SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

MAPA GEOLÓGICO

DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

ESCALA 1:50.000

BOCA CACHÓN

(5871-IV)

Santo Domingo,R.D., Julio 2002/Octubre 2004

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto L, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN de desarrollo geológico-minero (Proyecto nº 7 ACP DO 024). Ha sido realizada en el periodo 2002-2004 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. Yves Deschamps (BRGM)

- Ing. Luis Fondeur (GEOFITEC)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Yves Deschamps (BRGM)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Ing. Lluis Ardévol Oró (GEOPREP)

MICROPALEONTOLOGÍA

- Dra. Monique Bonnemaison (Estudios nanofósiles)

- Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA)

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

- Dra. Catherine Lerouge (BRGM)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr. Yves Deschamps (BRGM)

GEOMORFOLOGÍA

- Ing. Joan Escuer (GEOCONSULTORES TÉCNICOS Y AMBIENTALES)

GEOLOGÍA ECONÓMICA

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

TELEDETECCIÓN

- Ingra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. Jose Luis García Lobón (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Ing. Eusebio Lopera Caballero (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Ing. Francisco Javier Montes. Director de la Unidad Técnica de Gestión (AURENSA) del Programa 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 TËCNICA POR PARTE DEL SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

- Juan José Rodríguez
- Santiago Muñoz
- María Calzadilla
- 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
- Mapa 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 de Villarpando (5971) y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de Villarpando (5971) y Memoria adjunta

Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta;

Y los siguientes Informes Complementarios:

- Informe Sedimentológico del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste)

- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste).

- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto L (Zonas Este y Suroeste)

- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb (Proyectos K y L)

- Informe de las dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar (Proyectos K y L)

- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados (Proyectos K y L).

RESUMEN

Desde el punto de vista fisiográfico, la Hoja de Boca Cachón se sitúa en el límite entre los relieves de alta elevación de la sierra de Neiba al norte y el dominio de la depresión del lago Enriquillo al sur. Es un área de clima semidesértico en el llano, que contrasta con las condiciones más húmedas y frescas en los altos de la sierra.

La estratigrafía de la sierra de Neiba consiste en una sucesión de calizas de plataforma de edad Eoceno medio - Mioceno inferior (Fm. Neiba y, en menor proporción, Fm. Sombrerito) que incluyen episodios de volcanismo básico interestratificado, elevada por fallas sobre los sedimentos del Pleistoceno y Cuaternario de la cuenca sedimentaria de Enriquillo. En dicha cuenca la sucesión comprende margas y calizas de ambiente restringido, calizas arrecifales y conglomerados del techo de la Fm. Jimaní, de edad Pleistoceno. En cuanto a las formaciones cuaternarias más recientes, aparte del arrecife holoceno que orla el lago, las de mayor relevancia son los sistemas de conos y abanicos aluviales desarrollados en la vertiente sur de los relieves de la sierra de Neiba y los depósitos eólicos y lacustres associados al margen del lago Enriquillo.

La estructura de la sierra de Neiba está dominada por pliegues escalonados E-O, con flancos abiertos y planos axiales subverticales o ligera vergencia sur, y una intensa fracturación en dirección NO-SE a E-O (responsable del fuerte relieve del frente de la sierra sobre la cuenca de Enriquillo), NE-SO y N-S, en parte singenética con aquellos, en parte sobreimpuesta que, en conjunto configuran un domo E-O de geometría anticlinorial, elevado más de 1000 m sobre la cuenca contigua de Enriquillo.

Los principales rasgos morfológicos de la Hoja están condicionado en gran medida por la actividad neotectónica, la estructura y la naturaleza litológica de los materiales que la conforman. En la sierra de Neiba, las fallas facilitan el encajamiento de numerosos segmentos de la red de drenaje. Por lo que respecta a la depresión, abundan los relieves estructurales, que se manifiestan como superficies horizontales (arrecife holoceno), o como capas y superficies suavemente plegadas en el caso del conjunto pliocuaternario. Las formas lacustres están bien representadas en los márgenes del lago Enriquillo y del *Etang Saumâtre* en el lado haitiano.

La red fluvial está constituida por arroyos y cañadas de carácter estacional, que pueden llegar a ser caudalosos y con rápidas y violentas crecidas en la época de lluvias. El lago Enriquillo representa la base de drenaje del flujo superficial y subterráneo de la Hoja. Los principales acuíferos por su extensión y permeabilidad se encuentran en los depósitos aluviales de gravas y arenas que rellenan la depresión del lago Enriquillo. Los aportes laterales desde la sierra de Neiba son importantes, a través de los depósitos gruesos de abanicos y conos aluviales, que trasvasan las aguas subterráneas de las calizas fracturadas y carstificadas (Fms. Neiba y Sombrerito) hacia los depósitos del valle. La falla mayor, que marca el límite entre los dos dominios, condiciona la aparición de manantiales perennes con caudales medios a elevados (Boca Cachón, Tierra Nueva). Este recurso permite el desarrollo de una agricultura regada por aguas subterráneas.

Por el momento no existe actividad minera. La investigación de hidrocarburos realizada en el valle de Enriquillo no ha revelado prospectos atractivos en la Hoja de Boca Cachón. Los recursos industriales potenciales son la extracción de caliza en la sierra de Neiba y de áridos (gravas, arenas) en los abanicos aluviales. Los lugares de interés geológico (L.I.G.) de la Hoja de Boca Cachón representán la historia gelógica de la región, desde el Paleogeno hasta el Cuaternario.

ABSTRACT

From the physiographic point of view, the Boca Cachón Sheet is located on the border between the high elevated relieves of the Neiba sierra to the North, and the domain of the Enriquillo Lake basin to the South. It's an area of semi-desertic climate on the plain, which contrasts with the more humid and fresh conditions in the sierra highlands.

The stratigraphy of the Neiba sierra consists of a succession of platform limestone from the mid Eocene-lower Miocene (Neiba formation and, in lesser proportion, Sombrerito formation) which include interstratified basic volcanic episodes, heightened by faults over the Pleistocene and Quaternary sediments of the Enriquillo sedimentary basin. The Enriquillo succession includes marls and limestones of restricted environment, reef limestone and conglomerates of the Pleistocene-dated roof of the Jimaní formation. As to the more recent quaternary formations, beside the Holocene reef that fringes the lake, the most relevant are the alluvial cones and fans developed on the southern slope of the Neiba sierra's relieves, and the aeolian and lacustrine deposits associated with the margin of the Enriquillo Lake.

The structure of the Neiba sierra is dominated by E-W "en échelon" folds, with open flanks and sub-vertical or lightly southwards verging axial planes, and an intense NW-SE to E-W (responsible for the strong relief of the front of the sierra overlooking the Enriquillo basin), NE-SW and N-S faulting system, partly syngenetic and partly over-imposed on the folds that, as a whole, conform an E-W dome of anticlinorium geometry, elevated more than 1000 m over the neighbouring Enriquillo basin.

The major morphologic features of the sheet are conditioned greatly by the neo-tectonic activity, the lithological structure, and by the nature of the materials forming it. At the Neiba sierra, the faults facilitate the fitting of numerous segments of the draining network. With regards to the depression, there are plenty structural relieves that manifest as horizontal surfaces (Holocene reef), or as layers and surfaces softly folded in the case of the plio-quaternary complex. Lacustrine formations are well represented in the margins of the Enriquillo Lake and of the *Etang Saumâtre* on the Haitian side.

The fluvial network is integrated by stationary creeks and streams, which can develop a great flow rate with rapid and violent floods during the rainy season. The Enriquillo Lake represents the draining base of the superficial and underground flow of the sheet. The major aquifers, for their extension and permeability, are found in the alluvial gravel and sandstone deposits filling the Enriquillo Lake basin. The lateral supplies from the Neiba sierra are important, through the thick deposits of alluvial fans and cones that transfer the underground waters of the fractured and karstic limestones (Neiba and Sombrerito formations) into the valley deposits. The major fault, which delimits the two domains, condition the appearance of perennial springs with medium to elevated flow rates (Boca Cachón,Tierra Nueva.) This resource allows the development of agriculture watered by underground waters.

At the time being, there is no mining activity. The hydrocarbons research conducted at the Enriquillo valley has not revealed any attractive prospects in the Boca Cachón Sheet. The potential industrial resources are the limestone extraction from the Neiba sierra and of raw materials (gravel, sandstone) from the alluvial fans. Places of geological interest (L.I.G.) in the Boca Cachón Sheet represent the geological history of the region, from the Paleogene to the Quaternary.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 13

1.1. Metodología 13

1.2. Situación geográfica, fisiografía y economía 16

1.3. Marco Geológico 21

1.4. Antecedentes 27

2. ESTRATIGRAFIA 30

2.1. Paleógeno 35

2.1.1. Generalidades 35

2.1.2. La Fm. Neiba de la Hoja de Boca Cachón 41

2.1.2.1. Fm. Neiba inferior (nov. nom.) (1) calizas masivas de aspecto clástico o brechoide, calizas con sílex y calizas en bancos. Eoceno inferior (P_2^1)..... 42

2.1.2.1.1. Calizas masivas de aspecto clástico o brechoide..... 44

2.1.2.1.2. Calizas con sílex 45

2.1.2.1.3. Calizas en bancos..... 46

2.1.2.2. Fm. Neiba superior (nov. nom) (3) calizas tableadas beige, calcarenitas, margocalizas. Eoceno Medio – Superior (P_2^{2-3})..... 48

2.1.3. Conjunto vulcanosedimentario básico de la Hoja de Boca Cachón (2). Coladas y brechas basálticas, brechas polimíctas, tobas básicas. Eoceno Medio (P_2^2) 50

2.1.4. Síntesis sobre las formaciones paleógenas 52

2.2. Neógeno - Pleistoceno 54

2.2.1. Mioceno 54

2.2.1.1. Generalidades 54

2.2.1.1.1. Brecha vulcanosedimentaria de composición básica. 55

2.2.1.1.2. Alternancia de margas, margocalizas (subordinadas) y calcarenitas laminadas y con "*ripples*", de tonos ocres. 56

2.2.1.1.3. Unidad de Cortadero (nom. nov.) 56
2.2.1.1.4. Fm. Sombrerito, Mb Barahona (nom. nov.). 57
2.2.1.2. La Fm. Sombrerito de la Hoja de Boca Cachón 57
2.2.1.2.1. Fm. Sombrerito : (4) Alternancias de calcarenitas, margocalizas y margas de tonos ocres, facies arrecifal con corales. Mioceno (N_1) 58
2.2.1.2.2. Fm. Sombrerito : (5) Volcanismo básico : lavas vesiculares, brechas, aglomerados y tobas Mioceno (N_1) 60
2.2.1.2.3. Fm. Sombrerito (Mb Barahona, nov. nom.) : (6) Calizas masivas mal estratificadas de tonos beige a rojizo, de aspecto brechoide o de carniola, calizas bioclásticas. Mioceno (N_1) 61
2.2.1.2.4. Conclusiones sobre la Fm. Sombrerito 63
2.2.2. Plioceno-Pleistoceno 64
2.2.2.1. Fm. Arroyo Seco o Fm. Jimaní ? (7) Conglomerados de tonos rojizos, groseramente estratificados, intercalaciones subordinadas de lutitas y limos arenosos. Plioceno superior a Pleistoceno (N_2^3-Q_{1-3}) 64
2.2.2.2. Fm. Jimaní (Pleistoceno) de la cuenca de Enriquillo 66
2.2.2.3. Fm. Jimaní (Pleistoceno) de la Hoja de Boca Cachón 68
2.2.2.3.1. Fm. Jimaní (8) Alternancias de margas verdes y lumaquelas de bivalvos y bancos de calizas y margocalizas de tonos beige con gasterópodos. Pleistoceno (Q_{1-3}) 69
2.2.2.3.2. Fm. Jimaní (9) Calizas y calcarenitas finas tableadas de tonos beige u ocre, niveles bioclásticos, lumaquelas, conglomerados; (10) arrecife de corales. Pleistoceno (Q_{1-3}) 70
2.2.2.3.3. Fm. Jimaní (11) Conglomerados gruesos con cantos calcáreos. Pleistoceno (Q_{1-3}) 71
2.3. Cuaternario (Pleistoceno superior.- Holoceno) 71
2.3.1. Cuaternario: depósitos litorales relacionados con la evolución del lago Enriquillo 72
2.3.1.1. Cuaternario: Arrecife subactual: (12) Arrecife de corales (biohermo); (13) corales retrabajados; (14) arenas finas fosilíferas de playa; (15) bioconstrucción de algas y serpulas. Holoceno (Q_4) 72
2.3.2. Cuaternario: depósitos asociados a la dinámica fluvial 75

2.3.2.1. Cuaternario: Abanicos aluviales y conos de deyección de la vertiente sur de la sierra de Neiba: conglomerados calcáreos variablemente cementados con intercalaciones de arenas y limos: (16) Abanicos aluviales y conos de deyección antiguos, Pleistoceno superior - Holoceno (Q_{3-4}); (17) Abanicos aluviales y conos de deyección recientes, Holoceno (Q_4); (18) Abanicos aluviales y conos de deyección indiferenciados, Pleistoceno superior - Holoceno (Q_{3-4}). 75

2.3.2.2. Cuaternario: (19) Terrazas: cantos, gravas, arenas y limos. Pleistoceno sup.- Holoceno (Q_{3-4}) 76

2.3.2.3. Cuaternario: (20) Depósitos aluviales-coluviales: limos marrones, arenas con cantos, y niveles de conglomerados. Holoceno (Q_4) 77

2.3.2.4. Cuaternario: (23) Fondo de valle: cantos, arenas y gravas. Holoceno (Q_4) – Actual..... 77

2.3.3. Cuaternario: depósitos derivados de la meteorización química..... 77

2.3.3.1. Cuaternario: (21) Depósitos de fondo de dolina: arcillas de descalcificación. Holoceno (Q_4) 77

2.3.4. Cuaternario: depósitos asociados a áreas lacustres y endorreicas 78

2.3.4.1. Cuaternario, relleno de zonas endorreicas: (22) Limos y arenas con cantos. Holoceno (Q_4) 78

2.3.4.2. Cuaternario, depósitos asociados a los márgenes del lago Enriquillo: (24) Depósitos eólicos costeros: arenas y limos; (25) Depósitos de playa lacustre: arenas y limos. Holoceno (Q_4) 78

3. TECTONICA..... 79

3.1. Introducción. Contexto Geodinámico 79

3.2. Marco geológico estructural de la zona de estudio 84

3.3. La estructura de la zona de estudio 86

3.3.1. Estructura de la sierra de Neiba..... 86

3.3.2. Estructura de la cuenca de Enriquillo 89

3.4. Modelo de evolución tectónica de la zona de estudio y edad de la deformación 90

4. GEOMORFOLOGÍA 99

4.1. Análisis geomorfológico 99

4.1.1. Estudio morfoestructural 99

4.1.1.1. Formas estructurales 100

4.1.2. Estudio del modelado 102

4.1.2.1. Formas gravitacionales 102

4.1.2.2. Formas fluviales 103

4.1.2.3. Formas eólicas 104

4.1.2.4. Formas lacustres y endorreicas 104

4.1.2.5. Formas marinas-litorales 105

4.1.2.6. Formas por meteorización química 105

4.1.2.7. Formas poligénicas 106

4.2. Evolución e historia geomorfológica 106

5. HISTORIA GEOLÓGICA 108

5.1. La meseta oceánica del Cretácico superior 110

5.2. La cuenca de aguas profundas paleógena 110

5.3. Deformación transpresiva, elevación de las sierras y creación de las cuencas neógenas 111

5.4. La evolución holocena 112

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA 113

6.1. Hidrogeología 113

6.1.1. Climatología e hidrología 113

6.1.2. Hidrogeología 114

6.2. Recursos minerales 120

6.2.1. Hidrocarburos 121

6.2.2. Rocas industriales y ornamentales 124

7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO 124

7.1. Relación de los L.I.G. 124

7.2. Descripción de los Lugares 125

7.2.1. LIG. Nº 1 - Afloramiento del arrecife Holoceno, carretera La Descubierta – Boca Cachón 125

7.2.2. LIG. Nº 2. Corte geológico y estructural de la Carretera Internacional 126

8. BIBLIOGRAFÍA 129

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, el Ministerio de Energía y Minas, a través del Servicio Geológico Nacional (DGM), se decidió a abordar a partir de finales de la década pasada, 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, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a AURENSA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), del denominado Proyecto L, cuyo desarrollo se ha producido simultáneamente al del Proyecto K, adjudicado al mismo consorcio.

Este Proyecto comprende, a su vez, dos zonas bien diferenciadas, denominadas Zona L-Este y L-Suroeste, que se localizan en prolongación hacia el este y el oeste, respectivamente, del Proyecto C, primer proyecto de estas características que fue ejecutado en el periodo 1997-2000. El Proyecto L incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 21 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000 (Fig 1):

Zona L-Este:

- Monte Plata (Antón Sánchez, 6272-I; Bayaguana, 6272-II; Monte Plata, 6272-III y Sabana Grande de Boyá, 6272-IV)

- El Seibo (Miches, 6372-I; El Seibo, 6372-II, Hato Mayor, 6372-III y El Valle, 6372-IV)

- Las Lisas (Rincón Chavón, 6472-II y Las Lisas, 6472-I)

Zona L-Suroeste

- Jimaní (La Descubierta, 5871-I; Duvergé, 5871-II; Jimaní, 5871-III y Boca Cachón, 5871-IV)
- Neiba (Villarpando, 5971-I; Vicente Noble, 5971-II; Neiba, 5971-III y Galván, 5971-IV)
- Barahona (Barahona, 5970-I y Las Salinas, 5970-IV)
- Azua (Barrero, 6070-IV)

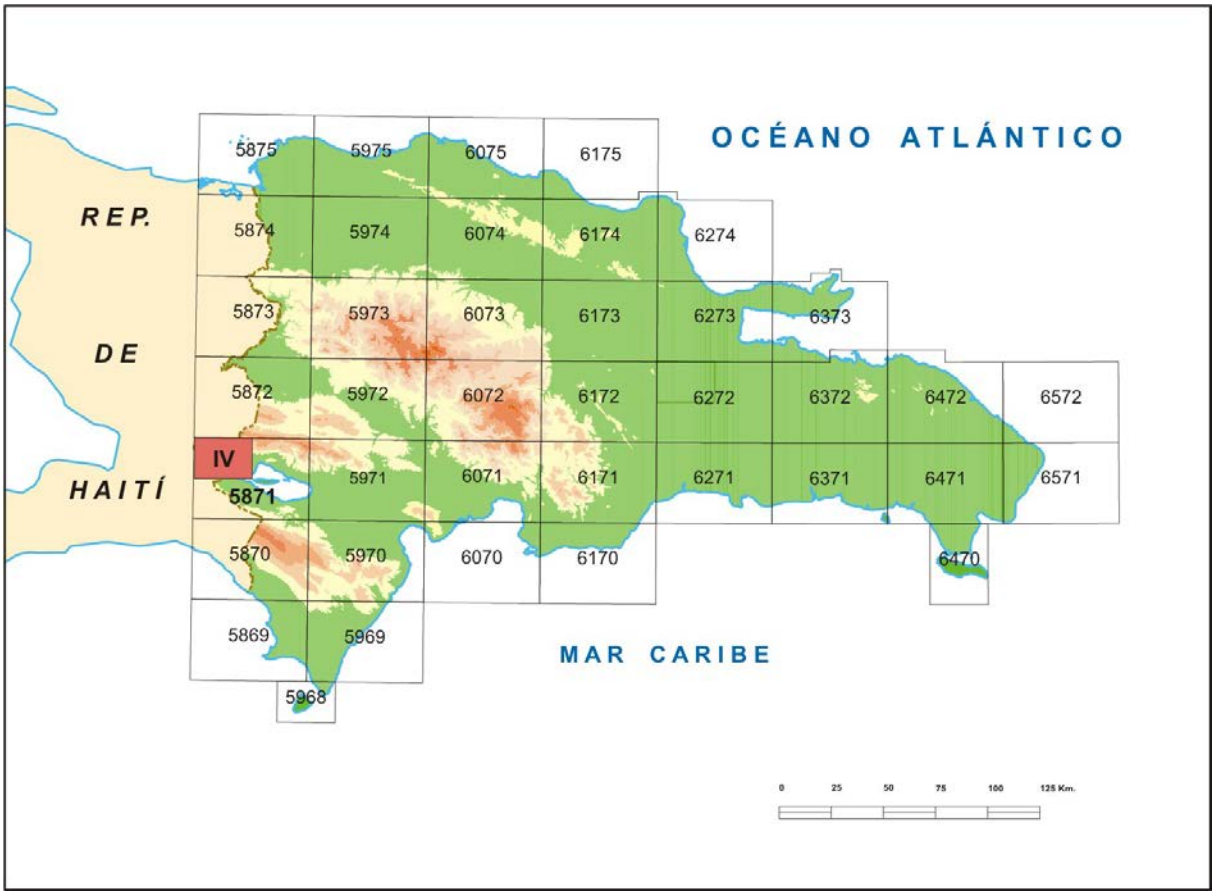


Fig 1- Mapa índice con ubicación de la Hoja 1:50.000 de Boca Cachón (5871-IV)

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 numerosas las alusiones a otras Hojas, en especial a las que integran los cuadrantes a escala 1:100.000 de Jimaní, Barahona y Azua.

