitas de Loma Caribe (Lewis *et al.*, 1999, 2006; Draper *et al.*, 1996), y las unidades volcano-plutónicas oceánicas relacionadas (Escuder-Viruete *et al.*, 2006, 2008). El cinturón de Peridotitas de Loma Caribe aflora asociado a la Zona de Falla de La Española (Figuras 1.5 y 1.6), que es una de las estructuras más importantes de toda la isla. Se trata de una falla de desgarre que, hasta el cese de su funcionamiento aproximadamente a comienzos del Mioceno, resolvió un gran desplazamiento lateral, aproximando y yuxtaponiendo, al menos, los distintos fragmentos litosféricos actualmente representados en las Cordilleras Central y Oriental (Hernáiz Huerta, 2006).

(4) Ocupando principalmente la vertiente septentrional de la Cordillera Central, se reconoce un complejo metamórfico de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, compuesto por la asociación volcano-plutónica de Loma La Monja (Escuder-Viruete *et al.*, 2008) y el Complejo Duarte (Palmer, 1979), que se interpreta como derivado de una meseta oceánica (Draper y Lewis, 1991; Lewis y Jiménez, 1991; Montgomery *et al.*, 1994) edificada sobre un sustrato oceánico de basaltos, sedimentos pelágicos y radiolaritas de procedencia Pacífica (Montgomery *et al.*, 1994). El Complejo Duarte incluye picritas olivínicas y basaltos ricos en Mg geoquímica e isotópicamente similares a los magmas generados por una pluma mantélica (Lapierre *et al.*, 1997, 1999, 2000; Escuder-Viruete *et al.*, 2006, 2007).



Figura 1.4. Principales unidades morfoestructónicas de La Española según Lewis y Draper (1991).



Figura 1.5. Mapa de los terrenos tectonoestratigráficos de La Española según Mann *et al.* (1991): (1) Samaná; (2) Puerto Plata-Pedro García-Río San Juan; (3) Altamira; (4) Seibo; (5) Oro; (6) Tortue-Maimón-Amina; (7) Loma Caribe-Tavera; (8) Duarte; (9) Tireo; (10) Trois Rivières-Peralta (11) Presq'île du Nord-Ouest-Neiba; y (12) Hotte-Selle-Bahoruco. Zonas de Falla: ZFRG, Río Grande; ZFS, Septentrional; ZFBG, Bonao-La Guácara; ZFH, Hatillo; ZFLE, La Española; ZFEPG, Enriquillo Plantain Garden; ZFSJR, San José- Restauración; ZFLPSJ, Los Pozos-San Juan.

(5) La amplia franja axial de la Cordillera Central es la principal zona de aforamiento de la secuencia de arco magmático del Cretácico Superior, representada principalmente por el Grupo Tireo; está intruida por los batolitos gabro-tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor, El Bao, Jumunuco, El Río y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos y plutones de leucotonalitas foliadas (Lewis *et al.*, 1991, 2002; Contreras *et al.*, 2004; Escuder-

Viruete *et al.*, 2004; Joubert *et al.*, 2004; Stein *et al.*, 2004). Sobre estos materiales tuvo lugar la extrusión de la potente Fm Basaltos de Pelona-Pico Duarte, que corresponde a un magmatismo intraplaca relacionado con los eventos más tardíos de construcción del Plateau Oceánico Caribeño en el Campaniense-Maastrichtiense (Escuder-Viruete *et al.*, 2009).

(6) El cinturón de pliegues y cabalgamientos de Trois Rivières-Peralta ocupa fundamentalmente la vertiente sur de la Cordillera Central y en él afloran las formaciones sedimentarias del Eoceno Inferior/Medio-Oligoceno (¿y Mioceno Inferior?) que se depositaron por detrás del arco isla (cuenca trasera de arco) contemporáneamente a la colisión entre éste y el continente Norteamericano y deformaron como consecuencia de ésta (Heubeck, 1988; Dolan *et al.*, 1991; Hernáiz Huerta y Pérez-Estaún, 2000; Pérez Varela y Abad, 2008). La cuenca de San Juan-Azua (y parcialmente, los territorios situados al sur de éstas, incluida la cuenca de Enriquillo), están rellenas por materiales del Neógeno-Cuaternario y tiene el carácter de cuenca de antepaís respecto al citado cinturón de Trois Rivières-Peralta (Mann *et al.*, 1991, 1999; Díaz de Neira y Solé, 2002)

(7) En la posición más meridional del país, las sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco, están constituidas por materiales de naturaleza eminentemente calcárea de edad Eoceno-Mioceno. Su levantamiento muy reciente, a partir del Plioceno Inferior-Medio, está relacionado con el emplazamiento en superficie de un fragmento del plateau oceánico del Caribe aflorante en el núcleo de la sierra de Bahoruco (y sus equivalentes en territorio haitiano, sierras de Hotte y Selle; Maurasse *et al.*, 1979; Sen *et al.*, 1988; Girard *et al.*, 1982) así como también, posiblemente, en el núcleo de la Sierra de Neiba (Hernaiz Huerta, 2004). Se denomina plateau oceánico del Caribe a un episodio de basaltos masivos oceánicos de edad Cretácico Superior que se ha identificado en sondeos y perfiles sísmicos en el sustrato de buena parte del mar Caribe y de la dorsal de Beata (Kerr *et al.*, 2002).

1.3.3. La Sierra de Bahoruco

La Sierra de Bahoruco forma parte del denominado terreno Hotte-Selle-Bahoruco (Mann *et al.* 1991) constituido por estas tres sierras contiguas, las dos primeras localizadas en Haití, que presentan directrices generales ONO-ESE y se extienden de oeste a este por todo el sector meridional de La Española. Está integrada por una potente y monótona sucesión de unidades eminentemente carbonatadas, depositadas prácticamente durante el Paleógeno-Mioceno, aflorando localmente su sustrato cretácico, de naturaleza ígnea, fuera del ámbito de la Hoja.

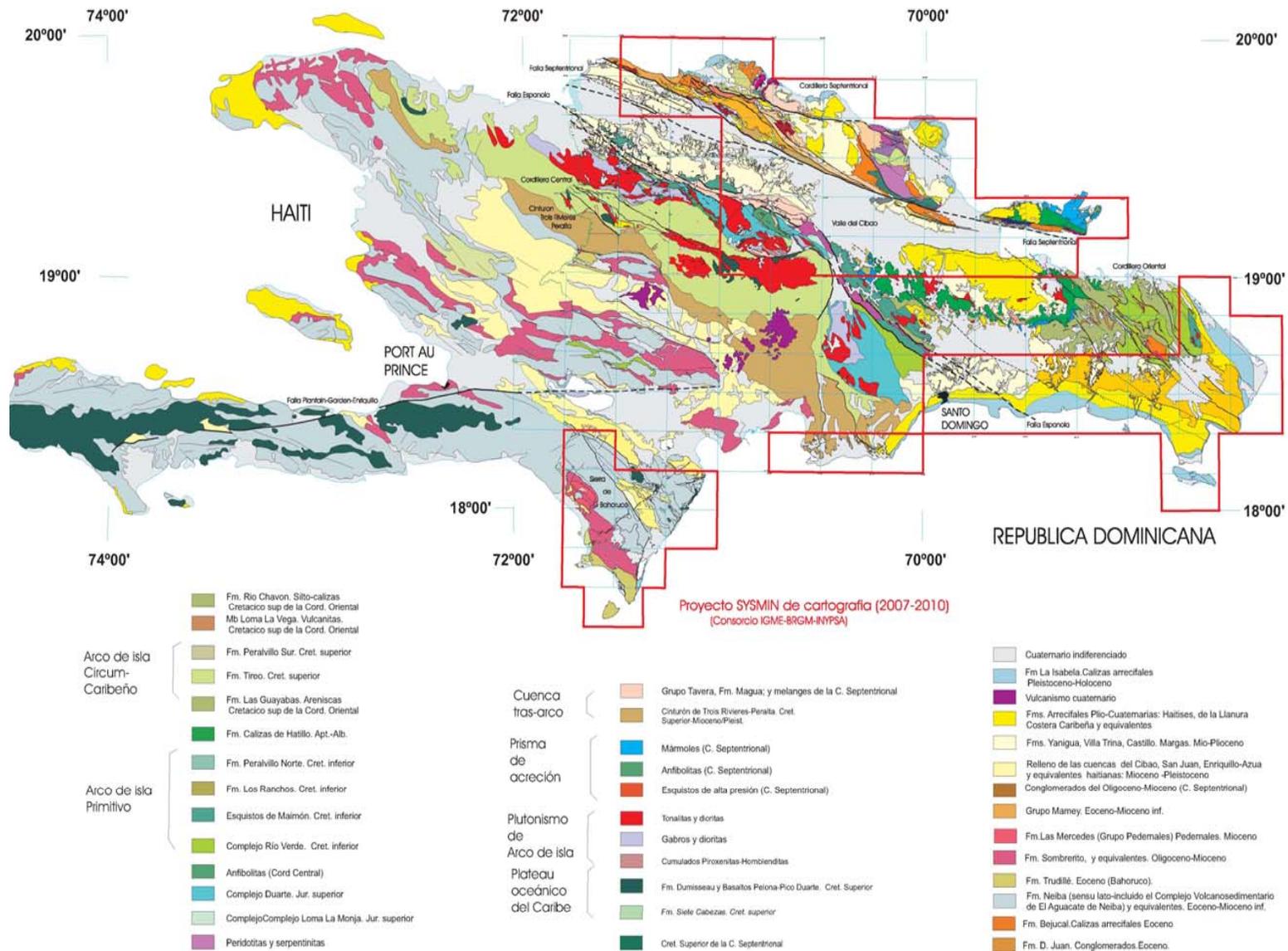


Figura 1.6. Mapa Geológico simplificado de La Española según Lewis y Draper (1990) y el Programa SYSMIN (1999, 2004, 2007). En la figura se especifica la situación de las zonas cartografiadas en el Proyecto SYSMIN II.

Aunque en detalle presenta una compleja sucesión de pliegues y fallas de envergadura y geometrías diversas, a grandes rasgos se estructura como un gran antiformal cabalgante hacia el norte sobre la cuenca de Enriquillo. Tal vez su formación más representativa es la Fm Dumisseau (Maurrasse *et al.*, 1979), en el ámbito de este proyecto denominada también Fm Cienaga. Con más de 1.500 m de espesor, consiste en una alternancia de basaltos y *pillow* basaltos no metamórficos, doleritas, calizas pelágicas, cherts, limolitas silíceas y areniscas volcánicas a las que las dataciones le atribuyen un intervalo de ocurrencia que va del Cretácico Inferior al Cretácico Superior. Por encima de la Fm. Dumisseau y equivalentes, una importante discordancia marca el final del volcanismo basáltico y el comienzo de un régimen esencialmente sedimentario, con cierto predominio de facies carbonatadas y ocasionales ocurrencias volcánicas, que comprende el intervalo del Cretácico terminal al Mioceno.

A excepción del relleno de dolinas y poljes, en su sector suroccidental los sedimentos cuaternarios continentales presentan un desarrollo muy pobre como consecuencia de la inexistencia de grandes relieves, las escasas precipitaciones y la ausencia de sistemas fluviales de importancia en la zona. Por el contrario aparecen muy extendidos en el litoral las formaciones costeras asociadas a las formas erosivas marinas que reflejan el movimiento de la línea de costa a lo largo de buena parte del Cuaternario.

1.3.4. Macroestructura de La Española

Los resultados obtenidos en los Proyectos del Programa SYSMIN han supuesto un nuevo e importante avance en el conocimiento de la geología estructural de la República Dominicana. Desde un punto de vista tectónico, la estructura de la Isla de La Española resulta de la convergencia oblicua a la colisión final del sistema de arco-isla Caribeño Cretácico y la placa de Norte América, que tuvo lugar desde el Eoceno Medio-Superior (Bowin, 1975; Donnelly *et al.*, 1990; Mann *et al.*, 1991, 1995, 1999; Draper *et al.*, 1994; Escuder-Virue y Pérez-Estaún, 2006).

La macroestructura de La Española resultante consiste en un conjunto de unidades tectónicas de unos 250 kilómetros de anchura, constituido por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior a Eoceno, que se formaron y acrecieron en un arco-isla intraoceánico hasta la colisión arco-continente (Figura 1.6). Estas rocas están regionalmente cubiertas por una cobertera de rocas sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas de edad Eoceno/Oligoceno – Actualidad, que post-datan la actividad del arco isla y registran principalmente el período de movimiento

transcurrente senestro entre las placas de Norte América y Caribeña (Mann, 1999; Mann *et al.*, 1991, 2002; Calais *et al.*, 1995; Dolan *et al.*, 1998).

Las estructuras formadas a lo largo de la historia cenozoica de La Española son típicamente transpresionales, como zonas de falla transcurrentes de gran escala y subparalelas a la zona de colisión, que acomodan grandes desplazamientos laterales entre “terrenos”; abanicos de fallas de alto ángulo que forman estructuras “en flor” positivas (sierras elevadas) y negativas (cuencas); sistemas de pliegues dispuestos “en-écheleon”, fallas con relevos locales compresionales y extensionales, etc.

1.3.5. Historia Geológica de La Española

La historia geológica simplificada que registran las muy variadas rocas que constituyen la isla de La Española puede sintetizarse en los siguientes eventos:

- Jurásico Medio-Superior. Edad de formación de las rocas oceánicas más antiguas del Caribe, siendo tanto de procedencia Pacífica como resultado de la formación del océano del proto-Caribe debido a la separación entre las placas de Norte y Sur América (Mann *et al.*, 1991; Montgomery *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 1999; Escuder-Virueite y Pérez-Estaún, 2006; Escuder-Virueite *et al.*, 2008).
- Cretácico Inferior. Génesis del Arco de Islas Primitivo, representado por las Fms Los Ranchos, Amina y Maimón, junto con el Complejo Río Verde (Donnelly *et al.*, 1990; Lebrón y Perfit, 1994; Draper *et al.*, 1994; Lewis *et al.*, 1995, 2000, 2002; Kesler *et al.*, 1977, 2003, 2005; Escuder-Virueite *et al.*, 2006, 2008, 2009), sobre una zona de subducción con polaridad hacia el Sur (en la posición actual; Krebs, 2008; Pindell *et al.*, 2006; Escuder-Virueite *et al.*, 2008). Existencia de episodios magmáticos relacionados con la actividad de una pluma mantélica, representados por los basaltos magnesianos y picritas del Complejo Duarte (Draper y Lewis, 1991; Lewis *et al.*, 2000; Lapierre *et al.*, 1997, 1999, 2000; Escuder-Virueite *et al.*, 2004, 2005, 2007).
- Cretácico Superior-Eoceno. Probable cambio en la cinemática del arco (Cenomanense Superior-Turonense) y continuación de la subducción dando lugar a la formación del Arco de Islas del Caribe, representado por el Grupo Tireo (Lewis *et al.*, 1991, 2000, 2002; Escuder-Virueite *et al.*, 2007a, 2008). Evento magmático principal de formación del Plateau oceánico del Caribe en el Turonense-Coniacense (Fm Constanza) y en el Campaniense-Maastrichtiense (Fms de Siete Cabezas y Basaltos de Pelona-Pico Duarte). Iniciación de la colisión arco-continente, formación de la Falla de la Española e

inicio de los desplazamientos laterales entre el arco primitivo y el arco Cretácico Superior, así como respecto a su parte frontal (prisma acrecional y cuencas de antearco; Donnelly, 1973, 1989, 1994).

- Eoceno Medio-Superior. Continúa la colisión del arco de islas con la plataforma de las Bahamas, exhumación de las rocas de alta P (De Zoeten y Mann, 1991, 1999; Joyce, 1991; Gonçalves *et al.*, 2000) y cese de la actividad magmática relacionada con la subducción. Desplazamiento a lo largo de la Falla de la Española provocando la aproximación de las parte traseras del arco a las partes frontales.
- Oligoceno-Mioceno Inferior. Movimientos en dirección en la zona de colisión y en el interior del arco. Fallas de desgarre y cuencas sedimentarias asociadas (Mann *et al.*, 2002; Hernáiz Huerta *et al.*, 2007).
- Mioceno Superior-Actualidad. En continuidad con la etapa anterior. Generalización de la tectónica de desgarre y estructuras relacionadas con la subducción, situada al Sur de la Isla (Mann *et al.*, 2002). Exhumación final del complejo de acreción-colisión.

1.4. Antecedentes

Además de ser un área de especial interés para el estudio de la tectónica activa de la placa Caribeña y de los riesgos geológicos que ésta implica, la isla de La Española y, en concreto, el territorio correspondiente a la República Dominicana, también contiene un registro excepcional de la evolución del denominado Arco Isla Caribeño durante el Jurásico Superior y Cretácico, y de su deformación posterior por una tectónica transpresiva durante buena parte del Terciario.

Sin embargo, a pesar de esta importancia geológica, y con la excepción de diversas investigaciones y prospecciones mineras y petrolíferas de carácter local, la mayor parte de la isla ha carecido de estudios geológicos de detalle hasta bien entrados los años 1980, a partir de los cuales varios estudios han incrementado su conocimiento geológico. Los principales trabajos desarrollados en la parte dominicana de la isla se han agrupado en el volumen especial (*Special Paper 262*) de la Sociedad Geológica de América (Mann *et al.*, 1991). Posteriormente, otro volumen especial de la misma sociedad (*Special Paper 326*) trata los aspectos neotectónicos del margen septentrional de La Española, derivados de investigaciones recientes. Otros resúmenes de la geología de la isla se pueden encontrar también en Bowin (1975), Draper y Lewis (1991), Joyce (1991), Lewis

(1980), Lewis y Draper (1990), Maurrasse (1981), Nagle (1974 y 1979) y Pindell y Draper (1991).

Entre los estudios y documentos previos de carácter geológico-minero, la República Dominicana dispone de un mapa geológico a escala de 1:250.000, denominado "Mapa Geológico de la República Dominicana", publicado en 1991. Las referencias sobre la geología de la Isla de La Española son numerosas y han sido publicadas en revistas internacionales principalmente. Una síntesis de la bibliografía geológico-minera básica puede encontrarse en el *Special Paper* 262 (1991) de la Sociedad Geológica de América. Existen informes inéditos, de carácter minero, realizados por la compañía Rosario Dominicana en el ámbito del Proyecto. Como resultado de la cooperación Dominico-Alemana, entre los años 1984 y 1988, se elaboraron distintos mapas a escalas variables, entre 1:100,000 y 1:25,000, de los sectores Norte y Sur de la Cordillera Central y del sector Oeste de la Cordillera Septentrional. Más recientemente, tienen un particular interés los volúmenes especiales de "Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate Boundary zone", editado en 1998 por J. Dolan y P Mann (Spec. Pap. Geol. Soc. Am. vol 326) y que incluye abundante información sobre la geología de la República Dominicana; del Acta Geológica Hispánica (vol. 37), editado en 2002 por Pérez-Estaún *et al.*, que actualiza la información geológica obtenida en el marco del Programa SYSMIN I; y del Boletín Geológico y Minero de España (vol. 118), publicado en 2007, que recoge una síntesis de los trabajos e investigaciones más recientes.

Desde el punto de vista estrictamente cartográfico, en la República Dominicana sólo existía cartografía geológica a escala 1:100.000 de las hojas de San Juan (5972), Comendador (5872) y San Cristóbal (6171) a escala 1:50.000. Los proyectos SYSMIN de Cartografía Geotemática han venido a subsanar este vacío al establecer una sistemática para la elaboración de mapas geológicos y derivados a escala 1:50.000 y 1:100.000. El primero de estos proyectos fue ejecutado durante los años 1997-2000 por un consorcio de empresas españolas del que formaron parte el IGME e INYPSA, con resultados muy satisfactorios. La primera Fase del Programa SYSMIN de la Unión Europea finalizó en 2004 con la realización del Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana por el Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, completando 47 Hojas geológicas a escala 1:50.000 y sus correspondientes Memorias, las cuales cubren aproximadamente un 60% del territorio. La ejecución de estos Proyectos ha venido a confirmar la validez de la normativa utilizada que, con algunas mejoras, ha sido la empleada en el Proyecto SYSMIN II.

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. Entre los trabajos más recientes es preciso señalar los desarrollados en la región limítrofe con motivo del Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana (Díaz de Neira, 2004a), que suponen un considerable avance en el conocimiento geológico de la región. Por último, merece la pena destacar la recopilación de artículos elaborados a partir de la información acumulada en dicho proyecto (Pérez-Estaún *et al.*, 2002), de entre los que cabe señalar el de Díaz de Neira y Solé (2002) por su interés en la estratigrafía del Neógeno de la región. También dentro del Programa SYSMIN, aunque con un carácter más general con relación al ámbito dominicano, es preciso señalar los relativos a aspectos sísmicos (PROINTEC, 1999) e hidrogeológicos (ACUATER, 2000).

Por otro lado, son realmente escasos los trabajos destinados a estudiar concretamente la geología de la Sierra y Península de Bahoruco. Se han realizado básicamente dos trabajos de índole regional, que constituyen los únicos estudios en los cuales se aborda la estratigrafía y tectónica de la región: Romeo Llinás (1971) y Osiris de León (1989).

En el primero de ellos se estudia el área comprendida entre Polo y Duvergé, con una perspectiva muy estratigráfica y abordando el estudio de todas las unidades estratigráficas que afloran en este sector.

El trabajo de Osiris de León (1989) abarca prácticamente toda la Península de Bahoruco, y en él describe las distintas unidades litoestratigráficas que componen la península, acompañado de estudios tectónicos, hidrogeológicos y de yacimientos minerales, y mostrando una cartografía a escala 1:125000 aprox. El trabajo de Romeo Llinás (1971) se centra en la secuencia sedimentaria de edad cretácica que se encuentra en el área comprendida entre Polo y Duvergé, con una perspectiva muy estratigráfica y abordando el estudio de todas las unidades estratigráficas que afloran en este sector septentrional de la sierra, principalmente las rocas volcánicas cretácicas que constituyen el plateau del Caribe y la serie sedimentaria que se deposita discordante sobre la misma, a la que denomina informalmente Fm Río Arriba. Mucho más recientes son los trabajos de Abad *et al.* (2008 y 2009) en lo que se realiza una descripción general de las formas erosivas y

depósitos asociados a las oscilaciones del nivel del mar y a la evolución de la costa durante parte del Pleistoceno y Holoceno.

2. ESTRATIGRAFÍA

El dominio de la Sierra de Bahoruco-Pedernales, en el SO del país, está constituido por rocas sedimentarias cenozoicas, depositadas sobre un sustrato principalmente volcánico de edad cretácica. Este vulcanismo se corresponde con plateau caribeño que representa un episodio de pluma mantélica generado al final del Cretácico en esta región.

La Sierra de Bahoruco, junto con el macizo de la Hotte-Serre de Haití, constituye la elevación topográfica más importante en la zona meridional de La Española y el dominio geológico más al sur de la isla. Está constituida por una sucesión, muy potente, de calizas y otros materiales sedimentarios y volcánicos, que abarca edades del Cretácico superior al Plioceno. Las dos vertientes de la Sierra presentan una organización estructural muy bien diferenciada. La vertiente norte concentra la mayor parte de la deformación y, por tanto, muestra una estructura tectónica mucho más compleja. Por otro lado, la vertiente Sur de la Sierra de Bahoruco responde a un relieve monoclinial, con pliegues muy suaves, que desciende de forma paulatina hacia el suroeste hasta el nivel del mar.

Esta característica ha permitido un estudio estratigráfico y sedimentológico muy detallado de la serie terciaria en las hojas cartografiadas dentro de la sierra en el marco del Proyecto SYSMIN, al menos, en su sector meridional. La cuenca marina donde se depositaron los materiales que hoy constituyen el sustrato de la Península de Bahoruco parece haber conservado una configuración tridimensional muy similar a la que poseía originalmente, antes de que la deformación transpresiva en la parte suroccidental de La Española estableciera durante el Mioceno superior y Plioceno la distribución de cordilleras y depresiones existentes en la actualidad (sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco y cuencas de Enriquillo y San Juan).

De esta forma, la existencia de buenos afloramientos y cortes de amplia continuidad lateral, la ausencia casi total de discontinuidades sedimentarias importantes dentro de la serie y la ya mencionada preservación de la morfología original de la cuenca, hacen de la Sierra de Bahoruco un escenario ideal para el análisis de la evolución espacial y temporal de las cuenca marinas carbonatadas del Paleógeno y del Neógeno en el Caribe. En muchas ocasiones han tenido que definirse nuevas unidades litoestratigráficas con el objetivo de organizar y facilitar la descripción de los nuevos datos sedimentológicos y estratigráficos derivados del trabajo desarrollado en este proyecto con los previos (Figura 2.1).

La Hoja de Arroyo Dulce comprende varias unidades tanto litológicas como estructurales de diferente origen y naturaleza diversa, que pueden agruparse en dos grandes conjuntos: los materiales sedimentarios carbonatados de edad Eoceno-Plioceno, representativos de un plataforma marina con alta producción carbonatos y que se extienden a lo largo de la mayor parte de la Hoja; y los depósitos continentales cuaternarios, en su mayoría de origen aluvial, que reflejan las variaciones del nivel de base y la elevación continuada que ha experimentado esta zona desde el Plioceno y hasta la actualidad (Figura 2.2).

La localización de estos depósitos cuaternarios es muy heterogénea, ocupando una gran extensión y distribuyéndose estos materiales más recientes sobre o al pie de las laderas de los grandes cerros y sierras, ocupando la franja litoral, los cauces fluviales dentro de valles o la parte más altas de los relieves en forma de alteritas y rellenos dedolinas.

Unidades de nueva definición y estratigrafía propuesta para la Sierra de Bahoruco

Después del análisis crítico de la nomenclatura previa y a partir de la cartografía realizada en este proyecto, se ha puesto de manifiesto la necesidad de actualizar la descripción de las unidades previas que se ha comprobado que tienen validez, y definir nuevas unidades no observadas anteriormente para completar un cuadro estratigráfico lo más preciso posible dentro de los objetivos de este proyecto.

Siguiendo las recomendaciones de la Guía Estratigráfica Internacional (Hedberg, 1980; Reguant y Ortiz, 2001) se considera a las unidades redefinidas o renombradas, y a las de nueva definición como unidades informales, puesto que no cumplen todavía todos los requisitos para ser definidas formalmente. Para estas unidades se usará el término *Unidad + nombre geográfico* que designe a la unidad y se tomará en el sentido de unidad litoestratigráfica informal. Se ha prescindido de añadir un término litológico, para simplificar la nomenclatura. Este es uno de los primeros pasos para en el futuro tratar de definir formalmente estas unidades. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las unidades que por sus características históricas han sido denominadas anteriormente como formaciones, seguirán manteniendo el término *Formación*, y se pueden considerar a todos los efectos unidades formalmente descritas. En el caso de las unidades de la Península de Bahoruco, solo se aplica este caso a la Formación Neiba.

- Unidad de Aceitillar. *Eoceno superior*. Corresponde a las “calizas de Aceitillar” de Osiris de León (1989), donde se aplica la prioridad del término, una vez comprobada su validez.

Son calizas bioclásticas, oncolíticas, con una expresión y organización característica que justifican su diferenciación litoestratigráfica. Muestran una gran extensión y homogeneidad en sus facies, presentes en todo el anticlinal de la Sierra de Bahoruco. Tiene rango de formación, y solamente en algunos sectores (Hoja de Pedernales) se han podido diferenciar dos unidades de rango menor (miembros) en su parte superior, que se denominarán Mb La Compañía (calizas arenosas bioclásticas) y Mb El Mogote (calizas bioclásticas) y que tienen una extensión lateral limitada.

		Osiris de León, 1989	Este trabajo				
MIOCENO	PLIO.	Sin Unidad Litoestratigráfica	Unidad La Cueva			MIOCENO	PLIO.
			Mb. Loma de Peblique	Mb. Maniel Viejo *			
OLIGOCENO	MIOCENO	Fm. Río Arriba	Mb. Quemados de Basilio	Mb. Loma de Guano	Mb. Stio Nuevo	OLIGOCENO	MIOCENO
		Caliza Pedemales	Fm. Sombrero	Mb. Aguas Negras	UD. PEDERNALES		
EOCENO	MIOCENO			Fm. Neiba	Mb. El Mogote	UD. PEDERNALES	Fm. Neiba (mb. inf) *
		Caliza Aceitillar	Mb. La Compañía	Und. Trudillé	Und. Aceitillar *		
		Fm. Plaisance					

Figura 2.1. Esquema de las unidades litoestratigráficas utilizadas en este proyecto en la cartografía de la Península de Bahoruco, con correlación y comparación con las definidas previamente por Osiris de León (1989). Los asteriscos indican las unidades cartográficas aflorantes en la Hoja de Arroyo Dulce.

- Formación Neiba. *Eoceno superior-Mioceno inferior*. Como se ha referido anteriormente, la Fm Neiba se reconoce claramente por sus características litoestratigráficas. La Formación Neiba está compuesta por una sucesión potente y monótona de calizas blancas-beiges de diversas facies, pero fundamentalmente constituida por calizas micríticas, de aspecto tableado, con niveles de acumulación de bioclastos y frecuentes nódulos y niveles de sílex. Esta formación ha sido descrita originalmente en la Sierra de Neiba y ampliamente reconocida en todo el sector occidental de la República Dominicana desde los primeros trabajos de geología realizados en el sector (p. ej. Bermúdez, 1949).

En la península de Bahoruco también se ha podido distinguir la Formación Neiba debido a la particularidad de sus facies. Sin embargo, también presenta sus peculiaridades respecto a otros sectores de La Española. En este sector se han distinguido dos unidades litoestratigráficas dentro de la Formación Neiba que tendrían rango de miembro (miembro inferior de calizas micríticas y miembro superior de calizas margosas), que presentan suficientes diferencias para permitir su diferenciación cartográfica. En la Sierra de Neiba, la Formación Neiba se dividió en tres unidades litoestratigráficas (Fm Neiba inferior, Fm Neiba superior y Fm Neiba brechoide), debido a las características estratigráficas particulares de la región (Hernáiz-Huerta, 2004). La Fm Neiba inferior y la Fm Neiba superior se encuentran separadas por el Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate (Hernáiz-Huerta, 2004), el cual no aparece representado en la Península de Bahoruco. Por esta razón, y también por criterios cronoestratigráficos, en la Formación Neiba que aflora en la Sierra de Bahoruco, las dos unidades litoestratigráficas diferenciadas en este dominio corresponden únicamente a la Fm Neiba superior de la Sierra de Neiba, y por tanto, se propone no utilizar el nombre de Fm Neiba inferior o superior en la Sierra de Bahoruco, para evitar confusiones en la correlación estratigráfica de ambos dominios.