Durante la confección de la Hoja a escala 1:50.000 de Boca Cachón se ha utilizado la información disponible, de procedencia muy diversa, principalmente publicaciones monográficas, pero también trabajos de investigación hidrogeológica o de exploración de hidrocarburos. La cartografía se ha realizado, principalmente, con el apoyo de las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) o, donde no existía cobertura de éstas, con las de escala 1:60.000 (1960), cedidas por el SGN. Los estudios fotogeológicos se han completado con la interpretación de las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. Para la identificación y seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes ha sido de gran utilidad el Mapa Aeromagnético de la Republica Dominicana (CGG 1997) (Fig. 2).

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 diseñó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos Susceptibles de Constituir Riesgos Geológicos del cuadrante correspondiente, a escala 1:100.000.

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 Geológico y Minero 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).

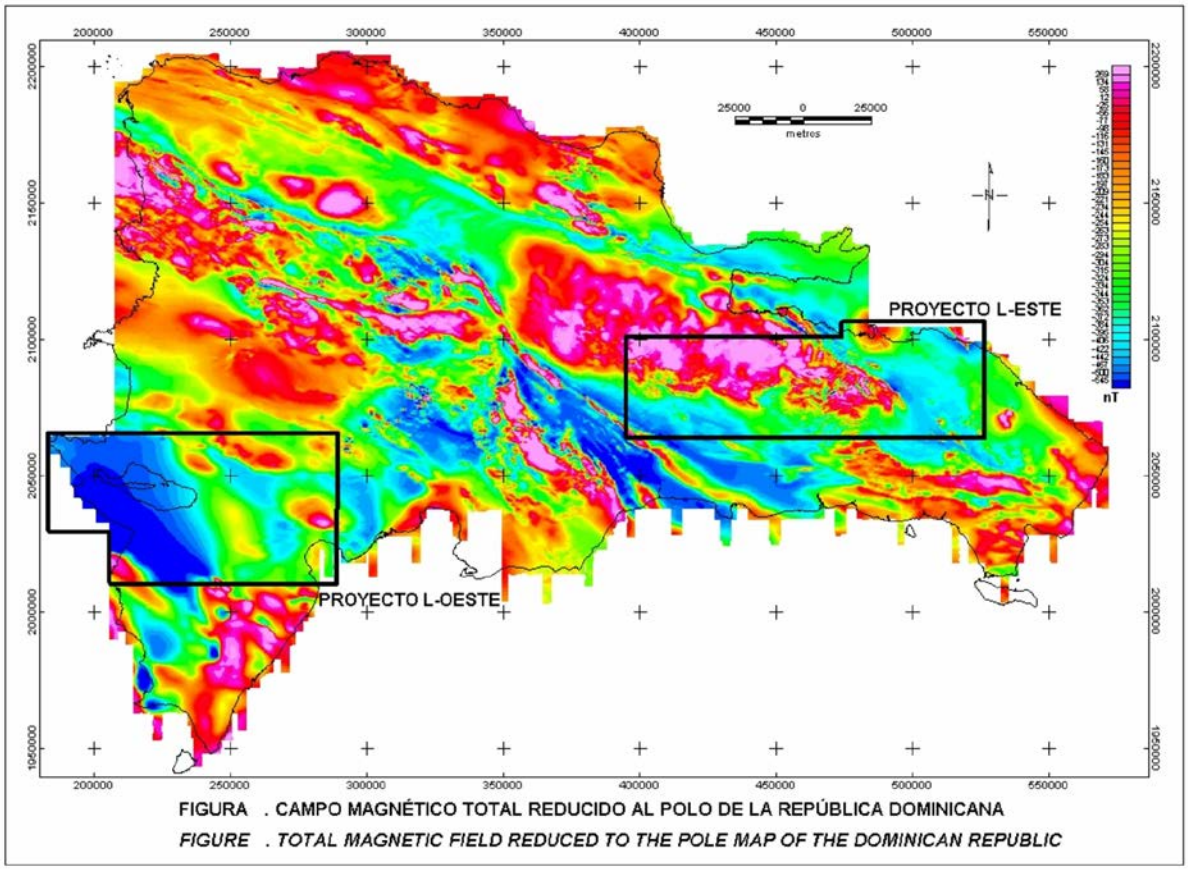


Fig. 2 – Mapa aeromagnético de la Rep. Dominicana con ubicación de las zonas de proyecto

1.2. Situación geográfica, fisiografía y economía

Desde el punto de vista fisiográfico, la Zona Suroeste del Proyecto L se caracteriza por la presencia de una llanura interna, el valle de Enriquillo o de Neiba, delimitada al norte y al sur y por relieves marginales de alta elevación, respectivamente las sierras de Neiba y de Bahoruco (Fig. 3). La sierra de Neiba está representada por sus dos terceras partes más meridionales, que incluyen los relieves principales, mientras que la sierra de Bahoruco está representada únicamente por su vertiente norte La zona cartografiada incluye también las estribaciones occidentales de la sierra de Martín García.

El elemento más característico del llano de Enriquillo es el lago de agua salada del que toma su nombre, que ocupa aproximadamente su mitad occidental. Al suroeste, hay otras lagunas saladas como la del Rincón. En ambos casos se trata de elementos clave en el esquema fisiográfico general del valle, en particular el lago Enriquillo, que representa la base de drenaje del flujo superficial y subterráneo de la región. El río más importante de la planicie

es el Yaque del Sur, que discurre por su extremo oriental. Este río llega desde el área del pueblo de Barranco, y se extiende en dirección suroeste, hasta el pueblo de Tamayo. Aguas abajo de Tamayo, la dirección del río cambia bruscamente hacia el suroeste y el este para cruzar el alto estructural de la laguna de Rincón-sierra de Martín García. Mas adelante su curso gira nuevamente hacia el suroeste, hasta llegar a las proximidades del pueblo de Cabral y de la laguna de Rincón, desde donde se enfila definitivamente hacia el este para desembocar en el mar Caribe. El resto de los cursos de agua de la zona de proyecto no alcanza la categoría del Yaque por tratarse, en general, de cursos estacionales, aunque algunos de ellos lleguen a ser caudalosos en la época de lluvias.

Desde el punto de vista administrativo, la zona de proyecto ocupa las provincias de Bahoruco, Independencia, Barahona y San Juan con una población total estimada en algo más de 300.000 habitantes, de los cuales aproximadamente el 40% vive en zonas rurales y el 60% en los principales municipios, entre los que destacan Barahona (77.000 habitantes), Neiba (47.000), Tamayo (22.000), Vicente Noble (21.000,) Galván (16.000), Cabral (16.000), Duvergé (15.000), Villa Jaragua (12.000), Jimaní (9.000), Fundación (9.000) Los Rios (8.000) La Descubierta (7.000) Las Salinas (7.000), Cristóbal (6.000) y Postrer Río (6.000) (datos de Acuater, 2000).

La tasa media de analfabetismo en la zona se estima en un 32%, mientras que la población activa apenas sobrepasa el 30%. La principal actividad productiva de la región es la agricultura y a gran distancia los servicios comunales y sociales, alguna industria manufacturera, la construcción, el comercio y el turismo. Los principales cultivos en la planicie son el plátano y la caña de azúcar, y en las lomas el café, guandules, habichuelas y productos hortícolas. Respecto al turismo, la actividad principal se centra en Barahona y en los primeros kilómetros costa al sur de esta localidad. El turismo ambiental, está en sus inicios, pese a que la región cuenta con grandes posibilidades de explotación de los Parques Naturales que existen en la zona de proyecto o sus proximidades: sierra de Neiba, La Descubierta-Isla Cabrito, Laguna de Rincón y sierra de Bahoruco.

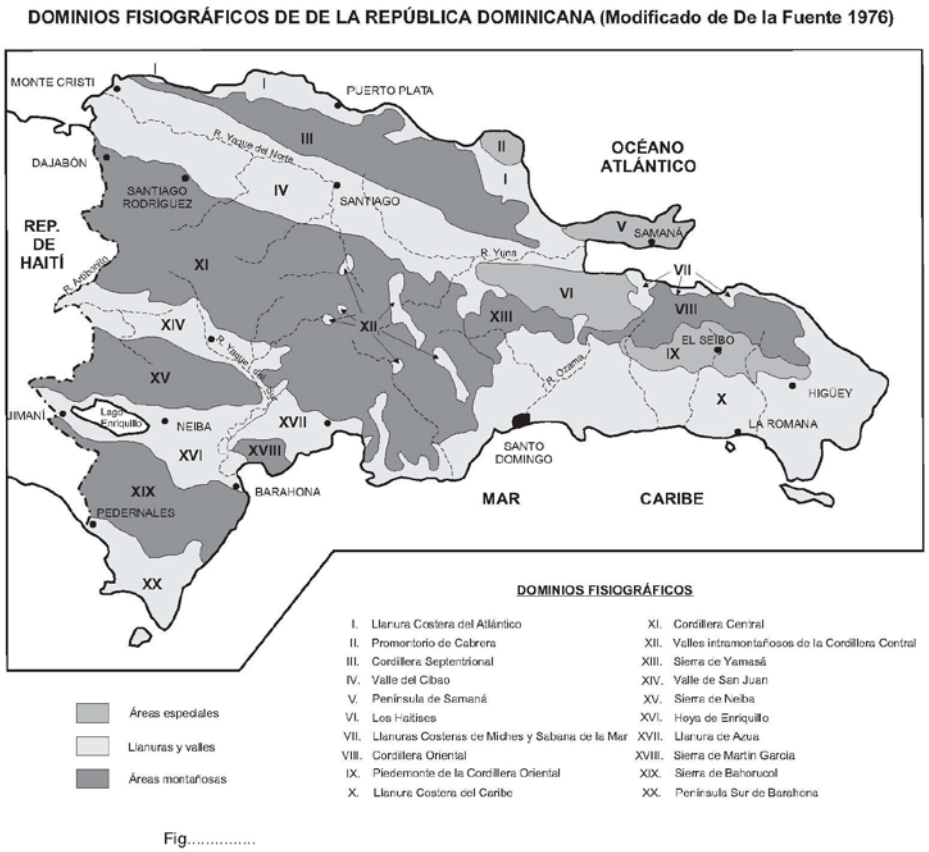


Fig. 3 – Dominios fisiográficos de la República Dominicana

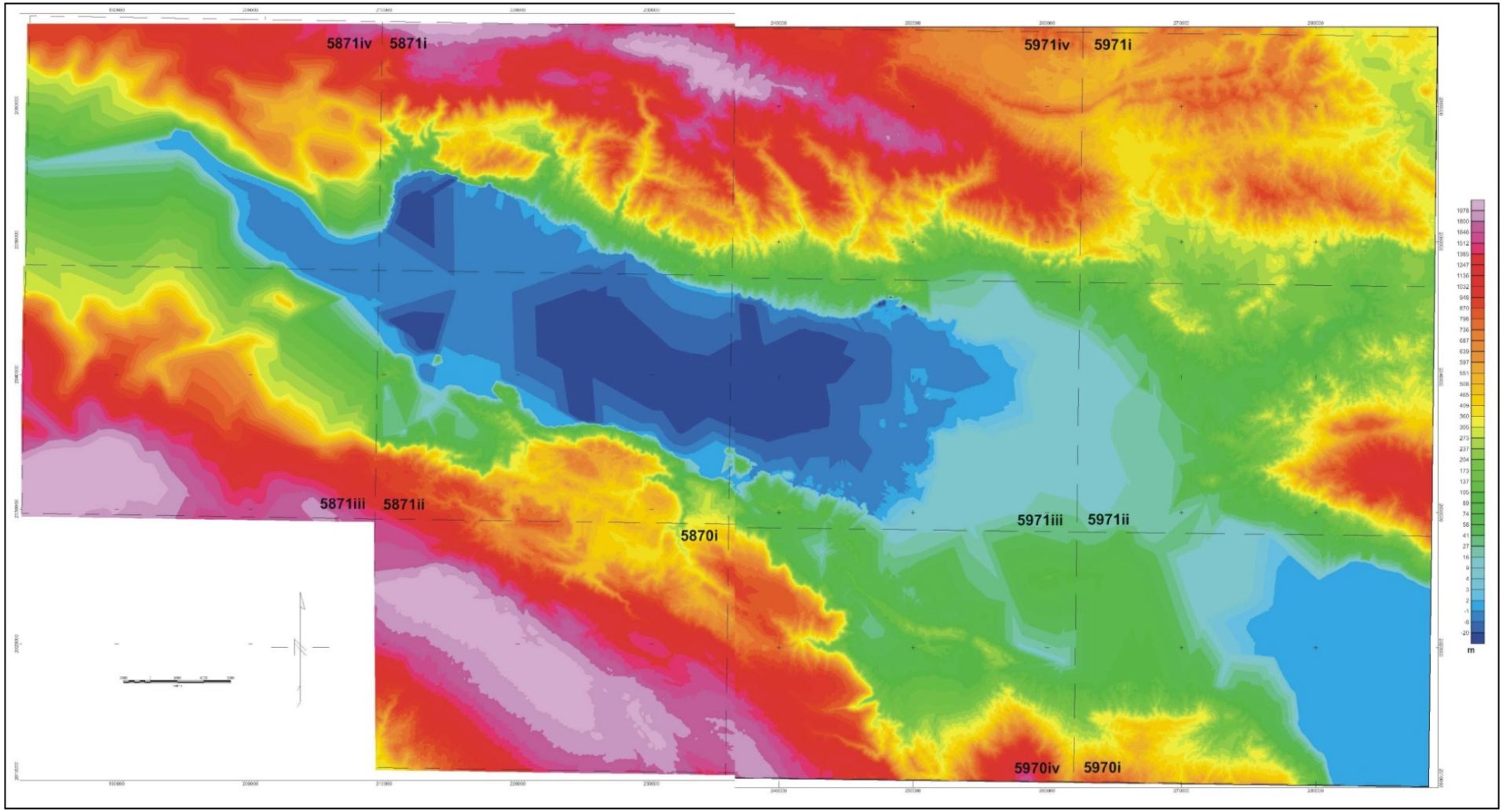


Fig. 4 – Modelo digital Zona L-SO

Perteneciente al cuadrante de Jimaní, la Hoja a escala 1:50.000 de Boca Cachón (5871-IV) se localiza a unos 210 km en línea recta al oeste de la capital Santo Domingo. Situada en el extremo N-O del proyecto L, zona SO, la Hoja de Boca Cachón es, conjuntamente con la Hoja vecina de Jimaní al sur, una de las dos Hojas fronterizas con Haiti. La principal vía de acceso es la carretera de Barahona que sigue la costa sur y conecta con la carretera periférica del Lago Enriquillo, desde donde puede accederse a Boca Cachón ya sea por el lado norte, via Neiba y La Descubierta, o por el lado sur, via Duvergé y Jimaní. Desde La Descubierta y Boca Cachón parten carreteras o pistas en buen estado que penetran en varios sectores de la Hoja (sector NE: Carretera Internacional hacia Los Pinos y Angel Félix, desde las proximidades de La Descubierta; sector sur : carretera de Jimaní desde Boca Cachón; sector oeste : pista de Tierra Nueva, Las Lajas y frontera haitiana desde Boca Cachón. Desde el pueblo de Los Pinos, una pista transitable en tiempo seco permite penetrar varios kilómetros hacia el O y el NO en la parte central de la Hoja (El Bahuco, puesto fronterizo de Granada). No hay otros accesos en vehiculo y la aproximación a los relieves de la zona fronteriza con Haiti se ha realizado a pie desde estas localidades.

La parte central y, sobre todo, NE de la Hoja de Boca Cachón coincide con los fuertes relieves de la sierra de Neiba, donde existen algunas áreas que superan los 1.500 m de altitud (Fig. 4). La cota más alta en la Hoja, de 1.950 m, se sitúa en su extremidad NE. En esta parte de la vertiente meridional de la sierra de Neiba, se observa hacia el sur desniveles del orden de 2000 m de cota, hasta enlazar con los 0 - 40 m.s.n.m. de la planicie del valle de Enriquillo, para distancias del orden de 15 km. Más al oeste, en la parte central de la Hoja (Boca Cachón, Tierra Nueva), los relieves señalados de la parte este de la Hoja pasan a un relieve de plataforma de alrededor de 1000 m de altitud, situado a nvel de la zona fronteriza con Haití al Norte. Los desniveles hacia el Sur, hasta la depresión NO-SE tomada por el camino Boca Cachón – Tierra Nueva – Las Lajas, situada en la zona vecina de la cota 0 m, se vuelven menos evidentes. Estos relieves siguen en su mayoría directrices NO-SE a E-O que vienen determinadas por la alineación de las sierras calcáreas de las formaciones terciarias (Eoceno – Mioceno) de Neiba y del Sombrerito.

En la parte SE de la Hoja, un bien marcado conjunto de relieves de colinas y llanuras semi-desérticas de gran eje NO-SE, situado a caballo en la frontera de República Dominicana con Haití corresponde a la zona de afloramiento de la serie margosa y carbonatada de Jimaní

(pleistoceno). Estos relieves sobrepasan los cien metros de altitud y separan la depresión del Lago Enriquillo al este (alrededor – 40 m) del *Etang Saumâtre* (Haití) al oeste.

La red fluvial está integrada por ríos, arroyos y cañadas de carácter estacional, que pueden llegar a ser muy caudalosos y con rápidas y violentas crecidas en la época de lluvias. El más importante es el Arroyo Penitente, que vierte en el lago Enriquillo, que ocupa una amplia extensión de la Hoja en su sector SE.

Según Acuater (2000) la precipitación promedio sobre el lago Enriquillo se aproxima a 600 mm/a, con un régimen de lluvias en general de tipo bimodal marcado por una época lluviosa en la primavera (meses de mayo y junio) y en verano-otoño (desde agosto hasta noviembre) y con sequía en el invierno y en julio. La temperatura media anual en el valle fluctúa entre 22 y 29°C, con una variación intra-anual entre 3 y 4°C, con máximas en Jimaní que superan los 40º. El período más caluroso corresponde a los meses de julio y agosto y el más fresco, a los meses de enero y febrero. La vertiente sur de la sierra de Neiba presenta una climatología más húmeda y fresca, capaz de soportar bosques, pero se halla desforestada debido a la actividad para producir carbón. La vegetación en el llano es de tipo desértico con arbustos espinosos y cactus.