- Formación Pedernales. Corresponde a la “Caliza Pedernales” de Osiris de León (1989). En la cartografía realizada en este proyecto se han diferenciado dentro del área correspondiente a la Caliza Pedernales diversas unidades litoestratigráficas, si bien todas ellas mantienen en común un aparente aspecto masivo y un característico color rosado. Es la unidad que más problemas ha planteado desde el punto de vista de la nomenclatura estratigráfica. A la hora de establecer el rango estratigráfico de las unidades es necesario tener en cuenta algunas consideraciones. En primer lugar, la escala de la cartografía, que según las normas de la Guía Estratigráfica Internacional, dice que, de forma convencional, cualquier unidad litoestratigráfica diferenciada en un intervalo de escala 1:25000 a 1: 50000, tendría rango de Formación, siendo ésta la unidad litoestratigráfica básica, si bien hay que adecuarlo al grado de detalle o complejidad de cada región y a las características regionales de otras unidades.

En segundo lugar, hay que mirar las relaciones entre las distintas unidades litoestratigráficas para evaluar su rango y adecuarlo a esas relaciones. Tras estudiar estos dos aspectos, hemos preferido en este proyecto dar rango de formación a la “Caliza Pedernales”. Por tanto, las unidades litoestratigráficas en las que se ha dividido la Formación Pedernales muestran relaciones laterales y verticales entre ellas, pero tendrían el rango de miembro. Las diferencias entre ellas están justificadas en aspectos

de facies, organización estratigráfica y distribución cartográfica, aunque en ocasiones pueden llegar a ser sutiles y transicionales.

Son las siguientes: Miembro de Sitio Nuevo, Miembro Loma del Guano, Miembro Los Quemados de Basilio, Miembro Las Mercedes y miembro Loma de Peblisque, todos comprendidos entre el Oligoceno superior y el Mioceno medio. Sólo los miembros Loma del Guano y Quemados de Basilio afloran dentro de los límites de la Hoja de Arroyo Dulce.

2.1. Paleógeno

El registro sedimentario paleógeno en la Península de Bahoruco es muy completo y está compuesto por un gran número de formaciones y unidades estratigráficas. Dentro de la Hoja de Arroyo Dulce las unidades paleógenas se localizan en sus extremos noroccidental (Unidad Aceitillar) y nororiental (Fm Neiba), si bien existen grandes afloramientos en el sector central de la hoja. La única discontinuidad importante reconocida dentro de la serie se localiza en el Oligoceno inferior, principalmente entre los miembros inferior y superior de la Fm. Neiba. Es probable que esta discontinuidad tenga su origen, en parte, en la primera gran glaciación antártica, que dio lugar a una importante disminución eustática del nivel del mar y a una regresión generalizada en todo el planeta (Zachos *et al.*, 2001).

La serie estratigráfica paleógena y neógena que constituyen prácticamente la totalidad de las unidades que componen la Península de Bahoruco se deposita, mediante una discontinuidad sedimentaria, sobre los basaltos del plateau caribeño cretácico de la Fm. Dumiseau (Figura 2.2).

Aunque no aflora dentro de la Hoja de Arroyo Dulce, los diferentes mapas geofísicos aerotransportados reflejan la proximidad a la superficie de un importante volumen de rocas ígneas en el subsuelo que generan anomalías positivas muy evidentes (Figura 2.3). Numerosos autores previos han puesto de manifiesto que el basamento de la Sierra de Bahoruco consiste en una alternancia de basaltos no metamórficos y doleritas, que también incluyen calizas pelágicas, cherts, limolitas silíceas y areniscas vulcanoclásticas. Las dataciones paleontológicas y radiogénicas de estos materiales le atribuyen una edad Cretácico inferior-Cretácico superior, y han sido descritos principalmente en Haití, donde se conoce como Formación Dumisseau (Maurrasse *et al.*, 1979).

En la Sierra de Bahoruco hay formaciones basálticas equivalentes a esta formación, con edades Maastrichtiense. Las similitudes petrológicas y geoquímicas entre estos basaltos y los basaltos perforados en el DSDP en el Mar del Caribe, no ofrecen dudas sobre la interpretación de estos basaltos como un fragmento emergido de la meseta o plateau oceánico del Caribe. Las características de los últimos metros de esta formación, así como de la cartografía efectuada en las Hojas de Polo, Cienaga y Enriquillo, parecen evidenciar la existencia de un paleorrelieve cretácico muy irregular, conformado por una serie de islas y montes submarinos de origen volcánico.

2.1.1. Formación Neiba

Esta formación ha sido descrita originalmente en la Sierra de Neiba y ampliamente reconocida en todo el sector occidental de la República Dominicana desde los primeros trabajos de geología realizados en el sector (p. ej. Bermúdez, 1949; Llinás, 1972, McLaughlin *et al.*, 1991). La Formación Neiba está compuesta por una potente y monótona sucesión de calizas blancas-beiges de diversas facies, pero fundamentalmente constituida por calizas micríticas, de aspecto tableado, con niveles de acumulación de bioclastos y frecuentes nódulos y niveles de sílex.

En la Sierra de Neiba, la Formación Neiba se dividió en tres unidades litoestratigráficas (Fm. Neiba inferior, Fm. Neiba superior y Fm. Neiba brechoide) (Hernáiz-Huerta, 2004). La Fm. Neiba inferior y la Fm. Neiba superior se encuentran separadas por el Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate (Hernáiz-Huerta, 2004), el cual no aparece representado en la Península de Bahoruco. Por esta razón, y también por criterios cronoestratigráficos, en la Formación Neiba que aflora en la Península de Bahoruco las dos unidades litoestratigráficas diferenciadas dentro de este dominio corresponden únicamente a la Fm Neiba superior de la Sierra de Neiba.

De esta forma dentro de la Fm Neiba descrita la Península de Bahoruco se distinguen dos unidades litoestratigráficas que tendrían rango de miembro (miembro inferior de calizas micríticas y miembro superior de calizas margosas), que presentan suficientes diferencias para permitir su diferenciación cartográfica. Ambas afloran dentro de la Hoja de Arroyo Dulce.

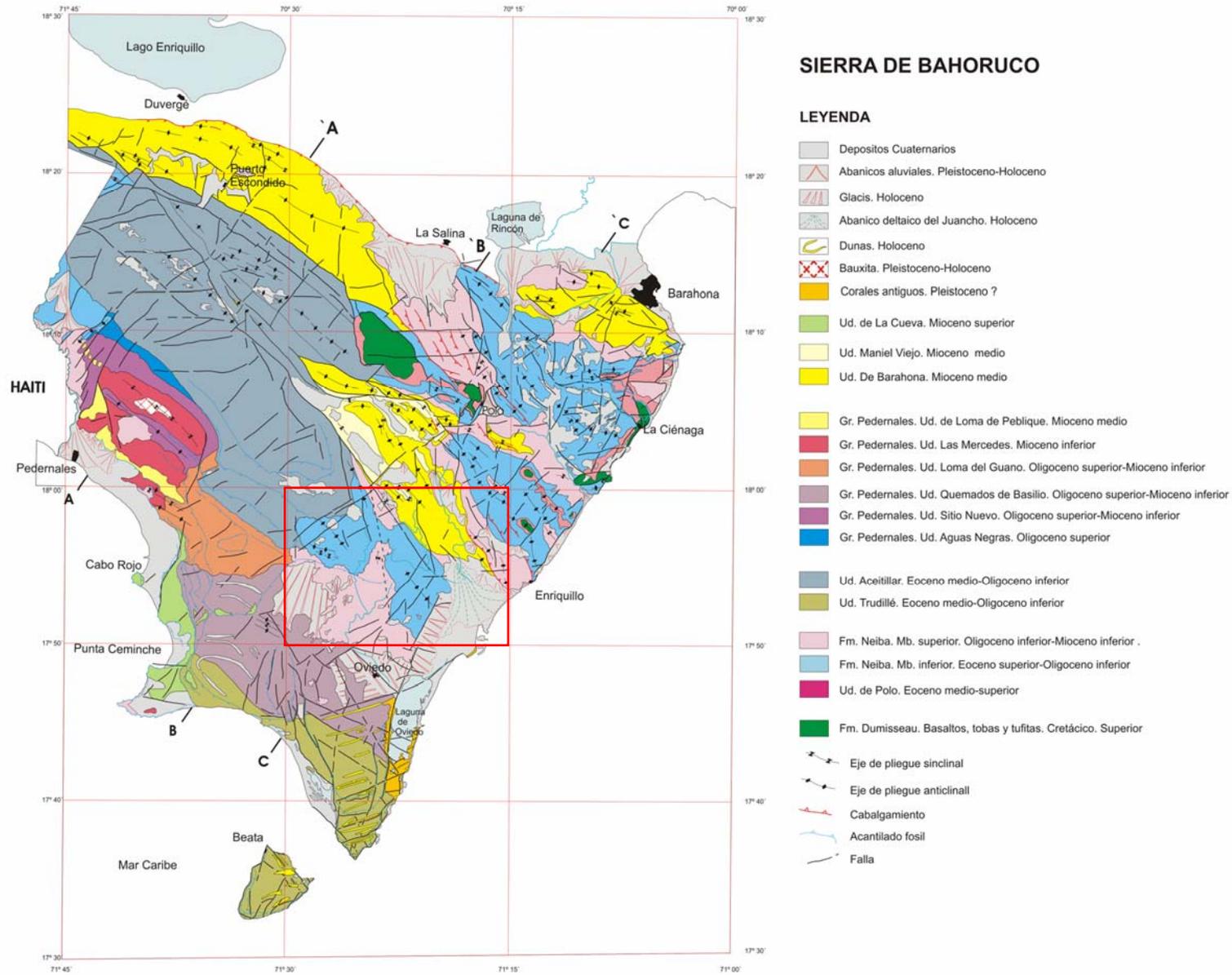


Figura 2.2. Mapa geológico simplificado de la Sierra y Península de Bahoruco.

El Mb Inferior, que se describe a continuación, está compuesto por una sucesión potente y monótona de calizas micríticas con silex. En el techo de este Mb Inferior de la Fm. Neiba (o de las Unidades Trudillé y Aceitillar, equivalentes laterales) se ha descrito una discontinuidad en el registro estratigráfico que representa un hiato que abarca gran parte del Oligoceno inferior. Esta discontinuidad, que posee una expresión muy pobre en afloramiento, resulta evidente ante la ausencia de muestras de esta edad en las zonas estudiadas cerca del contacto, por ejemplo, entre los diferentes miembros de la Fm Neiba en toda la Sierra de Bahoruco.

2.1.1.1 Formación Neiba. Miembro inferior (1). Calizas masivas y calizas micríticas tableadas con silex. Eoceno medio?-Oligoceno inferior. P_2^2 - P_3^1

La unidad aflora extensamente en la hoja aunque la dificultad de accesos en la región, el escaso relieve y las malas condiciones de afloramiento no han permitido el levantamiento de columnas estratigráficas generales, aunque sí podido hacer algunas observaciones de detalle. Los mejores cortes se sitúan en el extremo nororiental de la hoja, en los cerros de Chene y en el camino a la aldea de la Clavelina. En el pueblo de Nueva Rosa, en el sector central de la hoja, y en los Cerros de Juan Goya, en el noroeste, también ha sido posible analizar la serie estratigráfica con cierta continuidad. En todos estos casos, excepto tal vez el de Nueva Rosa, los caminos y pistas que conducen a estos afloramientos se encuentran en malas condiciones y hay que recorrer grandes distancias para alcanzar estos puntos.

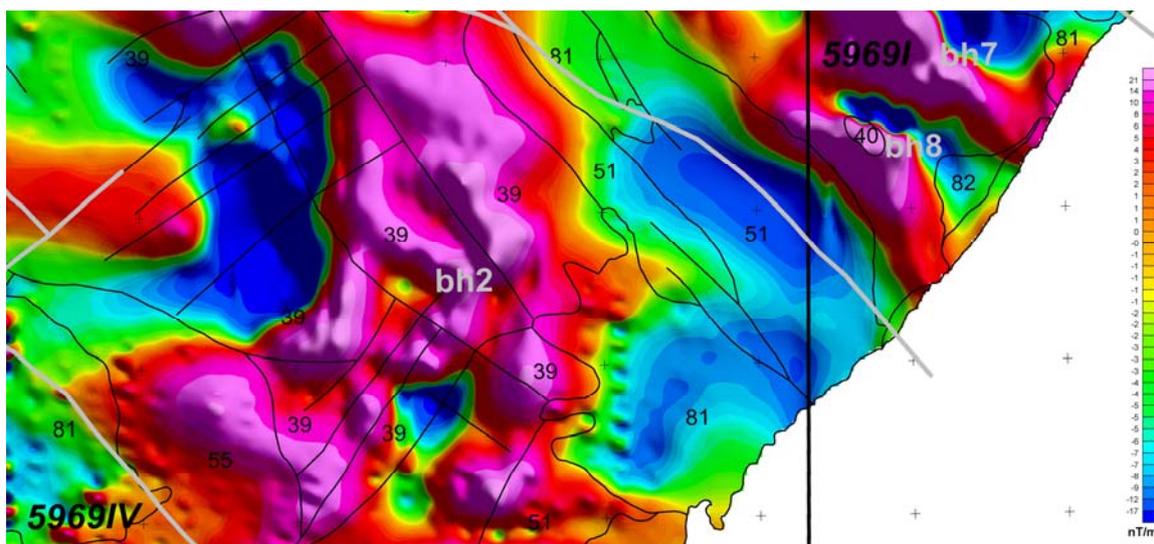


Figura 2.3. Mapa de gradiente magnético vertical correspondiente a las Hojas de Arroyo Dulce (5969-IV) y Enriquillo (5969-I).

En la Hoja de Arroyo Dulce los materiales de la Fm Neiba constituyen los núcleos de los dos grandes anticlinorios que ocupan en el sector central (anticlinorio de Arroyo Dulce) y oriental de la hoja (anticlinorio de Enriquillo).

La base de la unidad está definida por el paso gradual de las calizas con algas rojas de Polo, no aflorante en esta hoja, con la que también parece guardar también cierta relación lateral. El contacto superior con el Mb Superior de la Fm Neiba es aparentemente transicional, definido por el incremento en la proporción arcillosa en las calizas. Sin embargo, en la vecina de la hoja de Enriquillo ha sido posible apreciar la existencia de una paraconformidad definida por una superficie de omisión sedimentaria (*hardground*) y una sección condensada. Además, la ausencia de muestras de edad Oligoceno inferior cerca de este contacto entre ambos miembros de la Fm Neiba indica la posible existencia de una importante discontinuidad erosiva, enmascarada por esta sección condensada, que comprende buena parte del Oligoceno inferior y medio. La potencia mínima de esta formación en la hoja se ha estimado en unos 800 metros.

En toda la hoja esta formación está formada por una sucesión de calizas micríticas, blancas-beiges, en ocasiones algo rosadas, que se organizan en estratos de orden decimétrico mostrando un tableado característico por la alternancia de pequeños niveles centimétricos de margas masivas o con una tenue laminación horizontal. Son muy frecuentes la aparición de nódulos y niveles de silex, o pedernal, en toda la unidad. Intermitentemente la serie incluye paquetes decimétricos y métricos de calizas con acumulaciones de macroforaminíferos y, en menor proporción, moluscos, corales y algas rojas, que se hacen progresivamente menos frecuente hacia techo. Presentan base ligeramente erosiva, granoclasificación positiva y laminación horizontal a techo. En general, los materiales de esta formación aparecen afectados por un diaclaso muy penetrativo.

Desde un punto de petrográfico la mayor parte de estas calizas son biomicruditas o *wackestones* y *packstones*, en raras ocasiones *packstones*, con foraminíferos planctónicos y radiolarios. Los niveles más masivos, con facies más bioclásticas, pueden clasificarse como *grainstones*, o incluso *packstones*, de macroforaminíferos.

Esta organización y facies típicas de la Fm Neiba puede variar en ocasiones según que zona se considera. Así, en la zona de Nueva Rosa, en el sector Central de la Hoja, o en los Cerros de Juan Goya, en su sector noroccidental, la unidad alterna intervalos con su característica disposición tableada con otros de niveles formados por calizas más

margosas, también micríticas, y paquete más masivos y algo más potentes de calizas tipo *packstone* y *grainstone* bioclástico con algas, macroforaminíferos y corales retrabajados. En estos puntos la Fm Neiba llega a adquirir un aspecto de campo más similar al de la Unidad de Polo o Aceitillar.

No se ha observado ciclicidad clara a pequeña escala. A mayor escala la unidad, en general, muestra una evolución estratodecreciente, además de una menor proporción de niveles bioclásticos a techo.

Todo el conjunto de organización, facies y fauna hacen pensar que el depósito de la Fm Neiba en este miembro inferior tuvo lugar en un ambiente de rampa carbonatada media-distal, fuera de la influencia del oleaje de tormenta, con esporádicas llegadas de niveles bioclásticos retrabajados de las partes más internas de la rampa, menos frecuentes a techo, que podrían corresponder a tempestitas. Las variaciones en facies y organización detectada en la unidad dentro de esta hoja pueden explicarse mediante cambios en la batimetría del medio sedimentario, con toda seguridad controlada por la irregularidad del paleorrelieve cretácico. La evolución a techo de la formación se produce en un contexto transgresivo que parece ir seguida de un brusco descenso del nivel del mar de origen eustático.

La numerosa fauna encontrada dentro de las calizas del Mb inferior de la Fm Neiba ha facilitado su datación a partir de la asociación de foraminíferos planctónicos y macroforaminíferos bentónicos. En general la mayor parte de las muestras han permitido inferir una edad Eoceno superior-Oligoceno, o Eoceno en sentido amplio, y en base a la asociación formada por *Lepidocyclina* sp., *Neprolepidina* sp., *Operculina* sp., *Victoriella* sp., *Nummulites* sp., *Amphistegina* sp., *Discocyclina* sp., *Catapsydrax* sp., *Fabiania* sp., *Actinocyclina* sp y *Truncorotalia* sp.

Por otro lado, la datación de algunas muestras en el Eoceno medio de la Unidad Aceitillar dentro de esta misma hoja, y de la Unidad Polo en la Hoja de Enriquillo, con las que Fm Neiba guarda una clara relación lateral, podría indicar que la base de la formación llegase a alcanzar el Eoceno medio. De la misma forma, la asociación de macroforaminíferos de algunas muestra en esta hoja y el estudio bioestratigráfico regional de esta formación en el marco de este proyecto deja abierta la posibilidad de que su techo llegue al Oligoceno inferior, aunque este no haya quedado registrado.

2.1.2. El Grupo Bahoruco y equivalentes laterales

Dentro del Grupo Bahoruco se agrupan una serie de unidades litoestratigráficas carbonatadas que constituyen la mayor parte del macizo de la Sierra de Bahoruco, y que debido a sus características sedimentarias, han podido ser distinguidas dentro de la evolución sedimentaria de una plataforma marina somera.

Además de las relaciones verticales entre las unidades del Grupo Bahoruco, algunas de ellas se relacionan lateralmente, y a su vez, corresponden a equivalentes laterales de la Formación Neiba, unidad más distal dentro de la cuenca paleógena. Componen el Grupo Bahoruco las unidades de Aceitillar, la Compañía, el Mogote y Aguas Negras. Sólo la primera aflora dentro de la Hoja de Arroyo Dulce en su sector noroccidental, quedando las otras tres restringidas al ámbito de la hoja de Pedernales, al noroeste de la primera.

2.1.2.1. Unidad de Aceitillar (2). Calizas y calizas margosas masivas, muy bioclásticas. Eoceno medio?-Oligoceno inferior. P_2^2 - P_3^1

Son calizas bioclásticas, oncolíticas, en ocasiones ligeramente margosas, que corresponde con las “calizas de Aceitillar” descritas por Osiris de León (1989). Muestran una gran extensión y homogeneidad en sus facies, presentes en todo el anticlinal de la Sierra de Bahoruco. En algunos sectores (Hoja de Pedernales) se han podido diferenciar dos unidades de rango menor (miembros) en su parte superior, que se denominan Mb. La Compañía y Mb. El Mogote, no aflorantes en la Hoja de Arroyo Dulce.

En la Hoja de Arroyo Dulce los materiales de la Unidad Aceitillar afloran en la zona de más difícil acceso, en su sector noroeste, definiendo la terminación hacia mar del flanco sur del gran anticlinal de la Sierra de Bahoruco. Esto ha complicado en gran medida su caracterización. Además las condiciones de exposición en la hoja son muy deficientes como consecuencia de la mala calidad de estos por la alteración y karstificación de las rocas calizas, resultando muy difícil levantar secciones continuas de estos materiales. Sólo en el paraje conocido como la Cabria de Manuelico y en los Cerros de la Sabana Redonda se han podido reconocer sus facies y describir la unidad. En general se diferencia de la Fm Neiba por un aspecto algo más margoso y masivo, si bien existen zonas donde la serie guarda características intermedias, lo que es bastante lógico considerando que ambas guardan claras relaciones laterales de facies.

En la Hoja de Arroyo Dulce los materiales de la Fm Neiba constituyen los núcleos de los dos grandes anticlinorios que ocupan en el sector central (anticlinorio de Arroyo Dulce) y oriental de la hoja (anticlinorio de Enriquillo).

La unidad de calizas del Aceitillar corresponde a la unidad estratigráficamente más baja del Grupo Batoruco. No se ha podido observar su base, pero por correlación regional se deduce una discontinuidad erosiva que la separa de los basaltos de plateau de la Fm Dumisseau-Ciénaga. Hacia techo pasa, en transición sedimentaria, a las antes mencionadas unidades El Mogote y La Compañía, con las que también parece presentar cierta relación estratigráfica lateral. Estas últimas circunstancias no han podido ser observadas directamente en la Hoja de Arroyo Dulce pero sí en la vecina hoja de Pedernales. Por medios cartográficos se deduce para esta unidad una potencia mínima de 750 metros.

En general se trata de calizas bioclásticas, oncolíticas, con una expresión y organización característica y que muestran una gran extensión y homogeneidad en sus facies. La facies mayoritaria se compone de calizas micríticas de color blanco o beige, e ocasiones algo margosas, mal organizadas en bancos métricos. Están compuestos por acumulaciones de algas oncolíticas, fauna somera (bivalvos, gasterópodos, corales, equinodermos) o incluso concentraciones de macroforaminíferos bentónicos. Son comunes los niveles un poco mejor organizados, decimétricos a métricos de calizas algo más oscuras, de olor fétido.

Desde un punto de visto petrográfico estas calizas se clasifican como biomicritas/biomicruditas, o *packstone* bioclásticos y *grainstone* de algas y macroforaminíferos.

La Unidad de Aceitillar y sus miembros se han interpretado, en conjunto, como diferentes subambientes, localizados dentro una plataforma carbonatada somera-media de tipo bahamiano, que pasan lateralmente a facies más profundas (principalmente encuadradas en la Fm Neiba). Esta plataforma estaría sometida a procesos de alta energía que conllevaron la formación de *shoals* oncolíticos o incluso pequeños parches coralinos. Existirían también zonas más protegidas donde se generan facies micríticas en ambientes restringidos.

Otros aspectos, como la geometría de la plataforma y su organización secuencial, son difíciles de ver pero parece muy extensa lateralmente, tal y como indica la cartografía de

la unidad en toda la región. A partir de los mapas geológicos (Hojas de Puerto Escondido y Pedernales), se deduce que probablemente se trataría de una plataforma carbonatada aislada sobre paleorreliieves volcánicos, puesto que pasa lateralmente por todo su alrededor a facies más profundas (principalmente encuadradas en la Fm Neiba).

La asociación de macroforaminíferos bentónicos formada por las especies *Lepidocyclina* sp., *Victoriella* sp., *Operculina* sp., *Fabiania* sp., *Globigerina* sp., *Amphistegina* sp., *Actinocyclina* sp. y *Discocyclina* sp. ha permitido datar la unidad en la hoja en el Eoceno superior con buena resolución. Por otro lado, algunas muestras parecen indicar que es probable que la base de estas calizas alcance el Eoceno medio, si bien esta posibilidad debe respaldarse con estudios bioestratigráficos más precisos.

Al igual que la Fm Neiba, equivalente lateral de facies, aflora en el núcleo del gran anticlinorio de Arroyo Dulce, que atraviesa la hoja de NO a SE, en el sector noroccidental de la hoja.

2.2. Neógeno

Las unidades de edad Oligoceno y, sobre todo, Mioceno y Plioceno que afloran en la Península de Bahoruco se depositan sobre las unidades previas, la Fm Neiba y la Unidad Aceitillar, a través de una discontinuidad erosiva desarrollada en el Oligoceno inferior. En la Hoja de Enriquillo esta discontinuidad se encuentra bien registrada y enmascarada por el desarrollo de una superficie de omisión sedimentaria sobreimpuesta, que refleja un proceso transgresivo posterior a la regresión. De esta forma, el conjunto de unidades y formaciones que se describen a continuación representan un incremento de profundidad en la cuenca en relación a las unidades Eocenas mencionadas antes tras una etapa de emersión y exposición de la cuenca no evaluable.

Posteriormente durante el Neógeno superior se registra dentro de la Sierra de Bahoruco un nuevo proceso de somerización que se inició a finales del Oligoceno y finaliza en el Plioceno con el desarrollo de un sistema kárstico descrito a techo de las unidades Maniel Viejo y Barahona. La disminución de la profundidad en la cuenca conduce hacia una relativa homogenización de sus facies, que pasan a estar formadas por calizas masivas, generalmente muy ricas en fauna marina somera.

Dentro del Neógeno, al margen de la parte más alta de la Unidad Pedernales, y de la propia Fm Neiba que alcanzan el Mioceno inferior, se han descrito varias unidades que

abarcan edades que van del Mioceno medio al Plioceno, la mayor parte de ellas de nueva definición.

2.2.1. Unidad Pedernales

La Unidad Pedernales corresponde a la “Caliza Pedernales” de Osiris de León (1989). En la cartografía realizada en este proyecto se han diferenciado dentro del área correspondiente a la Caliza Pedernales diversas unidades litoestratigráficas. Tras estudiar varios aspectos, se ha preferido dar rango de miembro a las unidades distinguidas dentro de la “Caliza Pedernales”, que adquiriría, por tanto, un rango de unidad (pasando a denominarse Unidad Pedernales) que posee una edad principal Mioceno-Plioceno, aunque también ocupa una parte del Oligoceno superior.

La Unidad Pedernales se sitúa estratigráficamente sobre una discontinuidad por encima del Grupo Bahoruco y está compuesto por una serie de miembros que forman el flanco sur de la Sierra de Bahoruco y se extienden por toda la parte sur de la Península de Bahoruco. Estas unidades muestran relaciones laterales y verticales entre ellas, pero constituyen un grupo en cuanto a su estratigrafía y su distribución geográfica. Las diferencias entre ellas están justificadas en aspectos de facies, organización estratigráfica y distribución cartográfica. Son las siguientes: Miembro Sitio Nuevo (Oligoceno-Mioceno inferior), Miembro Loma del Guano (Oligoceno-Mioceno inferior), Miembro Los Quemados de Basilio (Oligoceno-Mioceno inferior) y Miembro Las Mercedes (Mioceno inferior) (Figura 2.1). Dentro de esta unidad también se incluye el Miembro Loma de Peblique (Mioceno medio).

Las características sedimentarias y paleontológicas generales de este grupo permiten interpretar un medio de rampa carbonatada afectada por tormentas en sus diferentes zonas interna, media y externa.

2.2.1.1. Unidad Pedernales. Miembro Loma del Guano (3). Calizas blancas y rosadas bien estratificadas. Oligoceno superior-Mioceno inferior. P_3^2 - N_1^1

El Mb Loma del Guano, de nueva definición, está formada por calizas muy micríticas de un característico color rosado o beige y textura grumosa, aunque en ocasiones puntuales intercala niveles de tonalidades más blancas y fosilíferos. En la Hoja de Arroyo Dulce aflora con relativa poca extensión, situándose los mejores afloramientos, en general muy pobres, en su sector oeste, muy cerca del paraje de la Sabana de la Cuna del Árbol.

Aunque su base no se ha observado sobre el terreno, por correlación regional se deduce que su contacto con las unidades infrayacentes, Aceitillar o el Mb inferior de la Fm Neiba, es una discontinuidad erosiva. A su vez, mantiene una relación lateral con el Mb superior de la Fm Neiba, deducida mediante la cartografía de estas unidades, a la que pasa de forma gradual hacia el este. A su vez, también presenta una clara relación lateral con el Mb Quemados de Basilio de esta misma Unidad, hacia el que pasa en una sutil transición sedimentaria en dirección sur. Su potencia mínima se estima en unos 800 metros.

Cuando no está alterada y karstificada presenta un aspecto muy masivo y homogéneo, o aparece dispuesta en bancos decimétricos y métricos, de geometría tabular, que se muestran amalgamados. Puede contener nódulos de sílex y, aunque generalmente es muy pobre en fauna, al microscopio se han observado de forma ocasional foraminíferos, ostrácodos, corales y algas dispersas, difíciles de apreciar como consecuencia de procesos de disolución y recristalización. Cerca del contacto con la Fm Neiba puede intercalar bancos de cierta importancia de calizas margosas y margas con sílex.

En la base de la unidad, visible al oeste de la hoja en una cantera ubicada en el Paraje de la Sabana de Genaro, estas calizas se hacen más blancas y masivas, apareciendo intensamente recristalizadas y adquiriendo un aspecto marmóreo que les confiere valor como roca ornamental. Desde un punto de vista petrográfico, estas calizas pueden clasificarse como *mudstone/wackstone* con foraminíferos planctónicos o biomicritas.