1.3. Marco Geológico

En el Proyecto L-Zona Suroeste, intervienen cuatro domininios geológicos que prácticamente coinciden con los cuatro dominios fisiográficos descritos en el apartado anterior, es decir, la sierra de Neiba, al norte, la sierra de Bahoruco, al sur y la sierra de Martín García, al este; estas tres sierras rodean periféricamente a la depresión de Enriquillo que, por su génesis se la debe considerar con rango de cuenca (Fig. 5 y Fig. 6). Las características de estos dominios son las siguientes

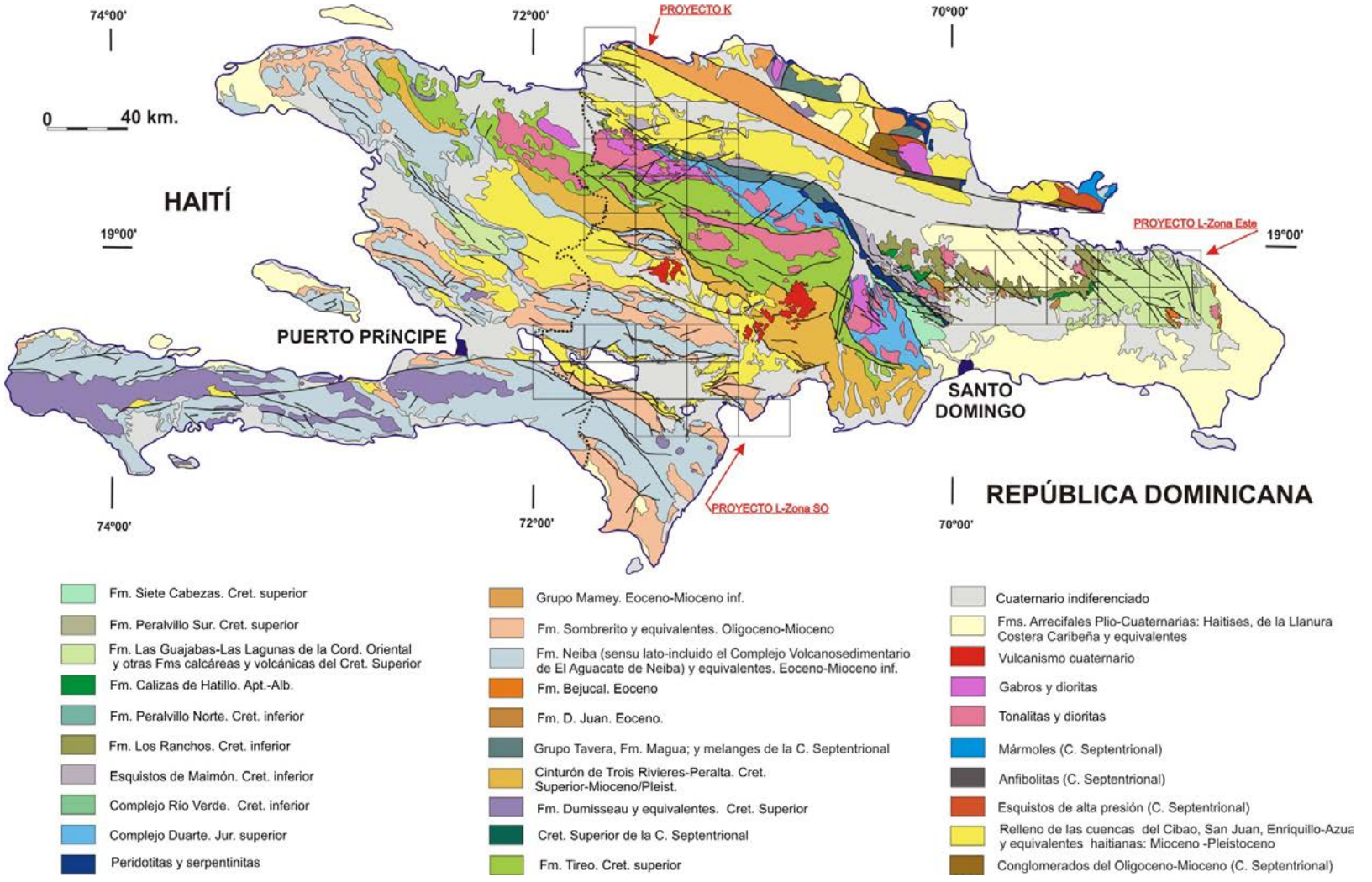


Fig. 5 - Esquema geológico de La Española con la ubicación de la zona de proyecto

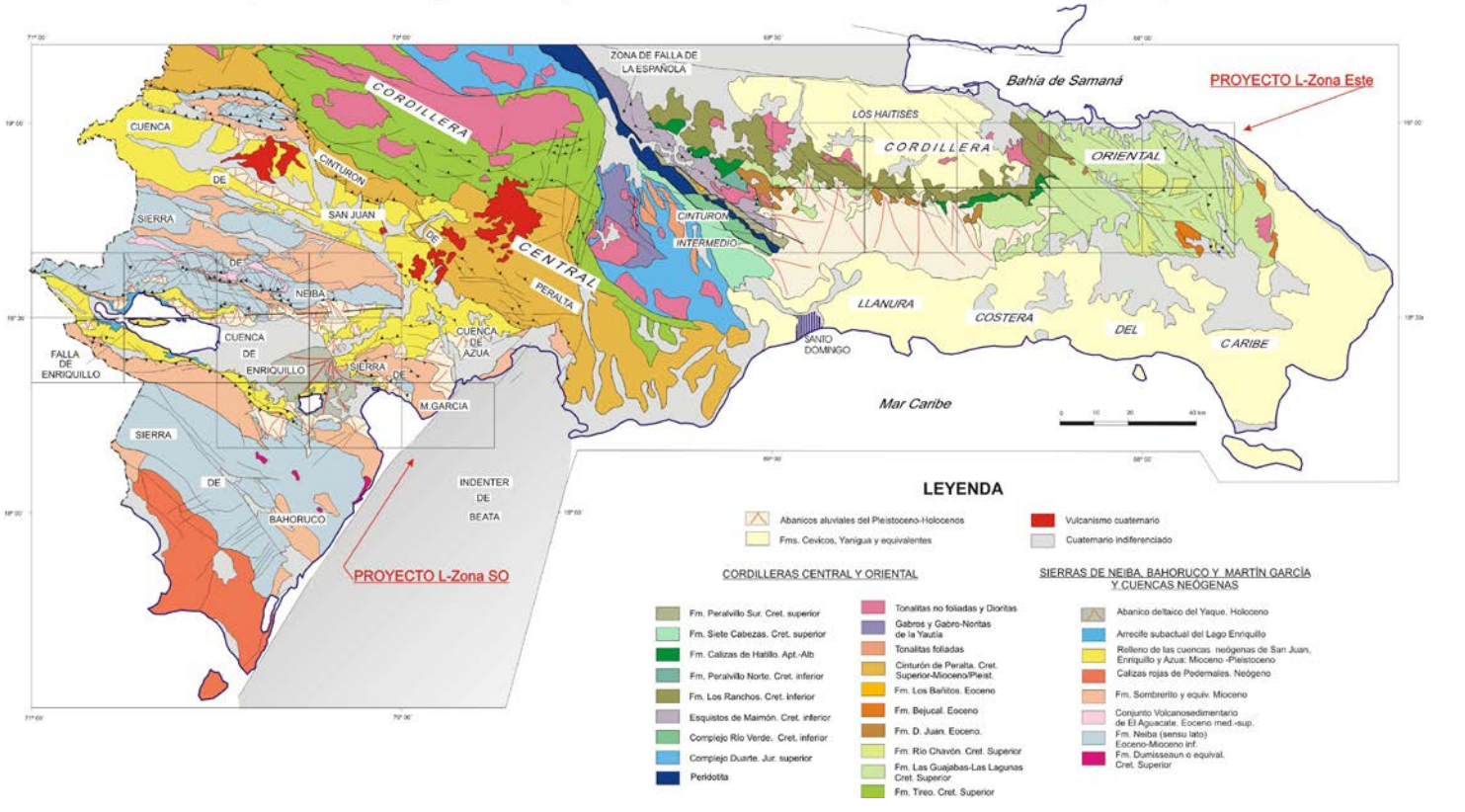


Fig. 6 - Esquema regional del sector meridional de la Repúbica Dominicana

La sierra de Neiba forma parte del denominado terreno de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba, unidad definida con poca precisión y que en su descripción original también incluye la cuenca de Enriquillo (Mann *et al.* 1991). Con directrices cambiantes de ONO-ESE a NO-SE o a E-O, determinadas por la sucesión, en relevo, de pliegues de gran radio y relativamente discontinuos en dirección, esta sierra está formada casi enteramente por litologías calcáreas de edad Eoceno-Mioceno inferior (Fm. Neiba y equivalentes) y, en menor proporción, por litologías margo-calcáreas de edad Mioceno (Fm. Sombrerito y equivalentes). Aunque en las descripciones bibliográficas (p.e. Mann *et al*. 1991) se cita la presencia de formaciones volcanosedimentarias que supuestamente ocuparían el núcleo de estos anticlinales, durante la realización de las Hojas de La Descubierta y la contigua de Galván (Hernaiz Huerta, 2004 a y b), se ha comprobado que estas se hallan intercaladas entre las formaciones calcáreas del Eoceno-Mioceno inferior. A excepción de una pequeña escama de caliza de edad Cretácico superior asociada a rocas volcánicas (Hoja de Galván), por el momento se siga desconociendo la naturaleza del sustrato o basamento de esta sierra.

El contacto de la sierra de Neiba con la cuenca de Enriquillo responde a una secuencia de cabalgamientos de relativo alto ángulo con vergencia sur, retocados o asociados a desgarres.

La denominación del terreno Hotte-Selle-Bahoruco (Mann *et al*. 1991) procede de los nombres de las tres sierras contiguas, las dos primeras en Haití y la segunda en la República Dominicana que, con directrices generales ONO-ESE se extienden de oeste a este por todo el sector meridional de La Española. La formación más representativa de este terreno es la Fm. Dumisseau (Maurrasse *et al*., 1979 a y b) del macizo de La Selle. 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 volcanogénicas, en la que las dataciones paleontológicas (Maurrasse *et al*., 1979 a y b) y radiogénicas (Sayeed *et al.,* 1978; van der Berghe, 1983, Bellon *et al.,* 1985), le atribuyen un intervalo de ocurrencia que va del Cretácico inferior a, principalmente, el Cretácico superior. En el macizo de la Hotte y en la sierra de Bahoruco hay formaciones basálticas equivalentes a la Fm. Dumisseau con edades del Maastrictiense-Paleoceno (Fm. Macaya), en el primer caso, y del Maastrichtiense, en el segundo. Las similitudes petrológicas y geoquímicas entre los basaltos de la Fm. Dumisseau y los basaltos perforados en el DSDP en el seno del Mar del Caribe (p.e. "horizonte B", de edad Coniaciense-Campaniense), no ofrecen ninguna

duda sobre la interpretación del *terreno* de Hotte-Selle-Bahoruco (Mann *et al*., 1991) como un fragmento emergido de la meseta o *plateau* oceánico del Caribe (Maurrasse *et al*., 1979 a y b; Sen *et al*., 1988; Girard *et al*. 1982). 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. Concretamente, en la sierra de Bahoruco, Llinás (1972 a y b) y la cartografía sintética de Mann *et al*. (1991) citan, por encima de la citada discordancia, la formacion Río Arriba del Cretácico terminal (más de 500 m de espesor) y sobre ella, primero, una serie de calizas pelágicas del Eoceno, asimilable en términos generales a la Fm. Neiba (1000-1500 m), y después, un conjunto también carbonatado de aspecto más masivo y con frecuentes facies someras que, por su atribución al Mioceno, se correlaciona con la Fm. Sombrerito.

De todas las formaciones mencionadas, las únicas con representación en la parte de la vertiente norte de la sierra de Bahoruco comprendida en la zona de proyecto, son las estratigráficamente más altas, es decir, las Fms. Neiba y Sombrerito, la última aflora en las mencionadas facies carbonatadas someras, que en este trabajo se agrupan bajo la denominación de “Mb (calizas de) Barahona” para distinguirlas de las facies margosas con intercalaciones calcareníticas características de esta formación en sectores más septentrionales. El contacto entre estas dos formaciones y, a su vez, entre el conjunto de la sierra y la cuenca de Enriquillo, viene marcado por un sistema de desgarres de dirección NO-SE a ONO-ESE que se sobre impone o coexiste con cabalgamientos de alto ángulo con vergencia norte.

Por correlación de los materiales paleógenos y neógenos (Fms. Neiba y Sombrerito), que la constituyen en su totalidad, la **sierra de Martín García** se ha adscrito al mismo dominio paleogeográfico que la sierra de Bahoruco (Cooper, 1983). Sin embargo, las observaciones realizadas en el presente trabajo más bien parecen indicar que, de acuerdo con su posición intermedia, en la sierra de Martín García estas formaciones comparten facies tanto de sus homólogas de la parte oriental de la sierra de Neiba, como de la vertiente norte de la sierra de Bahoruco. Otra cuestión es su conexión hacia el este con las pequeñas sierras calcáreas que orlan la bahía de Ocoa, en las que la Fm. Sombrerito presenta enteramente facies someras correlacionables con las de la sierra de Bahoruco: esta conexión se supone interrumpida por las fallas NNE-SSO asociadas al indenter de Beata.

En contraste con las sierras de Neiba y de Bahoruco cuyas direcciones generales son más homogéneas y similares entre sí, la sierra de Martín García presenta un peculiar cambio de dirección en planta, al girar sus directrices desde una posición más o menos NO-SE en su mitad oriental, a E-O o incluso NE-SO en su tercio occidental. Las cartografías previas de esta sierra indican que sus márgenes coinciden con fallas inversas de alto ángulo y vergencias opuestas, parcialmente retocadas o coincidentes con desgarres.

La cuenca de Enriquillo se extiende con una dirección ONO-ESE entre las sierras de Neiba y Bahoruco, desde la frontera con Haití hasta la bahía de Neiba al sur de la sierra de Martín García. El dominio se prolonga por el norte de esta sierra, ya con el nombre de cuenca de Azua hasta las inmediaciones de la bahía de Ocoa donde, con dimensiones muy reducidas, queda bruscamente interrumpida por las estribaciones más meridionales de la Cordillera Central. La cuenca de Azua le sirve, a su vez, de conexión con la de San Juan (muy parcialmente representada en la esquina NE de la zona de proyecto), de tal foma que las tres comparten buena parte de su evolución, si bien no exactamente dentro del mismo contexto tectónico: el relleno de la cuenca de San Juan está controlado, al menos en lo que refiere a su margen septentrional por el desarrollo del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Trois Rivieres-Peralta, adscrito a la vertiente meridional de la Cordillera Central, y del que forma su cuenca de antepaís, mientras que en la evolución de la cuenca de Enriquillo parece que hay una mayor intervención, si bien no exclusiva, de la tectónica de desgarres. En cualquier caso, ambas cuencas han sido definidas desde el punto de vista geométrico como "*ramp basin"s* (Mann *et al.* 1991).

Desde el punto de vista de los depósitos, las tres cuencas están rellenas por materiales del Mioceno al Cuaternario que, en conjunto, conforman una macrosecuencia somerizante de más de 4.000 de espesor, con ambientes marinos en la base y continentales a techo. La característica distintiva de la cuenca de Enriquillo respecto a las otras dos es la presencia, en un momento de su evolución, de ambientes restringidos, que producen formaciones evaporíticas de importante espesor.

1.4. Antecedentes

La zona de proyecto L-Suroeste ha sido extensamente investigada, en especial la cuenca de Enriquillo debido a su interés para la exploración de hidrocarburos. Las primeras exploraciones sistemáticas tuvieron lugar a principios del siglo pasado con motivo de

campañas petrolíferas y mineras, de las cuales derivan los trabajos de Vaughan et al. (1921), para el Servicio Geológico de Estados Unidos, y Dohm (1941), Bermúdez (1949), y otros, para la Dominican Seaboard Oil Company. Una recopilación de estos trabajos pioneros se puede consultar en Mann *et al*. (1991). El estudio de las perspectivas petrolíferas de las cuencas del sur del país continuó, a impulsos, durante las décadas siguientes, y en el caso de la cuenca de Enriquillo el mayor esfuerzo de exploración lo hizo la Canadian Oil Company Ld. a finales de los años 70 (1979). Durante la elaboración del presente trabajo no se ha podido tener acceso a los informes y documentos generados por esta compañía, si bien un resumen parcial de los mismos se ha podido consultar en la síntesis de Norconsult (1983). En la actualidad, la exploración de hidrocarburos continúa en la zona de forma puntual, concretamente en la Hoja de Boca Cachón, pero por su carácter confidencial no se ha podido acceder a estos datos de nueva adquisición.

Al margen de las investigaciones petrolíferas, se produce tras la década de los setenta un notable impulso de los conocimientos geológicos de la República Dominicana, con la elaboración de una serie de tesis doctorales o de licenciatura de carácter regional, entre las que , relacionadas con esta zona, cabe señalar las siguientes: Llinas (1972 a y b), una de las primeras tesis geológicas del país elaborada por un Ingeniero Geólogo dominicano, que estudia el margen norte de la sierra de Bahoruco y la zona adyacente de la cuenca de Enriquillo; Osiris de León (1983), también dominicano, que estudia las características geológicas e hidrogeológicas de la región SO de la República Dominicana; Mann (1983), centrada, en buena parte, en aspectos estructurales y estratigráficos de la cuenca de Enriquillo; Cooper (1983), que aborda la estratigrafía y tectónica de la sierra de Martín García; Breuner (1985), que hace lo mismo con la sierra de Neiba; Van der Berghe (1983), con estudios similares sobre las sierras de La Selle y Bahoruco; Mercier de Lepinay (1987), que desarrolla un estudio estratigráfico y estructural del conjunto de la isla a fin de establecer su interpretación geodinámica; o Heubeck (1988), esencial para la comprensión de las unidades paleógenas del extremo SE del Cinturón de Peralta.

A esta época también pertenecen las publicaciones de Bourgois *et al*. (1979) que presenta el primer corte de la sierra de Neiba; Biju-Duval *et al.* (1983), sobre aspectos estratigráficos y estructurales del *on-shore* y *off-shore* del sur de la República Dominicana.; o Mann et al. (1984) y Taylor *et al.* (1985) que hacen las primeras descripciones detalladas y dataciones del arrecife subactual que rodea el lago Enriquillo.

Ante la gran cantidad de trabajos existentes y la consiguiente proliferación de términos referentes a Formaciones, el Servicio Geológico Nacional realizó un intento de unificación de la nomenclatura mediante la elaboración del Léxico Estratigráfico Nacional, con uno de sus dos tomos dedicado a las formaciones del suroeste del país (1984).

Respecto a las cartografías geológicas de síntesis, existe la realizada por la Organización de Estados Americanos a escala 1:250.000 (Blesch, 1966), hay que añadir la elaborada a la misma escala, pero con un detalle y calidad superiores, por el Servicio Geológico Nacional y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991). Esta colaboración también condujo a la realización del mapa geológico a escala 1:100.000 del cuadrante de San Juan (García y Harms, 1988)

Junto con las anteriores, la cartografía de síntesis más notable de la isla es la que acompaña a la recopilación de artículos que integran el volumen especial (262) para la Sociedad Geológica de América de Mann *et al.* (1991a) y que supone una auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos acerca de La Española y por tanto, un documento básico para trabajos posteriores. Varios artículos relevantes se encuentran en el citado volumen especial (262) de la Sociedad Geológica de América: Dolan *et al.* (1991) presentan una síntesis sedimentológica, estratigráfica y tectónica del Eoceno-Mioceno de La Española y Puerto Rico; Heubeck y Mann (1991) se centran en la estructura y evolución tectónica de la terminación suroriental de la Cordillera Central; McLaughlin *et al.* (1991) describen la bioestratigráfía y paleogeografía de las cuencas de Azua y Enriquillo; y finalmente Mann *et al.* (1991c) proponen una interpretación estructural de las citadas cuencas.

Entre los trabajos más recientes con incidencia regional o local en la zona de estudio hay que citar el de Mann *et al.* (1995) que se apoya en datos de la cuenca de Enriquillo (entre otros) para proponer un modelo geodinámico de la región NE de la Placa del Caribe; el volumen especial 326 de la Sociedad Geológica Americana sobre el modelo tectónico y neotectónico del margen septentrional de la placa del Caribe (Dolan y Mann 1998); el de Mann *et al.* (2002) que incide en la misma cuestión a partir de la medida con GPS de desplazamientos de grandes fallas, entre ellas la de Enriquillo; de mayor relevancia es la publicación de Mann *et al.* (1999) por lo que supone de puesta al día del estado de conocimiento de la cuenca de Enriquillo a partir de datos anteriores y de una revisión de la geología del subsuelo utilizando la antigua sísmica de la Canadian Oil Company; también a

tener en cuenta, es el trabajo de Pubellier *et al.* (2000), sobre la evolución estructural del sector meridional de La Española con citas específicas a la zona de estudio y su entorno

Por último cabe mencionar los trabajos realizados en la zona o próxima a ella, dentro del mismo Programa SYSMÍN en el que se encuadra el presente proyecto: el de mayor importancia, por lo que de continuidad tiene con éste, es el Proyecto C de Cartografía Geotemática, realizado por el consorcio IGME-PROINTEC-INYPSA en el periodo 1997-2000; también de gran interés por su aplicación a los aspectos hidrogeológicos de la región, es el Estudio Hidrogeológico Nacional-Valle de Neiba (Acuater, 2000); y por su aportación al conocimiento de la principales explotaciones de la región, hay que citar el Estudio de los Depósitos de Yesos de Las Salinas (Prointec, 1999), y el Estudio sobre las Rocas Ornamentales de Samaná y Vicente Noble (Prointec, 1999).

2. ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía de la Hoja 1:50.000 de Boca Cachón está definida por una sucesión de materiales sedimentarios, fundamentalmente carbonatados y, de forma subordinada detríticos, en la que se intercalan episodios volcánicos básicos. Esta sucesión estratigráfica comprende la mayor parte del Cenozoico, más concretamente desde el Eoceno medio hasta el Cuaternario. Se pueden distinguir los siguientes conjuntos estratigráficos (Fig. 7):

- Paleógeno. Comprende series carbonatadas agrupadas bajo la denominación genérica de Fm. Neiba, de edad fundamentalmente paleógena (Eoceno – Mioceno). La sucesión estratigráfica establecida en la Hoja de Boca Cachón muestra la existencia de dos series carbonatadas superpuestas, separadas por un episodio volcánico y vulcanosedimentario de composición básica. Este apilamiento fue relacionado con la sucesión reconocida en continuidad cartográfica sobre la Hoja vecina de La Descubierta (Hernaiz Huerta, 2004b) : en efecto, en los sectores centrales de esta Hoja, una sucesión de materiales volcánicos de composición básica e intermedia denominada “Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate de Neiba” ha permitido en separar una Fm. Neiba infrayacente (Fm. Neiba inferior) de otra suprayacente (Fm. Neiba superior). Sin embargo, en otros sectores, la ausencia del marcador volcánico y las características litológicas muy particulares de la Fm. Neiba, muy brechificada, no pudieron permitir esta distinción estratigráfica y la Fm. Neiba ha sido cartografiada como único conjunto

indiferenciado (Fm. Neiba indiferenciada o brechoide) cuya correlación con las dos anteriores es dudosa.

- Mioceno. El Mioceno de la Hoja de Boca Cachón corresponde a la Fm. Sombrerito, representada por un término inferior a las facies características de esta formación (margas ocre y calcarenitas de facies arrecifales corresponden a depósitos de medio de plataforma interna a lagunar arrecifal), rematadas por calizas masivas someras, con frecuencia arrecifales, más típicas de la sierra de Bahoruco, que se describen bajo la nueva denominación de Mb (calizas de) Barahona. Los dos términos están separados por un episodio volcánico básico interestratificado.

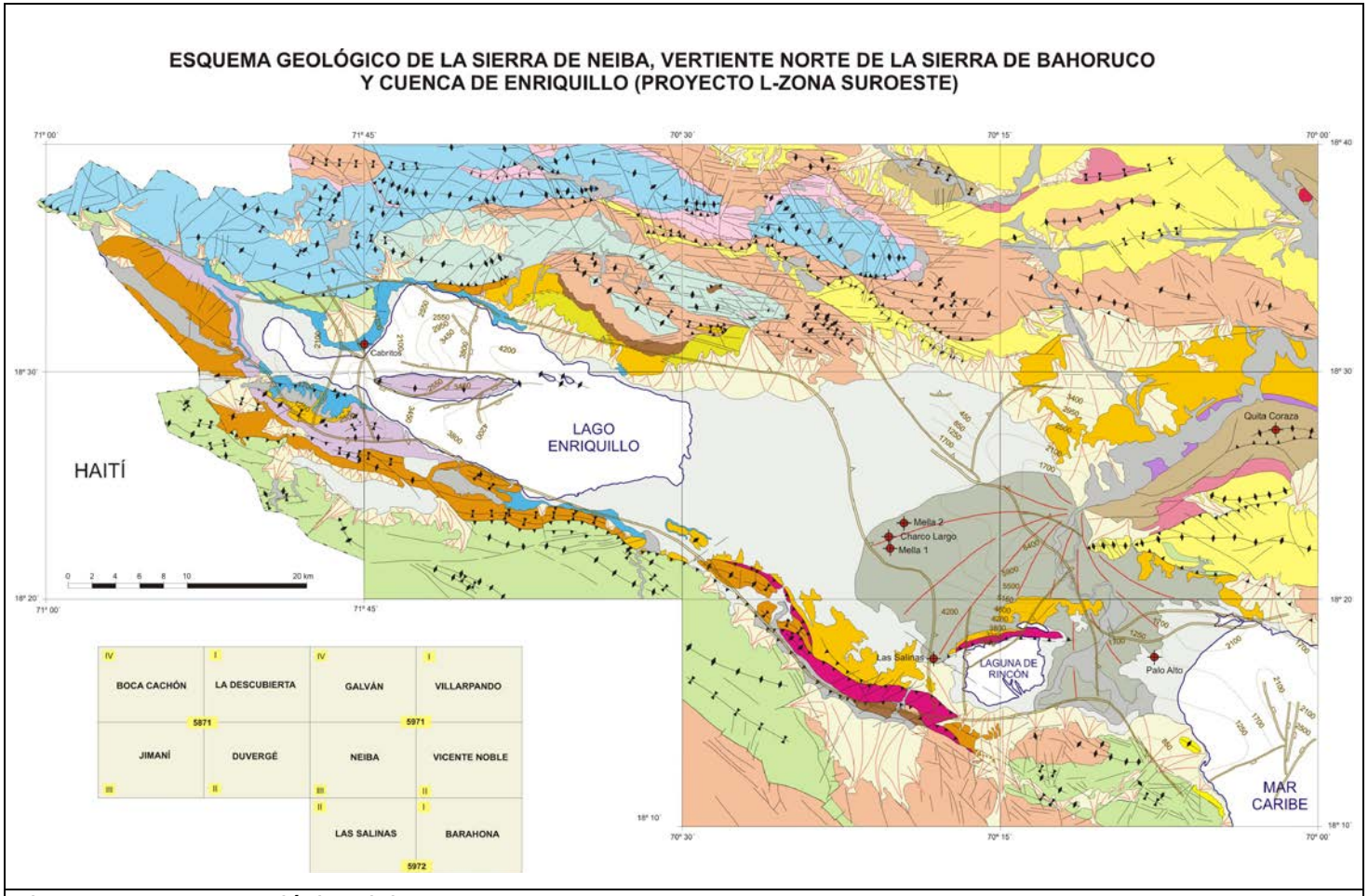


Fig. 7 - Esquema Geológico del Proyecto L- Zona SO

Fig. 8 - Leyenda del Esquema Geológico de la Zona L-SO

- Plioceno-Pleistoceno. En este conjunto estratigráfico se agrupan las formaciones neógenas y del Cuaternario basal que forman parte del relleno de la cuenca de Enriquillo. En la Hoja de Boca Cachón la secuencia aparece muy incompleta al estar exclusivamente representada en el afloramiento por sus términos superiores : términos medios a superiores de la Fm. Jimaní y afloramientos muy estrechos de conglomerados de tonos rojizos, reportados a la Fm. Jimaní o a la Fm. Arroyo Seco.

- Pleistoceno superior-Holoceno. En este conjunto se agrupan las formaciones cuaternarias más recientes relacionadas con la última creación de relieve. Algunas de ellas siguen relacionadas con la evolución de la cuenca de Enriquillo de la que conforman sus últimos depósitos; es el caso del arrecife subactual (Holoceno) que circunda el lago, y del sistema de conos de deyección y abanicos aluviales encajados que, procedentes de los relieves contiguos, lo rodean periféricamente. El resto tiene que ver con la dinámica fluvial y de escorrentía superficial, o lacustre.

En la mitad septentrional de la Hoja Boca de Cachón, que constituye la terminación occidental de los relieves de la sierra de Neiba, la distribución de los conjuntos paleógeno y mioceno está controlada por una estructura de grandes pliegues o flexuras anticlinales disimétricas con vergencia sur, en relevo, de amplitud plurikilométrica y ejes subhorizontales globalmente orientados E-O a ONO–ESE, alternando con los pasillos sinclinales, generalmente más estrechos, ajustados o fallados. La envoltura de estos pliegues dibuja globalmente una estructura anticlinorial mayor de alrededor de 9 km de ancho, cuyo eje, situado aproximadamente a nivel del pueblo de Los Pinos se prolonga hacia el Oeste en Haití y hacia el Este de la Hoja de La Descubierta. Las grandes estructuras anticlinales que la componen (del sur hacia el norte: eje mayor Martín Brunito – Cerro Colorado – Loma La Flecha – Cerros del Cao; eje Loma del Viento; eje Granada – Cerro de las Avispas) están ocupados por las formaciones de calizas del Paleógeno (Fm. Neiba) de las cuales, las más antiguas (calizas masivas de aspecto clástico o brechoide) afloran en sus núcleos, mientras que la más moderna (calizas en bancos, calizas con sílex) suele ocupar los flancos. Los diferentes términos carbonatados y el episodio volcánico básico reportado en la formación miocena Sombrerito aparecen en contacto anormal con la Fm. Neiba en la ladera sur de esta gran estructura anticlinorial; las margas y las margocalizas ocres de episodio arrecifal y las calizas masivas arrecifales superiores (Mb. Barahona) separadas por un episodio

volcánico básico de la Fm. Sombrerito constituyen, en efecto, en este lado sur, un estrecho colgajo monoclinal con buzamiento norte, cabalgado por el flanco sur de la gran estructura anticlinorial paleógena.

El dominio de la depresión del Lago Enriquello ocupa la parte meridional de la Hoja ; su límite norte, situado aproximadamente a nivel de la carretera Boca Cachón – Tierra Nueva – Las Lajas corresponde a una ruptura topográfica brutal de paso rectilíneo, orientado ONO-ESE, que marca un accidente mayor deducido de los cortes geológicos, enmascarado bajo los aluviones recientes y sellado por el arrecife coralino holoceno. Al sur y al sureste de esta estructura (zona de Gran Sabana, Tierra Prieta) aflora la Fm. pleistocena de Jimaní, con estructura tabular o debilmente ondulada, representa uno de los términos más elevados del relleno de la cuenta de Enriquillo. En cuanto a las formaciones cuaternarias más recientes, aparte del arrecife holoceno que orla el lago, las de mayor relevancia son los sistemas de conos y abanicos aluviales que se instalan o instalaban a la salida de los principales ríos y arroyos sobre la vertiente sur de los relieves de la sierra de Neiba y los sedimentos recientes a subactuales asociados a la orilla del lago Enriquillo, en el ángulo SE de la Hoja.

2.1. Paleógeno

2.1.1. Generalidades

Las primeras referencias a la Fm. Neiba (en sentido amplio) se remontan a los trabajos pioneros de Vaughan (1921) para el Servicio Geológico de los EEUU a quien se le debe la definición de la Fm. Plaisance en dominios equivalentes a la sierra de Neiba en Haití. A partir de esta primera denominación, dos décadas después, el equipo de la Dominican Seaboard Oil Company (especialmente Dohm, 1941, 1942; Arick 1940 a y b; Wallace 1947, recopilados en Bermúdez 1949) establece para el Pelógeno de la sierra de Neiba y de Bahoruco una estratigrafía integrada por las Fms. calcáreas Plaisance, en la base, Neiba, y, a techo, Sombrerito, esta última considerada de edad Oligoceno hasta fechas recientes.

Los autores que trabajaron durante las décadas de los 70 y 80 en ambos dominios e incluso en la exploración de hidrocarburos de la cuenca de Enriquillo, han mantenido esta estratigrafía, con diversas modificaciones y precisiones de edades (Llinás 1972 a y b; Bourgois *et al*. 1979; Breuner 1985; Canadian Oil Company 1979; Norconsult, 1983). No obstante en las publicaciones de síntesis más recientes se observa una tendencia a emplear

la denominación Neiba en sentido amplio para nombrar estas formaciones, lo que sin duda es consecuencia de los problemas de correlación entre ambas sierras (García y Harms 1988; Mann *et al* 1991).

Por considerar que en las mencionadas definiciones estratigráficas de las Fms. Plaisance y Neiba no se citan sus relaciones con la serie volcánica de El Aguacate (equivalente) y ante la imposibilidad de visitar durante el desarrollo de este trabajo las series tipo de, por ejemplo, la Fm. Plaisance, se ha decidido no reproducir exactamente este modelo estratigráfico y se ha optado por denominaciones más generales que atienden a la posición de la formación respecto a esta serie volcánica (Neiba inferior o superior) o, en ausencia de esta, de su aspecto litológico más llamativo en campo (Neiba brechoide). No obstante, en todas los casos se indican las posibles correlaciones con las denominaciones tradicionales (Ver Fig. 9).

La Fm. Neiba no es exclusiva de estos dominios ya que también aflora en el extremo occidental del Cinturón de Peralta, en posición frontal, cabalgando hacia el sur sobre la cuenca de San Juan. En este cinturón, la Fm. Neiba coincide en edad, al menos en parte, con la Fm. Jura, bien datada como Eoceno medio, circunstancia que ha sido aprovechada por algunos autores para proponer, pese a su desconexión cartográfica, la posible correlación entre ambas formaciones (Díaz de Neira, 2000 a y b; Hernaiz Huerta, 2000). Por otra parte, en el informe de la cartografía geológica de cuadrante 1:100.000 de San Juan, García y Harms 1988 señalan diferencias en la edad de la Fm. Neiba, dependiendo de su adscripción al cinturón de Peralta, donde le dan un rango de edad entre el Paleoceno y el Oligoceno, o al dominio de la sierra de Neiba, donde sería más moderna con un rango entre el Eoceno medio y el Mioceno inferior. Las dataciones realizadas en las Hojas de Bánica y Arroyo Limón pertenecientes al Proyecto K de cartografía geológica, sin embargo asignan esta formación al Eoceno, más concretamente al Eoceno medio-superior (Sanz y Soler, 2004; Bernárdez y Soler, 2004).

En cuanto al Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate, su nueva denominación surge de la necesidad de dar entidad a una serie compleja de litologías volcánicas y sedimentarias que, con una continuidad cartográfica mucho mayor que la hasta ahora citada, ha servido a su vez de referencia para definir la estratigrafía de la Fm. Neiba. La cartografía de las Hojas de Galván y La Descubierta (Hernaiz Huerta, 2004 a y b) ha puesto de manifiesto la

conexión de la mayoría de afloramientos de materiales volcánicos previamente reseñados en la sierra (Bourgois *et al*. 1979; Breuner, 1985; García y Harms, 1988); o su atribución al mismo intervalo estratigráfico. Al mismo tiempo, se ha podido constatar el acuñamiento y presencia esporádica hacia el sur de este conjunto, lo que unido a unas particulares condiciones de afloramiento de la Fm. Neiba ha impedido mantener la mencionada separación de Neiba inferior y Neiba superior, y en su lugar se ha establecido un conjunto carbonatado indiferenciado con un aspecto brechoide característico, pero de origen incierto, cuya correlación con estas formaciones no se ha podido realizar con precisión. Entre las citas previas a este conjunto cabe destacar la datación absoluta del mismo en la localidad de El Aguacate por el método K/Ar en 52.7 Ma. Una nueva datación absoluta por el método U/Pb, realizada en el transcurso de este trabajo en una muestra de coladas andesíticas de la Hoja de La Descubierta ha dado una edad de 51,7 $\pm$ 0,5 Ma, que confirma la anterior (Hernaiz Huerta, 2004b). Estas edades coherentes colocan el volcanismo en el Eoceno inferior (Ypresiano).

Resumen de las principales características de las series paleógenas:

- Fm. Neiba inferior (nom. nov.) : esta serie carbonatada de 1000 a 1500 m de espesor mínimo está constituida por una serie monótona de calizas en bancos de nódulos de sílex en cantidad variable, depositadas en ambiente cuenca de rampa o de plataforma de baja energía. Los metros superiores de la serie coinciden con una importante somerización (macroforaminíferos, restos de corales y algas). Las dataciones paleontológicas, con foraminíferos, son poco precisas (probable Eoceno o Eoceno medio-superior). La datación del Luteciano en una muestra de la base del Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate en la Hoja de Galván obliga a considerar como edad más probable de la Fm. Neiba inferior, el Eoceno inferior-medio.

<table>
<tr><th>VAUGHAN Y OTROS (1921)</th><th>DOHM (1941)</th><th colspan="2">BERMÚDEZ(1949)</th><th colspan="2">LLINÁS (1972</th><th colspan="2">VAN DEN BOLD (1975)</th><th colspan="2">COOPER (1983)</th><th>BREUNER (1985)</th><th colspan="3">McLAUGLIN ET AL. (1991)</th><th colspan="4">PROYECTO L-ZONA SO SYSMÍN 2004</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Caliza costera</td><td rowspan="2">Fm. Jimaní</td><td colspan="2" rowspan="2">Fm. Jimaní</td><td colspan="2" rowspan="2">Fm. Jimaní</td><td colspan="2" rowspan="2">Fm. Jimaní</td><td rowspan="4">Mb. Loma de Yeso</td><td rowspan="6">Fm. Arroyo Blanco</td><td rowspan="8">Fm. Ayo. Seco</td><td>Fm.Ayo. Seco</td><td>Fm. Vía</td><td rowspan="2">Fm. Jimaní</td><td colspan="4">Fm. Jimaní. Unidad superior</td></tr>
<tr><td colspan="3">Fm. Jimaní. Unidad inferior</td><td rowspan="2">Fm. Ayo. Seco</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Fm. Cerros de Sal</td><td>Fm. Las Salinas</td><td colspan="2">Fm. Las Salinas</td><td rowspan="3">Fm. Ayo. Blanco</td><td>Fm. Las Salinas</td><td colspan="2">Fm. Las Salinas</td><td colspan="2">Fm. Las Salinas</td><td rowspan="3">Fm. Ayo. Blanco</td><td colspan="3" rowspan="2">Fm. Ayo. Blanco (+ Las Salinas)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fm. Bermesí</td><td rowspan="3">Fm. Angostura</td><td rowspan="3">Fm. Ayo. Blanco</td><td colspan="2" rowspan="3">Fm. Angostura</td><td colspan="2" rowspan="3">Fm. Angostura</td><td colspan="2" rowspan="3">Fm. Angostura</td><td colspan="3">Fm. Angostura</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Grupo Yaque</td><td colspan="2" rowspan="2">Fm. Bao</td><td rowspan="2">Fm. Quita Coraza</td><td colspan="4" rowspan="2">Fm. Quita Coraza</td></tr>
<tr><td>Fm. Ayo. Blanco</td><td>Ayo. Blanco</td><td rowspan="4">Fm. Trinchera</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="4">Fm. Trinchera</td><td colspan="2" rowspan="4"></td><td colspan="2" rowspan="4"></td><td rowspan="2">Fm. Lemba</td><td colspan="2">Fm. Fondo Negro</td><td rowspan="4">Fm. Arroyo Blanco</td><td colspan="3" rowspan="3">Fm. Trinchera</td><td colspan="2">Unidad de Majagual</td><td colspan="2">Fm. Trinchera</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Mb. Gajo Largo</td><td rowspan="3">Mb. Gajo Largo</td><td rowspan="3">Fm. Sombrerito calcárea (cal. de Barahona)</td><td rowspan="3">Unidad de Cortadero</td><td rowspan="3">Tramo margoso superior. Mb. Gajo Largo</td><td rowspan="6">Fm. Sombrerito indiferenciada</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="6">Fm. Sombrerito</td><td rowspan="4">Fm. Lemba</td><td rowspan="4">Fm. Trinchera</td><td colspan="2">Fm. Lemba</td><td rowspan="6">Fm. Sombrerito</td><td rowspan="4">Fm. Sombrerito</td><td rowspan="2">Fm. Sombrerito</td><td colspan="3" rowspan="3">Fm. Sombrerito</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sombrerito</td><td rowspan="2">Tramo calcáreo intermedio. Mb. Calizas Lma de la Patilla</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Fm. Neiba</td><td rowspan="2">Fm. Neiba</td><td rowspan="2">Tramo margoso inferior</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fm. Neiba</td><td colspan="3" rowspan="3">Fm. Neiba</td><td colspan="4">Fm. Neiba superior</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Fm. Plaisance</td><td rowspan="2">Fm. Vallejuelo</td><td rowspan="2">Fm. Neiba brechoide</td><td colspan="2">Counjunto Volcanosedimentario de El Aguacate</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Fm. Neiba inferior</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">Fm. Río Arriba</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="3">Indiferenciado</td><td colspan="4">Unidad de El Manguito</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">Complejo ígneo sin denominación</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

Fig. 9 – Cuadro de equivalencia de formaciones y unidades definidas en la cuenca de Enriquillo y Azua

- Fm. Neiba superior (nom. nov.): esta serie caliza (300-500 m a más de 1000 m) descansa en el techo del Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate, en general por un contacto nítido y concordante. La formación se presenta como una sucesión monótona de capas decimétricas de calizas de tonos claros que le dan un característico aspecto tableado. Intercalaciones margosas subordinadas adquieren cierta importancia en los términos superiores de la serie. Son frecuentes las ocurrencias de sílex en niveles o nódulos. El contacto con la Fm. Sombrerito suprayacente, generalmente concordante, está determinado por un progresivo pero rápido incremento de los términos margosos ocre y calcarenitas de medio más profundo. Sin embargo, en algunos puntos, el contacto entre estas dos formaciones coincide con un nivel de brechas volcánicas o sedimentarias con clara procedencia volcánica. Las calizas son muy similares en facies a las descritas para la Fm. Neiba inferior y por tanto asimilables a los mismos ambientes sedimentarios (cuenca de rampa o plataforma de baja energía). En la mitad occidental de la Hoja de La Descubierta, la Fm. Neiba superior reduce notablemente su espesor al estar sustituida en parte por la Fm. Neiba brechoide. Son mayoritarias las asociaciones de microfaunas del Eoceno superior y en los términos más altos de la serie se reconoce, sin ningún género de dudas el Mioceno inferior. Atendiendo a estas asociaciones y considerando además la anteriormente mencionada datación del Luteciano en la base del Complejo Vulcanosedimentario, se propone como edad más probable de la Fm. Neiba superior, el intervalo Eoceno medio (alto)?- Mioceno inferior.