Sus características sedimentarias y paleontológicas indican, en general, unas condiciones de depósito un medio de rampa media-externa, probablemente por debajo del nivel de base del oleaje de tormentas, donde predominaba la sedimentación de fangos carbonatados y la llegada de depósitos retrabajados desde zonas más proximales de la plataforma eran muy esporádicas.

Aunque dentro de la hoja no ha sido posible obtener ninguna muestra con valor bioestratigráfico suficiente como para obtener una edad precisa, en la Hoja de Cabo Rojo, donde esta unidad aflora extensamente, la asociación de macroforaminíferos *Miosorites americanus*, *Annulosorites spiralis* y *Amphistegina* sp, ha permitido asignarle una edad Mioceno en sentido amplio. Por otro lado, no es descartable que su base alcance el Oligoceno.

2.2.1.2. Unidad Pedernales. Miembro Quemados de Basilio (4). Calizas blancas y beigeas, oncolíticas, con corales y calizas rosadas. Oligoceno superior-Mioceno inferior. P₃²- N₁¹

Al igual que el miembro anterior, es de nueva definición y guarda cierto parentesco en facies y forma de aflorar con el Mb Loma del Guano. Su estudio ha sido muy complicado debido al difícil acceso, el escaso relieve de la zona y las malas condiciones en las que aflora estos depósitos. Los mejores cortes se han descrito en las proximidades de la carretera nacional Barahona-Pedernales, en La Guardia, en el extremo suroeste de la hoja.

Sus relaciones con las unidades infrayacentes y laterales son idénticas a la del Mb Loma del Guano. Es decir, su base es una discontinuidad erosiva sobre el Mb inferior de la Fm Neiba y pasa lateralmente hacia el este y norte pasa gradualmente al Mb superior de la Fm Neiba y al Mb Loma del Guano de la Unidad Pedernales Su potencia mínima estimada es de unos 800 metros.

Desde un punto de vista estratigráfico y sedimentológico la unidad está formada por una serie de calizas, generalmente masivas, de un característico color rosado, con foraminíferos planctónicos, donde aparecen frecuentes niveles de calizas blanquecinas con fauna bentónica dispersa, especialmente, macroforaminíferos (*Lepidocyclina*, *Operculinoides*), algas y corales. Petrográficamente estas facies pueden clasificarse como biomicritas o *packstones* y *wackestones*, en ocasiones muy ricas en globigerínidos. Al igual que la anterior unidad, en las proximidades del contacto transicional con la Fm Neiba puede intercalar bancos de cierta importancia de calizas margosas y margas con sílex.

La única muestra que ha sido posible datar dentro de la Hoja de Arroyo Dulce ha permitido asignar a la parte alta de este miembro una edad Mioceno inferior, con algunas dudas, en base a la asociación de foraminíferos *Globigerina* sp., *Globigerinoides* sp., *Amphistegina* sp., *Globorotalia* sp. y *Catapsydeax* sp. Por otro lado, en la vecina hoja de Cabo Rojo esta unidad cartográfica sí ha podido ser datado con mayor precisión en el Mioceno inferior gracias a la asociación *Globigerina* sp., *Globigerinoides* sp., *Amphistegina* sp., *Miogypsina* sp. Como en el caso del miembro anterior, no es descartable que la base de la unidad llegue al Oligoceno superior ya que, debido al pobre contenido en fósiles con valor bioestratigráfico de estas depósitos, las pobres condiciones de afloramiento y el escaso buzamiento y relieve de la zona, sólo se ha muestreado la parte más alta de la serie.

Al igual que el Mb Loma del Guano estas facies podrían corresponder con una rampa media, a la luz del mayor contenido en fauna somera retrabajada, tal vez algo más proximal que la primera, con llegada de material somero más frecuente (tempestitas) intercalada entre episodios dominantes hemipelágicos.

2.2.2. La Formación Neiba. Miembro Superior

La Fm Neiba es descrita por primera vez en la Península de Batoruco por Osiris de León (1989) como una unidad fácilmente diferenciable por presentar una serie de calizas tableadas con nódulos o niveles de sílex, mostrando un aspecto de campo muy característico. Por otro lado, en los trabajos de cartografía realizados en la Hoja de Barahona, Díaz de Neira (2004) distingue materiales de la Fm Neiba donde Osiris había cartografiado la Fm Sombrerito. Por tanto, en el caso de la Fm Sombrerito de Osiris de León, los datos litológicos y de edad, así como las relaciones estratigráficas y su distribución permiten incluir parte de estos materiales dentro de la Fm Neiba, con quienes muestran una mayor afinidad.

Como ya se ha mencionado, dentro de la Fm Neiba descrita la Península de Batoruco se distinguen dos unidades litoestratigráficas que tendrían rango de miembro (miembro inferior de calizas micríticas y miembro superior de calizas margosas), que presentan suficientes diferencias para permitir su diferenciación cartográfica.

El Mb superior de la Fm. Neiba está formado principalmente por calizas margosas tableadas con sílex. Un aspecto destacable en esta unidad es la existencia de depósitos gravitacionales (brechas intraformacionales) y de niveles slumpizados, aunque tales estructuras no se han observado dentro de la hoja de Arroyo Dulce.

2.2.2.1 Formación Neiba. Miembro Superior (5). Calizas margosas y tableadas con sílex y margo-calizas. Oligoceno superior-Mioceno inferior. P_3^2 - N_1^1

Este Mb superior coincide, en su mayor parte, con la parte basal y media de la Fm. Sombrerito descrita por Osiris de León (1989), aunque que los datos litológicos y de edad, así como las relaciones estratigráficas y su distribución permite incluir estos materiales dentro de la Formación Neiba.

El Mb superior de la Fm Neiba aflora extensamente dentro de la Hoja de Arroyo Dulce, principalmente en sus sectores central, suroccidental y nororiental. En algunos de estos

puntos se han abierto varias canteras para la extracción de las calizas de esta formación para árido y construcción de las carreteras, lo que ha facilitado mucho su descripción e identificación. A pesar de lo bien que se encuentran representada arealmente dentro de la hoja, la baja dureza de sus materiales de esta unidad y el escaso relieve de la región hace que los afloramientos seas realmente pobres. Los mejores cortes para estudiar sus características estratigráficas y sedimentológicas se localizan en las diferentes cañadas y arroyos que atraviesan la hoja con dirección N-S y que se encajan en la Fm Neiba. A destacar los afloramientos de la Cañada de la Guajaca, en el oeste, y de Arroyo Dulce y Cañada las Negras, al este.

El Mb Superior de la Fm Neiba aflora en el flanco occidental de anticlinorio de Enriquillo, donde puede llegar a alcanzar buzamientos de hasta 45° hacia el SE. Este flanco termina bruscamente mediante la falla inversa de Arroyo Dulce, con vergencia NE y dirección NO-SE, que pone dispone los materiales de la Fm Neiba sobre los de la Unidad Barahona. En el sector suroeste de la Hoja el Mb Superior de la Fm Neiba adoptan una disposición prácticamente monoclinial hacia el SO, con buzamientos muy poco pronunciados.

En el sector occidental de la Península de Batoruco el Mb Superior de la Fm Neiba pasa lateralmente a la Unidad Aguas Negras (Hoja de Pedernales) y a un conjunto de materiales de características similares que se han reunido dentro de la denominada Unidad de Pedernales (miembros Loma del Guano y Quemados de Basilio, Hoja de Cabo Rojo), si bien todas ellas mantienen en común un aparente aspecto masivo y un característico color rosado.

Se deposita mediante una discontinuidad sedimentaria sobre el Mb inferior de la Fm Neiba y pasa lateralmente, hacia al oeste, a la base de la Unidad Pedernales, en concreto a los miembros Loma del Guano y Quemados de Basilio. Hacia techo pasa gradualmente a las calizas de la Unidad Barahona. La potencia de la unidad, calculada mediante métodos cartográficos, supera ampliamente los 1250 metros.

El miembro superior de la Fm Neiba está formado en la hoja por una sucesión de calizas margosas, tableadas, con nódulos y niveles de sílex con restos de moluscos, radiolarios, equínidos y foraminíferos planctónicos, a veces en altas concentraciones, y macroforaminíferos dispersos. En ocasiones los niveles más margosos pueden presentar silicificaciones difusas y discontinuas que les confieren a la roca un color grisáceo y texturas muy características. En la serie se intercalan paquetes decimétricos e incluso métricos de calizas bioclásticas con acumulaciones de fauna bentónica somera

(macroforaminíferos, corales, moluscos, algas, equinodermos) retrabajadas y base ligeramente erosiva. Hacia su base son muy frecuentes los niveles de calizas micríticas rosadas con gran cantidad foraminíferos planctónicos.

El aspecto de campo es muy parecido al del miembro inferior, dando una organización tableada característica, sin embargo, el contenido más arcilloso es patente en esta unidad y más frecuente hacia la parte alta, donde se han podido reconocer incluso bancos de margocalizas masivas, bioturbadas por *Thalassinoides*, de espesores métricos. Hacia techo estas facies intercalan, de manera gradual, paquetes de calizas blancas-beiges, con corales y algas rojas, y margas que marcan el tránsito a la unidad suprayacente.

En general, estas calizas pueden clasificarse como biomicritas o *wackstones* y *packstones*, en algunas ocasiones *mudstones*, bioclásticos. Los niveles más gruesos están formados por *grainstones* y *packstones* con macroforaminíferos o biomicruditas-biomicritas bioclásticas

Una gran parte de muestras tomadas en la hoja de Arroyo Dulce han permitido asignar una edad Oligoceno y Oligoceno-Mioceno inferior al Mb superior de la Fm Neiba, principalmente en base a la asociación de foraminíferos bentónicos *Lepidocyclina* sp., *Eulepidina* sp., *Nephrolepidina* sp., *Eorupertia* sp., *Operculina* sp., y *Victoriella* sp., acompañada frecuentemente por rotalidos y globigerínidos. Esta asociación, descrita en muestras tomadas cerca de la base o en la parte media de la unidad, sitúa la unidad entre la parte alta del Paleógeno y base del Neógeno. Por otro lado, las muestras tomadas en niveles de margocalizas y calcarenitas cerca del techo de la formación permiten localizarla, con buena resolución bioestratigráfica, en el Mioceno inferior gracias a las asociaciones de foraminíferos planctónicos *Globigerina* eg. *bulloides* d'Orbigny, *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globigerinoides* af. *ruber* (d'Orb.), *Globigerinoides* af. *bisphericus* Todd, *Globigerina* af. *venezuelana* Hedberg, *Globoquadrina* sp., *Globorotalia* sp.

Las características sedimentarias y las facies de la unidad son parecidas a las descritas en el miembro inferior de la Fm Neiba, por lo que pueden interpretarse medios sedimentarios relacionados con la evolución de una rampa carbonatada en posiciones distales (rampa externa). El contenido fósil pelágico (radiolarios, foraminíferos planctónicos) y los altos niveles de sílice contribuyen a pensar que se trata de medios distales dentro de una rampa carbonatada que experimenta llegadas esporádicas de

niveles retrabajados de fauna más somera (posiblemente por corrientes de turbidez o de tormenta). El carácter más arcilloso de las calizas respecto al miembro inferior de esta formación puede interpretarse como una subida relativa en el aporte siliciclástico a la cuenca o una bajada en la producción de carbonato en la rampa, ambos procesos probablemente acompañados de una evolución vertical del medio.

2.2.3. Mioceno y Plioceno

2.2.3.1. Unidad de Barahona (6). Alternancia de margocalizas y calizas masivas con algas y corales. Mioceno inferior-superior? N_1^{1-3}

La unidad de las Calizas de Barahona fue definida inicialmente en el Proyecto SYSMIN L como un miembro de la Formación Sombrerito (p ej. Díaz de Neira, 2004), para incluir los depósitos carbonatados de la vertiente norte de la Sierra de Bahoruco. Sin embargo, en este trabajo, se ha preferido considerar las Calizas de Barahona como una unidad litoestratigráfica aparte de la Fm Sombrerito por presentar una entidad propia y, de esta manera, considerarla como una formación independiente de la Fm Sombrerito, aunque pueda corresponder a su equivalente lateral. Las calizas de Barahona suponen un equivalente lateral también del Mb Loma de Peblikue (Unidad Pedernales), con la que guarda múltiples similitudes en el tipo de facies, descrita en el sector occidental de la Península de Bahoruco en las hojas de Pedernales, Puerto Escondido y Cabo Rojo.

Esta unidad aflora el sector nororiental de la hoja en el denominado sinclinorio de Juancho, fallado en ambos flancos, donde queda expuesta la parte más alta de la serie neógena. Los mejores cortes donde realizar observaciones de detalle de esta unidad se sitúan en la carretera entre las localidades del Higüero y El Naranjal, en el paraje del Zapotillo, y en el camino de acceso a La Sabana de Los Candelones.

En toda la parte oriental de Península de Bahoruco se ha mostrado como una unidad muy heterogénea, con diversidad de facies y tipos de organización. Tiene una amplia representación en la Península de Bahoruco, principalmente en el sector nororiental (Hojas de Arroyo Dulce, Polo y La Cienaga), aunque el carácter masivo de la unidad hace difícil el levantamiento de una columna estratigráfica de detalle.

Su potencia se estima en unos 500 metros, si bien esta cuestión depende de donde se considere su límite estratigráfico inferior con la Fm Neiba, (miembro superior de calizas margosas), que se describe como un contacto gradual y transicional. Este límite, por

tanto, es arbitrario, pues no se ha podido reconocer ninguna discontinuidad que las separe, como ya proponía Llinás (1972). Solamente el incremento en los bancos calizos en parte alta de la Fm Neiba, con fauna somera, es indicativo del inicio de esta unidad. Sobre la Unidad Barahona se depositan las facies de la Unidad Maniel Viejo a través de una paraconformidad sobre la que se desarrolla una superficie de omisión sedimentaria, de geometría irregular, con perforaciones y precipitación de óxidos de hierro (*hardground*) que tan sólo ha podido ser observada en la Hoja de Polo.

Esta unidad está formada por una sucesión de calizas de tonos beige claro o blancas, de aspecto alabeado, con intercalaciones de calizas masivas en bancos métricos con corales, moluscos, algas rojas y foraminíferos planctónicos y bentónicos. Entre estos niveles de calizas se intercalan algunos paquetes decimétricos de margas y margocalizas, blancas y compactas, muy ricas en foraminíferos planctónicos. Las calizas pueden clasificarse como *packstones* y *wackestones* bioclásticos o biomicritas

En algunos puntos del norte de la hoja, en algunos pequeños cortes de la carretera entre las localidades de Higüero y Polo, se observa bien el tránsito de la Fm Neiba a las calizas de Barahona, que se manifiesta en la desaparición de las facies de calizas tableadas margosas con silex, que intercalan bancos métricos de *grainstones* y *packstones* bioclásticos, y la aparición de calizas beiges de tipo *wackstones*, alabeados, que progresivamente hacia arriba intercalan bancos métricos de calizas blancas con corales, algas rojas. Algo más al oeste, en el camino de acceso y subida a la Sabana de Los Candelones, puede apreciarse el tránsito de las calizas de Barahona a las de la Unidad Maniel Viejo, si bien este es muy difícil de observar con detalle sobre el terreno dada las malas condiciones de afloramiento y tan sólo llega a apreciarse mediante el cambio de textura y color de las facies en diferentes puntos del camino.

En su conjunto, la interpretación sedimentaria de las calizas de Barahona indica la instalación de una plataforma somera en la evolución somerizante de la Fm Neiba, pasando rápidamente de medios de rampa media o externa a rampa interna. Esto se deduce tanto de la organización estratigráfica de las calizas alabeadas, afectadas probablemente por oleaje de tormenta, como por la composición de fauna somera "in situ" de organismos propios de ambientes marinos de profundidad baja formando los grandes bancos de calizas.

El análisis de las muestras tomadas en las calizas y margocaliza de la Unidad Barahona han producido una serie de edades que van desde Mioceno, en sentido amplio, a

Mioceno inferior-medio y Mioceno medio. En este sentido, la asociación de foraminíferos *Globigerina* sp., *Globigerinoides* sp., *Orbulina universa*, *Globorotalia* sp., *Globoquadrina* sp., *Sphaeroidinellopsis* sp., *Amphistegina* sp. nos permite asignarle una edad Mioceno medio a la parte media y más alta de la unidad, con reservas sobre la posibilidad de que su techo llegue al Mioceno superior.

2.2.3.2. Unidad Maniel Viejo (7). Margas y calizas nodulosas rojas y calizas brechoides. Mioceno superior-Plioceno. N₁³- N₂

La Unidad de Maniel Viejo corresponde a una unidad de nueva definición. Está constituida por una sucesión de calizas margosas rosadas, calizas nodulosas, tableadas y brechoides rojas que desarrollan un paleokarst a techo. Aflora en un pequeño sinclinal cerca del paraje de la Sabana de Los Candelones, en el norte de la Hoja de Arroyo Dulce. Su potencia, dentro de la hoja, se estima en unos 150 metros.

Dada la pequeña extensión de los afloramientos y las malas condiciones de observación sobre el terreno no han permitido una buena caracterización de esta unidad. Por otro lado sí existen muy buenos afloramientos en el cercano Río Maniel Viejo, en la Hoja de Polo, donde se ha excavado una garganta y presenta muy buenas exposiciones de las facies.

Esta unidad se encuentra por encima de las calizas de Barahona correspondiendo este contacto con una paraconformidad, donde se desarrolla una superficie de omisión sedimentaria, de geometría irregular, con perforaciones y precipitación de óxidos de hierro. Sobre esta superficie de omisión desarrollada a techo de las calizas de Barahona, se deposita un tramo de margas compactas, masivas, rosadas, con bioturbación. Progresivamente a techo empiezan a aparecer niveles de calizas muy irregulares, de aspecto noduloso, alabeado y tonos rojizos. Estas facies son las más frecuentes dentro de la Hoja de Arroyo Dulce.

Por encima de este tramo, pobremente expuesto en esta hoja, se encuentran facies nodulosas típicas, con foraminíferos planctónicos, de escala centimétrica, con algunas galerías de *Thalassinoides* aisladas, que pasan arriba a facies algo más brechoides. A partir de este tramo, la secuencia se compone de calizas más masivas, en bancos decimétricos a métricos, con tonos blanquecinos y débilmente rosados, que tienen fauna recristalizada (corales, gasterópodos) y que presentan bolsadas de bauxita. La sucesión termina con el desarrollo de un karst a techo de la caliza, sobre la cual se desarrollan

bauxitas, que hacia arriban intercalan niveles de brechas calcáreas rojas muy cementadas no aflorantes en la Hoja de Arroyo Dulce

Sus características sedimentarias nos permiten interpretar un ciclo de somerización completo desde el techo de las calizas de Barahona hasta el techo de la propia Unidad Maniel Viejo, con facies que podrían interpretarse de rampa media afectada por tormentas, y condiciones de una cierta condensación sedimentaria, en la base de la unidad. Estos medios, además, suelen interpretarse como desarrollados en ambientes de umbrales pelágicos, lo cual es fácil de pensar si consideramos la Sierra de Bahoruco como una plataforma aislada. La parte superior correspondería a una *rampa interna o plataforma*, con el desarrollo de facies proximales, someras que darían lugar incluso a una emersión y karstificación posterior con depósitos de bauxitas e instalación de sistemas aluviales continentales.

La ausencia de organismos con valor bioestratigráfico dentro de esta unidad ha complicado mucho su datación. En base a su posición estratigráfica, la correlación regional con la evolución de la zona y el análisis de muestras con foraminíferos en la vecina Hoja de Polo, a esta unidad se le ha asignado una edad Mioceno superior-Plioceno.

2.3. Cuaternario

En esta hoja los depósitos cuaternarios de origen continental presentan un importante desarrollo, siendo más relevantes los relacionados con la dinámica fluvial. En lo que sigue se describe su litología, textura, potencia, y edad.

En relación con este último aspecto, por el momento solo se dispone en la región de un único dato referente a las construcciones biogénicas presentes en la costa de la bahía de Neiba. Su edad ha sido determinada por métodos radiométricos (Taylor *et al.*, 1985), que han señalado una antigüedad de 124.000 años (Pleistoceno), sensiblemente mayor que la establecida para los afloramientos análogos distribuidos en torno al lago Enriquillo (5.000-2.400 años), pertenecientes al Holoceno. Ambas dataciones constituyen por el momento las únicas referencias cronológicas para el conjunto de procesos exógenos y endógenos acaecidos durante el Cuaternario, en el sector meridional de la isla La Española.

2.3.1. Depósitos debidos a la dinámica gravitacional

2.3.1.1. Coluviones (17). Limos y arcillas con cantos. Holoceno. Q₄

Sólo alcanzan un desarrollo que permite su representación en la margen derecha del valle de Cañada Seca y en las laderas que enlazan con los conos de deyección que a su vez conectan con el gran abanico de Arroyo Dulce. Están constituidos por cantos heterométricos y subangulosos, englobados en una matriz areno-arcillosa, procedente del desmantelamiento de las laderas; por ello, la naturaleza de sus componentes varía en función de la composición del área madre, aunque la fracción gruesa son siempre rocas calizas. Su potencia y características internas también son variables, no pudiendo precisarse aquélla por ausencia de cortes de detalle, aunque se deducen potencias de orden métrico.

2.3.1.2. Flujos de derrubios (22). Brechas y gravas. Holoceno. Q₄

En el límite septentrional de la hoja (Cañadas de Museco y Charco Prieto) se localizan diversos flujos de derrubios que confluyen en la Cañada Seca. Son mantos de gravas y brechas de cantos angulosos de caliza, que en conjunto llegan a cubrir una superficie de más de 1 km². Su espesor puede alcanzar la decena de metros. Aparecen como un fenómeno activo, puesto que cubren los fondos de los valles mencionados, donde alcanzan cotas inusuales o mayores que las que habitualmente presentan los depósitos de fondo de valle de origen estrictamente torrencial.

2.3.2. Depósitos debidos a la dinámica fluvial y de escorrentía superficial

2.3.2.1. Abanicos torrenciales antiguos (9). Conglomerados, gravas y arenas. Pleistoceno superior. Q₃

Estos materiales afloran en el extremo oriental del abanico anterior, coincidiendo con el límite de la hoja, desde donde se prolongan a lo largo de toda la costa acantilada de la hoja de Enriquillo. En consecuencia la extensión ocupada por ellos en esta hoja es muy reducida y su descripción corresponde a las observaciones realizadas en la hoja contigua.

En la base presentan uno a dos metros de limos arenosos, cubiertos por paleocanales de base erosiva con cantos calizos bioerosionados. Se trata por tanto de una facies

transgresiva, sobre la que el resto de la formación aparece como una sucesión de limos y arenas con escasos niveles de canturral calizo y episodios con cementación variable, siendo ésta más intensa en el techo de la formación, donde produce un resalte más resistente a la erosión. En algunos afloramientos se observan fallas subverticales, con saltos verticales de hasta 3 m, junto con numerosas grietas tensionales abiertas.

El espesor total de la formación puede alcanzar 25 a 30 m., que corresponde a la altura de los acantilados actuales labrados en estos materiales. Su edad ha de alcanzar al menos el Pleistoceno superior en la base de la formación, donde cubre las calizas coralinas y presenta facies de calcarenitas de afinidad litoral y transgresiva. En la Bahía de Neiba, corales que presentan una posición similar a la de estos (2 a 3 m sobre el nivel del mar), fueron datados en 124.000 m. a. (Taylor *et al.*, 1985).

2.3.2.2. Abanico fluvio-deltaico (10). Conglomerados y arenas. Pleistoceno superior. Q₃

El gran abanico fluvio-deltaico de Arroyo Dulce ocupa una superficie de 30 km². En las últimas etapas de su evolución ha debido de experimentar retoques erosivos que han nivelado su superficie, la cual llega a enlazar con los manglares de Oviedo. Su litología muestra episodios de mayor energía, con paleocanales de base erosiva, de gravas subredondeadas de cantos calizos, en ocasiones granosportados o bien con una matriz abundante limo-arcillosa rojiza. Entre los paleocanales la sucesión muestra el predominio de arenas y limos con cantos en niveles discontinuos. En ocasiones presenta niveles de cantos redondeados y aplanados, con cierta imbricación dirigida tierra adentro, lo que evidencia una participación marina o litoral.

Su espesor puede alcanzar 20 m, puesto que en una cantera situada al suroeste de Arroyo Dulce se observa una sucesión de 15 m de potencia. En consecuencia se trataría de un abanico de baja pendiente que actualmente puede experimentar retoques erosivos en superficie. A su vez, el desnivel existente entre su ápice y sus zonas distales, estimada en unos 100 m, puede indicar la existencia de tectónica activa que ha basculado estos depósitos hacia el sur.

Su edad es equivalente a la de los abanicos de la primera generación que se describen en el punto anterior. En ambos casos se dan intercalaciones de corales antiguos y calcarenitas hacia la base de la formación, lo que avala una edad Pleistoceno superior.

2.3.2.3. Terrazas (11). Conglomerados y arenas. Pleistoceno superior. Q₃

Estos materiales, que sólo han sido identificados en Cañada Seca, no han proporcionado afloramientos que permitan una buena observación de su litología. En superficie aparece con cantos rodados de composición caliza, con diámetros que alcanzan 0,3 m. Su espesor puede estimarse en unos pocos metros, sin poder precisar el valor exacto, puesto que no aflora la base.

Su posición topográfica, elevada entre 5 y 10 m sobre el cauce actual, permite pensar en una génesis simultánea a la de los abanicos que se acaban de describir y en consecuencia en una edad similar.

2.3.2.4. Conos de deyección activos (18). Arenas, gravas y conglomerados. Holoceno. Q₄

Los conos de deyección con actividad actual jalonan el pie del relieve principal de la sierra de Bahoruco, a lo largo de su articulación tectónica con el área más deprimida de Cañada Seca y del abanico de Arroyo Dulce. Están constituidos por proporciones variables de gravas, arenas y lutitas, cuya composición es función del área madre, por lo que predominan los integrantes de naturaleza calcárea, agrupados en sucesiones de niveles, de orden decimétrico a métrico, de gravas redondeadas heterométricas, con bloques cuyo diámetro puede sobrepasar los 50 cm. Su espesor también es muy variable, tanto entre los diversos conos como dentro de cada uno de ellos, pudiendo alcanzar 10 m en algunos casos.

2.3.2.5. Fondos de valle (20). Conglomerados, gravas y arenas. Holoceno. Q₄

Los fondos de valle se distribuyen fundamentalmente a lo largo de los cauces que drenan hacia el cauce principal de Cañada Seca y hacia el gran abanico de Arroyo Dulce. En menor número también se dirigen hacia los glacis del sector suroccidental, donde finalizan en muchos casos coincidiendo con pérdidas de drenaje. Están constituidos por gravas y arenas de naturaleza carbonatada principalmente. Puntualmente pueden presentar un predominio lutítico. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, con un diámetro de 10-20 cm. No existen cortes que permitan determinar su espesor, que puede variar notablemente en función de la topografía que cubren, pudiendo alcanzar varios metros.

2.3.3. Depósitos de origen lacustre y endorreico

2.3.3.1. Áreas pantanosas (21). Lutitas y arenas finas. Holoceno. Q₄

Sólo se han identificado dos áreas de pequeña extensión con estas características: en el paraje Tierra Colorada y en el límite septentrional del abanico de Arroyo Dulce. Son limos y arenas con colores oscuros, debidos a su contenido en materia orgánica. Su espesor puede estimarse en dos o tres metros, aunque puede ser mayor en el área correspondiente al paraje de Tierra Colorada, por tratarse de un encharcamiento antiguo y ligado a la superficie S1. En este caso, su edad podría abarcar el Pleistoceno-Holoceno y no sólo el Holoceno que figura en la leyenda.

2.3.4. Depósitos debidos a la acción marino-litoral

2.3.4.1. Construcciones biogénicas (8). Calizas arrecifales. Pleistoceno. Q₁₋₃

Son formaciones de carácter discontinuo, que suelen aflorar en la base de los abanicos de primera generación, en las inmediaciones de la costa. Su extensión es muy limitada y aparece formado retazos desperdigados, no cartografiables, por todo el sector suroccidental de la hoja a cotas comprendidas entre +1 y +20 msnm actual. En ocasiones pueden observarse corales hidrozoos, dispuestos en posición de vida. En otros casos aparecen como brechas y bloques procedentes del arrecife original. Su espesor oscila entre 1 y 5 m.

En la contigua hoja de Barahona, Taylor *et al.* (1985) han señalado una antigüedad de 124.000 años para el más bajo y por ello más reciente, de los tres niveles de corales allí definidos. Queda por determinar la equivalencia entre dicho nivel de la bahía de Neiba y los que se extienden a lo largo de la banda costera oriental de la península de Bahoruco.

2.3.4.2. Cordón litoral antiguo (15). Arenas. Pleistoceno. Q₃

Estos depósitos bordean el abanico de Arroyo Dulce y parte del manglar situado al sur del mismo, donde llega a elevarse 4 m sobre el nivel del mar. Está constituido por arenas cuarzosas, en ocasiones bioclásticas, muy bien seleccionadas con inicios de cementación carbonatada. Su origen es probablemente eólico, aunque la aparición de restos de moluscos indica cercanía a una antigua línea de costa. Su espesor podría alcanzar 8 m.

2.3.4.3. Marisma alta o manglar abandonado. Lutitas ricas en materia orgánica (23).
Marisma baja o manglar. Lutitas con abundantes restos vegetales (24). Holoceno. Q₄

Se agrupan en el presente apartado los depósitos relacionados con los procesos mareales. Los manglares abandonados se localizan a lo largo de una banda que limita el área de influencia marina de la tierra firme, que jalona la marisma baja o manglar actual, el cual alcanza una superficie importante. Aunque estas zonas de marisma alta han quedado colgadas por encima de altura del nivel del mar que alcanzan las mareas diarias, ya sea por efectos de la tectónica o de la sedimentación, pueden llegar a sumergirse en momentos de grandes tormentas o mareas vivas. En la hoja contigua por el sur llega a enlazar con la laguna de Oviedo. Las marismas bajas, por el contrario, son zonas que se encuentran encharcadas ya que experimentan, al menos, una pleamar y una bajamar al día; aunque en periodos de mes lunar puedan existir mareas semidiurnas, con dos pleamares y bajamares diarias.