- Fm. Neiba brechoide o indiferenciada (nov. nom.) : se ha definido por primera vez como Fm. Neiba brechoide al conjunto carbonatado que aflora en la mitad meridional de las Hojas de Galván y La Descubierta con unas características peculiares que consisten, principalmente, en su aspecto masivo, frecuentemente carnional y pulverulento, y un alto grado de brechificación. Estas características de tipo secundario pueden afectar a varias facies o formaciones, y de ahí que se haya utilizado también en su definición el término “indiferenciada” y que, en cualquier caso, el rango de formación con la que se la considera, se deba tomar de manera absolutamente informal. Tampoco contribuye a la delimitación estratigráfica de esta unidad y su correlación con las unidades adyacentes, la vaguedad de sus dataciones, que la asignan con seguridad al Eoceno pero sin más precisión. Las

asociaciones de fauna indican ambientes someros de plataforma interna, con desarrollo de arrecifes. En los sectores más orientales de la Hoja de La Descubierta y también en la Hoja de Galván aparece una alternancia de ciclos de plataforma interna - plataforma externa (somera); estas facies mejor estratificadas y relativamente más profundas son las que finalmente dan paso, en la parte alta de la serie, a la Fm. Neiba superior, que corresponde ya a un ambiente franco de plataforma externa abierta. La correlación de la Fm. Neiba brechoide con las Fm. Neiba inferior y superior es una cuestión no del todo resuelta en la cartografía de esta región. Por una parte no hay dudas de que la Fm. Neiba brechoide se sitúa estratigráficamente por debajo de la Fm. Neiba superior y que, por tanto, en su mayoría, debe ser lateralmente equivalente a la Fm. Neiba inferior. En la cartografía, parece que la Fm. Neiba brechoide va sustituyendo, progresivamente hacia el oeste, a términos cada vez más altos de la parte baja de la Fm. Neiba superior. Sin que aflore su base, es difícil calcular el espesor de esta formación, que oscila entre los más de 1000 m en el sector central de la Hoja de La Descubierta hasta su total desaparición hacia el norte, este y oeste por acuñamiento o cambio lateral de facies hacia la Fm. Neiba inferior. El contenido paleontológico de la formación permite asignarla, sin mayor precisión, al Eoceno: En función de las citadas relaciones estratigráficas con las formaciones Neiba inferior y superior se ha decidido asignar la formación al intervalo Eoceno inferior- parte baja del Eoceno superior.

- Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate de Neiba (nov. nom.). una unidad de tufitas laminadas y brechas volcánicas masivas de composición básica (fragmentos de lavas basálticas y, en menor proporción andesíticas), intercalaciones de basaltos (doleritas, basaltos fluidales y microporfídicos) y andesitas aflora en los sectores centrales y septentrionales de las Hojas de Galván y La Descubierta, rodeando periféricamente los asomos anticlinales de la Fm. Neiba inferior, sobre la que se apoya de manera concordante. En la Hoja de La Descubierta este tipo litológico dominante está sustituido en parte por depósitos piroclásticos (tobas vítreas y líticas de composición basáltica y basáltico-andesítica) variablemente resedimentados (tobas de tamaño lapilli, tobas cineríticas), El espesor de todo el Conjunto Vulcanosedimentario de El Aguacate varía desde los más de 600 m del sector central de la Hoja de Galván, o los 200-300 m de la parte norte de la Hoja de La Descubierta, a su total acuñamiento, al menos en superficie, en la parte meridional de esta Hoja. Unidades de calcarenitas ocre-amarillentas, margocalizas, margas

ocres y tufitas, con intercalaciones de calcarenitas cartografiado inmediatamente a techo de la Fm. Neiba inferior aparezcan alternando con términos volcánicos o incorporando clastos de esta naturaleza. Este conjunto se sitúa en el contexto de una plataforma marina carbonatada con eventos tempestuosos cíclicos, tal vez relacionados con la actividad volcánica. Las asociaciones de fauna en general caracterizan bien, el intervalo Eoceno medio-superior, y con ambigüedades, incluso, el Mioceno inferior: Sin embargo, una de las muestras tomadas en la Hoja de Galván, ha dado una asociación diagnóstica del Luteciano. Esta datación conjuntamente con el resto, y con las obtenidas en las formaciones infra y suprayacentes, ha sido determinante para asignar el Conjunto Vulcanosedimentario del Aguacate al intervalo Eoceno medio-superior (parte baja), sin que se pueda descartar que se inicie en el Eoceno inferior. Este vulcanismo de signatura toleítica a alcalina (OIT a OIA) se interpreta producido en un contexto de intraplaca asociado al desarrollo de una pluma mantélica.

2.1.2. La Fm. Neiba de la Hoja de Boca Cachón

El Paleógeno de la Hoja de Boca Cachón, descrito detalladamente a continuación, es representado por la Fm. Neiba y contiene una intercalación volcánica básica asimilada, por correlaciones cartográficas con la Hoja vecina de La Descubierta, al complejo Eoceno medio de El Aguacate. Las correlaciones con los términos precedentemente descritos en las Hojas vecinas de La Descubierta y Galván (Hernaiz Huerta, 2004 a y b) se comentarán al final de la descripción de las formaciones del Paleogeno y Mioceno.

La Fm. Neiba constituye lo esencial de los relieves señalados que conforman la terminación occidental de la sierra de Neiba en la mitad norte de la Hoja ; ella se extiende ampliamente hacia el oeste y noroeste, más allá de la frontera, en la República de Haití. La Carretera Internacional, que une al norte los pueblos de Los Pinos, luego de Angel Félix, a partir de La Descubierta, permite un corte bastante continuo de buena calidad (facies, estructuras; ver L.I.G. N° 2). La Fm. Neiba representa el término más antiguo de la serie estratigráfica observable en la Hoja de Boca Cachón; su base y su sustrato no son conocidos; su potencia mínima, deducida de los cortes geológicos, es estimada en 1000 – 1500 m.

2.1.2.1. Fm. Neiba inferior (nov. nom.) (1) calizas masivas de aspecto clástico o brechoide, calizas con sílex y calizas en bancos. Eoceno inferior (P_2^1)

Las calizas masivas, de aspecto clástico o brechoide, afloran en el corazón de las grandes estructuras antiformes y a favor de los valles, profundos y encajonados, que entallan el lado sur de los relieves de la sierra de Neiba (Cañada El Penitente al SO de Los Pinos); constituyen la parte más basal de la formación. Estas facies masivas suben rápidamente hacia un conjunto mucho mejor estratificado, de calizas en bancos decimétricos a métricos bien organizados, agrupados o aislados, de aspecto tableado característico en el paisaje. Se trata de calizas finas, a veces clásticas, de color crema a gris-beige. Este segundo conjunto aflora cartográficamente en corona, alrededor y geométricamente por encima, de las facies masivas anteriormente mencionadas, en las laderas de los grandes antiformes, y como relleno de las depresiones sinformes de segundo orden (ej : ladera norte del antiforme Martín Brunito - Cerro Colorado – Loma La Flecha – Cerros del Cao). Su potencia máxima observada se estima en alrededor de 700 – 800 m. Este conjunto estratificado está caracterizado por el desarrollo de abundantes bancos de nódulos de sílex. La cartografía realizada muestra que, en detalle, la organización vertical y horizontal de las facies bien estratificadas con o sin sílex es variable según los lugares y que la aparición de los nódulos no representa valor estratigráfico en el sentido estricto. No obstante podemos hablar de una predominancia de facies ricas en sílex más bien en la parte basal y mediana de este conjunto, la envoltura global de los bancos de sílex presentan una potencia del orden de los 300 a 700 m. Un nivel de calizas con restos coralinos retrabajados (poco potentes?) aparece localmente en el muro inmediato de las volcanitas básicas de Angel Félix. La repartición de estos subconjuntos diferentes se muestra en la Fig. 10.

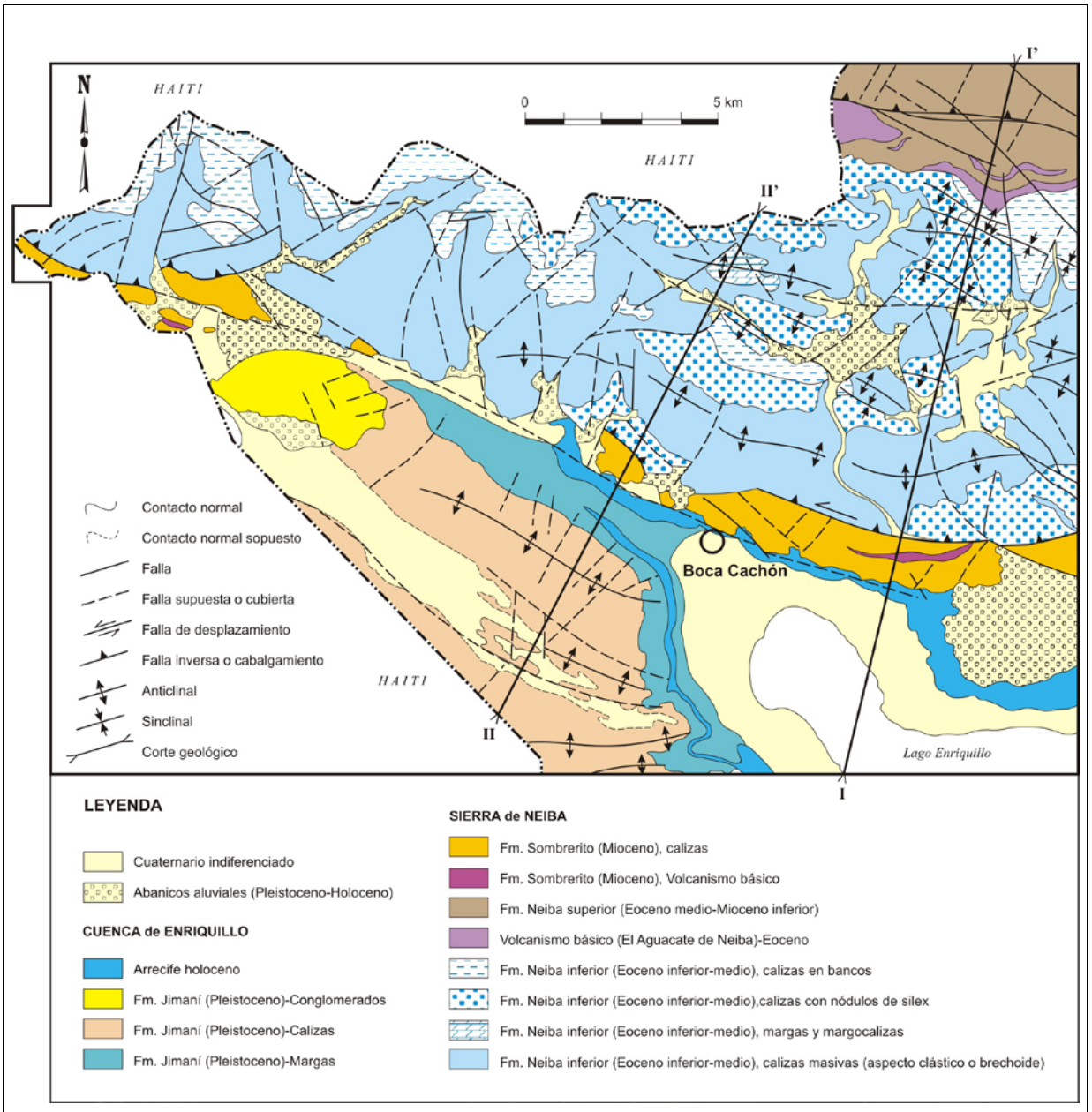


Fig. 10 - Esquema geológico de la Hoja de Boca Cachón, con el reparto de las diferentes facies de la Fm. Neiba inferior

2.1.2.1.1. Calizas masivas de aspecto clástico o brechoide

Se trata esencialmente de facies claras, blancas a beige, en grandes bancos métricos a plurimétricos con estratificación poco visible, y niveles muy subordinados de calizas en bancos, margas y margocalizas. Estas calizas masivas son muy a menudo caracterizadas macroscópicamente por un aspecto clástico (endoclastos micríticos centimétricos a decimétricos) tipo brechoide, exagerado por la alteración superficial de aspecto cataclástico, carnional a pulverulento. La macrofauna es poco abundante (raros restos). Las facies margosas y margocalizas amarillo-beige a grises, de extensión cartografiable se desarrollan localmente en el seno de este conjunto (0–100 m de potencia), como por ejemplo en la ladera Sur de Santa Rosa, cerca de la frontera haitiana (Fig. 10).La potencia mìnima de este conjunto masivo, cuya base no se conoce, es estimada a partir de los cortes geológicos en 600 - 700 m. Petrográficamente (esc. YD 9166 – 9167 - 9335, 9414, 9456, 9461A), estas rocas son en esencia micritas (biomicritas, biopelmicritas, pelmicritas, litomicritas, litobiomicritas), microsparitas (pelmicrosparitas, biopelmicrosparitas), más raramente pelsparitas, con estructura en la mayor parte de las veces heterogénea, interbrechificada y/o porosa. Las texturas son de antiguos wackestones, en ocasiones de grapestones o de grainstones a packstones. La litofase comprende, en proporción variable, "*pellets"* (incluyendo *"pellets"* fecales), peloïdes en ocasiones muy abundantes con incrustaciones micríticas cercanas de pseudooncolitos (oncoides), agregados complejos y, en ciertos casos extraclastos micríticos, microsparíticos (antiguos bioclastos) o biomicríticos (esc. YD-9167). La biofase, en proporciones muy variables, está representada por restos de algas coralináceas (melobesías), de equinodermos, gasterópodos y lamelibranquios. Los foraminíferos béntónicos son generalmente abundantes*: Pellatispirella matleyi* (Vaugham), *Athecocyclina cf advena* (Cushman), *Spirolina sp., Quinqueloculina spp., Praerhapydionina sp., Peneroplidae, Elphidium sp., Triloculina spp., Discorinopsis sp., Textulariidae, Ataxophragmiidae, Coskinolina floridana* (Cole). Las formas plantónicas, en general ausentes, fueron reconocidas localmente bajo forma modificada, en extraclastos biomicríticos (Muestra. YD-9167): *Globigerinatheka kugleri* (Bolli, Loeblich & Tappan), *Acarinina cf. bullbrooki ?* (Bolli), *Subbotina sp*.). Los indicios de actividad cianobacteriana o algobacteriana, intensa en ocasiones, son frecuentes (micritización de los restos, incrustaciones alrededor de extraclastos). La evolución diagenética se destaca por figuras de interbrechificación, de fisuración, de desarrollo de una porosidad ligada a la disolución de

placas calcíticas. El paleomedio de depósito de estas calizas corresponde a una plataforma interna a muy interna, muy poco profunda a sub-emergida, del tipo albufera o laguna, medio- a supralitoral, marcada por una probable exposición final en medio subaéreo (laguna de agua dulce o débilmente salobre: Muestra. YD-9166, 9167, 9456). Una evolución terminal con pedogénesis está señalada en las muestras YD-9166 y 9414. Desde el punto de vista bioestratigráfico, la fauna de foraminíferos plantónicos modificados de los extraclastos de la muestra YD-9167 muestra una edad Eoceno medio, con mayor precisión Luteciano medio a Bartoniano basal (biozonas de foraminíferos planctónicos P11-P12, sea –46 a –41,6 Ma). Las faunas de foraminíferos béntónicos corresponden a edades del Eoceno medio más bien alto (Muestra. YD 9461A : Bartoniano probable, equivalente de biozonas de foraminíferos planctónicos P12 elevado a P14, sea –42 a –38,5 Ma), o al Eoceno medio alto - Eoceno superior (Muestra.YD-9335 : Bartoniano a Priaboniano inf., equivalente de biozonas de foraminíferos planctónicos P14 a P15, sea –40 a –35,3 Ma). En resumen, los datos micropaleontológicos permiten datar más precisamente este conjunto, atribuido al Eoceno medio – superior (Luteciano medio a Priaboniano inferior, sea alrededor –46 a –35,3 Ma).

2.1.2.1.2. Calizas con sílex

Las calizas con sílex constituyen bancos bien organizados de potencia pluridecimétrica a métrica, alternando con finos inter lechos o juntas margocalizas centimétricas; los bancos de nódulos de sílex, aislados o agrupados en conjuntos métricos a pluridecamétricos alternan muy a menudo con bancos o conjuntos de bancos calcáreos « estériles », impidiendo una cartografía más detallada que esta de grandes envolturas representados en la Fig. 10. Las calizas con sílex se caracterizan por una pasta fina de color beige a gris-beige y por la presencia en mayor o menor abundancia de riñones de sílex de talla centimétrica a decimétrica, generalmente alargados en la estratificación, dispersos o agrupados en lechos verdaderos; se aprecia con mayor rareza una presentación de tipo « tubular », subperpendicular en las superficies de bancos. Esta facies es bien observable en diversos puntos del corte de la Carretera Internacional, particularmente a nivel de los cordones de la subida a Los Pinos, en el límite este de la Hoja, y en el norte inmediato de Los Pinos. Petrográficamente, estas rocas son de biointramicritas a biosparitas o de biomicrosparitas arcillosas, de estructura heterogénea en ocasiones microporosa, con figuras de compactación o de bioturbación. Las texturas son de antiguos wackestones a packstones. La litofase puede contener intraclastos (paquetes micríticos alargados) y en ocasiones tabletas frecuentes. La biofase contiene radiolarios (espumellarios probables, Muestra. YD-

9447A), restos de equínidos, fragmentos de lamelibranquios, ostracodos frecuentes, raros fragmentos de gasterópodos y en ocasiones raros fragmentos de algas coralináceas micritizados (Muestra. YD-9455). Los foraminíferos planctónicos, de abundancia variable, a menudo partidos, recristalizados o en fantasmas incluyen *Morozovella sp*., *Acarinina* cf. *bullbrooki* (Bolli), *Globigerinatheka sp*, *Globigerinatheka cf bugleri* (Bolli, Loeblich & Tappan), *Subbotina sp*., *Chiloquembelina sp*. Las formas béntónicas, frecuentes, frecuentemente partidas, rodadas y recristalizadas continene: *Lenticulina sp*., *Nodosaridae*, *Amphigestina sp*., *Discocyclina sp*., *Lepidocyclina* (*Polylepidina*) cf *antillea* (Cushman), *Bolivinidae*, *Planorbulinidae, Cibicidae*. Un principio de compactación y de disolución y una recristalización importante de bioclastos caracteriza el estadio diagenético. El medio de depósito contemplado corresponde a un dominio de cuenca batial o de plataforma externa; los datos micropaleontológicos indican una edad Eoceno medio: Luteciano superior (zonas P11 – P12 pp. sea –46 a –41,3 Ma, Muestra. YD-9455), Luteciano a Bartoniano (equivalente de biozonas de foraminíferos planctónicos P11 o P12 sea –45 a –40,5 Ma para la muestra YD-9447A.

2.1.2.1.3. Calizas en bancos

Las calizas en bancos son facies micríticas finas, en ocasiones clásticas, de color beige, caracterizadas por una estratificación bien organizada en bancos decimétricos ; se nota la presencia muy local de riñones de sílex de pequeña talla. Esta facies, probablemente interdigitada con las calizas con sílex ya descritas, está particularmente bien desarrollada en el borde de la frontera haitiana, a nivel del puesto fronterizo de Tierra Virgen, donde descansa directamente sobre las calizas clásticas masivas de la base de la serie (Fig. 10). Se observó un nivel de fragmentos coralinos al muro inmediato del volcanismo básico de Angel Félix (Muestra. YD-9463); su potencia parece reducida (algunos metros?) y su extensión cartográfica no se sigue por falta de afloramientos. Al microscopio, las rocas estudiadas son micritas (biomicritas, biopelmicritas y biolitomicritas), de estructura heterogénea, bioturbada, a veces porosa, microbrechificada o intrabrechificada. Las texturas son de antiguas "*wackestones*". La litofase comprende "*pellets*", peloides, pelotes fecales y localmente extraclastos de caliza arrecifal (hexacoralarios, muestra. YD-9463); La biofase contiene, en proporciones variables, restos de equinodermos (*Cidaridae*), fragmentos de lamelibranquios, gasterópodos, bryozoarios, y algunas veces fragmentos rodados y micritizados de algas coralináceas. Rastros de actividad eubacteriana son subrayados por la micritización de ciertos restos. Los foraminíferos planctónicos en abundancia variable,

algunas veces quebrados o recristalizados, contienen *Subbotina sp., Acarinina sp*., Turborotalia gr. cerroazulensis (Cole), Globigerinatheka sp, Globigerinatheka mexicana (Cushman), *Globigerinidae, Hantkenina* ? sp. Los foraminíferos béntónicos, de raros a abundantes, en ocasiones rotos, están representados por: *Amphistegina sp., Amphistegina parvula* (Cushman), *Lepidocyclina (Neolepidina) sp., Lepidocyclina (Neolepidina) gr. pustulosa* (Douvillé) *Discocyclina sp., Discocyclina marginata* (Cushman*), Athecocyclina advena* (Cushman), *Polylepidina antillea* (Cushman), *Pseudophragmina flintensis* (Cushman), *Quinqueloculina sp., Planorbulinidae, Miliolidae, Bolivinidae, Buliminidae, Nummulites sp*. El estado diagenético se señala por fenómenos de micritización, recristalización de algunos bioclastos y a veces por una fracturación (Muestra YD-9463). El medio de depósito es interpretado como un dominio de plataforma externa (infra a circalitoral) o de cuenca batial, en el cual se colocan localmente fragmentos de caliza arrecifal (Muestra. YD-9269, 9463). Las microfaunas indican muy comúnmente edades Eoceno medio a Eoceno superior basal: Luteciano superior (equivalente de la biozona de foraminíferos planctónicos P12 sea – 43,8 a – 40,5 Ma, muestra. YD-9462B), Luteciano terminal a Bartoniano (zones P12 – P14, sea – 43,8 a – 38,7 Ma para la muestra 9380), Bartoniano a Priaboniano basal (zonas P13 a P15, sea –40,5 a –40 Ma) para la muestra 9463, levantada a la base inmediata del vulcanismo básico de Angel Félix.

No obstante, en dos puntos correspondientes a estas partes elevadas de la serie, cerca de la frontera haitiana (Muestra. YD-9269, Loma del Viento; Muestra. YD-9377, Tierra Virgen), una caliza silicoclástica en bancos ("*wackstone"*, YD-9269) y una calcarenita con raros sílex ("*packstone"*, YD-9377) revelaron una microfauna con raros foraminíferos planctónicos (cemento y extraclastos de la muestra YD-9377 : *Globigerina sp., Globorotalia sp.)* y sobre todo grandes formas béntonicas abundantes *(Heterostegina antillea* (Cushman), *Lepidocyclina canellei* (Lemoine & Douvillé), *Amphistegina sp., Rotaliidae, Rupertininae, Cibicididae, Reussella sp., Textulariidae, Ataxophragmidae*) de edad más reciente, Oligoceno basal a Mioceno inferior (Aquitaniano no somital) (equivalente de biozonas de foraminíferos planctónicos P19 a M4, sea –32,1 a –16,5 Ma, Muestra. YD-9377) y Oligoceno no basal a Mioceno inferior (YD-9269). La significación y la posición de estas edades en la serie son discutidas en Párraf. 2.1.4.

2.1.2.2. Fm. Neiba superior (nov. nom) (3) calizas tableadas beige, calcarenitas, margocalizas. Eoceno Medio – Superior (P_2^{2-3})

Una serie carbonatada, atribuida a la Fm. Neiba superior, aflora en el ángulo NE de la Hoja de Boca Cachón (Fig. 10), en relleno de una gran estructura sinclinal de eje E-O, con vergencia sur (eje Sabana Real – Yerba Buena, ver corte I-I'). Su atribución a la Fm. Neiba superior en el curso estos levantamientos se deriva de datos cartográficos del ángulo NO de la Hoja de La Descubierta y de su posición estratigráfica al techo de un episodio volcánico y vulcanosédimentario básico, considerado como equivalente lateral del Complejo volcánico básico del Aguacate (Hojas de Galván y La Descubierta, Hernaiz Huerta, 2004 a y b). Esta serie carbonatada descansa, en efecto, en su base, sobre las calizas en bancos o las calizas con sílex de la Fm. Neiba inferior, a través de un episodio volcánico básico, materializado por dos tipos de horizontes estratiformes discontinuos, estratigráficamente muy próximos, situados respectivamente a la base de la serie (Angel Félix) y en posición ligeramente más elevada (Sabana Real, Tierra Colorada). Macroscopicamente, este conjunto de calcareo bastante monótono, nítidamente estratificado, está compuesto por calizas micríticas finas predominantes (localmente con aspecto "oolítico", raros bioclastos y microfauna visible) y accesoriamente por calcarenitas finas con pátina clara, blanca-crema a beige en roca fresca, en bancos bien organizados, decimétricos a métricos (0,2 – 1m), alternando con intercalaciones de margocalizas centimétricas. La presencia de pequeños riñones de sílex es excepcional (parte media de la serie). Niveles bioclásticos fueron observados en el techo inmediato del complejo vulcanosedimentario básico (YD-9464). La potencia mínima de este conjunto se estima en alrededor de 1200 m (ver corte I-I'). Al microscopio (Muestras YD-9008, 9026, 9434A, 9435A, 9436A, 9464, 9466), estas rocas se clasifican como micritas (biomicritas, biopelmicritas), biomicrosparitas (biocalcarrenita) o biosparitas arcillosas. Las estructuras son muy a menudo heterogéneas, bioturbadas; en ocasiones porosas, con granoclasificaciones accesorias, figuras de corriente y de compactación. Las texturas son de antiguas "*wackestones"* o de "*wackestones"* a "*packstones"*. La litofase contiene, en abundancia variable, pellets, peloides o cortoides (fragmentos de algas rodadas y micritizadas). La biofase, representada en proporciones muy variables, contiene fragmentos de equinodermos, lamelibranquios (ostreidos, pectínidos), gasterópodos, restos de algas (coralináceas: melobesias ; dasicladacéas, algas incrustantes), restos coralinos (Muestra YD-9466), y, localmente, ostrácodos, radiolarios (espumellarios), briozoarios, espículas de siliciespongiarios. Se señalan rastros de actividad cianobacteriana por una micritización de los restos. Los foraminíferos planctónicos y

béntónicos coexisten, en todas las muestras, en proporciones variables. Las especies planctónicas, algunas veces rotos, deformadas o recristalizadas, están representadas por *Globigerinoides sp., Globigerinoides saculifer* (Brady), *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globigerina sp., Orbulina sp., Orbulina universa* (d'Orbigny), *Orbulina sutularis* (Brönnimann), *Globorotalia sp., Globorotalia gr. scitula scitula* (Brady), *Globorotalia gr. foshi* (Cushman & Ellisor), *Globorotalia gr. menardii* (Parker, Jones & Brady), *Globorotalia cf conoida* (Walters), *Globoquadrina sp., Globoquadrina altispira altispira* (Cushman & Jarvis), *Procorbulina sp., Praeorbulina sp., Sphaeroidinellopsis sp*. Las especies béntónicas incluyen *Amphistegina sp., Sphaerogypsina sp., Lenticulina sp.*, pequeñas formas porcelanadas (*Quinqueloculina sp., Pyrgo*), *Lepidocyclina sp., Lepidocyclina canellei* (Lemoine & Douvillé), *Archaias cf angulatus* (Fichtel & Moll), *Planorbulinidae, Cibicididae, Bolivinidae, Buliminidae, Rupertininae, Soritidae, Rotaliidae*, Aglutinadas biseriadas, *Textulariidae, Discorbidae*, raros fragmentos de *Peneroplidae* probable. La evolución diagenética se destaca por diversas figuras, como las de compactación, disoluciones con recristalizaciones calcíticas de los bioclastos (calcita drúsica), en ocasiones impregnaciones ferruginosas. El paleomedio de depósito de esta serie corresponde globalmente a una plataforma externa (estrato circalitoral) o de cuenca batial, incluyendo facies de desmantelamiento de una plataforma arrecifal en medio circalitoral a batial (turbidita probable, muestra YD-9466). Margen bioestratigráfico: una microfauna de la base de la serie, al techo inmediato del primer episodio volcánico básico, indica una horquilla de edad bastante amplia, comprendida entre el Mioceno medio y el Plioceno (Langhiano a Zancleano, sea –16,3 a –3,5 Ma, muestra. YD-9464). En la parte elevada de la serie, tres muestras dan edades Mioceno medio basal y Mioceno medio mejor constreñidas (equivalente a las biozonas de foraminíferos planctónicos M5 y M6, sea –16,5 a –14,8 Ma, muestra. YD-9434A y 9436A; equivalente de la biozona M6, sea –15,3 a –14,8 Ma para la muestra YD-9466). Las otras asociaciones de microfaunas dan rangos de edades más amplios, comprendidos entre el Oligoceno no basal y el Plioceno, con una predominancia de edades Mioceno inferior y medio. Estos datos permiten por lo tanto un margen relativamente estrecho de la serie, que corresponde aparentemente al Mioceno medio basal (Langhiano) y al Mioceno medio (equivalente de biozonas de foraminíferos planctónicos M5 a M6, sea –16,5 a –15,8 Ma).

2.1.3. Conjunto vulcanosedimentario básico de la Hoja de Boca Cachón (2). Coladas y brechas basálticas, brechas polimíctas, tobas básicas. Eoceno Medio (P_2^2)

La intensa meteorización de las facies volcánicas y vulcanosedimentarias básicas y la abundancia de desprendimientos de calizas en las fuertes pendientes de la ladera sur del sinclinal Sabana Real – Yerba Buena, dificultan la cartografía precisa de estos horizontes. Los levantamientos realizados muestran, no obstante, sin ambigüedad, su concordancia con el encajante carbonatado y su paso estratiforme, aunque fuertemente lenticular y discontinuo, con un adelgazamiento del horizonte inferior hacia el oeste y un cierre del horizonte superior hacia el este. Estos dos horizontes están bien expuestos a favor del corte de la Carretera Internacional; en otra parte del paisaje, las formaciones básicas están señaladas por cambios de pendiente topográfica más o menos marcados y sobre todo por una coloración marrón-roja característica de los suelos derivados. El horizonte basal presenta una potencia máxima de alrededor de 150 m en las cercanías del pueblo de Angel Félix (ver corte I-I') y un buzamiento entre 20 y 30° NNE, deducido de la estratificación de los carbonatos encajantes al muro y al techo; este horizonte se prolonga adelgazando hacia el este (Hoja La Descubierta) y desaparece hacia el oeste en una zona muy accidentada cercana a la frontera haitiana (Los Quemados). El contacto basal con el nivel de calizas en bancos con restos coralinos de la Fm. Neiba inferior (Muestra. YD-9463) no ha podido ser observado directamente. El techo inmediato está constituido por calizas ligeramente margosas con bioclastos y fauna planctónica (Muestra. YD-9464), a veces afectadas por fenómenos de disolución-brechificación superficiales (brechas de colapso, ver Foto 2 del Album de fotos). El horizonte inferior, muy alterado, está esencialmente representado por depósitos volcanoclásticos de tobas básicas finas con elementos de tamaño lapilli, localmente de pequeños bloques de lavas básicas (basaltos) vesiculadas. El horizonte básico superior, situado alrededor de 200 a 250 m más arriba en la serie (corte I-I') presenta un desarrollo máximo a nivel del pueblo de Tierra Colorada y a partir de este pueblo, en la carretera que une hacia el oeste, el puesto fronterizo vecino. Afloramientos más reducidos y discontinuos aparecen en el corte de la Carretera Internacional, más hacia el ESE. Aunque difícil de seguir, debido a importantes coluviones de derrumbes, parece que este nivel se cierra antes de alcanzar al límite este de la Hoja. Su contacto basal no puede observarse directamente. En cambio, puede verse bien un contacto estratigráfico tajante con las calizas del techo a la salida norte del pueblo de Tierra Colorada. En este punto, calizas de color beige, en bancos bien organizados de 15 a 40 cm de potencia pertenecientes a la Fm. Neiba superior, con buzamiento subhorizontal o ligeramente al NNE (15-20°) descansan

directamente sobre depósitos vulcanoclásticos distales finos (tobas líticas de composición básica) muy alteradas (argilización y red de venillas carbonatadas), con una estratificación más o menos nítida, marcada por una altrernancia de bancos tobáceos (10-50 cm) y de finos interbancos arcillososos marrones milimétricos; los elementos milimétricos a centimétricos, están constituidos por pequeños fragmentos líticos oscuros de lavas basálticas vítreas, vesiculadas o afaníticas. En el seno de este conjunto tobáceo básico existen localmente interestratificaciones concordantes de bancos carbonatados bioclásticos, en ocasiones de potencia plurimétrica (muestra. YD-9026). A nivel del pueblo de Tierra Colorada (YD-9027), el talud de la Carretera Internacional corta durante una treintena de metros de longitud y varios metros de potencia, una facies más proximal de brechas piroclásticas masivas, muy heterométricas, con fragmentos y bloques angulosos de lavas básicas oscuras vesiculadas, en una matriz microconglomerática de composición básica que retrabaja elementos calcáreos decimétricos (ver Foto 1 del Album de fotos). Asociados con las brechas, existen facies lávicas masivas oscuras con aspecto de bolas que representan probablemente elementos de coladas o intrusiones sinvolcánicas (sills ?). Al microscopio, las brechas están constituidas por elementos de lava basáltica con olivino – clinopiroxeno, en una matriz hialoclástica rica en vesículas rellenas de zeolitas, modificando los elementos carbonatados ricos en microfauna (bioclastos). La interfaz entre la lava basáltica y la matriz hialoclástica es una fase hialina mixta hidrotermalizada de microfilitas y probables microcarbonatos. Estas brechas presentan caracteres de brechas freatomagmáticas. La composición de las lavas vesiculadas es basáltica, con fenocristales automorfos de olivino, clinopiroxeno +/- anfíbol, en una matriz vítrea más o menos en curso de desvitrificación, rica en vesículas (vacías, franjeadas por productos criptocristalinos, o rellenos de zeolitas). Lavas y brechas presentan una alteración secundaria (de baja temperatura y/o supergénica) importante (serpentinización y carbonización del olivino; desvitrificación de la matriz; fracturas y vesículas llenas de zeolitas).

Estas características se interpretan por la colocación en medio subacuático poco profundo (erupciones freatomagmáticas) de un vulcanismo básico, síncrono de la sedimentación carbonatada (elementos carbonatados modificados, bancos de calizas interestratificados). No se observó ningún criterio decisivo en cuanto al modelo de colocación de las lavas, que pudo efectuarse bajo forma de coladas subacuáticas o de inyecciones de subsuperficie (sills ?) en sedimentos saturados de agua, posiblemente a favor de discontinuidades estratigráficas; esta última hipótesis permitiría interpretar la existencia de dos horizontes básicos distintos superpuestos por un acontecimiento magmático único. La cercanía de un

centro volcánico submarino está marcada por la presencia de facies proximales (brechas, lavas masivas). No obstante, las raíces de este volcanismo básico, probablemente de tipo fisural, no han sido localizadas.

2.1.4. Síntesis sobre las formaciones paleógenas

- La sucesión carbonatada, identificada al muro del episodio volcánico básico de Angel Félix, considerada como equivalente del Complejo de El Aguacate de Neiba, fue asimilada, por correlaciones cartográficas con la Hoja de La Descubierta, a la Fm. Neiba inferior (unidad 1). En la Hoja de Boca Cachón, esta sucesión muestra una evolución global hacia el techo de un medio de plataforma de interna a muy interna, lagunar a subemergida (conjunto inferior de calizas masivas clásticas o brechoides) hacia un medio de cuenca batial de plataforma externa, incorporando localmente elementos modificados de plataforma arrecifal (conjunto superior tableado de calizas con sílex y calizas en bancos). Los margenes bioestratigráficos no indican evolución estratigráfica nítida en la sucesión levantada, las calizas con sílex y las calizas en bancos del conjunto superior corresponden probablemente a cambios laterales de facies. El conjunto de la serie presenta comúnmente edades coherentes con el Eoceno medio – superior (Luteciano medio a Priaboniano inferior, sea un intervalo que corresponda a aproximadamente –46 a –35,3 Ma). La existencia local de edades más recientes en dos muestras lleva a pensar que la serie puede llegar hasta el intervalo Oligoceno (basal o no) – Mioceno inferior. Su posición, con probabilidad muy elevada en la serie, deja la duda en cuanto a su atribución a la unidad 1 y no excluye que puedan corresponder al conjunto infrayacente (unidad 3), cartografiada en el ángulo NE de la Hoja como Fm. Neiba superior (o equivalente lateral posible de la Fm. Sombrerito, cf infra), en situación de laguna del episodio volcánico básico jalonando, de forma discontinua, la interfaz entre las dos formaciones.

- Si se compara el conjunto de estos elementos (facies, paleoambiente, bioestratigrafía) con los datos de la Hoja vecina de La Descubierta, parece altamente probable poder relacionar las calizas masivas de la parte baja de la serie – caracterizadas por un aspecto clástico y/o brechoide de origen claramente diagenético – a la formación “Neiba brechoide o indiferenciada” descrita en la mitad sur de las Hojas de Galván y La Descubierta por Hernaiz Huerta (2004 a y b). Esta formación aparece como diacrona, con características claramente de origen secundario; está posicionada

estratigráficamente bajo y/o en equivalencia lateral parcial de la Fm. Neiba superior y también esencialmente equivalente lateral de la Fm. Neiba inferior (edad Eoceno por las microfaunas, considerada más bien, como perteneciente al intervalo Eoceno inferior – parte baja del Eoceno superior por Hernaiz Huerta, 2004 a y b, cf supra). Concediendo una fiabilidad suficiente a los calados bioestratigráficos de la Hoja de Boca Cachón (Eoceno medio-superior a Mioceno inferior ?), se podría llegar a una hipótesis alternativa al considerar el conjunto de la serie identificada al muro del episodio volcánico básico de Angel Félix como equivalente de la Fm. Neiba superior, de edad Eoceno medio superior – Mioceno inferior. Esta hipótesis, coherente con la edad Eoceno inferior (ca –52 Ma) bien calada por geocronología del volcanismo básico de El Aguacate de Neiba, (considerado por definición como marcando la base de la Fm. Neiba superior) volveria a discutir, en cambio, la correlación realizada sobre el terreno entre los volcanismos básicos del Complejo de El Aguacate de Neiba y el de Angel Félix.