En general, son materiales eminentemente lutíticos, con contenido variable de materia orgánica, como consecuencia de su colonización por el manglar. En el caso de las marismas altas son visibles pequeñas eflorescencias salinas. No se ha observado corte alguno que permita una detallada descripción de estas unidades, tampoco el establecimiento de su espesor, posiblemente de unos pocos metros.

2.3.4.4. Playas y cordones litorales actuales (25). Arenas y cantos. Holoceno. Q₄

Estos materiales se prolongan a lo largo de la mayor parte del pequeño tramo costero abarcado por la hoja, y que no está ocupado por las construcciones arrecifales actuales. Entre ambos y el cordón litoral, cuando éste existe, separan el mar abierto de los manglares. Son playas de arenas, esencialmente bioclásticas, con cantos calizos ocasionales. Su espesor puede estimarse en unos pocos metros.

2.3.4.5. Arrecifes actuales (26). Calizas organógenas y calizas detríticas. Holoceno. Q₄

Los arrecifes parcialmente emergidos y accesibles a la observación directa, presentan en esta hoja mayor continuidad que en las colindantes. Llegan a formar una estrecha barrera que separa la marisma baja del mar, en algunos tramos de la costa, definiendo sistemas de arrecifes frangeantes, sin desarrollo de lagunas costeras. Mayor continuidad presentan los cordones de arrecifes situados al nivel del oleaje, aflorantes durante la

bajamar, que por estar fuera de la línea de costa no han sido representados, aunque aparecen reflejados en el mapa topográfico.

Muestran abundantes hidrozoos en posición de vida, junto con numerosos restos de gasterópodos y material bioclástico, derivado de la acción del oleaje. Su espesor es de unos pocos metros.

2.3.5. Materiales debidos a meteorización química

2.3.5.1. Relleno de dolinas (13). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno-Holoceno. Q₃₋₄

Son arcillas rojas de aspecto masivo, con clastos dispersos del sustrato calizo, puesto que son el producto de la descalcificación de éste. Suelen ocupar el fondo de dolinas y depresiones debidas a disolución, en especial en la mitad meridional de la hoja. Su espesor debe variar en función de la envergadura de los procesos de disolución, pudiendo superar los 3 m. En cuanto a su edad, se han asignado, de forma bastante imprecisa, al Pleistoceno-Holoceno.

2.3.5.2. Argilizaciones y rubefacciones (14). Arcillas rojas. Pleistoceno-Holoceno. Q₃₋₄

Aparecen asociados a las superficies de erosión, por lo que configuran diversos afloramientos en las culminaciones de algunos interfluvios. Sólo se han representado los más extensos y reconocibles por fotointerpretación, y cabe pensar que la mayor parte de las superficies principales puedan tener restos de estas alteritas.

Son arcillas masivas, con cierta proporción de limos y clastos calizos dispersos. En ocasiones presentan una rubefacción intensa. No llegan a generar depósitos lateríticos s.s., puesto que no han desarrollado el nivel superior de encostramiento. Su espesor oscila entre uno y varios metros.

Su edad abarca la de la elaboración de la superficie o nivel de erosión sobre el que se forman, por tanto corresponderá al Pleistoceno, aunque es evidente que su desarrollo continúa en la actualidad.

2.3.6. Depósitos de origen poligénico

2.3.6.1. Brechas calcáreas cementadas con matriz rojiza (12). Pleistoceno-Holoceno. Q₃₋₄

En esta hoja forman diversos afloramientos con una extensión de más de 1 km², y siempre en relación con la superficie de erosión S1 descrita en el apartado dedicado a la Historia Geomorfológica, por lo cual puede pensarse que fuese un depósito exclusivo y característico de la misma. No obstante en hojas contiguas (Cabo Rojo y Pedernales) esta misma formación aparece sobre diferentes niveles o superficies, hasta cotas próximas a la del nivel marino actual.

Estos materiales están constituidos por brechas calizas de composición variable, dependiendo de la del sustrato en cada lugar, con una matriz limo-arcillosa fuertemente cementada, lo que le confiere una competencia similar a la del sustrato. Su origen puede estar en el arrastre y acumulación de materiales sueltos producidos por la karstificación subaérea. El drenaje esporádico y repetido sobre dichos materiales habría ocasionado su rápida e intensa cementación carbonatada. Su espesor oscila desde uno hasta la decena de metros. Su edad puede abarcar el Pleistoceno y Holoceno.

2.3.6.2. Aluvial-coluvial (19). Arcillas con cantos y bloques. Holoceno. Q₄

Esta formación no presenta un carácter bien definido, puesto que se ha establecido con el objeto de identificar recubrimientos del sustrato que no llegan a presentar la morfología característica de un coluvión, ni la de cualquier depósito fluvial, por lo que se consideran como depósitos poligénicos generados por fenómenos de ladera y por arroyada esporádica. Aparece restringida al valle y afluentes de Cañada Seca, en continuidad con algunos abanicos recientes. No se han observado cortes de la misma, por lo que su composición se estima de forma similar a la de los coluviones: limos y arcillas con cantos de composición dependiente de la del sustrato, con espesores de unos pocos metros.

2.3.6.3. Piedemonte (16). Arenas y y gravas rojas. Holoceno. Q₄

Constituyen extensos mantos que tapizan parte de la superficie de erosión del sector suroriental de la hoja, constituidos por arenas, arcillas y gravas rojas. Puesto que esta formación cubre en algunos lugares una superficie karstificada, puede presentar un espesor variable, mayor sobre dolinas y depresiones de disolución. En otros, su espesor

se reduce hasta el punto de aflorar el sustrato de forma discontinua. No se han localizado cortes o excavaciones que permitan una descripción más detallada de esta formación.

3. TECTÓNICA

En este capítulo se abordan las características estructurales de la hoja de Arroyo Dulce y su evolución tectónica. Como preámbulo, se hace una exposición del contexto geodinámico de La Española, en cuyo sector más meridional se encuentra ubicada la Hoja. A continuación se realiza un marco geológico-estructural de la Península de Batoruco, su relación con la Cuenca de Enriquillo, y un análisis de las grandes estructuras geológicas y dentro de este marco se describe la estructura de la Hoja.

3.1. Contexto geodinámico de La Española

La Española es la segunda isla 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 (Figura 3.1). Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann *et al.*, 1991b) y Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke, 1988).

El margen septentrional 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 siniestro que acomodan el desplazamiento hacia el este de la Placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann *et al.*, 1991b). La placa del Caribe se desplaza hoy día hacia el este con respecto a las placas Norte y sudamericana (Dolan y Mann, 1998; Dixon *et al.*, 1998; De Mets *et al.*, 2000; Mann *et al.*, 2002).

Al norte y noreste de la zona de estudio hay que destacar la Cordillera Central como elemento de primer orden en la geología de la isla, en cuyo segmento suroccidental, el más próximo a la zona de estudio se distinguen dos dominios principales (Mann *et al.*, 1991b; Dolan *et al.*, 1991; Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta 2000a y b; Hernaiz Huerta y Pérez-Estaún, 2002): el basamento representado por formaciones oceánicas y de arco isla que fueron generadas y amalgamadas durante el intervalo Jurásico Superior-Eoceno (Bowin, 1966; Draper *et al.*, 1994, 1996; Lewis *et al.*, 2002), y el Cinturón de Peralta, una potente secuencia de rocas sedimentarias del Cretácico Superior-Pleistoceno que, con una dirección general NO-SE, se dispone a lo largo del flanco meridional de la Cordillera Central (Mann *et al.*, 1991b; Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta y Pérez-Estaún, 2002).

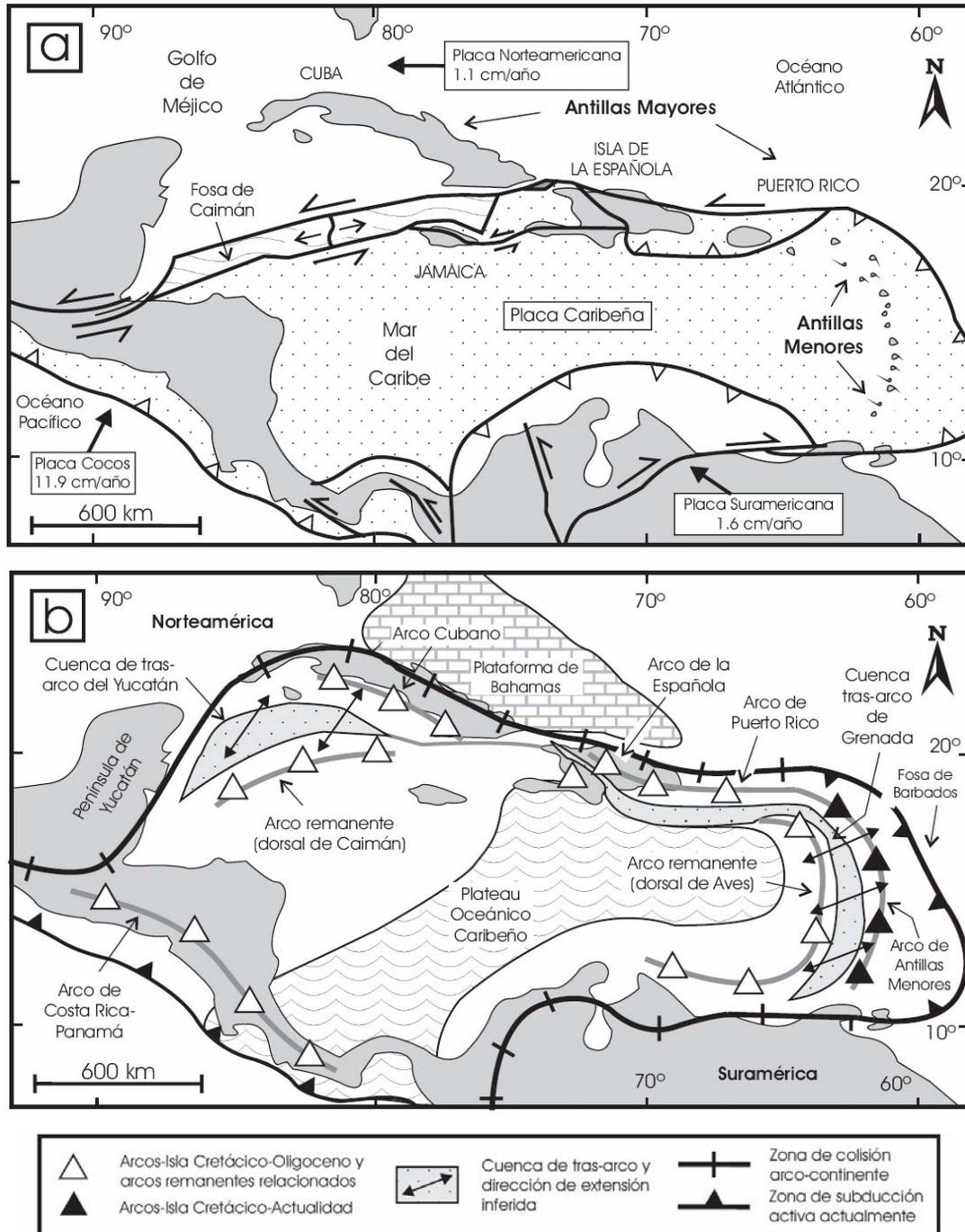


Figura 3.1. Comparación entre: (a) la configuración actual de las placas en la región caribeña (mod. de Mann, 1991; Lebrón y Perfit, 1994; Pindell, 1994); y (b) los principales elementos tectónicos del arco de isla Circum-Caribeño (AICC). La isla de La Española se sitúa sobre la zona de desgarre senestral (y de convergencia oblicua) activa que separa las placas Norteamericana y Caribeña. El oceánico ocupa la zona central de la actual zona caribeña. Notar la posición “tras-arco” del cinturón de cuencas del Yucatán, Antillas Mayores y Granada, cuya parte correspondiente a La Española se denomina Trois Rivières-Peralta. La plataforma carbonatada de Bahamas se desarrolló sobre la placa Norteamericana desde el Jurásico Superior.

3.2. Marco geológico estructural de la Península de Bahoruco

La estructura actual de la Península de Bahoruco, dentro del conjunto del sector meridional de La Española, es, a grandes rasgos, el resultado de la superposición de los procesos compresivos y colisionales que dan lugar a la elevación de la isla, resultado de la convergencia oblicua entre las placas caribeña y norteamericana desde el Eoceno. Sin embargo, a diferencia de los distintos dominios geológicos de La Española, este dominio permanece indeformado desde el Eoceno, hasta parte del Mioceno, donde se empieza a registrar el levantamiento de la parte de la meseta oceánica del Caribe (cresta de la Beata), que constituye la actual Península de Bahoruco. Este hecho, junto con la tectónica de desgarre, generada de manera simultánea con la elevación y producto de la citada convergencia oblicua izquierda, condiciona la evolución más reciente de la Península de Bahoruco.

La Península de Bahoruco puede dividirse, desde el punto de vista morfoestructural, en dos dominios claramente diferenciados (Figuras 3.1 y 3.2).

Por un lado se encuentra la Sierra de Bahoruco, que comprende las dos terceras partes septentrionales de la Península de Bahoruco y que constituye una cadena de montañas alargadas en sentido NO-SE, que alcanza su mayor altura en la Loma del Toro. La Sierra de Bahoruco muestra una estructura en grandes pliegues, de amplio radio, y va teniendo una mayor estructuración progresivamente en sentido suroeste-noreste, con desarrollo de pliegues más apretados, fallas inversas y de salto en dirección tanto más cerca del límite con la Cuenca de Enriquillo.

Este límite se produce a través de un sinuoso frente montañoso definido por la Zona de Falla de Bahoruco (ZFB) (Llinás, 1972; McLaughlin *et al.*, 1991). Por el contrario, el tercio meridional de la Península de Bahoruco corresponde a una zona peneplanizada (plataforma de Oviedo-Cabo Rojo), constituida por relieves suaves ligeramente elevados sobre el nivel del mar, donde se reconocen escasos pliegues de radios muy amplios y algunos sistemas de falla de poca importancia.

El rasgo más característico de la plataforma de Oviedo-Cabo Rojo es el modelado marino en terrazas de abrasión desarrolladas durante las oscilaciones del nivel del mar en el cuaternario (Abad *et al.*, 2008; 2009), que le confieren un aspecto escalonado al relieve de este sector.

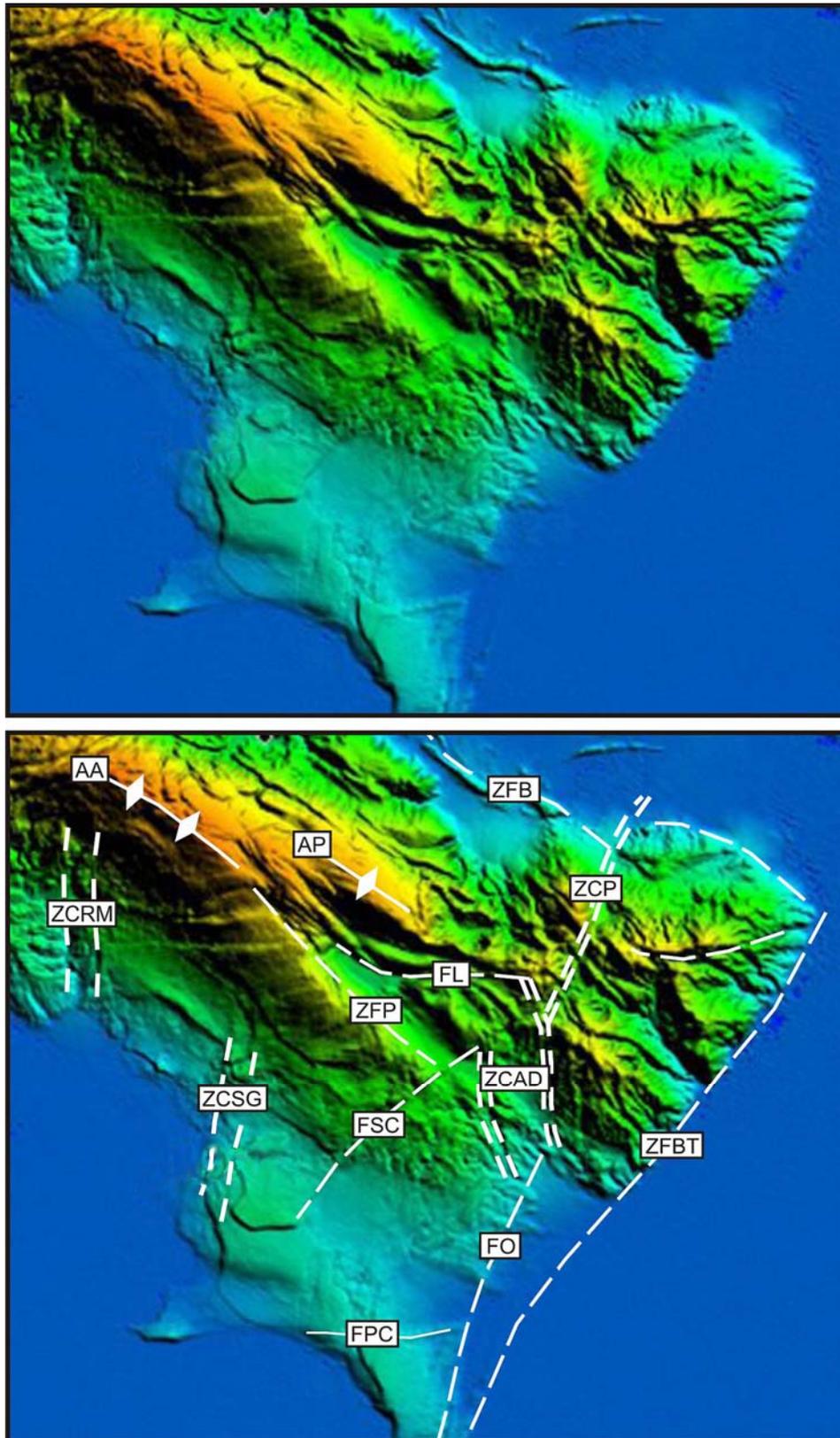


Figura 3.2. Modelo digital del terreno de la Sierra de Bahoruco y plataforma de Oviedo-Cabo Rojo. Las principales estructuras del dominio geológico se representan sobrepuestas al relieve. ZCAD, Zona de Cizalla de Arroyo Dulce. FSC, Falla de Sabana de Los Candelones. ZFP, Zona de Falla del Pelempito. ZCSG, Zona de Cizalla de Sabana Guaratén. FPC, Falla de Punta Ceminche. ZCRM, Zona de Cizalla del Río Mulito. ZCP, Zona de Cizalla de Polo. FO, Falla Oviedo. FL, Falla de Limonal. ZFB, Zona de Falla de Beata. AA, Anticlinal de Aceitillar. AP, Anticlinal de Los Pinos.

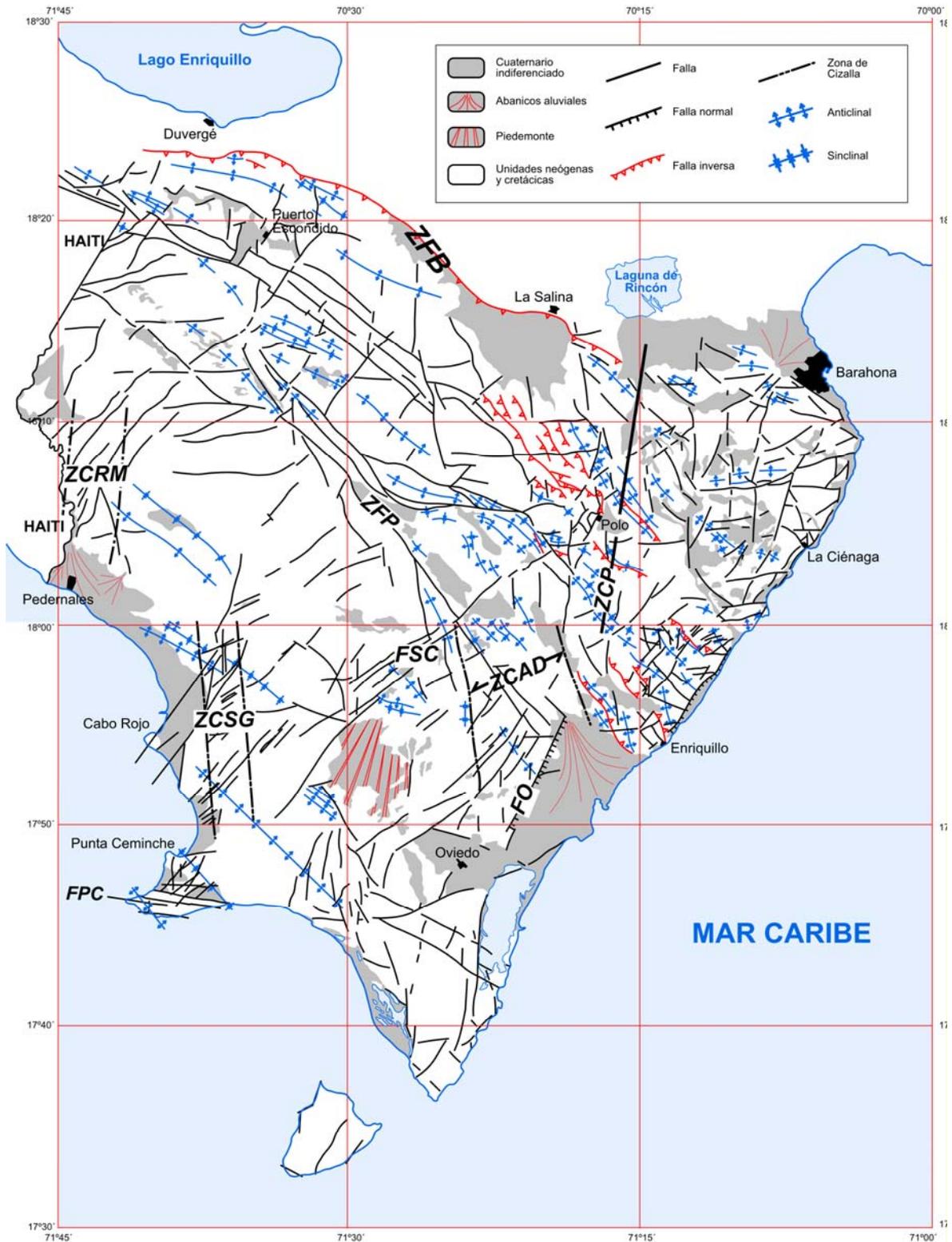


Figura 3.2 (cont). Esquema tectónico de la Sierra de Bahoruco y Planicie de Oviedo-Pedernales. ZFB, Zona de Falla de Bahoruco. ZCAD, Zona de Cizalla de Arroyo Dulce. FSC, Falla de Sabana de Los Candelones. ZFP, Zona de Falla del Pelempito. ZCSG, Zona de Cizalla de Sabana Guaratén. FPC, Falla de Punta Ceminche. ZCRM, Zona de Cizalla del Río Mulito. ZCP, Zona de Cizalla de Polo. FO, Falla Oviedo. FL, Falla del Limonal.

3.2.1. El margen septentrional de la Sierra de Bahoruco

La estructura del margen septentrional de la sierra de Bahoruco es relativamente sencillo y se puede resumir en los siguientes puntos: disposición monoclinial hacia el NNE, o suavemente plegada, de las series calcáreas de las Formaciones Neiba y de la Unidad Barahona; desarrollo de un frente de mayor deformación, bastante neto, al pie de la sierra, asociado al cabalgamiento de estas formaciones sobre la cuenca de Enriquillo (Zona de Falla de Bahoruco, ZFB); y presencia de fallas rectilíneas de dirección NO-SE con movimiento vertical inverso y en dirección que, en parte, modifican este frente y producen la compartimentación de todo el flanco en bloques progresivamente más elevados hacia el interior de la sierra y ligeramente cabalgantes hacia el exterior de la misma. La tendencia monoclinial hacia el N-NE o suavemente plegada de la serie carbonatada de la Fm Neiba o la Unidad de Barahona se observa bien en paisaje y queda reflejada en los cortes generales (Figura 3.3).

En el borde septentrional de la Sierra de Bahoruco, el estilo estructural pasa a ser el de un frente deformado, muy localizado, que marca el contacto con la cuenca de Enriquillo (ZFB). El contacto es cabalgante y se resuelve mediante un sistema de fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo que suman desplazamientos verticales para el conjunto de la sierra superiores a los 3.000 m (Díaz de Neira, 2004b).

3.2.2. La Cresta de Beata (Beata Ridge)

Un elemento estructural a considerar en la región es la cresta oceánica de Beata (Heubeck y Mann, 1991), promontorio alargado con forma de cuña hacia el norte que se dispone en el centro de la meseta oceánica del Caribe, con una dirección NNE-SSO, transversalmente al límite meridional de La Española y al septentrional de la placa Sudamericana (Mauffret y Leroy, 1997). Según Heubeck y Mann (1991) y Mann *et al.* (1991c), la cresta de Beata funcionó a partir del Plioceno Medio como una indentación, empujada desde el otro margen, bajo el cual subduce (Mauffret y Leroy, 1997).

3.2.3. Grandes estructuras en la Península de Bahoruco

En la Península de Bahoruco se pueden resaltar diversas estructuras que por su cierta relevancia e importancia, se analizan con detenimiento. Dentro de estas estructuras se encuentran zonas de cizalla de basamento que afectan a la cobertera, grandes pliegues y zonas de falla, que se describen brevemente a continuación.

3.2.3.1. Zona de Falla de Beata

La zona de falla de Beata se encuentra marcando el límite oriental de la Península de Bahoruco, desde Punta Beata hasta Barahona, donde queda sumergida y continúa hasta la Bahía de Ocoa, en Azua. Corresponde a una zona de falla de dirección N40°E aproximadamente, condicionando claramente la línea de costas del Mar Caribe, con una distribución de la deformación en unos pocos kilómetros, a través de fallas discretas de poca continuidad lateral (unos cientos de metros). En detalle, es una zona cinemáticamente compleja puesto que no se han obtenido datos estructurales que parezcan obedecer a un campo de esfuerzos único, y el sólo hecho de limitar el mar de la península, justificaría que se tratara de una zona de falla con una componente normal que hundiría el bloque oriental. Desde el punto de vista fisiográfico, además, constituye el límite hacia el este de la elevación de la Cresta de Beata (*Beata Ridge*), con una diferencia de varios miles metros entre la zona emergida y la zona más profunda que se encuentra en el margen este de la Península de Bahoruco, resuelta en unos pocos kilómetros, por lo que debe de corresponder a una zona con una deformación compleja y seguramente polifásica.

3.2.3.2. Falla de la Sabana de los Candelones

Esta falla corresponde al segmento meridional de la Falla de Bahoruco de Osiris de León (1989), sin embargo, como se refiere anteriormente, se ha preferido denominarla de otra manera para no crear confusión con la Zona de Falla de Bahoruco definida por Llinás (1972) para la falla del borde norte de la Sierra de Bahoruco. Se trata de una falla discreta, de dirección N60°E, con una traza clara observable en las imágenes digitales y en fotografía aérea y con una buena expresión de campo en la zona de la Sabana de los Candelones (Hoja de Arroyo Dulce) y la Sabana de la Primera Yerba (Hoja de Polo) (FSC, Figura 3.2). Hacia el noreste su traza es difusa, aunque parece continuar hasta Los Arroyos (Hoja de Polo) donde adquiere una flexión hacia N70°E y enlaza con la Zona de Cizalla de Polo y la Zona de Cizalla de Arroyo Dulce. Hacia el suroeste también se convierte en una traza difusa, aunque reconocible, y parece condicionar finalmente el escarpe marino de Los Quemados de Basilio, con lo cual podemos hablar de una falla con una extensión de unos 40 kms. Su régimen también es mal conocido, debido a las malas condiciones de afloramiento, pero aflora relativamente bien entre el polje de la Sabana de la Primera Yerba y el Tunal, donde da un escarpe morfológico de unos pocos metros y donde parece que el régimen es de componente normal, pues hunde el bloque oriental.

Esta falla, según se observa en la topografía, en las imágenes digitales y en las fotografías aéreas, corta a la Zona de Falla de Pelempito, justamente en el sector de la Sabana de Los Candelones, con lo cual parece claro su funcionamiento tardío respecto a la Zona de Falla de Pelempito.

3.2.3.3. Zona de Falla de Pelempito

Corresponde a un sistema de fallas de dirección N135°E que constituyen el límite meridional de una serie de depresiones, profundamente modificadas por la acción kárstica, que se encuentran dentro del sinclinorio de Juancho (Figura 3.2 y 3.3). Esta zona de falla tiene una amplia extensión, de decenas de kilómetros desde la parte suroeste de Puerto Escondido hasta el Tunal, y deja al noreste las depresiones kársticas del Hoyo del Pelempito y El Tunal. Su expresión en el relieve es muy clara, mientras que su funcionamiento y su cinemática es algo más confusa. La zona de distribución de la deformación es de apenas unos pocos cientos de metros, y está compuesta por un sistema anastomosado de fallas que progresivamente bajan el bloque hundido hacia el noreste desde los 1200 m a los 300 m, teniendo su máxima anchura en la transversal del Hoyo del Pelempito. No se han podido observar los planos de falla, debido a las malas condiciones de afloramiento y por tratarse de un terreno intransitable, pero a partir de la dirección principal de la zona de falla, y los datos observados a partir de las imágenes de satélite y fotografías aéreas, parece tratarse de un sistema de fallas muy verticales de componente inversa e izquierda (Figura 3.3), que levanta el bloque meridional.

3.2.3.4. Pliegues

Dentro de la Península de Bahoruco existen también grandes estructuras que corresponden a pliegues. Particularmente son importantes dentro del conjunto orográfico de la región el Anticlinal de Aceitillar y Polo, el Sinclinorio de Juancho y los Anticlinorios de Los Pinos, Loma La Torre y Filipinas (Figuras 3.2 y 3.3). En la Península de Bahoruco existe una diferencia entre el grado de plegamiento existente en la parte meridional (Plataforma de Oviedo-Cabo Rojo), donde se observan pliegues de muy amplio radio, de dirección NO/SE con flancos que buzan generalmente menos de 20°, y donde alguno de estos pliegues parece responder a movimientos producidos por una tectónica activa (afectan a las paleosuperficies de erosión cuaternarias) y la Sierra de Bahoruco. En este último dominio se encuentran también pliegues de amplio radio, cilíndricos, que producen grandes anticlinales suaves (Aceitillar) y que en conjunto, forman anticlinorios más o menos cortados por fallas que constituyen las elevaciones más altas de la Sierra de Bahoruco (Loma del Toro).

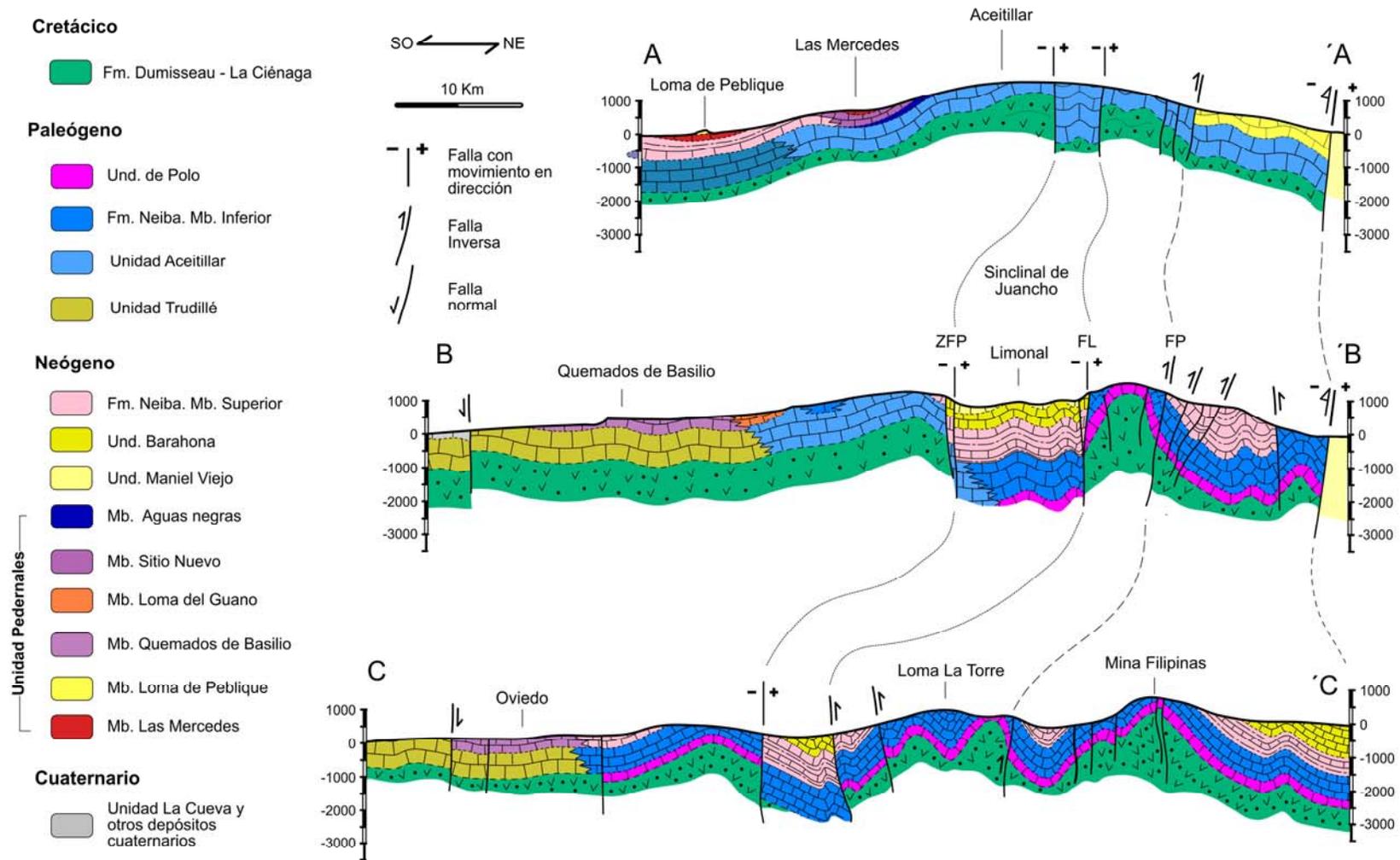


Figura 3.3. Cortes geológicos con los principales elementos estructurales de la Sierra de Bahoruco y Planicie de Oviedo-Pedernales. ZFP, Zona de Falla del Pelempito; FL, Falla de El Limonar; FP, Falla de Polo. La situación de los cortes puede consultarse en la figura 2.2.

Es destacable en prácticamente toda la región la presencia de pliegues con doble inmersión y también con doble vergencia (NE y SO), con morfologías en cofre (Anticlinical de Polo o Anticlinorio de la Loma de la Torre), que presentan ambos flancos muy verticalizados. Los pliegues de doble inmersión son más frecuentes dentro de la Zona de Cizalla de Arroyo Dulce, dentro del Sinclinorio de Juancho, donde se reconocen muy bien los anticlinales, pero los sinclinales están cortados por fallas transversales que generan morfologías *en echelon* y arrastres, producidos por la acomodación de la cobertera debido al funcionamiento de una zona de cizalla izquierda en el basamento.

3.2.3.5. La fracturación

La zona de estudio está afectada por una intensa fracturación, cuyo estudio de detalle excede los objetivos del trabajo. En la figura 3.4 se representa un diagrama con las direcciones de las principales fallas y fracturas que afectan al ámbito de estudio, seleccionadas y sintetizadas a partir de las cartografías a escala 1:50.000 de cada Hoja. Aunque aparentemente existe una amplia distribución de los direcciones en las fallas, uno de los sistemas de fallas, el NE-SO, es el que aparece mayoritariamente representado frente a los demás. Este sistema, cuando se ha podido ver en el campo está compuesto por fallas de desgarre, con estrías subhorizontales que muestran una componentes dextra.

Aunque aparentemente existe una amplia distribución de los direcciones en las fallas, uno de los sistemas de fallas, el NE-SO, es el que aparece mayoritariamente representado frente a los demás. Este sistema, cuando se ha podido ver en el campo está compuesto por fallas de desgarre, con estrías subhorizontales que muestran componentes dexas. En menor medida, existen fallas con una componente normal. Este sistema está representado por la Falla de la Beata y por otras fallas importantes (Zona de Cizalla de Polo o continuación al NO de la Falla de Oviedo) y altera, corta y modifica las trazas de los pliegues y cabalgamientos, mostrando su carácter tardío respecto a la formación de pliegues y fallas inversas, aunque en algunos sectores pueden tener relaciones genéticas de simultaneidad.

3.3. La estructura de la Hoja de Arroyo Dulce

La estructura de la Hoja de Arroyo Dulce está conformada por grandes estructuras de relieves positivos constituidos por pliegues de menores dimensiones. Son los anticlinorios de Enriquillo y de Arroyo Dulce separados, a su vez, por el sinclinorio de Juancho. Estas tres estructuras se extienden a lo largo de la hoja con dirección NO-SE.

En general la mayor parte de la hoja presenta buzamientos muy suaves, generalmente inferiores a 25° hacia el NE y SO, siguiendo las directrices regionales de plegamiento, lo que se traduce en el escaso relieve de toda la zona. La mayor inclinación de las capas coincide con el flanco suroeste del anticlinorio de Enriquillo, donde la deformación es mucho más acentuada y los buzamientos llegan a alcanzar los 45° . E

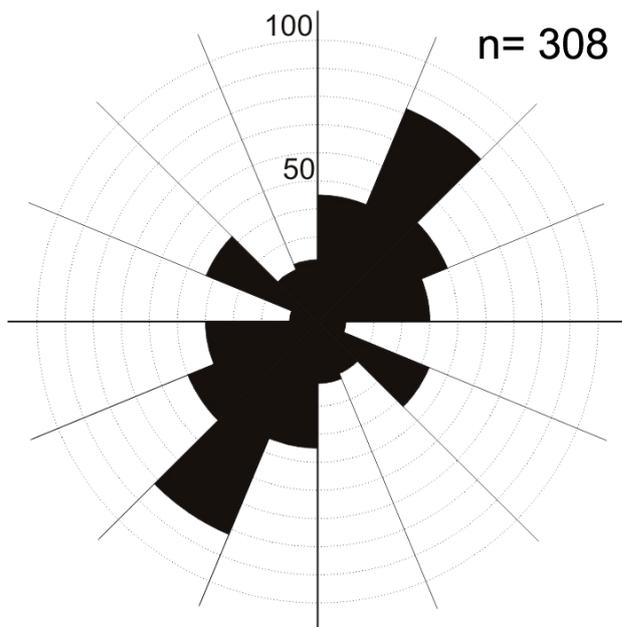


Figura 4.4. Rosa de los vientos de direcciones de fallas medidas en la Sierra de Bahoruco. Proyección equiareal. n es el, número de datos de la proyección

En el sector suroccidental cambia el tipo de plegamiento y se impone una configuración prácticamente homoclinal o un suave plegamiento en la serie, con suave inclinación hacia el SO, coincidiendo con la terminación del flanco suroeste del anticlinorio de Arroyo Dulce. En esta misma dirección, en las hojas de Oviedo, Cabo Rojo y Punta Ceminche, se forman trenes de pequeños pliegues cilíndricos y simétricos, con ejes siguiendo la misma dirección de plegamiento, pero de mayor radio, y flancos de baja inclinación. Ambas circunstancias son claramente observables en las características del paisaje, mucho más plano, y queda reflejada en los cortes geológicos regionales de este dominio (Figura 3.3).

Los pliegues en la hoja presentan escala kilométrica, morfologías cónicas en planta, doble inmersión y también doble vergencia (NE y SO). Existe un relevo relativamente rápido de los pliegues, generándose una disposición escalonada de los mismos. Presentan flancos de buzamiento variable según el sector considerado si bien localmente se acentúan en las proximidades de fallas inversas. Los pliegues de doble inmersión son más frecuentes dentro de la Zona de Cizalla de Arroyo Dulce (ver más adelante), dentro del Sinclinorio de Juancho, donde se reconocen muy bien los anticlinales.

El flanco oriental del sinclinorio de Juancho se caracteriza por la presencia de fallas con dirección aproximada N^o135^oE, vergencia hacia el SO, importante componente de movimiento vertical inverso y dirección senestral. Son fallas de trazo ligeramente curvado y dimensiones kilométricas. Esta familia de fallas se concentra en el sector NE de la hoja afectando principalmente a la Fm Neiba y, en parte, modifican este frente y producen la compartimentación de todo el flanco en bloques progresivamente más elevados hacia el interior del anticlinorio de Enriquillo y ligeramente cabalgantes hacia el exterior del mismo. La falla de Arroyo Dulce, que delimita el contacto del anticlinorio de Enriquillo con el sinclinorio de Juancho, es la de mayor importancia y pone en contacto en la mayor parte de su trazado los materiales del Mb Superior de la Fm Neiba con los de la Unidad Barahona. Parte prácticamente de la costa, donde queda cubierta por abanicos aluviales formados en el escarpe de falla que ha generado su desplazamiento, atraviesa toda la hoja en dirección NO y se introduce en la hoja de Polo nuevamente bajo depósitos cuaternarios.

El flanco occidental del sinclinorio de Juancho está igualmente definido por una falla de gran longitud y dirección NO-SE pero de trazo más rectilíneo. Constituye la prolongación hacia la costa de Zona de Falla del Pelempito (Figura 3.2 y 3.3). Dentro de la hoja de Arroyo Dulce la expresión de su relieve no es tan clara como en la Hoja de Polo, probablemente porque tiende a amortiguarse y a simplificar su traza en esta dirección, disminuyendo de forma considerable su anchura. Su funcionamiento y su cinemática es difícil de deducir como consecuencia de las condiciones de afloramiento. Parece tratarse de una falla muy vertical, o ligeramente inclinada hacia el SO, de componente inversa e izquierda, que tiene a levantar el bloque meridional donde aflora el Mb inferior de la Fm Neiba.

La otra familia de fallas mejor representada en la Hoja de Arroyo Dulce es la de dirección N30^o-40^oE. Aparece a lo largo de toda la extensión de la hoja pero tiende a concentrarse en su sector NO, donde conforme una densa red de fallas de gran longitud que cortan y desnivelan el anticlinorio de Arroyo Dulce, propagándose hacia el NE y SO. Son fallas de desgarramiento de plano vertical y sentido de movimiento dextral, en general de unos pocos decenas de metros de salto en dirección. La componente vertical es despreciable excepto en el caso de la gran Falla de la Laguna de Oviedo, que presenta un comportamiento normal y posee una clara expresión sobre el terreno, definiendo un escarpe fácilmente cartografiable mediante el mapa topográfico y fotografía aérea.

Otros sistemas de fallas, mucho peor representados, son los de dirección media N10°E o N90°E y escaso desplazamiento, aunque aparecen mucho peor representadas. Se trata de fallas de desgarre con sentido de movimiento dextral y senestral, respectivamente.

3.3.1. Falla de Oviedo

Delimita el borde occidental de la Laguna de Oviedo, pero su prolongación hacia NNE penetrando varios kilómetros en la Hoja de Arroyo Dulce generando un claro escarpe de varias decenas de metros. Es una gran estructura observable tanto a escala de imágenes digitales o aéreas como en el paisaje, es la Falla de Oviedo, una falla discreta, con una orientación NNE/SSO, próxima a N10-15E que hunde el bloque oriental y limita la Laguna de Oviedo por su parte occidental. Tiene una extensión de unas decenas de kilómetros y debe de tener una cierta componente normal aunque no se han observado apenas criterios cinemáticos.

3.3.2. Zona de Cizalla de Arroyo Dulce

A partir de la cartografía geológica de las Hojas de Arroyo Dulce y Polo, se pone de manifiesto la existencia de una serie de pliegues, desarrollados en la Unidad de Barahona y de Maniel Viejo, que se generan dentro de la gran estructura del sinclinorio de Juancho. Estos pliegues son relativamente poco cilíndricos, poco continuos, de baja amplitud, con direcciones variadas (entre NNO-SSE y E-O) y que en general describen una flexión general dando morfologías arqueadas. Los pliegues, además, muestran una doble inmersión y están cortados por fallas, mostrando en ocasiones dispositivos *en echelon* respecto a fallas oblicuas. Esta flexión de las estructuras parece obedecer a un cizallamiento en el interior de una zona de anchura kilométrica (entre ocho y diez kilómetros), de desplazamiento pequeño (unos tres kilómetros), cuyos márgenes tienen dirección NNO-SSE, aproximadamente, que se ha denominado “Zona de Cizalla de Arroyo Dulce” (ZCAD, Figura 3.2). Los pliegues del interior de la zona de cizalla son nuevos y generados en su interior como pliegues de acomodación al movimiento. También se evidencia en las imágenes digitales del terreno, debido a que esta zona de cizalla produce una deformación frágil en la cobertera, que está muy distribuida a lo largo de pequeñas fallas y genera ciertos rasgos en el relieve que han permitido la delimitación de esta zona de cizalla.

En la Hoja de Arroyo Dulce la deformación asociada a esta banda es algo más sutil y se refleja mediante la flexión y cambio de dirección de los ejes de pliegues. Especialmente

llamativa resulta la migración de varios kilómetros hacia el norte de la charnela que experimenta el eje del pliegue principal del anticlinorio de Arroyo Dulce en el sector central de la hoja, coincidiendo con el límite occidental de la zona de cizalla, así como el desarrollo de un pliegue sinclinal con eje de dirección N-S que acomoda gran parte de la deformación en esta zona. En el límite norte de la hoja con la hoja de Polo, en la Cabria de Manuelico, se produce una circunstancia similar, arqueándose el eje de un anticlinal en dirección N-S en el límite oeste de zona donde se concentra la deformación.

A pequeña escala este tipo de deformación puede observarse, más atenuada, en otros sectores de la hoja como en las proximidades de la Cañada de la Guajaca y de los Cerros de Juan Goya. En este punto se ha observado el desarrollo de nuevos pliegues con direcciones próximas a E-O y el cambio de orientación de pliegues previos, que tienden a reorientarse con diferentes direcciones en función a su proximidad y orientación con respecto a la Zona de Cizalla de Arroyo Dulce.

3.4. Interpretación y evolución tectónica de la zona de estudio

La integración de los datos estructurales procedentes de todas las Hojas que engloban la Península de Bahoruco, junto con algunos datos de la Cuenca de Enriquillo y de las sierras cercanas (Neiba y Martín García), permite comprender mejor el tipo de deformación regional y la relación entre las diferentes estructuras. De esta forma se elabora un modelo de evolución tectónica general que sirve para toda la parte meridional de La Española.

A partir de los datos obtenidos en este proyecto, y partiendo del conocimiento del Proyecto K (del Proyecto SYSMIN) de Cartografía Geológica de la República Dominicana y de datos ya existentes (Díaz de Neira, 2000a y b; Gómez-Sáinz, 2000; Hernaiz Huerta y Pérez Estaún, 2002; Mann *et al.*, 1991c; Mann *et al.*, 1999) se puede observar que estructura de la Península de Bahoruco está dominada por estructuras contractivas con una fuerte participación de desgarres, al igual que sucede en la mayor parte de dominios geológicos de La Española. Para el análisis de una zona de este tipo se debe tener en cuenta tanto la geometría en corte de las estructuras como su desarrollo en planta, debido a la fuerte componente lateral de los movimientos.

La Figura 3.2 presenta un mapa estructural integrado, elaborado a partir de las diferentes Hojas del proyecto y la figura 3.3, muestra una serie de cortes realizados a través de las estructuras mayores. En los cortes seriados se puede observar el carácter compresivo de

la estructura general, que viene definida por cabalgamientos de alto ángulo y vergencias opuestas, junto con pliegues de amplio radio en el sector meridional y algo más apretados en el margen septentrional de la Sierra de Bahoruco. También se puede observar en los cortes seriados como el corte más occidental, que atraviesa la Sierra de Bahoruco desde Pedernales a Puerto Escondido, la deformación es suave en su conjunto, con un acortamiento leve, y donde el sinclinorio de Juancho es muy reducido. También hay que resaltar que no son cortes geológicos de “*plane strain*”, debido a la existencia de muchos desplazamientos fuera del plano (desgarres) y por ello sólo proporcionan una idea de una componente del acortamiento, que es el medido perpendicularmente a la dirección de los pliegues.

El acortamiento estimado para la Península de Bahoruco para la base de la Fm Neiba y equivalentes se ha calculado de 5,8 kms (11%) para la transversal de Pedernales (corte A-A') y de 15,6 kms (17%) para la transversal más oriental (corte C-C'). Como se observa en el esquema estructural y en los cortes, el acortamiento es mucho mayor en la parte oriental de la Península de Bahoruco que en la occidental.

La estructura, en corte, de la sierra de Bahoruco muestra una evidente asociación del plegamiento, incluida la franja frontal más deformada, a fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo sobre la Cuenca de Enriquillo. La geometría dominante es de pliegues con ángulos entre flancos relativamente abiertos (120°), en la parte meridional, a algo más cerrados (75°) en el frente con la Cuenca de Enriquillo, y planos axiales subverticales, con escasos ejemplos ligeramente vergentes al sur o al norte.

De acuerdo con lo anterior, la evolución estructural de la zona de estudio se explica bien en un contexto compresivo regulado por desgarres senestrales, es decir, en un contexto transpresivo levógiro. El modelo que se propone responde a un modelo sencillo de cizalla subvertical en régimen transpresivo (o de convergencia oblicua) senestral que, con dirección E-O y dimensiones regionales afectaría en su totalidad al ámbito de la zona de estudio durante un amplio lapso de tiempo, de acuerdo con los sedimentos sintectónicos asociados. La dirección de máximo esfuerzo, NE-SO, es aproximadamente normal a la traza de los pliegues y cabalgamientos principales y coincide con la obtenida por algunos autores mediante el análisis de la fracturación (Van den Berghe, 1983). Al tratarse de una región con una fuerte heterogeneidad litológica sometida a una deformación rotacional, es difícil clasificar cada una de las estructuras existentes y atribuirles con precisión a un determinado sistema dentro del citado modelo; no obstante, los atributos de las fracturas

y la posición de los pliegues y cabalgamientos muestran un alto grado de acuerdo con la interpretación global.

3.4.1. Edad de la deformación

La deformación principal en la zona de estudio ocurre a partir del Plioceno con el levantamiento continuado de las sierras de Neiba, Bahoruco y Martín García y su cabalgamiento sobre la cuenca de Enriquillo. Este evento se produce como consecuencia de la colisión y convergencia oblicua y continuada de las placas caribeña y norteamericana desde el Plioceno hasta la actualidad en toda la isla.

El análisis de la subsidencia de la cuenca mediante la descompactación de la columna de sedimentos registrada en el sondeo Charco Largo (Mann *et al.*, 1999) refleja el primer impulso tectónico, correspondiente al depósito de la Fm Trinchera y a la parte baja de la Fm Angostura en el ámbito de la Sierra de Neiba y Martín García.

Posteriormente, a este impulso principal, la deformación proseguiría durante el depósito de las formaciones Arroyo Blanco (Las Salinas), Arroyo Seco y Jimaní durante el Plioceno superior y Pleistoceno. Estas formaciones constituyen el relleno principal en el sector central de la cuenca, con un espesor total cercano a los 3.000 m y en los márgenes de la cuenca, llevan asociadas tectofacies conglomeráticas que proceden directamente de la denudación de las sierras limítrofes. Aunque es muy posible que estas tectofacies se desarrollaran a lo largo de la totalidad de sus respectivas secuencias, parece que se concentran principalmente a techo de las mismas (Fm Arroyo Seco a techo de la Fm Arroyo Blanco y conglomerados rojos de la unidad superior de la Fm Jimaní). Los conglomerados rojos de la unidad superior de la Fm Jimaní parecen enrasar, en la sierra de Bahoruco, con una primera superficie de erosión regional a la que estarían ligados fenómenos de alteración y karstificación a gran escala.

De esta forma, tras su levantamiento en el Plioceno, la elevación de la Sierra de Bahoruco continúa durante todo el Pleistoceno hasta prácticamente la actualidad como consecuencia del avance de la Cordillera Central. Este proceso regional queda registrado inicialmente en la sucesión sedimentaria néogena descrita en la zona de estudio, que refleja una progresiva somerización que se inicia en el Mioceno en ambientes de rampa externas (Fm Neiba y equivalentes), se prolonga con el desarrollo de plataformas internas someras y arrecifales costeros (unidades Barahona, Peblikue y La Cueva) durante el Mio-Plioceno y finaliza en el Pleistoceno con la emersión y exposición de la cuenca.

Otro evento importante a señalar en el Sur de La Española es, desde finales del Plioceno hasta la actualidad, la indentación de la cresta de la Beata en la Bahía de Ocoa. Esta indentación ha producido el arqueamiento y la posterior ruptura de las estructuras del ámbito de la bahía; o el desarrollo de un intenso volcanismo de afinidad geoquímica heterogénea en el la Cordillera Central y la Cuenca de San Juan (Hernáiz-Huerta, 2004a). Sin embargo, la influencia que posee el avance de la cresta de Beata en la Península de Bahoruco no es tan evidente como la mostrada en la Bahía de Ocoa, a excepción de algunas estructuras evidentes desde un punto de vista cartográfico.

Dentro de estas estructuras relacionadas con la indentación podrían encontrarse las zonas de cizalla de basamento que afectan a la cobertera (Zona de cizalla de Arroyo Dulce, Cabo Rojo y Polo) y la Zona de Falla de Beata, todas ellas muy activas durante el cuaternario, aunque actualmente no podemos asegurar que su origen pueda estar relacionado con la indentación de la cresta de Beata en los dominios meridionales de La Española. No es descartable que la aparición de estas estructuras, de orientación N-S, sea un mecanismo de acomodación de la deformación producida por el empuje hacia el norte de los basaltos de plateau en la Península de Bahoruco y, por tanto, posterior a la etapa de deformación principal en esta zona.

3.5. Tectónica activa

No existen claras evidencias de una tectónica especialmente activa en la Hoja de Arroyo Dulce. Únicamente el desarrollo de escarpes marinos a cotas muy elevadas dentro de la Sierra de Bahoruco, mucho mejor desarrollados en las hojas vecinas, el posible basculamiento del abanico deltaico que discurre por eje del sinclinorio de Juancho, con una diferencia de altura de más de 100 metros entre su ápice y zona más distal en áreas de poco relieve, o el desarrollo de marinas altas abandonadas, nos permiten deducir un levantamiento de esta región con una tasa de elevación tectónica difícilmente evaluable en este sector de la Península de Bahoruco. En base a la edad inferida para estas formaciones superficiales y para el desarrollo de los escarpes marinos más antiguos en las hojas vecinas de Cabo Rojo y Pedernales, este hipotético levantamiento pudo haber comenzado en el Pleistoceno y continuar hasta prácticamente la actualidad.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. Análisis geomorfológico

El análisis morfológico puede abordarse desde dos puntos de vista: morfoestructural, en el que se analiza el relieve como consecuencia del sustrato geológico, (litología y estructura); y morfogenético, considerando las formas resultantes de la actuación de los diversos agentes de la erosión.

4.1.1. Estudio morfoestructural

Dos dominios morfoestructurales ocupan la hoja de Arroyo Dulce: vertiente septentrional de la Sierra de Bahoruco y vertiente meridional de la misma. En el primero afloran las series calizo margosas con edades que abarcan desde el Eoceno al Plioceno, con pliegues apretados de dirección NO-SE, de corto recorrido y distribución en relevo, que aparecen relacionados con fallas direccionales (ONO-ESE), en torno a las cuales aquellos suelen finalizar con fuertes inmersiones de sus ejes. En el sector más elevado de dicho dominio (límite septentrional de la hoja) todavía se conservan relieves en anticlinales conformes.

En el segundo dominio, que ocupa la mayor parte del área de trabajo, la sucesión carbonatada, del Eoceno-Plioceno, aparece con pliegues abiertos y buzamientos en ocasiones subhorizontales, que, en combinación con el desarrollo de diversas superficies de erosión, dan lugar a extensas plataformas, parcialmente cubiertas por glaciares de cobertera. Estas formaciones superficiales presentan una suave pendiente dirigida hacia la costa oriental de la península de Bahoruco, la cual mantiene su trazado rectilíneo controlado por fallas normales con dirección NNE-SSO.

4.1.1.1 Formas estructurales

Son más patentes en el dominio septentrional, donde su accidentado relieve da lugar a la erosión diferencial que permite identificar dichas formas. Entre las debidas a plegamiento se han identificado en este sector algunos escarpes estructurales en capas monoclinales, inferiores a 25 m y resaltes en capas inclinadas. Aunque su número es mayor que el que figura en el mapa, ya que la escala de trabajo no permite la representación de la mayoría. En el límite septentrional aparecen pliegues anticlinales conformes o *monts*.

Las fallas y fallas supuestas con expresión morfológica se agrupan en torno a las dos familias principales: una con dirección NO-SE a ONO-ESE, y otra familia de fallas transversales y aproximadamente perpendicular a la anterior (NNE-SSO). Dos de las fallas pertenecientes a la primera familia son fallas inversas, con vergencia al suroeste, que elevan el dominio septentrional en relación al meridional. Otras aparecen como valles fractura, como fallas con indicación de bloque hundido, como alineaciones morfológicas con control estructural, o bien como escarpes de falla degradados. Las facetas triangulares de escarpes de falla son más evidentes en la fotointerpretación que en los reconocimientos del terreno, ya que aparecen bastante degradadas por la erosión de las laderas.

Entre las fracturas de la segunda familia predominan los escarpes de falla y escarpes de falla degradados.

4.1.2. Estudio del modelado

En lo que sigue se describen las formas erosivas y de depósito, agrupadas según su origen o procesos morfogenéticos que las han generado. Las primeras predominan en la mitad septentrional de la hoja y las segundas en la meridional.

4.1.2.1. Formas gravitacionales

Pese a los importantes desniveles existentes en el ámbito septentrional de la hoja, estas formas presentan un desarrollo moderado, debido al rápido retroceso de las vertientes ligado a la elevada tasa de incisión fluvial.

Los coluviones aparecen restringidos en su mayor parte al sector costero de la sierra de Bahoruco, y a la margen derecha de la Cañada Seca, casi siempre relacionados con los conos de deyección recientes, o en pequeños recintos de laderas regularizadas en relación con los cauces actuales.

En el límite septentrional de la hoja (Cañada Masaco) se han localizado importantes flujos de derrubios, con actividad actual, puesto que ocupan el fondo de valle de dicho lugar.

4.1.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Aparecen más desarrolladas en el sector nororiental. En el resto de la hoja predominan las formas poligénicas y el modelado kárstico. Entre las formas erosivas, la incisión fluvial

es la más representativa, por el gran número de cañadas y torrentes que constituyen el accidentado relieve del sector mencionado. Las que drenan y enlazan con los glaciares y abanicos torrenciales del sector meridional de la hoja, suelen finalizar como pérdidas de drenaje. En las cabeceras de esta red de drenaje y cerca del límite septentrional del área de estudio se han identificado algunas cárcavas. Las aristas de interfluvios son más numerosas en la mitad oriental del sector norte, dado que hacia occidente y en el centro de la hoja, las culminaciones de los interfluvios presentan formas redondeadas, cuyas cotas permiten identificarlas como restos de sucesivos niveles o superficies de erosión.

Las formas de depósito más representativas son los fondos de valle y los abanicos torrenciales. En el centro-norte de la hoja, los primeros muestran un trazado muy sinuoso, con dos cauces abandonados (cañadas de Guajaca y Colmena). En general, se trata de formas estrechas y alargadas que enlazan mediante ruptura de pendiente con las laderas montañosas, o bien coinciden con el canal de estiaje cuando estos depósitos penetran en las zonas llanas, como el abanico fluvio-deltaico de Arroyo Dulce o el glacis que enlaza con la laguna de Oviedo, en la hoja con el mismo nombre. El extremo de los mismos suele coincidir con algunas de las pérdidas de drenaje ya mencionadas.