- La série carbonatada cartografiada en el ángulo NE de la Hoja (unidad 3) y asimilada a la Fm. Neiba superior por su posición estratigráfica al techo del episodio volcánico básico de Angel Félix presenta las características globales siguientes : medio de depósito de plataforma externa (circalitoral) o de cuenca batial, incluyendo facies de desmantelamiento de una plataforma arrecifal; los datos bioestratigráficos más imprecisos corresponden al intervalo Oligoceno no basal a Plioceno con, sin embargo, una dominancia de edades mejor constreñidas que corresponden al Mioceno medio basal (Langhiano) y al Mioceno medio (cerca –16,5 a –15,8 Ma). Si la fiabilidad de los datos bioestratigráficos no está puesta en duda, implicaría: (i) la existencia de una discontinuidad cronológica importante *("gap")* a nivel del episodio volcánico básico, entre las series de muro (muestra 9463, al muro inmediato: edad bien forzada Eoceno medio elevado (Bartoniano) a Eoceno superior basal (Priaboniano basal), sea alrededor de –40 Ma) y las series de techo (muestra 9464, techo inmediato: edad máxima Mioceno medio (Langhiano), sea alrededor –16,3 Ma); (ii) el carácter síncrono del volcanismo básico con la sedimentación carbonatada de la serie de techo le conferiría pues una edad Mioceno medio basal a Mioceno, incompatible con una correlación con el volcanismo Ecoceno inferior-medio de El Aguacate de Neiba. Es necesario considerar que este volcanismo básico de Angel Félix no fue objeto de datación directa por geocronología, debido a la fuerte alteración de las facies volcánicas. De hecho, el problema queda en suspenso en el estado actual de los conocimientos. Las descripciones que vienen de las series

Mioceno (Fm. Sombrerito) bien establecidas de las Hojas de Boca Cachón y de La Descubierta, permiten proponer otras correlaciones posibles (cf parraf. 2.2.1.2.4.).

2.2. Neógeno - Pleistoceno

2.2.1. Mioceno

2.2.1.1. Generalidades

Frente a la confusión general que se observa en la bibliografía existente en relación con la nomenclatura de las formaciones neógenas, existe unanimidad con respecto a la atribución a la Fm. Sombrerito del potente conjunto margoso con intercalaciones carbonatadas que aflora en amplias zonas de la sierra de Neiba sobre la formación del mismo nombre. Su denominación se atribuye a Olsson (en Bermúdez, 1949) quien la definió en la alternancia de niveles calcáreos y margosos que afloran en el arroyo del mismo nombre.

Tanto en la sierra de Neiba como en la cuenca de San Juan aparece como una monótona sucesión rítmica de más de 500 m de espesor de margas entre las que se intercalan niveles decimétricos de calcarenitas y calizas que en sectores más orientales de las Hojas de Galván y Villarpando, pueden adquirir espesores de orden decamétrico y dan lugar a destacados resaltes morfológicos en el relieve. El contacto con la Fm. Neiba superior infrayacente parece concordante; no obstante, en algunos puntos de las Hojas de Galván y La Descubierta se ha cartografiado un nivel basal de conglomerados o brechas de cantos volcánicos y calcáreos, al que eventualmente se asocian brechas netamente volcánicas, que sugiere la existencia de una ligera discontinuidad entre ambas formaciones. También en la sierra de Bahoruco se ha señalado la presencia de un nivel conglomerático en la base de la formación (Llinás, 1972).

Aunque en la cuenca de Azua se reconocen facies similares, los niveles calcáreos parecen alcanzar allí un mayor desarrollo (Díaz de Neira, 2000); este enriquecimiento calcáreo a expensas del contenido margoso adquiere su máxima expresión en la sierra de Bahoruco, donde la formación aparece como un potente conjunto de calizas carstificadas estratificadas en bancos gruesos o masivas, con facies someras, frecuentemente arrecifales, de tal forma que se pierde el aspecto típico de la formación. Por esta razón, en este proyecto se ha sugerido la denominación de Mb (calizas de) Barahona (de la Fm. Sombrerito) para el

conjunto calcáreo dispuesto sobre la Fm. Neiba en la sierra de Bahoruco. Estas facies características de la sierra de Bahoruco tambien se han reconocido en el margen meridional de la sierra de Neiba (extremo occidental de la Hoja de La Descubierta, Hoja de Boca Cachón).

Por otra parte, también se ha decidido en la Hoja de La Descubierta (Hernaiz Huerta, 2004b) incluir dentro de la Fm. Sombrerito, aunque con ciertas reservas, a una alternancia de calcarenitas, margocalizas y margas, denominadas informalmente como Unidad de Cortadero, que forman una alineación cartográfica muy clara en el flanco sur del anticlinal de Las Cañitas sobre la Fm Neiba superior.

Se resumen a continuación los diferentes términos de la Fm. Sombrerito y formaciones asimiladas.

2.2.1.1.1. Brecha vulcanosedimentaria de composición básica.

Esta unidad basal de apenas unos metros de espesor sólo se ha reconocido en algunos afloramientos aislados en la Hoja de Galván, y en la Hoja de La Descubierta, en el contacto entre la Fm. Neiba superior y la alternancia de margas y calcarenitas de la Fm. Sombrerito. En contraste con el aspecto retrabajado, prácticamente conglomerático que presenta esta unidad en el afloramiento más oriental de la Hoja de Galván, en el afloramiento de la carretera de El Aguacate de esta misma Hoja y en los abservados en la Hoja de La Descubierta, la unidad consiste en una brecha masiva netamente volcánica, probablemente piroclástica, formada por fragmentos de composición basáltica dentro de una matriz afanítica de igual composición, cementada por carbonatos y localmente se identifica algún foraminífero o briozoo lo que implica un cierto retoque sedimentario. De acuerdo con la edad del conjunto de la Fm. Sombrerito, que comprende casi todo el Mioceno, a este tramo basal se le asigna una edad Mioceno inferior (alto), siempre algo más moderna que los niveles de techo de la Fm. Neiba superior de esta misma edad. La unidad se asimila a un evento volcánico de extensión restringida que parece coincidir en el tiempo con el paso de los ambientes de plataforma abierta que caracterizan la Fm. Neiba superior a los medios de llanura submarina, más profundos, donde se deposita la Fm. Sombrerito.

2.2.1.1.2. Alternancia de margas, margocalizas (subordinadas) y calcarenitas laminadas y con "*ripples"*, de tonos ocres.

Esta facies "común" de la Fm. Sombrerito consiste en una sucesión de margas grises y oscuras, amarillentas por alteración, intercalaciones decimétricas rítmicas de calcarenitas bioclásticas de color ocre. y de margocalizas de tonos rosados Regionalmente, el espesor de este "Tramo margoso inferior" sobrepasa 300 m. Sus características sedimentológicas apuntan a un medio sedimentario clásicamente interpretado como de llanura submarina ("*basin plain"*). Los niveles margosos han mostrado un elevado contenido faunístico, señalando su pertenencia al Mioceno medio-superior, sin que deba descartarse que sus niveles basales pertenezcan al Mioceno inferior.

2.2.1.1.3. Unidad de Cortadero (nom. nov.)

Esta unidad de características particulares (sector SE de la Hoja de La Descubierta y Hoja de Galván).se sitúa estratigráficamente por encima de la Fm. Neiba superior y en contacto concordante con ésta, con una transición progresiva entre las calizas tableadas de la parte alta de la Fm. Neiba superior y las alternancias de margas y margocalizas que caracterizan la base de la unidad. En términos generales se puede hablar de una parte inferior (100-150 m) donde predominan las alternancias de margas y margocalizas con intercalaciones menores de calcarenitas, y una parte superior (250-300 m) donde las calizas y calcarenitas son claramente dominantes. En la Hoja de La Descubierta se ha cartografiado localmente al techo de la serie anterior, un tramo de unos 50 m de espesor medio de calizas masivas de tonos rojizos con restos de corales que se ha incluido dentro de la misma unidad. El medio de depósito está interpretado como medio de plataforma externa relativamente similar y en prolongación al descrito para el depósito de la Fm. Neiba superior, pero con tendencia a la somerización; a techo, la caliza masiva con fragmentos de corales representaría ya un medio de plataforma interna con aguas agitadas. De acuerdo con las determinaciones paleontológicas y con su posición estratigráfica sobre la Fm. Neiba superior esta unidad se asigna al Mioceno, incluido el Mioceno superior, pero no se descarta que algunos de sus términos superiores alcancen al Plioceno inferior. Por las mismas razones, se interpreta que esta unidad es un equivalente lateral de la Fm. Sombrerito clásica y que muy bien puede constituir el tránsito entre esta y la variedad en facies masivas netamente carbonatadas que aflora en la sierra de Bahoruco (Mb Barahona).

2.2.1.1.4. Fm. Sombrerito, Mb Barahona (nom. nov.).

Se denomina Miembro Barahona a una unidad de calizas masivas con edad equivalente a la Fm Sombrerito formada por margas con intercalaciones de calcarenitas y abundantes foraminíferos planctónicos. El Mb Barahona aflora principalmente en la sierra de Bahoruco. Su base en las sierras de Bahoruco y Neiba se define por la superposición de calizas masivas con corales y fauna bentónica y plantónica de edad Oligo-Mioceno sobre calizas en capas delgadas con sílex y fauna plantónica del Eoceno superior-Oligoceno pertenecientes a la Fm. Neiba superior. El techo es una discordancia con paleorelieve desplazada por fallas, sobre la que se acuñan hacia el sur las formaciones del Plio-Pleistoceno.

Este término está muy poco representado en la Hoja de La Descubierta. En la Hoja de Jimaní (García Senz, 2004), el espesor mínimo de la Caliza de Barahona que aflora es de 500 m, aunque es posible que el espesor total sea muy superior, considerando que bajo la cuenca de Enriquillo el sondeo Cabritos-1 atraviesa 1000 m de esta unidad. En superficie presenta un color gris claro y aspecto monótono, organizada en estratos de espesor métrico con superficies mal definidas. Se reconocen cuatro microfacies: calizas de color claro con foraminíferos planctónicos (globigerínidos), bentónicos, radiolarios, espículas; calizas de color claro con lepidociclinas y foraminíferos bentónicos; calizas de color claro con coralarios, algas melobesias, equinodermos, lamelibránquios y foraminíferos bentónicos; calizas de color claro con intraclastos que le confieren un aspecto de brecha (posiblemente textura secundaria diagenética). Las facies descritas corresponden a la parte externa de una plataforma de carbonatos abierta al océano y al área más somera próxima a la plataforma interna, como indican las pequeñas bioconstrucciones de corales distribuidas por toda la sucesión. Se concluye de las asociaciónes de foraminíferos que la formación incluye con seguridad los pisos Oligoceno y Mioceno, aunque el rango máximo de edad se extiende entre el Eoceno medio y el Plioceno.

2.2.1.2. <u>La Fm. Sombrerito de la Hoja de Boca Cachón</u>

Los diferentes términos relacionados con la Fm. Sombrerito de la Hoja de Boca Cachón constituyen los últimos relieves de la vertiente sur de la sierra de Neiba, en el límite de la depresión del Lago Enriquillo. Afloran en una estrecha banda rectilínea de eje ESE-ONO de anchura kilométrica, atravesando de forma discontinua el conjunto de la Hoja desde su límite este hasta la frontera haitiana (Las Lajas). Esta banda con estructura globalmente

monoclinal y buzamiento norte, está limitado al norte por un contacto anormal mayor (desgarro-cabalgamiento senestro) jalonando el flanco sur que cabalga la gran estructura anticlinorial, constituida por la Fm. de Neiba. Al sur, la Fm. Sombrerito desaparece bruscamente bajo las formaciones cuaternarias de la depresión de Enriquillo, en favor de otra estructura tectónica mayor, controlando la colocación de la fosa de Enriquillo. La existencia de esta estructura mayor, de importancia regional, no observable directamente por estar enmascarada por los depósitos arrecifales de edad Holoceno (ver Foto 3 del Album de fotos) y los conos aluvionarios cuaternarios de la vertiente sur de la sierra de Neiba, se deduce de los cortes geológicos y de los datos de sondeos petroleros (Cabritos-1). De hecho, ni la base, ni el techo de la serie Sombrerito se conocen en la Hoja, al igual que sus relaciones con la serie de Neiba infrayacente. La potencia mínima de esta unidad, cuya base no se conoce, se estima en más de 400 m (cf corte I-I').

Tres términos han sido distinguidos cartograficamente, de muro a techo:

- un tramo inferior (unidad 4), que, tras un nivel basal de calizas arrecifales, está formado por una altermancia de calcarenitas, margocalizas y margas de tonos ocres dispuestas en capas decimétricas. La potencia mínima de esta unidad, de la cual no se conoce la base, esta estimada a más de 400 m (cf corte I-I')

- un episodio volcánico básico interestratificado (unidad 5) (lavas vesiculares, brechas, aglomerados y tobas), lenticular, de potencia variable entre 0 y 100 m (cf corte I-I').

- encima, el tramo superior (unidad 6) (>700 m de espesor) está formado por niveles de calizas bioclásticas con gasterópodos y corales retrabajados y, sobre todo, calizas masivas de tonos beige o rojizos con un aspecto de carniola o brechoide característico.

2.2.1.2.1. Fm. Sombrerito : (4) Alternancias de calcarenitas, margocalizas y margas de tonos ocres, facies arrecifal con corales. Mioceno (N_1)

Estas facies están bien expuestas en la vertiente sur de los Cerros de Trinidad, al NNE inmediato de los cinco últimos kilómetros de la carretera que une La Descubierta con Boca Cachón (ver Foto 3 del Album fotos). La serie es globalmente monoclinal, con un buzamiento rondando los 20° NNE, marcando con sus tonos amarillo-ocres al afloramiento,

característico en el paisaje. Se trata de una serie bien estratificada, compuesta por margocalizas, calcarenitas y margas amarillo-ocres en pequeños bancos, con tramos, localmente con aspecto oncolítico. Las facies arrecifales son ricas en colonias de madreporarios (hexacoralarios) en bolas decimétricas que afloran cerca de la base visible de la serie (YD-9118). Su techo se marca por un evento volcánico y vulcanosedimentario básico de carácter estratiforme, discontinuo (5, cf infra); en ausencia de este evento, el techo de la serie está marcado por un paso rápido a facies de calizas que corresponden al término superior de la Fm. Sombrerito (6). Al microscopio (muestras YD-9117A, 9117B, 9118), las rocas de este término basal comportan biomicritas, pelmicritas y biopelmicritas arcillosas, de estructura heterogénea, bioturbada y compactada; porosas. Las texturas son las de antiguos "*wackestone"s* de "*packstones"* y de "*floatstones*". La litofacies contiene, en abundancia variable, "*pellets"* (pelotas fecales), de peloides con incrustaciones micríticas (cercanas a pseudo-oncolitas), extraclastos biomicríticos y biopermicríticos de corales, agregados complejos y raros granos de cuarzo. La biofase está representada por numerosos fragmentos de metazoarios: equínidos, lamelibranquios, gasterópodos, hexacoralarios muy comunes, briozoarios, raros ostrácodos, así como raros fragmentos de algas coralináceas y muy raras algas "*sdenoporaceas*". Una actividad cianobacteriana se manifiesta por las incrustaciones alrededor de los extraclastos. Los foraminíferos planctónicos están ausentes o son muy raros y de pequeño tamaño e indeterminables. Las especies béntónicas, muy raras en las muestras YD-9117B y YD-9118 (*Discorbidae, Rosalina ? sp*.) son dominadas, en la muestra YD-9117A, por grandes porcelanadas arrecifales, mal preservadas: *Bulimina sp., Quinqueloculina sp., Gypsinidae*, Aglutinadas biseriadas*, Rotaliidae, Amphistegina sp., Miosorites americanus* (Cushman), *Archaias angulatus* (Fichtel & Moll), *Valvulinidae*, pequeños *Ataxophragmidae*. La evolución diagenética está marcada con mayor frecuencia por fenómenos de disolución y recristalización por precipitación de calcita drúsica y por trazas de apisonamiento. No obstante se observa una evolución polifásica en una de las muestras (YD-9117B), que comprende, sucesivamente: (i) una erosión de material de plataforma en medio infralitoral carbonatado agitado; (ii) un depósito de estos clastos en ambiente enlodado arcilloso medio litoral; (iii) el depósito de incrustamientos cianobacterianos y algarios; (iv) fenómenos de recristalizaciones-disoluciones; (v) una evolución final de tipo pedogenético, en zona vadosa probable. El medio de depósito corresponde a un paleomedio infralitoral de arrecife (biohermo coralino) a medio litoral muy interno, de arrecife trasero o de laguna confinada (YD-9117A), con exposición final en medio sub-aéreo (YD-9117B). La microfauna de

foraminíferos de la muestra YD-9117A permite la atribución de esta serie al intervalo Mioceno inferior alto a Mioceno medio basal.

2.2.1.2.2. Fm. Sombrerito : (5) Volcanismo básico : lavas vesiculares, brechas, aglomerados y tobas Mioceno (N_1)

Un episodio volcánico básico, intercalado en concordancia cartográfica en el seno de los términos carbonatados de la Fm. Sombrerito, se ha caracterizado en varios puntos de la Hoja de Boca Cachón. Los afloramientos más accesibles están situados a alrededor de 5 km al este de Boca Cachón, en el flanco sur de los Cerros de Trinidad (cf supra) y a aproximadamente 1 km al este de la frontera haitiana, en la carretera que da acceso al puesto fronterizo de Las Lajas, cerca de la extremidad oeste de la Hoja (ver Foto 5 del Album de fotos). Se han reconocido otros afloramientos o subafloramientos aislados, de calidad y extensiones medias, al pie del flanco sur de los relieves de la sierra de Neiba, aproximadamente a 4-6 km al NO de Boca Cachón. La mediocre calidad de los afloramientos no ha permitido la observación directa de los contactos con el encajante carbonatado de muro y techo; no obstante, la concordancia observada a escala cartográfica y la localización a un nivel preciso de la serie de este episodio volcánico básico, indican claramente un carácter estratiforme y sinsedimentario del volcanismo. Las principales facies están representadas por lavas básicas francas y por brechas piroclásticas gruesas de composición básica (aglomerados, brechas de coladas), que incluyen localmente elementos calcáreos (Las Lajas). Las facies lávicas corresponden a basaltos, ya sea masivos, con textura microlítica o afanítica, ya sea vesiculares (vesiculas inframilimétrica a centimétrica, vacías o con relleno carbonatado y silíceo. Al microscopio, una de estas lavas, con textura microlítica vacuolar (Muestra YD-9114) ha mostrado la presencia de fenocristales de olivino, clinopiroxeno y anfíbol, en una matriz vítrea con microlites de plagioclasa y opacos. Se ha señalado en lámina delgada una alteración parcial de baja temperatura; en afloramiento aparecen, igualmente, fenómenos de enrojecimiento y de oxidación parcial (oxidación en medio submarino poco profundo?) o de carbonatación secundaria (matriz brechoide, venillas). El techo inmediato del horizonte volcánico básico (base de las calizas masivas clásticas o brechoides suprayacentes, cf infra) está constituido por bancos calcáreos masivos de niveles ankeríticos cristalinos cariados (al este de Boca Cachón), o por calizas clásticas beige, más o menos silíceas, localmente fosilíferas (gastrópodos) cerca de Las Lajas. La edad Mioceno inferior alto a Mioceno medio basal de este volcanismo básico está

bien determinado por varios datos bioestratigráficos efectuados en los encajantes calcáreos próximos del muro (YD-9117A : Mioceno inferior alto a Mioceno medio basal) y del techo (cf infra). A pesar de la aparente rareza de las facies tobáceas más distales (posiblemente ligadas a las condiciones mediocres de afloramiento?), es destacable la gran similitud de facies y de presentación de este episodio volcánico básico estratiforme, con el episodio descrito anteriormente ubicado en el seno de la serie de Neiba (Complejo Volcánico Básico de El Aguacate, cf supra). Por analogía de facies y de presentación, se propone interpretar estas características para el emplazamiento de un volcanismo básico probablemente de tipo fisural, en medio subacuático poco profundo, síncrono de la sedimentación carbonatada, bajo forma de coladas subacuáticas o de inyecciones (sills ?) de sub-superficie.