El abanico fluvio-deltaico de Arroyo Dulce presenta su ápice a la cota 100 msnm, desde donde desciende con una pendiente en torno al 1 %, hasta la línea costera y el manglar situado al norte de la laguna de Oviedo. Presenta un perfil transversal ligeramente plano-convexo, enlazando hacia el noreste con el fondo de valle de Cañada Seca, que coincide con el límite provincial Barahona-Pedernales y con la base de los conos de deyección desarrollados al pie del relieve montañoso de la sierra de Bahoruco. En su lado occidental enlaza con un glacis degradado y con los depósitos arrecifales antiguos que orlan el manglar mencionado.

Los abanicos torrenciales presentan dos generaciones. Los más recientes y todavía funcionales, son de pequeña extensión y quedan restringidos al pie de algunas cañadas torrenciales de la sierra de Bahoruco. En ocasiones corresponden a la continuación de fondos de valle y su base llega a enlazar con otros fondos de valles principales, aproximadamente perpendiculares a los anteriores. La generación de abanicos antiguos aparece elevada entre 15 y 20 m sobre los cauces fluviales y abanicos actuales, y se restringen a la estrecha plataforma o banda costera situada en la base del relieve costero de la sierra de Bahoruco, de la cual sólo aflora en esta hoja su extremo meridional.

El único depósito identificado como terraza fluvial se sitúa en la Cañada Seca, a una decena de metros sobre el fondo de valle. Dada su posición topográfica, podrían correlacionarse con los abanicos de la primera generación.

4.1.2.3. Formas lacustres y endorreicas

El área pantanosa de Tierra Colorada – coincidiendo con el límite provincial Barahona-Pedernales – corresponde a una zona deprimida de la superficie de erosión S_1 , que todavía actúa como área de encharcamiento esporádico, ya que no ha llegado a ser capturada por la incisión fluvial actual. El nombre del paraje está en consonancia con los procesos de rubefacción vinculados a la elaboración de las superficies de erosión que se describen más adelante. La segunda área pantanosa identificada está vinculada a la incisión actual, situándose al pie de los abanicos torrenciales próximos a la costa, también coincidiendo con el mencionado límite provincial.

En la Cañada Genaro, situada en borde occidental del área de estudio, la fotointerpretación ha permitido identificar un área con forma oval, con una superficie de 1 km², en la que deben de producirse varios afloramientos de agua subterránea deducibles del drenaje incipiente que se observa a partir de dicho sector, por ello se han identificado como ojos de agua.

4.1.2.4. Formas marinas-litorales

No existen acantilados u otras formas erosivas litorales en el entorno de la hoja. Entre las formas de depósito las playas de arena son las más representativas; aparecen adosadas al cordón litoral, ambos con granulometría y composición similares. Se ha delimitado como marisma baja el sector correspondiente al extremo suroriental de la hoja, sometido a la influencia de las mareas, y como marisma alta otros de extensión reducida y forma alargada, que se extienden junto al cordón litoral o en el lado interno del manglar.

Las construcciones biogénicas de origen arrecifal presentan dos episodios. El más antiguo aparece como masas de calizas coralinas situadas hacia la base de los abanicos de la primera generación, o bien interdentado con los mismos, a unos pocos metros sobre el nivel del mar. Los arrecifes actuales o subactuales jalonan la línea de costa o bien crean plataformas al nivel del oleaje, que no han sido representadas por situarse fuera de dicha línea.

4.1.2.5. Formas por meteorización química

Se localizan fundamentalmente en el tercio meridional de la hoja y en su mayoría corresponden a dolinas y superficies de lapiaz. Las más abundantes son las dolinas de fondo plano y dolinas de borde difuso, seguidas de las pequeñas dolinas, de las cuales no se han llegado a representar todas debido a su pequeño tamaño para esta escala de trabajo. Las dolinas de karst cubierto se ubican en los glacis de cobertera. En el centro de la hoja se han identificado algunas dolinas capturadas de pequeño tamaño y diversas uvalas con fondo plano y ocupado por arcillas de descalcificación.

4.1.2.6. Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso genético, habiéndose reconocido como tales las superficies de erosión degradada, glacis y otros depósitos de origen mixto.

En la hoja de Arroyo Dulce, pueden diferenciarse dos sectores en relación con la formación de las superficies de erosión degradadas:

- al norte, la cuenca hidrográfica de Cañada Seca, en la que dichas superficies aparecen como sucesivos niveles de encajamiento y regularización de las vertientes de dicha cuenca
- hacia el oeste y al sur, extensas plataformas - la inferior parcialmente cubierta por un *glacis* - que se prolongan en las hojas contiguas, donde aparecen delimitadas por paleoacantilados que denuncian su origen como terrazas de abrasión marina.

En la cuenca hidrográfica de Cañada Seca el cauce principal con el mismo nombre aparece encajado a lo largo de un posible accidente, oculto por diferentes formaciones superficiales, que correspondería a la falla inversa (NO-SE), cuya traza aflora cerca de la costa. Por ello, la red de drenaje de dicha cuenca, situada al noreste, acentúa el pronunciado relieve del sector costero de la sierra de Bahoruco, en tanto que la red de la margen derecha (situada al suroeste) drena un relieve menos pronunciado. En este último el reconocimiento fotogeológico detallado ha permitido identificar hasta cinco superficies de erosión degradadas (S_1 a S_5), las cuales se escalonan y descienden hacia el cauce principal. La superficie más extensa y mejor conservada se ha designado como S_1 , aunque por encima de ella existen otros aplanamientos menos definidos y de carácter

residual, que se han designado como S_0 . Por debajo de la misma se distribuyen hasta tres o cuatro niveles.

En el relieve principal de la sierra de Bahoruco, cuyo drenaje se dirige hacia la margen izquierda, dichas superficies no son identificables, ya que han debido ser compartimentadas y desniveladas por la tectónica reciente. Aún así, diversos interfluvios que aparecen coronados por argilizaciones, deben corresponder a restos de dichas superficies, desniveladas por las fallas que escalonan dicho relieve hasta la línea de costa.

Estas superficies tienen el carácter de sucesivos paleorelieves o niveles de erosión, generados con el encajamiento progresivo de la mencionada red de drenaje, puesto que en los más altos y extensos se detectan suaves paleorelieves alomados. Todos ellos tienen una suave pendiente hacia el eje de la red de drenaje actual, y aparecen representados en el Mapa Geomorfológico como pequeños y estrechos recintos, coincidiendo con las culminaciones de los interfluvios, en los que en ocasiones se conservan rubefacciones y argilizaciones del sustrato.

La superficie S_1 es la mejor conservada de todas; presenta cotas que descienden de los 570 m, en los interfluvios más alejados de la costa, a 450 m en áreas más próximas a ésta. En algunos casos aparece cubierta por parches de calizas brechoides, rojizas y muy cementadas, resultantes de la importante karstificación del sustrato. En paraje denominado Tierra Colorada, esta superficie conserva una zona pantanosa y endorreica con abundante rubefacción, rodeada de un paleorelieve alomado. Esto último constituye otro rasgo de la misma, es decir, la presencia de paleorelieves o relieves residuales en una superficie equiparable más a un paleorelieve que a una superficie s.s.

La superficie S_2 aparece como otro paleorelieve encajado en el anterior, con cotas que oscilan entre 440 y 360 m, en descenso hacia los cauces actuales. Se trataría de otro episodio de regularización de la incisión fluvial en relación con otro *high stand* del nivel marino y cierta estabilidad tectónica. No se han identificado alteritas o depósitos relacionados con al misma.

La superficie S_3 presenta mayor extensión que la anterior, con cotas comprendidas entre 360 y 300 m, aunque hacia el sur de la hoja constituye una rampa única que llega a enlazar con los glaciares y queda cubierta por estos, a cotas de solo 100 m, por lo que en

este sector se identifica como la coalescencia o solapamiento de las superficies S_3 , S_4 y S_5 , (S_{3-5}).

Las dos superficies más bajas (S_4 y S_5) aparecen restringidas a las proximidades del cauce de Cañada Seca, entre cotas de 260 y 120 m, por lo que también podrían ser consideradas como terrazas fluviales erosivas. La más baja se sitúa a pocos metros sobre el ápice del gran abanico fluvio-deltaico de Arroyo Dulce, generado por la descarga de dicha cañada.

Las superficies generadas por abrasión marina constituyen la forma más determinante del relieve del extremo suroccidental de la península de Bahoruco (cuadrantes u hojas a escala 1:100.000 de Enriquillo, Cabo Rojo y Pedernales), donde el rasgo dominante es la presencia de sucesivas plataformas escalonadas hasta el mar. Éstas fueron generadas por abrasión marina, en episodios de relativa estabilidad del nivel marino, aunque no de estabilidad tectónica, puesto que mientras en unos lugares se produce solapamiento o coalescencia de dos o más superficies, en otros se da el desdoblamiento de alguna de ellas en varias superficies con menor extensión y diferencias de altimétricas más reducidas, tal como se deduce de la integración de observaciones realizadas en el conjunto de la península.

En la hoja de Arroyo Dulce las superficies S_1 y S_2 definidas en la cuenca de Cañada Seca, se prolongan hacia el oeste con las correspondientes plataformas marinas de la hoja de Cabo Rojo, a la par que pierden altura en la misma dirección. La superficie S_3 , también desciende hasta quedar cubierta por el extenso glacis del sector meridional. Más al sur (hoja de Oviedo) esta misma superficie llega a desdoblarse en dos con el correspondiente paleoacantilado entre ambas. En definitiva, y contemplando un ámbito más amplio que el comprendido dentro de la hoja, se pone de manifiesto la actuación de movimientos diferenciales en la vertical, entre unos sectores y otros, durante la génesis de dichas terrazas marinas. A escala regional, dichos movimientos han permitido definir y situar tres grandes pliegues, muy abiertos, en dichas superficies.

La presente hoja sólo abarca una parte del más septentrional de ellos, un sinforme, con dirección NO-SE, a lo largo del cual se alinean los ojos de agua ya descritos, el sector más bajo del glacis mencionado, diversas pérdidas de drenaje sobre el mismo y, ya fuera de la hoja, la laguna de Oviedo

Finalizando con las formas poligénicas los glacis de cobertera y glacis de cobertera degradados son formas de enlace entre los relieves y superficies de la cuenca de Cañada Seca y los llanos del sur, donde enlazan y cubre en parte la superficie S₃₋₅. Ésta, junto con los glacis, forma un pequeño escalón de origen tectónico, sobre la laguna y manglares de Oviedo.

Se han identificado como depósitos de origen aluvial-coluvial, y por tanto poligénicos, los que recubren la base de algunas laderas, en su enlace con el fondo de valle en la Cañada Seca y los situados al sur de Mambí (inmediaciones del abanico fluvio-deltaico de Arroyo Dulce). En ellos se integran algunos coluviones, que por su tamaño no son representables, junto con la superficie irregular que se prolonga hasta el fondo de valle de Cañada Seca y el mencionado abanico fluvio-deltaico. Se les considera por tanto como materiales de origen mixto o poligénico.

4.2. Evolución e historia geomorfológica

El relieve actual y los dominios morfoestructurales del área son el resultado de la deformación y emersión, desde el Mioceno a la actualidad, de la cuenca marina en la que se generaron las diferentes unidades y formaciones cretácico-pliocenas. Durante el Mioceno, en un régimen transpresivo, se produjo la formación y distribución de las cordilleras y depresiones existentes (sierras de Neiba, Martín García, Bahoruco y cordillera Central y cuencas de Enriquillo, Azua y Llanura Costera del Caribe). En el Cuaternario, bajo el mismo régimen tectónico, se han generado diversas estructuras en el relleno cuaternario de las cuencas, así como en los depósitos fluviales que orlan los relieves principales.

El régimen transpresivo mencionado, que actuó durante el Mioceno-Plioceno, produjo la estructuración esencial del área de estudio, la cual permite definir los dos dominios morfoestructurales ya descritos anteriormente: vertiente septentrional y vertiente meridional de la sierra de Bahoruco. El primero se caracteriza por la existencia de fallas transcurrentes y pliegues apretados, según la dirección NO-SE. El segundo responde en esencia a un relieve monoclinal que, de norte a sur, desciende de forma uniforme desde las cumbres de la mencionada sierra hasta el nivel del mar, con suaves pliegues cuyo desarrollo ha proseguido en tiempos recientes.

El levantamiento continuado de la isla durante el Cuaternario, junto episodios transgresivos del mar, generaron hasta cinco terrazas marinas principales, o con

continuidad regional, que cubren la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco y gran parte de la península con el mismo nombre, entre la cota 500 m, aproximadamente, y la costa actual. En el sector septentrional de la hoja de Arroyo Dulce, los mismos máximos marinos actuaron como nivel de base para el modelado fluvial, con él que se crearon sucesivas superficies de erosión, de las cuales las tres más altas muestran continuidad lateral con las terrazas marinas equivalentes. La designada como S_1 es la que presenta mayor extensión, junto con importantes argilizaciones y rubefacciones, probablemente desarrolladas tras los máximos interglaciales, y bajo un clima que evolucionaría desde condiciones cálidas y húmedas hacia condiciones más secas y estacionales. Un proceso esbozado y propuesto por Díaz del Olmo y Cámara (1993) para otros sectores de La Española.

Por encima de la mencionada superficie se produjeron otros aplanamientos (designados como S_0) peor conservados y de origen incierto, pero que reflejan ya la interacción de las oscilaciones eustáticas con el ascenso y emersión de la sierra de Bahoruco, probablemente ya en el Plioceno.

En la hoja de Arroyo Dulce y las contiguas por el este y el sur, dicho levantamiento generó en unos casos, o reactivó en otros, las siguientes estructuras:

- Un sistema de fallas constituido por dos familias aproximadamente ortogonales, con direcciones aproximadas NNE-SSO y ONO-ESE a NO-SE. La primera familia es paralela a la costa oriental de la península, donde configura el trazado rectilíneo de la misma, la forma alargada de la laguna de Oviedo y el descenso escalonado del relieve de la sierra de Bahoruco hasta la costa del mar del Caribe. La segunda familia, aproximadamente perpendicular a la anterior, cerca de la costa articuló dicho relieve con el área menos elevada de Cañada Seca y de la laguna de Oviedo. Ambas familias han debido participar en la formación y evolución de los pliegues que se mencionan a continuación.
- Tres grandes pliegues muy abiertos, con dirección aproximada NO-SE -paralela por tanto a las grandes unidades y estructuras principales de la isla-, que pliegan las sucesivas terrazas marinas. Dichos pliegues se prolongan por todo el sector suroccidental de la península de Bahoruco, donde su evolución debe prolongarse hasta la actualidad. En la presente hoja sólo queda incluido el más septentrional.

En etapas recientes de esta evolución se generaron los abanicos torrenciales al pie del escarpe costero de la sierra de Bahoruco, el nivel de terrazas fluviales que enlaza con los

mismos y el gran abanico fluvio-deltaico de Arroyo Dulce. El depósito de dichas formaciones tuvo que iniciarse en el final de una etapa transgresiva o de máximo marino, puesto que como ya se ha descrito, los abanicos y el abanico fluvio-deltaico suelen presentar en su base un nivel discontinuo de arrecifes, cubierto por un conglomerado con cantos bioerosionados. Dicho máximo marino pudo ser uno de los relacionados con el estadio isotópico 5 (interglacial Riss-Würm), de forma que los abanicos antiguos y las terrazas corresponderían al Pleistoceno superior. Dichos abanicos han sido incididos por la red de drenaje actual y ya no son activos, en tanto que el mencionado abanico fluvio-deltaico ha sido remodelado en tiempos recientes, de forma que su perfil longitudinal enlaza con el nivel marino actual.

De forma simultánea a todo lo anterior, a lo largo del Cuaternario el modelado kárstico ha creado numerosas dolinas de disolución, excepcionalmente de colapso, y diversas áreas subsidentes con arcillas de descalcificación. Algunas de estas formas exokárticas se ubican a lo largo de fracturas, como indicadores del desarrollo del endokarst, cuya circulación drena hacia la costa, o bien aflora en forma de ojos de agua.

La incisión fluvial actual queda restringida a los dos tercios septentrionales de la hoja, donde ha creado una tupida red de drenaje, con una elevada sinuosidad y algún meandro abandonado. En dicha red los valles principales suelen presentar un fondo tapizado de sedimentos, con el que llegan a enlazar diversos conos de deyección o bien *debris flow*, activos en episodios de tormentas.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la Hoja de Arroyo Dulce, y de la Sierra de Bahoruco, se integran dentro de la evolución general del sector más suroccidental de la República Dominicana, entendiendo este como el territorio situado al SO de la Zona de Falla de Bahoruco (ZFB) (Llinás, 1972; McLaughlin *et al.*, 1991) (Figura 5.1). Este límite se produce a través de un sinuoso frente montañoso que la separa de la Cuenca de Enriquillo y del resto de la Isla de la Española. La evolución de esta Sierra posee una personalidad propia a lo largo del Cretácico y del Paleógeno, aunque a partir del Mio-Plioceno se ve influida por los acontecimientos que tienen lugar en la Cordillera central. En conjunto, las rocas de la Sierra de Bahoruco registran aproximadamente 90 Ma de evolución de las Grandes Antillas, desde la formación de un plateau oceánico hasta la configuración del paisaje actual, pasando por la convergencia oblicua y transpresión entre placas en el Neógeno superior o la indentación de la cresta oceánica de Beata en el Cuaternario.

La evolución paleogeográfica de la región permite diferenciar cuatro etapas principales:

- Cretácico Superior, caracterizado por el desarrollo de un plateau o meseta oceánica.
- Paleógeno-Mioceno Superior, representado por una cuenca de sedimentación marina y carbonatada, muy estable desde un punto de vista tectónico, que registra a gran escala un ciclo transgresivo-regresivo modulado por oscilaciones eustáticas de mayor frecuencia.
- Mioceno Superior-Plioceno (?), cuando se produce la elevación y deformación de la cuenca, que da lugar al levantamiento de la Sierra de Bahoruco, consecuencia del ascenso y avance de la Cordillera Central hacia el SO. Este acontecimiento queda registrado mediante una rápida somerización de la cuenca que finaliza con su exposición subárea, desarrollo de alteritas en posiciones más internas de la Sierra y formación de una orla de facies arrecifales en la actual franja litoral.
- Pleistoceno-Holoceno, en la que continua elevación que ha experimentado la península de Bahoruco durante el Cuaternario y que ha dado lugar a la modificación de la red hidrográfica regional y la configuración del paisaje actual. De forma simultánea se produce el desarrollo de alteritas y formación de numerosas superficies de erosión continentales o marinas colgadas y escalonadas en la vertiente sur de la Sierra.

En la Figura 5.1 se sintetizan los aspectos más destacados de la historia geológica de la región. Una descripción más detallada de cada una de estas etapas se desarrolla a continuación.

5.1. El plateau oceánico del Cretácico superior

Aunque no afloran en la hoja de Arroyo Dulce, el *plateau* oceánico del Caribe constituye el basamento de toda la serie sedimentaria terciaria de la Península de Bahoruco que ha condicionado en gran medida la sedimentación al configurar un paleorrelieve muy irregular que delimitaba zonas de diferente profundidad en la cuenca.

Las rocas integrantes del *plateau* oceánico del Caribe han sido relacionadas con un gran evento de basaltos de inundación (Donnelly, 1973; Donnelly *et al.*, 1973; White *et al.*, 1999; Sinton *et al.*, 2000), que tuvo lugar en la región caribeña durante el Cretácico Superior. Este gran evento magmático basáltico ha sido interpretado como un *plateau* oceánico (Burke *et al.*, 1978; Duncan y Hargraves, 1984; Donnelly *et al.*, 1990; Hill, 1993; Kerr *et al.*, 1996b), formado como consecuencia del ascenso de una pluma mantélica profunda (Duncan y Hargraves, 1984; Klaver, 1987). La formación del *plateau* oceánico pudo ser extremadamente rápida, mediante la intrusión/extrusión de enormes volúmenes de magma en un intervalo de tiempo de tan sólo unos pocos millones de años, como establece la reciente compilación de edades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ para el *plateau* entre 91-87 Ma realizada por Sinton *et al.* (1998). Los sedimentos suprayacentes a los basaltos sumergidos en el Mar del Caribe sondeados por el DSDP Leg 15, establecen un límite de edad bioestratigráfica de 88-83 Ma para el cese de la actividad ígnea generadora del *plateau* oceánico (Donnelly *et al.*, 1990; Donnelly, 1994; Kerr *et al.*, 1997b). Otros autores elevan el cese de la actividad magmática al Maastrichtiense (Pindell y Barret, 1990), aunque todos coinciden en que el inicio de esta inactividad tiene lugar como consecuencia de la colisión de la meseta oceánica del Caribe con el borde meridional de Centroamérica.

Desde un punto de vista paleogeográfico, la configuración del fondo oceánico en esta etapa debe asimilarse a una sucesión irregular de montes submarinos separados definiendo alineaciones (*seamounts*) como consecuencia de la intermitencia en la intensidad de la actividad eruptiva. En algunas zonas la emisión de lavas fue tan importante en aguas profundas que en algún momento del Cretácico superior varios edificios volcánicos emergieron y alcanzaron el nivel del mar formando islas, tal y como puede inferirse del desarrollo de paleosuelos en el techo de la Fm Dumisseau o la

aparición de restos de plantas superiores continentales, carbonizadas, en coladas de basaltos a techo de esta misma formación en el sector nororiental de la Sierra.

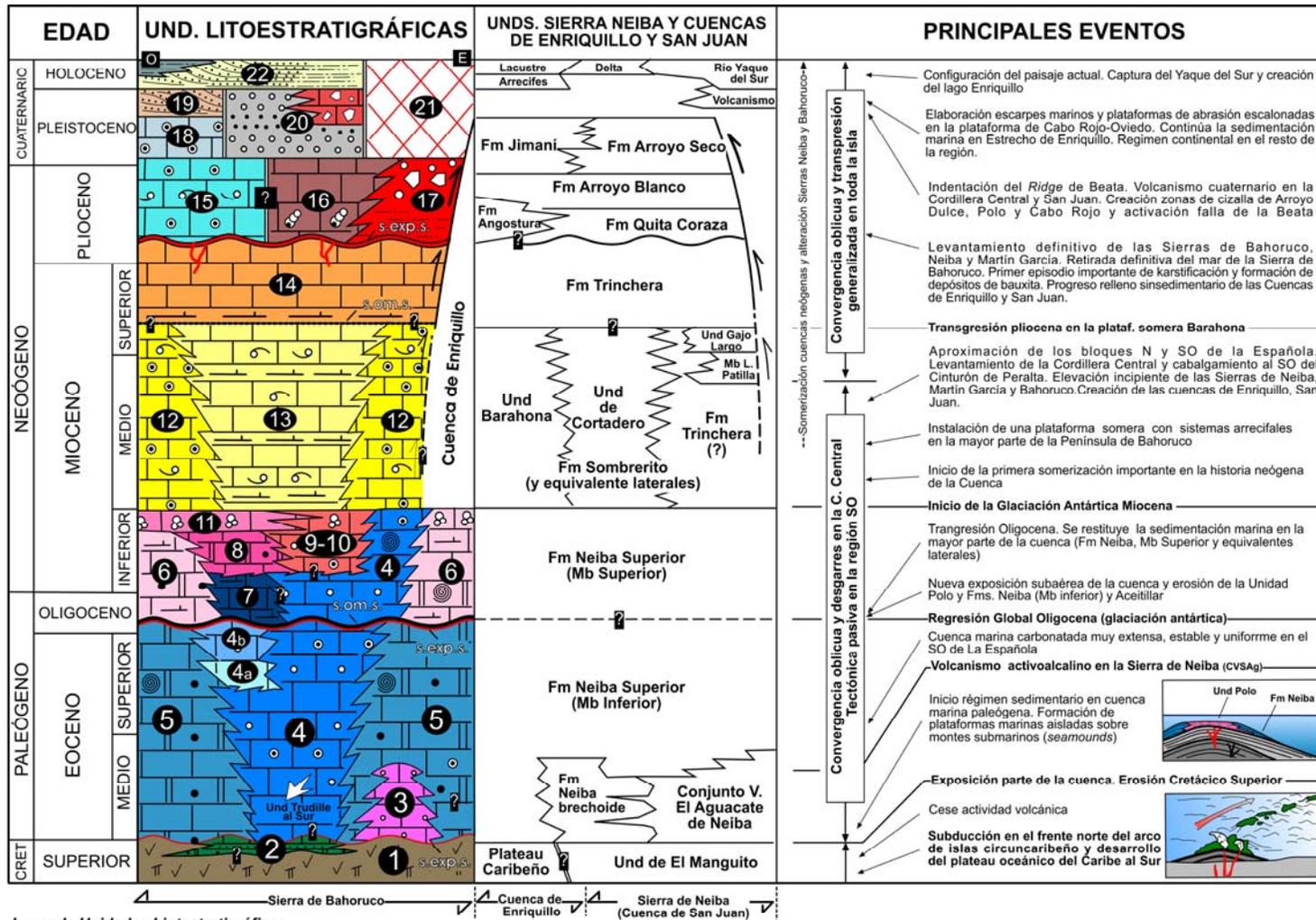
5.2. La Cuenca del Paleógeno al Mioceno superior

La ausencia de depósitos paleocenos impide precisar la secuencia de acontecimientos seguida entre el cese de la actividad magmática de la meseta oceánica y el comienzo de la sedimentación paleógena en una extensa cuenca carbonatada. Sus variaciones a lo largo del tiempo estarían provocadas por cambios batimétricos de origen eustático y en la tasa de producción de carbonatos, dependientes estas últimas de multitud de factores ecológicos y físicos, aunque también deben ser considerados los cambios isostáticos de origen tectónico en su evolución.

La sedimentación paleógena comenzó probablemente en el Eoceno medio, mediante el depósito de la Unidad de Polo (Eoceno medio-superior?), descrita en el sector oriental de la Sierra de batoruco. Está constituida por calizas algales, que registran la aparición de plataformas carbonatadas aisladas, relativamente someras, sobre los montes submarinos o *guyots* de origen volcánico. Es muy probable que hacia zonas más profundas de la cuenca la Unidad de Polo posea cierta relación lateral con la Fm. Neiba.

Durante la mayor parte del Paleógeno y parte del Neógeno (Eoceno medio-Mioceno inferior) tiene lugar en la cuenca el depósito de la Fm. Neiba (y sus equivalentes laterales), que constituye la unidad mejor representada en toda la Península de Batoruco y que registra una profundización de la cuenca con respecto a la unidad de calizas de Polo.

La Fm Neiba representa una plataforma de tipo rampa carbonatada en su zona media-distal, fuera de la influencia del oleaje de tormenta, con esporádicas llegadas de niveles bioclásticos retrabajados de las partes más internas de la rampa. Estas zonas más profundas de la plataforma marina debieron situarse principalmente hacia los extremos occidental y oriental de la sierra. De la misma forma, durante el Eoceno superior en el sector central y hacia las posiciones meridionales de la península debieron existir zonas de menor profundidad que quedan registrada por las calizas de plataforma interna de las unidades Aceitillar y Trudillé, esta última no aflorante en la hoja. Estas zonas elevadas en la cuenca probablemente correspondan a zonas más engrosadas de la corteza de la placa del Caribe.



Leyenda Unidades Liotestratigráficas

1. Fm. Dumisseau; 2. Fm. Río Arriba; 3. Fm. Polo; 4. Fm. Aceitillar; 4a. Mb. La Compañía; 4b. Mb. El Mogote; 5. Fm. Nieba Superior (Mb. Inferior); 6. Fm. Neiba Superior (Mb. Superior). Unidades de 7 a 12 Grupo Pedernales. 7. Und. Aguas Negras; 8. Und. Sitio Nuevo; 9. Und. Loma del Guano; 10. Und. Quemados de Basilio; 11. Und. Las Mercedes; 12. Und. loma de Peblique.. 13. Und. Barahona. 14. Und. Maniel Viejo; 15. Und. La Cueva; 16. calizas con gasterópodos continentales; 17. Brechas y arcillas aluviales y bauxita; 18. Arrecifes franjeantes; 19. Playas oolíticas progradantes; 20. Abanicos aluviales, terrazas fluviales y brechas karsticas; 21. Bauxita; 22. Sistemas litorales actuales (playas y manglares).

- | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------|
| Basaltos | Calizas margosas | Arenas y areniscas | Margas | Calizas | Lutitas |
| Calcarentas | Brechas y conglomerados | Calizas con algas | Calizas arrecifales | Superficie de omisión sedimentaria | |
| Superficie de exposición subaérea | Foraminíferos planctónicos | Fauna marina | Macroforaminíferos bentónicos | Fauna continental | |

Figura 5.1. Síntesis de la historia geológica de la Sierra de Bahoruco y de la plataforma de Oviedo-Cabo Rojo.

La relativa homogeneidad de las facies de la Fm Neiba cartografiadas en las Sierras de Bahoruco, Neiba y Martín García parece indicar que durante el Paleógeno formaban parte de una misma cuenca y que los importantes accidentes estructurales que afectan en la actualidad han sido generados posteriormente o que, al menos, permanecieron inactivos durante el Paleógeno y buena parte del Neógeno. A escala regional, en el Eoceno Medio, mientras probablemente en la Sierra de Bahoruco se iniciaba el depósito de la Unidad de Polo y Fm Neiba, y sus equivalentes laterales, en la Sierra de Neiba la estabilidad de la cuenca se vio interrumpida por la irrupción de un vulcanismo de signatura toleítica a alcalina, agrupado dentro del denominado Complejo Vulcano Sedimentario del Aguacate (Hernaiz-Huerta *et al.*, 2007) producido en un contexto de intraplaca asociado al desarrollo de una pluma mantélica. Tras este periodo de inestabilidad, la región quedó configurada como cuenca subsidente que se prolongaba hacia el Norte hasta los dominios del Cinturón de Peralta. Es en esta cuenca de gran extensión se depositó la Fm Neiba, y sus equivalentes proximales, durante el resto del Paleógeno y Mioceno inferior.

Durante el Paleógeno la sedimentación marina sólo se ve interrumpida en el Oligoceno inferior cuando una importante regresión, probablemente asociada al gran desarrollo de casquetes polares en la Antártica, provoca la retirada del nivel mar y la emersión de algunos sectores de la cuenca. Esta regresión se registra mediante la aparición de una discontinuidad sedimentaria marcada por una superficie erosiva que acentúa aún más la irregularidad del paleorrelieve cretácico y que se desarrolla a techo de las unidades de Polo y Aceitillar del Mb inferior de la Fm Neiba.

En el Oligoceno medio y superior da comienzo una transgresión que produce una nueva sumersión de la cuenca bajo el nivel del mar, lo que origina la instalación de una plataforma carbonatada de tipo rampa sobre los sedimentos previos de la Sierra de Bahoruco. La configuración topográfica de la cuenca debió ser muy similar a la del Eoceno, depositándose, en la mayoría de los casos, las facies de rampa media y externa del Mb Superior de la Fm Neiba sobre su Mb Inferior. De la misma forma, sobre las calizas de plataforma somera de tipo Bahamiano de la Unidad Aceitillar se sedimentan las calizas de plataforma somera y media de la Unidad Pedernales.

El relleno de la cuenca continúa de forma estable hasta el Mioceno inferior, con una somerización progresiva de la cuenca, que se registra con la formación de una plataforma carbonatada de gran extensión, en ocasiones acompañada por la construcción de grandes edificios arrecifales, representada por las unidades Barahona y Loma de

Peblique que continua hasta el Mioceno superior. El origen de esta somerización, probablemente tiene su origen en la estabilización o descenso del nivel del mar acompañado por un incremento en la tasa de producción de carbonatos. No parece haber tenido un gran impacto en estos momentos en la cuenca la nueva situación de convergencia entre el dominio suroccidental de La Española y el resto de la Isla, que produjo la mayor transformación paleogeográfica de la historia cenozoica de la región, aunque sí es posible que tuviera lugar una elevación incipiente de las principales sierras, incluida la de Bahoruco. Por otro lado, el Mioceno es una época geológica que sí es bien conocida por un descenso generalizado del nivel marino como consecuencia de una nueva glaciación Antártica que se inicia aproximadamente hace 15 Ma, durante el Mioceno medio (Zachos *et al.*, 2001).

De cualquier modo, y al mismo tiempo que en la cuenca de Bahoruco se depositaban las calizas de Barahona y de Loma de Peblique, la propagación hacia el sur del Cinturón de Peralta produjo un surco flexural donde se depositaron la Fm Sombrerito y sus equivalentes, representativos aquí de una llanura submarina donde se recibían aportes de naturaleza turbidítica.

5.3. La Cuenca del Mioceno superior al Plioceno

El registro estratigráfico de esta etapa en la evolución de la cuenca se encuentra exclusivamente dentro de las unidades de Maniel Viejo y La Cueva, de edad Mio-Plioceno, muy mal registradas o ausentes dentro de esta hoja. Esta etapa, aunque mal preservada, consta de una gran importancia, ya que en ella se produce la elevación de la cuenca y la consecuente formación de la Sierra de Bahoruco. A la luz de las dataciones y el análisis de cuencas efectuado para esta Sierra (Pérez-Valera y Abad, 2010) es probable que exista una diacronía no cuantificable entre el levantamiento de la Cordillera Central y el avance del cinturón de pliegues y cabalgamientos del Cinturón de Peralta con la formación definitiva de las sierras de Bahoruco. De hecho, en el SO de la Española la deformación principal tiene lugar durante el Plioceno inferior-medio, con el cabalgamiento de las sierra de Neiba, Martín García y Bahoruco sobre la cuenca de Enriquillo (Hernáiz-Huerta *et al.*, 2007).

En el Mioceno Superior, tras una leve pulsación transgresiva y profundización registrada por el inicio de la sedimentación en la base de la Unidad Maniel Viejo, la cuenca registra una rápida somerización que finaliza con su exposición subaérea y conduce al desarrollo de sistemas continentales aluviales y lacustres y a la formación de depósitos de bauxita

en algún momento del Plioceno. Durante gran parte del Mioceno Superior y del Plioceno Inferior en el surco flexural desarrollado al pie del cinturón de pliegues y cabalgamientos del Cinturón de Peralta continuaba el depósito de los materiales turbidíticos y deltaicos de la Fm. Trinchera, que comienzan a rellenar la Cuenca de Enriquillo.

A través de este proceso rápido de levantamiento de la Sierra la sedimentación marina se traslada en el Plioceno a la actual franja costera, donde se depositan las calizas arrecifales y bioclásticas de la Unidad La Cueva, cuya evolución y distribución escalonada en la vertiente sur de la sierra registra una elevación continua de sus relieves. Es evidente, por tanto, que esta rápida regresión debe representar el levantamiento definitivo de la Sierra de Bahoruco, Neiba y Martín García y el relleno sintectónico y colmatación de las Cuencas neógenas de Enriquillo y San Juan. Estas últimas reflejan una clara tendencia somerizante y evolucionan bajo un contexto sedimentario litoral y marino somero. De esta forma, durante el Plioceno, la Cuenca de Enriquillo seguiría sometida a condiciones marinas, configurándose como un estrecho que uniría las bahías de Neiba y Puerto Príncipe, flanqueado por las sierras de Neiba y Bahoruco, que paulatinamente se iba colmatando como consecuencia de la situación de inestabilidad regional y la llegada de aportes desde los relieves colindantes.

Con incidencia desigual según las áreas, a este esquema evolutivo general se sumo otro acontecimiento de envergadura geodinámica: el funcionamiento de los desgarres de dirección E-O, simultáneos con la elevación, y generados como consecuencia de la propia convergencia oblicua entre las placas Norteamericana y Caribeña. La actividad de estos sistemas de desgarres, entre los que destaca la Zona de Falla de Enriquillo, ha condicionado principalmente la actividad de los márgenes que limitan la cuenca que lleva este mismo nombre, aunque su influencia es algo menos evidente en la Sierra de Bahoruco.

5.4. La Sierra de Bahoruco del Pleistoceno al Holoceno

La elevación de la Sierra de Bahoruco continúa durante todo el Pleistoceno hasta prácticamente la actualidad como consecuencia del avance de la Cordillera Central. Este levantamiento prolongado de la isla durante el Cuaternario, junto episodios de oscilación rápida del nivel del mar, generaron numerosas terrazas marinas, con amplia continuidad regional, que cubren la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco y su prolongación hacia la costa actual o plataforma de Oviedo-Cabo Rojo (Abad *et al.*, 2008; 2009). De forma simultánea a dicho levantamiento, el área experimentó un plegamiento y la

formación o reactivación de diversas fallas. Los pliegues mencionados produjeron suaves flexuras en las superficies de erosión marina escalonadas, que pueden estar fosilizadas por sistemas arrecifales franjeantes y playas carbonatas oolíticas con tendencias progradantes, al menos durante el Pleistoceno Medio y Superior.

En posiciones más internas de la Sierra, los mismos máximos marinos actuaron como nivel de base para el modelado fluvial, con él que se crearon sucesivas superficies de erosión, de las cuales las más altas muestran continuidad lateral con las terrazas marinas equivalentes y que llegan a desarrollar importantes perfiles de alteración (rubefacciones y argilizaciones) y depósitos de bauxita. Por encima de las mencionadas superficies se produjeron otros aplanamientos peor conservados y de origen incierto, pero que reflejan ya la interacción de las oscilaciones del nivel del mar con el ascenso y emersión de la sierra de Bahoruco, probablemente ya en el Plioceno. De forma simultánea a todo lo anterior, a lo largo del Cuaternario el modelado kárstico ha creado numerosas dolinas de disolución, excepcionalmente de colapso, y diversas áreas subsidentes con arcillas de descalcificación.

Salvo por las terrazas y depósitos asociados de la cuenca del Río Nizaito y Pedernales, la red fluvial posee una pobre representación durante la evolución cuaternaria de la región. A excepción de algunos sistemas aluviales y deslizamientos de importancia, durante el Holoceno las formaciones superficiales mejor representadas son los sistemas litorales, conformados por manglares, cordones arenosos, lagunas costeras, playas carbonatadas y sistemas arrecifales, que afloran extensamente a lo largo de toda la orla costera de la Península de Bahoruco. Su principal desarrollo tuvo lugar después de la estabilización del nivel tras la última pulsación transgresiva holocena, bien registrada mediante una plataforma de abrasión marina elaborada sobre los depósitos marinos y costeros pleistocenos.

Simultáneamente, en la Cuenca de Enriquillo sobrevino la llegada del Río Yaque del Sur y la rápida instalación de un importante aparato deltaico, favorecida por la activación de la falla de Enriquillo. Este evento, que supone la desaparición de los sistemas arrecifales que orlaban la cuenca, produce su cierre y desconexión con el Mar Caribe, obteniendo la depresión la configuración del actual lago Enriquillo (Díaz de Neira, 2004b).

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. Hidrogeología

6.1.1. Hidrología y climatología

No existe un buen control sobre los parámetros de precipitaciones e hidrológicos dentro de la hoja de Arroyo Dulce debido a la ausencia de estaciones pluviométricas. Por otro lado, sí que existe una estación climatológica en el pueblo de Juancho (Estación 5102), en el sureste dentro de los límites de la hoja.

La estación pluviométrica más próxima se localiza en la Hoja de Enriquillo (Estación 5202), a escasos 10 km al este del límite con la hoja. Por otro lado, estos datos son sólo serían válidos para la mitad oriental de la hoja de Arroyo Dulce ya que existe un gradiente climático muy marcado hacia el oeste, donde incrementan la temperatura y disminuyen considerablemente las precipitaciones. En esta estación de Enriquillo la distribución mensual de las precipitaciones entre los años 1967 y 2000 registra precipitaciones medias de 2411 mm/año que presentan un régimen bimodal, con un pico máximo en mayo-junio y otro en septiembre-octubre. Los meses más secos son diciembre, enero y febrero. La lluvia útil en los años secos es casi inexistente, mientras que en años normales la evapotranspiración real coincide prácticamente con la precipitación, de manera que la lluvia útil es también casi nula.

La temperatura media anual para el intervalo de tiempo comprendido entre 1967 y 1996 en la estación de Juancho es de 26,5 °C, la mayor registrada en la Península de Bahoruco. Aunque existen pocas variaciones a lo largo del año. Es abril el mes más frío y octubre y noviembre los meses más cálidos (Figura 6.1). Por otro lado, la evapotranspiración media anual es de 1442,8 mm, muy inferior a la precipitación media calculada para esta zona. Sin embargo, como ya se ha mencionado, hacia las hojas de Cabo Rojo y Oviedo las precipitaciones se hacen mucho menos abundantes e incrementan la temperatura y evapotranspiración, dominando en toda esta región un clima mucho más árido.

Desde un punto de vista hidrológico, en este sector de la península de Bahoruco no existen ríos de importancia y los cursos fluviales consisten en cañada que presentan un evidente y marcado carácter torrencial, siendo estas activas principalmente en momentos de llegadas de huracanes y tormentas tropicales. La importancia de los depósitos

gruesos que rellenan su cauce evidencia la existencia de importantes y periódicas avenidas y arroyadas en manto procedentes de las zonas de mayor relieve.

El único curso fluvial importante de la región, por sus dimensiones y la existencia de agua en su cauce la mayor parte del año, es Arroyo Dulce que da nombre a la localidad más importante de la zona. Por tanto, no existe ningún tipo de red hidrográfica en la hoja que justifique la instalación de estaciones de aforo en la zona.

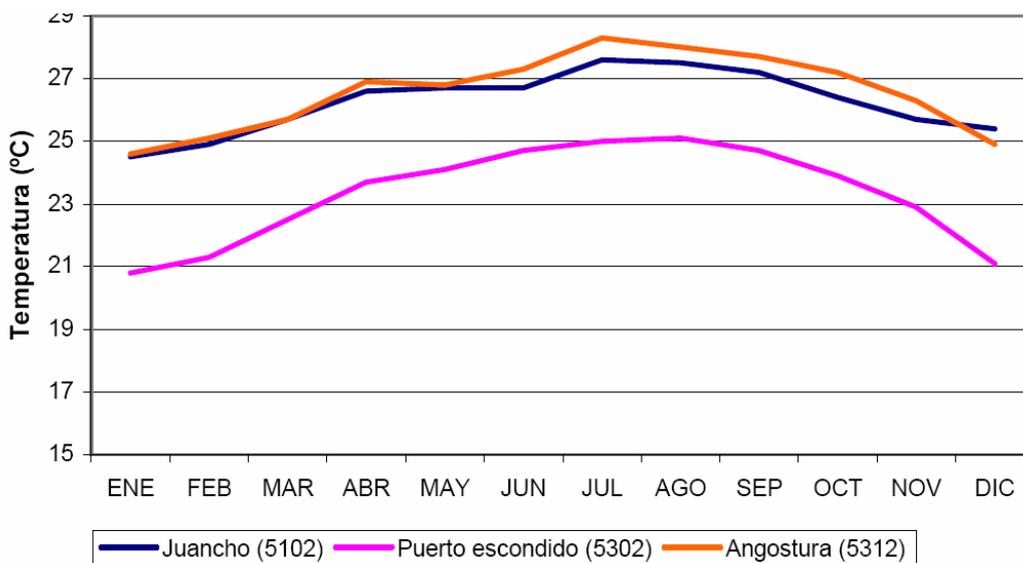


Figura 6.1. Evolución de las temperaturas mensuales en la Estación de Juancho (5102).

6.1.2. Hidrogeología

Dos de las terceras partes de los materiales de la Hoja de Arroyo Dulce Rojo se incluyen en parte dentro de las Unidades o Zonas Hidrogeológicas Sierra de Bahoruco y Península Sur de Barahona, que se emplazan en el suroeste del país y constituyen las unidades más meridionales del país. Se extienden por toda la Península de Barahona, cubriendo una superficie total de 4100 km², de los cuales el 80% (3278 km²) corresponden a la Sierra de Bahoruco y los 829 km² restantes a la Península Sur de Barahona. Se han estudiado de forma conjunta ambas unidades hidrogeológicas debido a que, desde el punto de vista hidrogeológico, su funcionamiento está ínfimamente relacionado, sobre todo en su sector meridional y presentan límites abiertos.

La gran subunidad de funcionamiento hidrogeológico denomina Subunidad Meridional de Bahoruco y Península de Barahona en la práctica ocupa dos terceras parte de la extensión de esta península. Presenta una superficie aproximada de 1834 km² de

materiales permeables, mientras que sólo 111 km² son poco permeables. A pesar de no existir cauce de aguas permanentes, sí es patente en toda la región (a partir de pozos, dolinas y cuevas inundadas) la circulación de un importante caudal de aguas subterráneas procedentes de la Sierra, al norte. La lluvia útil de esta gran subunidad se ha estimado en 117 mm para un año medio.

En este conjunto, con materiales de diversa naturaleza, habría que destacar una importante superficie aflorante de materiales carbonatados, que conforman un amplio anticlinorio y un extenso acuífero carbonatado con permeabilidad por fracturación, en el que se ha desarrollado un proceso de karstificación avanzado. Dentro de los citados acuíferos carbonatados se identifican importantes procesos de karstificación, tanto del tipo abiertos como cerrados, sobre todo en las vertientes suroriental y meridional de la unidad, entre los que cabría destacar los numerosos campos y alineamientos de dolinas al O de la Llanura de Oviedo-Pedernales y la propia Laguna de Oviedo que es muy posible que constituya una gran depresión kárstica, actualmente invadida por las aguas marinas.

Hacia el sur la subunidad presenta un límite abierto con la costa, por lo que el acuífero experimenta intrusión marina que llega a penetrar varias decenas de kilómetros hacia el interior del continente, provocando problemas de salinización de las aguas subterráneas. Cuando este nivel freático intercepta la topografía da lugar a pequeños manantiales o norias, tal y como se ha constatado en el paraje de Arroyo Salado, en pleno manglar, en el sureste de la hoja. Estas agua, además de presentar un evidente carecer salobre debido a la intrusión marina, emiten un fuerte olor a azufre, lo que impide que se utilice para consumo humano. La surgencia de aguas sulfurosas en este punto parece estar relacionada con el ascenso de agua a través de la Falla de Oviedo desde zonas profundas y podría estar relacionada con manifestaciones de hidrocarburos, tal y como se pone evidencia en las hojas de Cabo Rojo y Pedernales. Es muy probable que esta falla atraviese los materiales volcánicos y marinos de edad Cretácico que posee cierto interés como roca madre generadora de hidrocarburos.

El otro tercio de la hoja de Arroyo Dulce corresponde a la Subunidad del Sinclinal de Enriquillo. Posee una extensión de 361 km², de los cuales 264 km² son de materiales permeables. Se estima unos 185 mm de lluvia útil para un año medio en esta subunidad. Al norte y noreste esta subunidad presenta un límite abierto por continuidad geométrica e hídrica con las calizas terciarias de las subunidades Septentrional y del Nizaito de la Sierra de Bahoruco.

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES CARTOGRÁFICAS AGRUPADAS	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
CUATERNARIO	Rellenos de dolinas, argilizaciones y rubefacciones, áreas pantanosas y marismas	13, 14, 21, 23 y 24	Lutitas	Baja	Sin acuíferos significativos
	Coluviones y aluvial-coluvial	12 y 17	Lutitas con cantos y brechas calcáreas	Media-baja por porosidad intergranular	Acuíferos libres de productividad baja
	Abanicos torrenciales, abanico fluvio-deltaico, terrazas, brechas calcáreas, piedemonte, conos de deyección, fondos de valle	9, 10, 11, 16, 18, 19 y 20	Conglomerados y arenas	Alta por porosidad intergranular	Acuíferos libres de productividad alta
MIOCENO MEDIO-PLIOCENO	Unidades Barahona y Maniel Viejo	6 y 7	Calizas y margas	Media-baja por fracturación karstificación	Acuíferos libres y confinados de productividad media
EOCENO SUPERIOR MIOCENO INFERIOR	Fm Neiba (Mb Superior) y Unidad Pedernales (Mbs loma del Guano y Quemados de Basilio)	3, 4 y 5	Calizas margosas y margas (calizas)	Media por fracturación y karstificación	Acuíferos confinados de productividad baja
	Fm Neiba (Mb Inferior) y Unidad Aceitillar	1 y 2	Calizas	Alta por fracturación y karstificación	Acuíferos libres con productividad alta

Tabla 6.1. Cuadro resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas de la Hoja de Arroyo Dulce.

Por otro lado, hacia el este y sureste posee conexión hídrica con el mar, salvo en el sector comprendido entre Enriquillo. Finalmente hacia el sur y sureste presenta igualmente un límite abierto por continuidad geométrica e hídrica entre sus calizas del Eoceno-Mioceno con las limítrofes de la subunidad Meridional de Bahoruco y Península Sur de Barahona.

Los materiales de mayor permeabilidad terciarios dentro de la Hoja de Arroyo Dulce, y por tanto los de mayor interés hidrogeológico, son los formados por las calizas terciarias de la Unidad Aceitillar y el Mb inferior de la Fm Neiba. Estas calizas se encuentran intensamente karstificadas y fracturadas. Dentro de las unidades terciarias, las margas y calizas margosas de la Fm Nieba presentan una permeabilidad algo inferior, cuantificada como media debido a la fracturación y karstificación y a su naturaleza margosa. Los Miembros Loma del Guano y Quemados de Basilio de la Unidad Pedernales, en cambio lateral y gradual hacia el oeste y suroeste con el Mb superior de la Fm Neiba, aunque más calcáreos, presentan altos contenidos en margas y calizas margosas dentro de esta hoja crece de este contacto, por lo que se ha optado por asignarle características hidrogeológicas similares a la Fm Neiba margosa. Por otro lado, las calizas de la Unidad Barahona poseen una permeabilidad algo superior, estimada como media-alta debido a la fracturación y karstificación que presentan, aunque la presencia de niveles de margas intercaladas en la serie disminuye algo su valor potencial como material acuífero.

La extensa cobertura de sedimentos cuaternarios continentales en la hoja también posee interés hidrogeológico, principalmente las arenas y conglomerados de los materiales detríticos de las formaciones aluviales que se concentran en la mitad oriental de la hoja y que tiene una elevada permeabilidad. El resto de unidades cuaternarias, formadas en su mayoría por lutitas y sedimentos con alta proporción de matriz fangosa y diferente grado de cementación, no poseen un especial interés en lo relativo a este aspecto económico.

6.2. Recursos minerales

Los recursos económicos de los materiales aflorantes en la Hoja de Arroyo Dulce son muy limitados y están formados por escasos indicios y explotaciones distribuidas heterogéneamente por la hoja.

Las explotaciones de calizas y calizas margosas como áridos para carreteras del Mb superior de la Fm Neiba superior constituyen el principal recurso explotado en la zona en dos canteras de pequeñas dimensiones y de actividad intermitente. Los conglomerados

del gran abanico deltaico de Juancho son igualmente explotados para áridos de carretera en pequeñas canteras, especialmente en épocas de tormentas y huracanes cuando los caminos son seriamente dañados por las crecidas y arroyadas en manto.

NÚMERO	COORDENADAS (WGS84)		FM / UND	SUSTANCIA	ACTIVIDAD	TAMAÑO	UTILIZACIÓN
	X	Y					
1	258937	1980261	Delta Plesitoc	Conglomerados	Intermitente	Pequeño	Ari
2	255303	1981884	Delta Plesitoc	Conglomerados	Inactiva	Pequeño	Ari
3	251905	1974399	Neiba Sup	Calizas y Margas	Inactiva	Pequeño	Ari
4	239567	1974672	Neiba Sup	Calizas	Inactiva	Pequeño	Ari

Tabla 6.2. Tabla de explotaciones e indicos de rocas industriales en la Hoja de Arroyo Dulce.

6.2.1 Descripción de las Sustancias

Solo dos tipos de sustancia son o han sido objeto de explotación en el ámbito de la Hoja.

Las calizas son el recurso más ampliamente representado y particularmente las pertenecientes a la Formación Neiba Superior han sido objeto de explotación en dos pequeñas canteras hoy inactivas.

El otro recurso explotado en la Hoja, corresponde a los conglomerados del delta del Juancho. Igualmente, se trata de pequeñas labores, hoy inactivas.

6.2.2. Potencial minero

Las calizas constituyen un litotecto de gran volumen de reservas y susceptible de ser aprovechado, tanto como árido como para la producción de cemento. Su aprovechamiento, sin embargo, se ve limitado por la abundancia del recurso en toda la región que limita su uso, ocasional, a acciones esporádicas como consecuencia de los arreglos de caminos y carreteras tras la ocurrencia de un fenómeno atmosférico de gran impacto.

Lo mismo puede decirse en cuanto al uso de los conglomerados, aunque su potencial está mucho más limitado a la existencia del delta del Juancho.

7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

7.1. Introducción

La protección de diversas zonas del territorio tiene como finalidad asegurar la continuidad natural de los ecosistemas, preservándolos de actividades antrópicas destructivas y evitar el uso abusivo de sus recursos. Dentro de los recursos no renovables de un país, la geodiversidad ocupa un lugar relevante, pues proporciona un conocimiento fundamental para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se desarrolla. Al mismo tiempo, su estudio e interpretación pone 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, la geodiversidad, 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 y paleobiológicos 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.

7.2. Relación de los L.I.G.

La hoja de Arroyo Dulce Rojo no se caracteriza especialmente por la calidad de sus afloramientos, a excepción de los localizados en la carretera con destino a Pedernales, a las Mercedes y los cortes expuestos en las grandes explotaciones a cielo abierto que existen en la hoja. Esto dificulta en gran medida la selección de puntos L.I.G. donde realizar observaciones geológicas de calidad en depósitos sedimentarios. Todos los L.I.G. descritos se localizan próximos a caminos y carreteras por lo que su acceso es no es difícil.

Los diferentes afloramientos donde observar el LIG N°1, los depósitos del abanico deltaico del valle de Juancho, se sitúan al pie de la carretera que une los pueblos de Enriquillo y El Arroyo Dulce, aproximadamente a unos 3 km al noroeste del primero. Al

segundo LIG N°2, el manantial de aguas sulfurosas y el manglar de Arroyo Salado, se accede mediante la pista de tierra que se debe tomar, hacia el Sur, en el cruce que lleva al poblado de Nueva Rosa. El LIG N°3, las facies del Mb Superior de la Fm Nieba, se localiza en una cantera abierta al pie de la carretera nacional N°44, unos cientos de metros al NO del pueblo de Manuel Goya.

7.3. Descripción de los Lugares

Se describen tres L.I.G, cada uno de ellos ubicados en el sector occidental, central y oriental de la hoja y localizados cerca de la costa. Todos ellos están relacionados con temáticas como la sedimentología, estratigrafía, geodinámica externa o tectónica activa de la región.

Su interés principal es casi exclusivamente sedimentológico y geomorfológico, pero también puede poseer cierto valor tectónico y estratigráfico desde un punto de vista regional. Por su posible utilización se pueden catalogar sólo como divulgativos y científicos.

A continuación se describen los L.I.G. señalando el tipo de interés en función de su contenido, de su posible utilización de acuerdo con su contenido científico, didáctico, económico o científico, así como de su ámbito de influencia (local, regional, nacional o internacional).

7.3.1. L.I.G. N° 1. El Abanico deltaico del Valle de Juancho

Este LIG se localiza en el sector suroccidental de la hoja en una amplia zona de más de 30 km² que coincide con el valle de Juancho. El mejor afloramiento se localiza en una cantera en la que se explotan áridos que se ubica en la carretera comarcal entre las localidades de Enriquillo y Arroyo Dulce. Su acceso es sencillo desde la carretera, atravesando un pequeño campo sin sembrar que separa el camino de la cantera unos 50 metros.

Su principal interés es sedimentológico, aunque también cierto interés geomorfológico y tectónico ya que estos depósitos conservan su morfología en planta original y existe un desnivel entre el ápice del abanico y sus partes más distales aflorantes de más de 100 metros, lo que podría indicar cierta tasa de elevación desde su génesis.

En la cantera pueden observarse las típicas facies aluviales donde predominan de facies conglomeráticas de cantos subredondeados y facies arenosas con morfologías canaliformes, superficies erosivas superpuestas, estratificaciones cruzadas y gradación positiva. Las fases de menor energía están representadas por limos masivos con restos vegetales a techo de los niveles más gruesos. La influencia de agentes hidrodinámicos costeros sólo es patente mediante la aparición de cantos imbricados hacia el continente y estratificaciones cruzadas orientadas hacia el norte y noroeste. Hacia el este, en la hoja de Enriquillo se han descrito capas de calcarenitas y corales intercaladas en pequeños abanicos coetáneos al abanico deltaico de Juancho.

La formación de este sistema deltaico tuvo lugar en fases del nivel del mar más bajo, probablemente durante el Pleistoceno superior o medio, por lo que las partes más distales debe encontrarse, de mayor influencia marina, deben encontrarse por debajo del nivel del mar actual. Posteriormente ha experimentado sucesivo retoques erosivos a lo largo del resto del Pleistoceno y Holoceno.

Por su posible utilización se podría también catalogar como científico y didáctico. Por su influencia puede considerarse regional ya que se trata del único gran sistema de transición fluvio-costero preservado en la Península de Bahoruco.

7.3.2. L.I.G. N° 2. El manantial de aguas sulfurosas y manglar de Arroyo Salado

Este L.I.G. permite analizar las características de un manantial que desemboca directamente en un manglar, localizado en el paraje conocido como Arroyo Salado. Su acceso es muy sencillo tomando un desvío al sur en el cruce de Nueva Rosa, una vez pasada la Colonia de Juancho, en la carretera N°44, unos kilómetros antes de llegar a la ciudad de Oviedo. Se debe tomar un camino de tierra de unos 2 km, en buen estado, que lleva directamente a este punto.

La principal peculiaridad de este manantial, al margen de desembocar en una zona costera, es el color azulado de sus aguas y su fuerte olor a sulfuro, de lo que se deduce que estas surgencias proceden de grandes profundidades y que su ascenso y afloramiento pueden relacionarse con la Falla de Oviedo, o tal vez con otra de menor entidad pero asociada a esta.

Su interés principal es hidrogeológico, pero también tiene valor estructural ya que el manantial parece estar relacionada con fracturas muy profundas que afectan a las calizas

eocenas de la Fm Neiba y, probablemente, también a la serie cretácica de naturaleza volcánica.

Por su posible utilización se podría también catalogar como científico aunque también posee un interés turístico ya que esta zona un evidente atractivo recreativo y económico como posible indicador de yacimientos de hidrocarburos en el subsuelo. Por su influencia tan sólo debe considerarse local.

7.3.3. L.I.G. N° 3. Las facies de la Fm Nieba Mb Superior en Manuel Goya

Este L.I.G. se centra las principales características sedimentológicas y estratigráfica del la parte alta de la Fm Neiba Mb Superior. El mejor y único afloramiento de buena calidad de todo el sector suroccidental de la hoja se sitúa en una cantera abierta, y actividad intermitente, donde se explotan las calizas margosas de la Fm Neiba para darles uso como árido. Su acceso es muy sencillo desde la carretera nacional N°44, tomando un pequeño desvío al norte que lleva directamente a la cantera. Este desvío se localiza a unos 500 metros de pueblo de Manuel Goya, en dirección a la ciudad de Oviedo.

En la cantera se pueden estudiar, con mucha facilidad, las diferentes características de las facies del Mb Superior de la Fm Neiba, constituidas por una asociación de calizas bioclásticas, algo margosas, en ocasiones con altas concentraciones de macroforaminíferos bentónicos y otra fauna marina y somera, entre las que se intercalan niveles con un mayor contenido en matriz margosa de menor potencia. Los nódulos de sílex son raros pero se encuentra en la parte baja de la cantera. Son visibles morfologías canaliformes, superficie de erosión, estructuras de escape de fluidos y diversas estructuras sedimentarias (estratificación cruzada, laminaciones) relacionadas con la llegada de flujos densos desde zonas más proximales de la rampa carbonatada.

Su interés principal por su contenido es sedimentológico, pero también posee valor estratigráfico. Por su posible utilización se podría también catalogar como exclusivamente científico y didáctico. Por su influencia debe considerarse de ámbito estrictamente local.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, M., PÉREZ-VALERA, F., RODRÍGUEZ VIDAL, J., HERNAIZ, P. P., PÉREZ-ESTAÚN, A., RUIZ, F., CÁCERES, L. M. (2008).** Análisis morfosedimentario de niveles escalonados marinos plio-cuaternarios: un caso de estudio en las costas norte y suroeste de la República Dominicana. 18º Conferencia Geológica del Caribe. Santo Domingo, República Dominicana..
- ABAD, M., MORENO, F., PÉREZ-VALERA, F., RODRÍGUEZ VIDAL, J., MEDIATO, J., JOUBERT, M., CÁCERES, L.M., RUIZ, F. (2009).** Análisis geomorfológico y sedimentario de terrazas marinas pleistocenas en la vertiente meridional de la Sierra de Bahoruco (SO República Dominicana). VII Reunión del Cuaternario Ibérico. Faro (Portugal).
- 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.
- BERMÚDEZ, P.J. (1949).** Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication 25, 322 pp.
- BILICH, A., FROHLICH, C., AND MANN, P. (2001),** Global seismicity characteristics of subduction-to-strike-slip transitions: Journal of Geophysical Research 106, 443-452.
- BLESCH, R.R. (1966).** Mapa geológico preliminar. In: Mapas. Volumen 2, Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Unión Panamericana, Escala 1.250 000.
- BOURGOIS, J., BLONDEAU, A., FEINBERG, H., GLANÇON, G., VILA, J.M. (1983).** The northern Caribbean plate boundary in Hispaniola : tectonics and stratigraphy of the Dominican Cordillera Septentrional (Greater Antilles). Bull. Soc. Géol. France 7, XXV, 83-89.
- BOWIN, C. (1966).** Geology of the central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. In: Caribbean geological investigations (Hess H.H. Ed.). Geological Society of America Memoir 98, 11-98.
- BOWIN C. (1975).** The geology of Hispaniola, En: The ocean basins and margins; Volume 3, The Gulf of Mexico and the Caribbean, (NAIM A. y STEHLI F., Eds.), New York, Plenum Press, 501-552.

- BURKE, K. (1988).** Tectonic evolution of the Caribbean. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 16, 201-230.
- BURKE K., FOX P.J.Y, SENGOR A.M.C. (1978).** Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. *Journal of Geophysical Research* 83, 3949-3945.
- CALAIS, E., MERCIER DE LÉPINAY, B. (1995).** Strike-slip tectonic processes in the northern Caribbean between Cuba and Hispaniola (Windward Pasaje). *Marine Geophysics Research* 17, 63-95.
- CALAIS, E., BETHOUX, N., MERCIER DE LÉPINAY, B. (1992).** From transcurrent faulting to frontal subduction: A seismotectonic study of the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Puerto Rico, *Tectonics*, 11, 114-123
- CALAIS E., PERROT J., MERCIER DE LEPINAY B. (1998).** Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Hispaniola. In: *Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone* (Dolan J.F. Mann P., Eds.). Geological Society of America Special Paper 326, 125-142.
- CALAIS, E., MAZABRAUD, Y., MERCIER DE LÉPINAY, B., MANN, P., MATTIOLI, G. JANSMA, P. (2002).** Strain partitioning and fault slip rates in the northeastern Caribbean from GPS measurements. *Geophysical Research Letters* 106(6), 1-8.
- COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE (CGG) (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.
- CONTRERAS, F., ARDEVOL, LL., GRANADOS, L., CALVO, J.P., ESCUDER VIRUETE, J., ESCUER, J., FLORIDO, P., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T. Y FRIEDMAN R. (2004).** Mapa Geológico de la República Dominicana E. 1:50.000, Jicomé (5973-IV). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 158 pp.
- DE LA FUENTE, S. (1976).** Geografía dominicana. Amigo del Hogar. Santo Domingo, 272 pp.
- DE LEÓN, R.O. (1989).** Geología de la Sierra de Bahoruco (República Dominicana). Museo Nacional de Historia Natural. Santo Domingo, 112 p.
- DE METS, C., JANSMA, P.E., MATTIOLI, G.S., DIXON, T.H., FARINA, F., BILHAM, R., CALAIS, E. & MANN, P. (2000).** GPS geodetic constraints on Caribbean- North America plate motion, *Geophys. Res. Lett.*, 27, 437-440.

DE ZOETEN R., MANN P. (1991): Structural geology and Cenozoic tectonic history of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. y Lewis J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper, 262, 265-279.

DE ZOETEN R., MANN P. (1999): Cenozoic El Mamey Group of Northern Hispaniola: a sedimentary record of subduction, collisional and strike-slip events within the North America – Caribbean Plate boundary zone. Caribbean Basins. Sedimentary basins of the world edited (Mann, P. Ed., Series editor Hsü, K.J.). 4, 247-286.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2000a). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-III (Padre Las Casas) y Memoria correspondiente. Proyecto “C” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2000b). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-II (Azua) y Memoria correspondiente. Proyecto “C” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2004a). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5970-I (Barahona) y Memoria correspondiente. Proyecto “L” (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J.A. (2004b). Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5971-I (Villapando) y Memoria correspondiente. Proyecto “L” (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

DÍAZ DE NEIRA, J. A. SOLÉ PONT, F. J. (2002). Precisiones estratigráficas sobre el Neógeno de la cuenca de Azua (República Dominicana) - Stratigraphic precisions about the Neogene of the Azua basin (Dominican Republic). Acta Geologica Hispanica 37, 163-181.

Servicio Geológico Nacional (SGN), BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR). COOPERACIÓN MINERA DOMINICO-ALEMANA (1991). Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.

- DIXON, T., FARINA, F., De METS, C., JANSMA, p. and CALAIS, E. (1998).** Relative motion between the Caribbean and North American plates and related boundary zone deformation based on a decade of GPS measurements. *J. Geophys. Res.* 103 (15), 157-15,182.
- DOLAN, J. F., MANN, P. (1998).** Preface; Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone. *Special Paper-Geological Society of America* 326, 5-16
- DOLAN J., MANN P., de ZOETEN R., HEUBECK C., SHIROMA J., MONECHI S. (1991).** Sedimentologic, stratigraphic and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann P., Draper G. and Lewis J.F., Eds.). Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262, p. 217-263.
- DOLAN J.F., MULLINS H.T., WALD D.J. (1998).** Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, strain partitioning and opposing subducted slabs. In Dolan J.F. and Mann P., eds., *Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone*, Geological Society of America Special Paper 326, p. 1-62.
- DONNELLY T.W. (1973).** Late Cretaceous basalts from the Caribbean, a possible flood basalt province of vast size. *EOS Transactions American Geophysical Union.* 54, 1004.
- DONNELLY T.W. (1989).** Geologic history of the Caribbean and Central America. In: *An Overview. The geology of North America* (A.W. Bally, A.R. Palmer, Eds.). Geological Society of America, Boulder, Colorado, Vol. A, 299-321.
- DONNELLY T.W., (1994).** The Caribbean sea floor. In S.K. Donovan, T.A. Jackson (eds.). *Caribbean Geology: An Introduction.* U.W.I. Publ Assoc, Kingston, p. 41-64.
- DONNELLY, T.W., ROGERS, J. (1980).** Igneous series in island arcs: the northeastern Caribbean compared with worldwide islandarc assemblages. *Bull. Volcanol.* 43, 347-382.
- DONNELLY T.W., MELSON, W., KAY, R., ROGERSA, J.J.W. (1973).** Basalts and dolerites of Late Cretaceous age from the central Caribbean. *initial Rep. Deep. Sea Drilling Project* 15, 98-1012.
- DONNELLY T.W., BEETS D., CARR M., JACKSON T., KLAVER G., LEWIS J., MAURY R., SCHELLEKENS H., SMITH A., WADGE G., WESTERN CAMP D. (1990).**

History and tectonic setting of the Caribbean magmatism. In: The Caribbean Region, The Geology of North America (Dengo, G., Case, J. Eds). Geol. Soc. America. Boulder, Vol. H, 339-374.

DRAPER G., LEWIS J.F. (1991). Metamorphic belts in central Hispaniola. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 29-45.

DRAPER G., NAGLE F. (1991). Geology, structure, and tectonic development of the Río San Juan Complex, northern Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 77-95.

DRAPER, G., MANN, P., LEWIS, J. F. (1994). Hispaniola. En: Caribbean Geology: An introduction. (Donovan, S.K., Jackson, T.A. Eds.), Kingston, Jamaica, University of the West Indies Publishers Association, 129-150.

DRAPER, G., GUTIERREZ, G., LEWIS, J.F. (1996). Thrust emplacement of the Española peridotite belt: Orogenic expression of the Mid Cretaceous Caribbean arc polarity reversal. *Geology* 24 (12), 1143-1146.

DRAPER, G., GUTIERREZ-ALONSO, G. (1997). La estructura del Cinturón de Maimón en la isla de Hispaniola y sus implicaciones geodinámicas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10, 281-299

EPTISA (2004). Informe de la unidad hidrogeológica de la Sierra de Bahoruco y Península Sur de Barahona. Programa SYSMIN, 193 pp.

ESCUDE VIRUETE, J., PEREZ-ESTAÚN, A. (2006). Subduction related P-T path for eclogites and garnet glaucophanites from the Samana Peninsula basement complex, northern Hispaniola. *International Journal of Earth Sciences* 95, 995-1017.

ESCUDE VIRUETE, J., CONTRERAS, F., STEIN, G., URIEN, P., JOUBERT, M., BERNARDEZ, E., HERNALZ HUERTA, P.P., LEWIS, J., LOPERA, E. Y PÉREZ-ESTAÚN, A., (2004). La secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior en la Cordillera Central, República Dominicana: sección cortical de un arco-isla intraoceánico. *Geo-Temas* 6(1), 41-44.

ESCUDE VIRUETE J., DIAZ DE NEIRA A., HERNALZ HUERTA P.P., MONTHEL J., GARCIA-SENZ J., JOUBERT M., LOPERA E., ULLRICH T., FRIEDMAN R.,

- MORTENSEN J., PEREZ-ESTAUN A. (2006).** Magmatic relationships and ages of Caribbean Island arc tholeiites, boninites and related felsic Rocks, Dominican Republic. *Lithos* 90, 161-186.
- ESCUDE VIRUETE J., CONTRERAS F., JOUBERT M., URIEN P., STEIN G., WEIS D. y PEREZ-ESTAUN A. (2007a).** Tectonica y geoquímica de la formación Amina: registro del arco isla Caribeno primitivo en la Cordillera Central, República Dominicana. *Boletín Geológico y Minero* 118 (2), 221-242.
- ESCUDE VIRUETE J., CONTRERAS F., JOUBERT M., URIEN P., STEIN G., LOPERA E., WEIS D., ULLRICH T. y PEREZ-ESTAUN A. (2007b).** La secuencia magmática del Jurásico Superior-Cretácico Superior de la Cordillera Central, República Dominicana. *Boletín Geológico y Minero* 118(2) 243-268.
- ESCUDE VIRUETE, J., JOUBERT, M., URIEN, P., FRIEDMAN, R., WEIS, D., ULLRICH, T., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008).** Caribbean island-arc rifting and back-arc basin development in the Late Cretaceous: geochemical, isotopic and geochronological evidence from Central Hispaniola. *Lithos* 104, 378-404.
- ESCUDE VIRUETE, J., FRIEDMAN, R. PÉREZ-ESTAÚN, A., JOUBERT, M., WEIS, D. (2009a).** U-Pb constraints on the timing of igneous and metamorphic events in the Rio San Juan complex, northern Hispaniola. VII Congreso Cubano de Geología. Workshop IGCP-544.
- GARCÍA SENZ, J., MONTHEL, J., DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNANIS HUERTA, P.P., CALVO, J.P., ESCUDE VIRUETE, J. (2004).** Estratigrafía del Cretácico Superior de la Cordillera Oriental de la República Dominicana, Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN., Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 135 pp.
- GIRARD, D., BECK, C., STEPHAN, J.F., BLANCHET, R., MAURY, R. (1982).** Pétrologie géochimie et signification géodynamique de quelques formations volcaniques crétaées péri-caribes. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 24, 535-544
- GOMEZ SAINZ, A. (2000).** Mapa Geológico de la República Dominicana E. 1:50.000, Constanza (6072). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 230 pp.
- GONÇALVES PH, GUILLOT S, LARDEAUX JM, NICOLLET C, MERCIER DE LÉPINAY B. (2000).** Thrusting and sinistral wrenching in a pre-Eocene HP-LT Caribbean accretionary wedge (Samana´ Peninsula, Dominican Republic). *Geodinamica Acta* 13, 119-132.
- HEDBERG, H. D. (Ed) (1980):** Guía Estratigráfica Internacional. Reverte, Barcelona, 205 pp.

- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2000a).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6172-III (Arroyo Caña) y Memoria correspondiente. Proyecto “C” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2000b).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-I (San José de Ocoa) y Memoria correspondiente. Proyecto “C” de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2004a).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5971-IV (Galván) y Memoria correspondiente. Proyecto “L” (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2004b).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5871-I (La Descubierta) y Memoria correspondiente. Proyecto “L” (Zona SO) de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ HUERTA, P.P. (2006).** La estructura del Sector Meridional de la República Dominicana. Una aproximación a su evolución geodinámica durante el Cenozoico. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad Complutense de Madrid. 287 pp.
- HERNAIZ HUERTA, P.P., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2002).** Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana. In: Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana (Pérez-Estaún, A., Tavares, I., García Cortes, A. y Hernaiz Huerta, P.P., Eds.). Acta Geológica Hispánica 37, 183-205.
- HERNAIZ HUERTA, P.P., DÍAZ DE NEIRA, J.A, GARCÍA SENZ, J., DESCHAMPS, I., LOPERA, E., ESCUDER VIRUETE, J., ARDÉVOL ORÓ, LL., GRANADOS L., CALVO J.P. Y PÉREZ ESTAÚN, A. (2007a).** La estratigrafía de la Sierra de Neiba, República Dominicana. In: La Geología de la República Dominicana (Pérez-Estaún, A., Hernaiz Huerta, P. P., Lopera, E. y Joubert, M., Eds.). Boletín Geológico y Minero 118, 313-336.
- HERNAIZ HUERTA, P.P., DÍAZ DE NEIRA, J.A, GARCÍA SENZ, J., DESCHAMPS, I., GENNA, A., NICOLE, N., LOPERA, E., ESCUDER VIRUETE, J., ARDÉVOL ORÓ, LL., PÉREZ ESTAÚN, A. (2007b).** La estructura de la sierra de Neiba, margen norte de la sierra de Bahoruco, Sierra de Martín García y cuenca de Enriquillo de la República Dominicana: un ejemplo de deformación transpresiva.

In: La Geología de la República Dominicana (Pérez-Estaún, A., Hernaiz Huerta, P. P., Lopera, E. y Joubert, M., Eds.), Boletín Geológico y Minero 118, 337-357.

HEUBECK C. (1988). Geology of the southeastern termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. M.A. Thesis. University of Texas, Austin, 333 pp.

HEUBECK, C., MANN, P. (1991a). Structural Geology and Cenozoic Tectonic History of the Southeastern Termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. Eds.). Geological Society of America Special Paper 262, 315-336.

JANSMA, P.E., MATTIOLI, G.S., LOPEZ, A., DEMETS, C., DIXON, T.H., MANN, P. & CALAIS, E. (2000). Neotectonics of Puerto Rico and the Virgin Islands, northeastern Caribbean from GPS geodesy. *Tectonics* 19, 1021-1037.

JOUBERT, M., URIEN, P., ARDÉVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LE GOFF, E., LEROUGE, C., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH, T., FRIEDMAN R. (2004). Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000, Lamedero (5973-I). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 192 pp.

JOYCE, J. (1991). Blueschist metamorphism and deformation on the Samana Peninsula; a record of subduction and collision in the Greater Antilles. En: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 47-76.

KERR A.C., ANDREW C., TARNEY J. (1996). The Caribbean-Colombian Cretaceous Igneous Province: The Internal Anatomy of an Oceanic Plateau. En: AUG Monography on Large Igneous Provinces, (Mahony, J.J., Cofin, M. Eds.).

KERR, A.C., TARNEY, J., MARRINER, G.F., NIVIA, A., SAUNDERS, A.D. (1997). The Caribbean-Colombian Cretaceous igneous province: The internal anatomy of an oceanic plateau. In: Large Igneous Provinces (Mahoney, J., Coffin, M.F. Eds.). AGU Washington DC. pp. 123-144.

KERR, A.C., TARNEY, J., KEMPTON, P.D., SPADEA, P., NIVIA, A., MARRINER, G.F., DUNCAN, R.A. (2002). Pervasive mantle plume head heterogeneity. evidence from the late Cretaceous Caribbean-Colombian oceanic plateau. *Journal of Geophysical Research* 107, 1029-2001.

- KESLER S.E., SUTTER J.F., JONES L.M., WALKER R.L. (1977).** Early Cretaceous basement rocks in Hispaniola. *Geology* 5, 245-247.
- KESLER, S.E., RUSSELL, N., REYES, C., SANTOS, L., RODRIGUEZ, A., FONDEUR, L. (1990).** Geology of the Maimon Formation, Dominican Republic. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann, P., *et al.*, Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 173-185.
- KESLER, S.E., RUSSELL, N., AND MCCURDY, K. (2003).** Trace-element content of the Pueblo Viejo precious-metal deposits and their relation to other high-sulfidation epithermal systems: *Mineralium Deposita* 38, 668-682.
- KESLER, S.E., CAMPBELL, I.H., ALLEN, CH.M. (2005).** Age of the Los Ranchos Formation, Dominican Republic: timing and tectonic setting of primitive island arc volcanism in the Caribbean region. *Geological Society of America Bulletin* 117, 987-995.
- KREBS, M. (2008).** Geothermobarometrie und Geochronologie subduktionsbezogener Hochdruckmetamorphite des Rio San Juan Komplexes (nördliche Dominikanische Republik). Inédita. Tesis Doctoral. Ruhr-Universität Bochum, Bochum.
- LEBRÓN M.C., PERFIT M.R. (1994).** Petrochemistry and tectonic significance of Cretaceous island-arc rocks, Cordillera Oriental, Dominican Republic. *Tectonophysics* 229, 69-100.
- LAPIERRE, H., DUPUIS, V., LEPINAY, B.M., TARDY, M., RUIZ, J., MAURY, R.C., HERNÁNDEZ, J., LOUBET, M. (1997).** Is the Lower Duarte Complex (Española) a remnant of the Caribbean plume generated oceanic plateau?. *Journal of Geology* 105, 111-120.
- LAPIERRE, H., DUPUIS, V., DE LEPINAY, B.M., BOSCH, D., MONIE, P., TARDY, M., MAURY, R.C., HERNANDEZ, J., POLVE, M., YEGHICHEYAN, D., COTTEN, J. (1999).** Late Jurassic oceanic crust and upper cretaceous Caribbean plateau picritic basalts exposed in the Duarte igneous complex, Hispaniola. *Journal of Geology* 107, 193-207.
- LAPIERRE, H., BOSCH, D., DUPUIS, V., POLVÉ, M., MAURY, R., HERNANDEZ, J., MONIÉ, P., YEGHICHEYAN, D., JAILLARD, E., TARDY, M., DE LEPINAY, B., MAMBERTI, M., DESMET, A., KELLER F., SENEBIER, F. (2000).** Multiple plume events in the genesis of the peri-Caribbean Cretaceous oceanic plateau province. *Journal of Geophysical Research* 105, 8403-8421.

- LEWIS, J.F. (1980).** Résumé of geology in Hispaniola. In: Field guide to the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic. Amigo del Hogar Publishers, 5-31.
- LEWIS, J.F., DRAPER, G. (1990).** Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. In: The Geology of North America (Dengo, G., Case, J.E., Eds.), Vol. H, The Caribbean region. Geological Society of America, 77-140.
- LEWIS, J.F., JIMÉNEZ, J.G. (1991).** Duarte Complex in the La Vega-Jarabacoa-Jánico Area, Central Española. Geological and Geochemical Features of the Sea Floor During the Early Stages of Arc Evolution. In: Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispaniola (Mann, P., Draper, G. y Lewis J.F. Eds.). Geological Society America Special Paper 262, 115-142.
- LEWIS J.F., AMARANTE A., BLOISE G., JIMENEZ G., J.G., DOMINGUEZ H.D. (1991).** Lithology and stratigraphy of upper Cretaceous volcanic, and volcanoclastic rocks of Tiroo Group, Dominican Republic, and correlations with the Massif du Nord in Haiti. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G. Lewis J.F., Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 143-163.
- LEWIS J.F., PERFIT M., HORAN S., DIAZ de VILLAVILLA A. (1995).** Geochemistry and petro-tectonic significance of early arc bimodal volcanism in the Greater Antillas Arc. Abstracts with Programs, Annual Meeting, Geological Society of America, New Orleans, A-227.
- LEWIS, J.F., HAMES, W.E., DRAPER, G. (1999).** Late Jurassic oceanic crust and Upper Cretaceous Caribbean plateau picritic basalts exposed in the Duarte igneous complex, Española: A Discussion. Journal of Geology 107, 505-508.
- LEWIS J.F., ASTACIO V.A., ESPAILLAT J., JIMENEZ J. (2000).** The occurrence of volcanogenic massive sulfide deposits in the Maimon Formation, Dominican Republic. The Cerro de Maimón, Loma Pesada and Loma Barbito deposits. In: VMS deposits of Latin America (Sherlock, R., Barsch, R., Logan, A., Eds.). Geological Society of Canada Special Publication 223-249.
- LEWIS J.F., ESCUDER VIRUETE J., HERNAIZ HUERTA P.P., GUTIERREZ G., DRAPER G., PÉREZ-ESTAÚN A. (2002).** Subdivisión geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana: implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico. Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica. 37, 2-3, 81-122.

- LEWIS, J.F., DRAPER, G., PROENZA, J., ESPAILLAT, J., JIMÉNEZ, J. (2006).** Ophiolite-Related Ultramafic Rocks (Serpentinites) in the Caribbean Region: A Review of their Occurrence, Composition, Origin, Emplacement and Ni-Laterite Soil Formation. *Geologica Acta* 4, 237-263.
- LLINÁS, R.A. (1972).** Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, República Dominicana. Tesis Doctoral. México City, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 83 p
- MANN, P. (1999).** Caribbean Sedimentary Basins. Classification and Tectonic Setting from Jurassic to Present. In: *Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World* (Mann, P. Ed.), 3-31.
- MANN P., DRAPER G., LEWIS J.F. (1991a):** Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. *Geological Society of America Special Paper* 262, 325 pp.
- MANN P., DRAPER G., LEWIS, J.F. (1991b):** An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann P., Draper G. y Lewis J.F., Eds.). *Geological Society of America Special Paper* 262, 1-28.
- MANN, P., MCLAUGHLIN, P.P., COOPER, C. (1991c).** Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F., Eds.). *Geological Society of America Special Paper* 262, 367-390.
- MANN P., TAYLOR F.W., EDWARDS R.L., KU T.L. (1995).** Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults. An example from the northeastern Caribbean plate margin. *Tectonophysics* 246, 1-69.
- MANN P., PRENTICE C.S., BURR G., PENA L.R., TAYLOR F.W. (1998).** Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. In: *Active strike-slip and collisional tectonics of the Northern Caribbean plate boundary zone* (Dolan J.F. and Mann P. Eds.) *Geological Society of America Special Paper* 326, 63-124.
- MANN, P., MCLAUGHLIN, P., VAN DEN BOLD, W.A., LAWRENCE, S.R., LAMAR, M.E. (1999).** Tectonic and Eustatic Controls on Neogene Evaporitic and Siliciclastic Deposition in the Enriquillo Basin, Dominican Republic. In: *Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World* (Mann, P. Ed., Series Editor: K.J. Hsü) 4, 3-31

- MANN, P., CALAIS, E., RUEGG, J-C., DEMETS, C., JANSMA, P., MATTIOLI, G. (2002).** Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations. *Tectonics* 21 (6), 1-26.
- MANN, P., PRENTICE, C., KING, W., DEMETS, C., WIGGINS-GRANDISON, M., BENFORD, B. (2008).** Late Quaternary Activity and Seismogenic Potential of the Gonave Microplate: Plantain Garden Strike-Slip Fault Zone of Eastern Jamaica. American Geophysical Union, Fall Meeting 2008, abstract #T11B-1869.
- MAUFFRET A., LEROY S. 1997.** Seismic stratigraphy and structure of the Caribbean igneous province. *Tectonophysics* 283, p. 61-104.
- MAURRASSE, F.J.M. (1981).** New data on the stratigraphy of the southern peninsula of Haiti. En : *Transactions du 1er colloque sur la géologie d'Haiti* (Maurrasse, F.J.M. Ed.). Ministère des Mines et des Ressources Énergétiques Port-au-Prince, Port-au-Prince, Haiti. 184-198.
- MAURRASSE, F.J. M., G., HUSLER, J., GEORGES, G., SCHMITT, R., DAMOND, P. (1979).** Upraised Caribbean sea-floor below acoustic reflector B" and the Southern Peninsula of Haiti. *Geologie en Mijnbouw* 8, 71-83
- MCLAUGHLIN, P.P., VAN DEN BOLD, W.A., MANN, P. (1991).** Geology of the Azua and Enriquillo basins. Dominican Republic; 1, Neogene lithofacies, biostratigraphy, biofacies, and paleogeography. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola* (Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. Eds.). Geological Society of America Special Paper 262, 337-366.
- MONTGOMERY, H., PESSAGNO, E.A., LEWIS, J.F., SCHELLEKENS, J. (1994).** Paleogeography of Jurassic fragments in the Caribbean. *Tectonics* 13, 725-732.
- NAGLE, F. (1974).** Blueschist, eclogite, paired metamorphic belts, and the early tectonic history of Hispaniola. *Geological Society American Bulletin* 85, 1461-1466.
- NAGLE F. (1979).** Geology of the Puerto Plata area, Dominican Republic. Hispaniola: tectonic focal point of the Northern Caribbean. Three geologic studies in the Dominican Republic (Lidz, B., Nagle, F., Eds.). Miami Geological Society, 1-28.
- PALMER, H.C. (1979).** Geology of the Monción-Jarabacoa area, Dominican Republic. In: *Tectonic focal point of the north Caribbean, Hispaniola* (Lidz, B., Nagle, F. Eds.), Miami Geological Society, 29-68.
- PEREZ VALERA F., ABAD, M. (2010).** Informe estratigráfico y sedimentológico. Programa SYSMIN II, Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Consorcio IGME-BRGM-INYPSA. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

- PINDELL, J.L. (1994).** Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. In: Caribbean Geology: an introduction. University of the West Indies (Donovan, S.K., Jackson, T.A. Eds.). Publishers Association, University of the West Indies Press, Kingston, Jamaica, 13-39.
- PINDELL J.L., BARRET S.F. (1990).** Geologic of the Caribbean region; A plate- tectonic perspective. In: The Geology of North America: The Caribbean region (Dengo, G. y Case, J.E. Eds.), Geological Society of America, Vol. H., Boulder, Colorado, 405-432.
- PINDELL J.L., DRAPER G. (1991).** Stratigraphy and geological history of the Puerto Plata area, northern Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola (Mann P., Draper G., Lewis J.F. Eds.), Geological Society of America Special Paper 262, 97-114.
- PINDELL, J. L., L. KENNAN, (2006).** Mexico and Gulf of Mexico, Exploration Framework Atlas Volume 4. Tectonic Analysis Ltd., non-exclusive report and GIS database.
- PINDELL, J.L., KENNAN, L. (2009).** Tectonic evolution of the Gulf of Mexico, Caribbean and northern and northern South America in the mantle reference frame: an update. In: The geology and evolution of the region between North and South America (James, K., Lorente, M.A., Pindell, J. Eds.). Geological Society of London, Special Publication, 1-60.
- PINDELL, J., L. KENNAN, K. P. STANEK, W.V. MARESCH, AND G. DRAPER, (2006).** Foundations of Gulf of Mexico and Caribbean evolution: eight controversies resolved: *Geologica Acta* 4, 303-341.
- PRENTICE, C.S., MANN, P., PEA, L.R., BURR, G. (2002).** Slip rate and earthquake recurrence along the central Septentrional fault, North American-Caribbean plate boundary, Dominican Republic, *J. Geophys. Res.* 108, 234-278.
- PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- REGUANT, J., ORTIZ, R. (2001).** Guía Estratigráfica Internacional –versión abreviada-. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 14, 3-4: 271-293.
- SEN, G., HICKEY-VARGAS, D.G., WAGGONER, F., MAURASSE, F. (1988).** Geochemistry of basalts from the Dumisseau Formation. Southern Haiti: Implications for the origin of the Caribbean Sea crust. *Earth Planetary Science Letters* 87, 423-437.

-
- SINTON, C.W., DUNCAN, R.A., STOREY, M., LEWIS, J., ESTRADA, J.J (1998).** An oceanic flood basalt province within the Caribbean plate. *Earth and Planetary Science Letters* 155, 221– 235.
- STEIN, G., ARDEVOL, LL., BOURDILLON, CH., BONNEMAISON, M., ESCUDER VIRUETE, J., LE GOFF, E., ESCUER, J., LOPERA, E., ANTÓN PACHECO, C., GARCÍA LOBÓN, J.L., MORTENSEN, J.K., ULLRICH,T., FRIEDMAN R. (2004).** Mapa Geológico de la República Dominicana a E. 1:50.000, Restauración (5873- I). Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 168 pp.
- TAYLOR, F.W., MANN, P., VALASTRO, S., BURKE, K. (1985).** Stratigraphy and radiocarbon chronology of a subaerially exposed Holocene coral reef, Dominican Republic. *Journal of Geology* 93, 311-332
- VAN DEN BERGHE, B. (1983).** Evolution sedimentaire et structurale depuis le Paleocene de secteur “Massif de la Selle-Barouco-Nord de la Ride de Beata” dans l’orogene nor Caraibe (Hispaniola Grandes Antilles). These de doctorat, Universidad Marie y Pierre Curie, Paris, 205 pp.
- WHITE, R.V., TARNEY, J., KERR, A.C., SAUNDERS, A.D., KEMPTON, P.D., PRINGLE, M.S., KLAVER, G.T. (1999).** Modification of an oceanic plateau, Aruba, Dutch Caribbean: Implications for the generation of continental crust. *Lithos*, 46, 43-68
- ZACHOS, J., PAGANI, M., SLOAN, L., THOMAS, E., BILLUPS, K. (2001).** Trenes, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science* 292, 686-693.