2.2.1.2.3. Fm. Sombrerito (Mb Barahona, nov. nom.) : (6) Calizas masivas mal estratificadas de tonos beige a rojizo, de aspecto brechoide o de carniola, calizas bioclásticas. Mioceno (N_1)

Este término, es el más alto de la Fm. Sombrerito reconocido en la Hoja de Boca Cachón. Aflora en el techo del episodio volcánico básico ya descrito (5), en una banda estrecha al este de Boca Cachón (Cerros de Trinidad) y se prolonga hacia el este en la Hoja de La Descubierta (Hernaiz Huerta, 2004b), así como en las cercanías de Las Lajas, cerca de la extremidad occidental de la Hoja. La serie, con buzamiento norte (20-45°) está truncada hacia el techo por un contacto anormal mayor (desgarro-cabalgamiento senestro) jalonando la ladera sur cabalgante de la gran estructura anticlinorial constituida por la Fm. de Neiba. Su potencia mínima es estimada cercana a los 700 m, según los cortes geológicos. Se trata de un conjunto monótono de calizas masivas claras en bancos gruesos, mal estratificados, estructurando las crestas topográficas bien marcadas que constituyen los últimos relieves de la vertiente sur de la sierra de Neiba. Macroscopicamente, estas calizas se manifiestan como facies micríticas finas de color beige claro a beige rosado, en ocasiones, en capas rojizas que presentan con frecuencia un aspecto clástico (endoclastos milimétricos a pluricentimétricos) francamente brechoides a veces, nodulosos o cariados (aspecto de carniola) con la meteorizacíón (ver Foto 6 del Album de fotos). La macrofauna es en general muy poco abundante, aunque aparecen niveles bioclásticos muy frecuentes hacia la base de la serie (restos de lamelibranquios, gasterópodos, fragmentos coralinos retrabajados, raros macroforaminíferos). La similitud de aspecto en el terreno entre este término somital de la Fm. Sombrerito y las calizas masivas, de aspecto clástico o brechoide de la Fm. Neiba, puede dificultar la atribución de los afloramientos a una u otra formación en ausencia de

microfaunas características. En lámina delgada, (Muestras YD-9289, 9298B, 9300, 9439C, 9454A, 9460, 9467, 9468B, 9469, 9470), estas calizas se clasifican como micritas (biomicritas, biopelmicritas, pelmicritas), microsparitas a esparitas (biopelmicrosparitas, biosparitas ; pelsparitas), con mayor rareza ruditas (intrarudita). Las estructuras son generalmente heterogéneas, bioturbadas, ocasionalmente recristalizadas, de microporosas a porosas, con figuras de compactación o de intrabrechificación. Las texturas son de "*wackestones"* a "*packstones"*, "*wackestones"* a "*grapestones"* o de "*wackestones-mudstones"*. La litofacies está representada por intraclastos micríticos alargados (figuras de compactación) o de forma de angulosa a redondeada de caliza biomicrosparítica o biomicrítica, extraclastos de caliza micrítica a microsparítica, "*pellets"* o peloides (a veces cercanos de oncoides) y localmente una pequeña fracción siltosa de feldespato y/o cuarzo. La biofacies contiene restos de lamelibranquios en proporciones variables (ostreidos), gasterópodos, equinodermos (equínidos, asteridos), restos de corales recristalizados (YD-9298B, 9460), restos de ostrácodos, y más raramente, briozoos y fragmentos de algas coralináceas y dasicladáceas. Una actividad cianobacteriana, intensa en ocasiones, esta señalada en la mayoría de las muestras estudiadas (micritización de los restos, incrustaciones, fisuras). Los foraminíferos planctónicos, poco frecuentes (Muestras YD-9289, 9467) muy recristalizadas, partidas y a veces deformadas, contienen *Globigerina sp., Globigerinoides sp., Globoquadrina sp. Globorotalia gr. scitula scitula* (Brady). Las especies béntónicas son frecuentemente las más abundantes, con *Amphistegina sp., Miliolinella sp., Uvigerina sp., Cibicidoides sp. ; Archaias angulatus* (Fichtel & Moll), *Miosorites americanus* (Cushman), *(= Sorites marginalis* Lamarck de los autores antiguos), *Valvulinidae ; Cibicidae*, pequeñas formas porcelanadas (*Quinqueloculina sp*.), *Elphidium sp., Triloculina sp., Milionella sp., Textularidae, Peneroplis sp., Spirolina sp., Calcarinidae ?, Rotaliidae ; Planorbulinidae, Soritidae ; Peneroplidae, Bolivinidae, Discorbidae, Buliminidae*. El estado diagenético se señala por figuras de compactación, comienzos de disolución y de fuerte recristalización, ocasionalmente de intrabrechificación. El paleomedio de depósito de este conjunto corresponde a un medio muy poco profundo de plataforma interna a muy interna, media a supralitoral (con fuerte salinidad probable para las muestras YD-9469 et 9470), con facies de laguna arrecifal (YD-9439C, 9468B) y/o de laguna (YD-9300) de agua dulce probable (YD-9454A). Un episodio final de emersión y de exposición en medio sub-aéreo está marcado en varias muestras (YD-9298B, 9454, 9460, 9470), con actividad cianobacteriana intensa (YD-9460, 9470) e igual pedogénesis (YD-9454A). Las dataciones bioestratigráficas más amplias otorgan edades de Mioceno a Plioceno (YD-9467) así como Mioceno a Pleistoceno (YD-9298). Las más precisas, en particular hacia la base de la serie,

corresponden al Mioceno inferior alto (YD-9298B) o más comúnmente al intervalo Mioceno inferior alto a Mioceno medio basal (Muestras YD-9300, 9439C, 9460, 9468B), sea Aquitaniano alto a Langhiano basal (equivalente –22,8 a –16 Ma).

2.2.1.2.4. Conclusiones sobre la Fm. Sombrerito

Las relaciones entre los diferentes términos relacionados con la Fm. Sombrerito de la mitad sur de la Hoja de Boca Cachón y las series supra y infrayacentes están obstruidas por la tectónica. Los términos carbonatados inferiores (calcarenitas, margocalizas y margas de tonos ocre, facies arrecifal, unidad 4) y superior (calizas masivas mal estratificadas de tonos beige a rojizo, de aspecto brechoide o de carniola, unidad 6) corresponden globalmente a un ambiente de plataforma interna a muy interna, medio a supralitoral, caracterizado por facies arrecifales (biohermos, laguna arrecifal) y por episodios de emersión con exposición en medio sub-aéreo. Por estas características, el término carbonatado superior (unidad 6) es directamente comparable al Mb. Barahona (calizas de Barahona) de la Fm. Sombrerito, bien representado en la sierra de Bahoruco (Hoja Jimaní, García Senz, 2004). Las dataciones bioestratigráficas más amplias fijan, para el conjunto visible de la formación, un intervalo de edad comprendido entre el Mioceno y el Pleistoceno ; las más precisas (unidad 4 y base de la unidad 6) corresponden en la mayor parte de los casos, a un intervalo mejor constreñido, Mioceno inferior alto a Mioceno medio basal (Aquitaniano alta - Langhiano basal, cerca –22,8 a –16 Ma). La edad de la intercalación volcánica básica (unidad 5) interestratificada entre los dos términos carbonatados es conocida con bastante precisión (Mioceno inferior alto – Mioceno medio basal).

Si se compara, sobre la base de las dataciones bioestratigráficas, estos datos relativos al domino sur, con el episorio volcánico de Angel Félix y la serie carbonatada infrayacente de la parte norte de la Hoja (cf. supra), puede considerarse, a título de hipótesis alternativa a las opciones escogidas en la Hoja: (i) una similitud de edad posible entre dos episodios volcánicos básicos interestratificados (unidades cartográficas 2 y 5), así como (ii) entre las series carbonatadas del techo de las volcanitas básicas (unidades 3 y 6). Esta posibilidad, volverá a considerar, al Mioceno inferior alto – Mioceno medio basal, la colocación de un episodio único de volcanismo básico fisural, en contexto de plataforma interna a muy interna en el dominio sur y de plataforma externa o de cuenca batial en el dominio norte. Estos dos diferentes dominios están situados en la actualidad de uno y otro lado del gran anticlinorio con corazón paleógeno que atraviesa la Hoja en dirección EO en su parte media. Esto lleva

a reinterpretar, por otra parte, la unidad cartográfica asimilada a la Fm. Neiba superior (unidad 3) como un equivalente lateral de la Fm. Sombrerito, de facies más clasicas en el dominio sur (cf. Unidad de Cortadero ?, Hernaiz Huerta, 2004a y b). Un episodio volcánico básico Mioceno (Mioceno inferior alto) es conocido, por otra parte, en varios puntos de las Hojas Galván y La Descubierta, en la transición entre la Fm. Neiba superior y la Fm. Sombrerito. Aunque de extensión aparentemente limitada, este episodio volcánico básico, en ocasiones modificado, ha sugerido la existencia de una discontinuidad entre estas dos formaciones (Hernaiz Huerta, 2004 a y b, ver parraf. 2.2.1.1). Esta discontinuidad podría corresponder en la Hoja de Boca Cachón a la laguna estratigráfica supuesta de la zona de Angel Félix y probablemente también, en cartografía, al aspecto ligeramente secante del volcanismo sobre las diferentes facies de la serie paleógena del muro (Fig. 10). Esta hipótesis consideraría nuevamente, la existencia de una paleosuperficie de erosión de edad comprendida entre el Eoceno superior y el Mioceno inferior (?), posiblemente discontinua a escala regional. No obstante su veracidad queda por demostrar por los argumentos de terreno (investigación de los contactos, etcétera). Queda claro que esta interpretación, alternativa a la opción cartográfica, deducida actualmente de los datos bioestratigráficos, no está totalmente asegurada; necesitaría una confirmación por datación geocronológica directa del volcanismo básico, a condición de encontrar muestras libres de alteración secundaria.

2.2.2. Plioceno-Pleistoceno

2.2.2.1. Fm. Arroyo Seco o Fm. Jimaní ? (7) Conglomerados de tonos rojizos, groseramente estratificados, intercalaciones subordinadas de lutitas y limos arenosos. Plioceno superior a Pleistoceno (N_2^3-Q_{1-3})

Esta formación aflora de forma muy limitada en un punto aislado situado cerca del ángulo SE de la Hoja, en el lugar llamado Cerros del Penitente (X = 0207751, Y = 2053285). El afloramiento aparece en taludes de unas decenas de metros de longitud y algunos metros de alto, a favor del encaje del lecho del Arroyo El Penitente, en la orilla oeste (ver Foto 11 del Album de fotos). La base de esta formación conglomerática roja, está enmascarada por los aluviones gruesos del lecho; su contacto con las alternancias de calcarenitas, margocalizas y margas ocre del término inferior de la Fm. Sombrerito (4), aflora en los relieves situados inmediatamente al oeste con un ligero buzamiento norte (15°N) no observable, pero las relaciones geométricas entre las dos formaciones obligan a considerar

la hipótesis de un contacto por falla normal (de dirección N-S a NNE ?). Al techo, estos conglomerados basculados, con fuerte buzamiento norte (50° à 60°N), están cortados y truncados en discordancia angular muy nítida, por los conglomerados calcáreos gruesos, no consolidados, subhorizontales, que corresponden a la parte antigua (de edad supuesta Pleistoceno a Holoceno) del gran cono de deyección de Cerros del Penitente (16). La serie, que aflora con varias decenas de metros de potencia, está constituida por una sucesión de descargas conglomeráticas de matriz arcillosa, siltosa o microconglomerática rojiza, más o menos consolidadas, muy heterométricas, monogénicas, con fragmentos y bloques, de tamaño milimétrico a decimétrico, de calizas micríticas grises, en ocasiones de bioclastos (tipo Fm. Neiba y/o Mb Barahona de la Fm. Sombrerito). Los elementos calcáreos son de morfología redondeada a sub-angulosa y con frecuencia enrojecidos. Las descargas conglomeráticas muestran una granoclasificación más o menos nítida que indica una polaridad normal de la serie hacia el norte. La matriz de los conglomerados y los interlechos más finos, arcilloso a arcillo-arenoso, presentan un color de rojizo a marrón-rojo o rojo ladrillo característico. Se han observado localmente pequeñas fallas normales intraformacionales E-O con buzamiento de 55-60°S, sinsedimentarias. La edad de esta formación detrítica gruesa de facies claramente continental, probablemente alimentada por el desmantelamiento de la sierra de Neiba, es difícil fijarla con precisión. La falta de informaciones sobre estas relaciones con su entorno permite sólo considerar, en efecto, las comparaciones por analogía de facies con las Hojas vecinas. En las Hojas de Galván y La Descubierta, Hernaiz Huerta (2004 a y b) atribuye nuevamente a la Fm. Arroyo Seco facies continentales de conglomerados calcáreos, masivos o groseramente estratificados, de tonos rojizos, con intercalaciones subordinadas de lutitas y limos arenosos, discordantes sobre las Fm. Neiba superior o la unidad Cortadero de la Fm. Sombrerito e interdigitandose con los términos más altos de la Fm. Arroyo Blanco. La edad de esta formación, deducida de su intercalación en la parte superior de la Fm. Arroyo Blanco y de la edad de la Fm. Jimaní suprayacente (Pleistoceno) está relacionada par Hernaiz Huerta al Plioceno superior y quizá hasta el Pleistoceno inferior. Este autor señala, por otra parte, en equivalencia probable con la la Fm. Arroyo Seco, una potente (>300 m) serie de conglomerados y brechas calcáreas de tonos rojizos (19) procedentes de los relieves contiguos de la sierra de Neiba situada al techo de la Fm Jimani, de edad Pleistoceno En ausencia de datos más precisos, y en particular de sus relaciones con la Fm. Jimani, esta formación de extensión aparentemente muy reducida en la Hoja de Boca Cachón será relacionada, sin mayores precisiones, con el intervalo Plioceno superior a Pleistoceno.

2.2.2.2. Fm. Jimaní (Pleistoceno) de la cuenca de Enriquillo

La formación Jimaní fue definida por Arick (1940 a y b) y luego por Olsson (*en* Bermúdez, 1949) al norte del pueblo del mismo nombre, en la parte oeste de la cuenca de Enriquillo. Su zona principal de afloramiento son los relieves de colinas y llanuras semi-desérticas de dirección general NO-SE, situados en torno a la frontera de la República Dominicana con Haití (Hojas de Boca Cachón 5871-IV y Jimaní 5871-III). Estos relieves sobrepasan los 100 m de altitud y separan la depresión del lago Enriquillo al este (alrededor – 40 m) de la correspondiente al lago Saumâtre de Haití, al oeste.

Este conjunto bien estratificado y litificado, compuesto por lutitas carbonatadas, calizas fosilíferas, calizas arrecifales y molasas superiores, corresponde globalmente a los depósitos Pleistocenos de medio restringido poco profundo a sumergido. El espesor de la formación es variable. En el extremo occidental de la cuenca de Enriquillo se estiman 300 m en Boca Cachón y unos 500 m en Jimaní, con un máximo de 1000 m si se añade la pila de conglomerados que se indentan con la parte superior de la formación. En el centro de la cuenca de Enriquillo, el sondeo de petróleo Charco Largo-1 cortó, entre una cobertera cuaternaria y la Fm Las Salinas, una serie de 210 m de arcillas, areniscas, conglomerados y calizas comparable en facies y edad a la sección tipo de Jimaní; la microfauna que contiene *Cyprideis salebrosa*, *C. similis*, *Perissocytheridea sp*., *Perissocytheridea subrugosa*, *Limnocythere staplini* indica una edad Plioceno superior a Pleistoceno (Mann *et al.* 1999). En la parte NE de la cuenca de Enriquillo y en la cuenca de Azua, los equivalentes laterales de la Fm. Jimaní, al menos en parte, son sedimentos detríticos gruesos de las formaciones de Arroyo Seco y Via, de edad Plioceno superior-Pleistoceno.

Regionalmente, la Fm. Jimaní descansa mediante contacto discordante sobre la Fm. Arroyo Blanco-Las Salinas de edad Plioceno (McLaughlin *et al.* 1991) y constituye el relleno terminal de la cuenca de Enriquillo propiamente dicha. El techo se observa en la depresión del Limón (Genna, 2004, Hoja Duvergé) como un contacto entre calizas con corales y calizas lacustres con gasterópodos de edad Pleistoceno (?). Más comúnmente la Fm. Jimaní está cubierta por conglomerados lateralmente relacionados o discordantes pertenecientes a la Fm. Arroyo Seco, o se halla erosionada por el arrecife del Holoceno. El corte típico de la Fm. Jimaní establecido en las Hojas de Boca Cachón y Jimaní (García Senz, 2004) contiene cuatro unidades cartográficas:

1.- Unidad de caliza con corales, gasterópodos y bivalvos. Marca un episodio marino transgresivo sobre la Fm. Las Salinas, ésta última caracterizada por un ambiente confinado con restricciones de salinidad.

2.- Unidad con predominio de margas/margocalizas de tonos verdes, grises y ocres y bancos decimétricos de lumaquelas de lamelibranquios, gasterópodos, algas coralináceas y foraminíferos béntónicos. Intercala capas de conglomerados. Representa un ambiente deposicional restringido salobre.

3.- Unidad de calizas arrecifales y calcarenitas con niveles de lumaquelas e intercalaciones de conglomerados. Las calizas de texturas "*wackestones*", "*floatstones*", "*packstones*" y "*grapestone"s*, incluyen oncoides, peloides y clastos muy micríticos y extraclastos de caliza, trazas omnipresentes de actividad bacteriana (encostramientos), algas coralináceas y dasicladáceas y foraminíferos bentónicos. Indican un ambiente entre mediolitoral a supralitoral interno de aguas salobres a dulces y exposiciones en ambiente subaéreo (emersiones con inicio de pedogénesis).

4.- Unidad de conglomerados y brechas con clastos de caliza. El grueso de la unidad son conglomerados depositados en la parte subaérea de abanicos aluviales. Un volumen reducido es subacuático, intercalado entre los carbonatos marinos de las unidades 2 y 3. Los abanicos aluviales se depositaron al pie de las fallas que elevan las sierras de Bahoruco y de Neiba.

La facies y contenido faunístico de la Fm. Jimaní permiten interprtetar su depósito en el contexto de una bahía poco profunda con conexiones intermitentes con el mar Caribe. La fina granulometría de los sedimentos clásticos refleja las condiciones de calma del lado sur de la cuenca, en tanto que la gran abundancia de sedimentos clásticos gruesos del lado norte, es debido, probablemente, a la proximidad de aportes provenientes de la sierra de Neiba (McLaughlin y van den Bold, 1991); las faunas de Ostracodos muestran, variaciones temporales de salinidad, desde las condiciones de agua prácticamente dulce en ciertos intervalos de la formación (*Cyprideis salebrosa*, *Limnocythere staplini*) hasta condiciones salobres a marinas de débil profundidad en otros intervalos (*Loxoconcha laevis*, *Radimella confragosa)*.

Osiris De León (1983) considera a la Fm. Jimaní de edad Plio-Pleistoceno, basándose en la macrofauna (*Chilone cancellata*, *Corbula constricta*, *Arca imbricata*, *Lucina pectinata*, *Batillaria minima*) y en los foraminíferos identificados por Bermúdez (1949): *Elphidium gunteri*, *E*. *Advenum*, *Palmerinella palmarae*, *Streblus beccarii var*. *ornata*. Mclaughlin y Van den Bold (1991) proponen restringir esta edad al Pleistoceno sobre la base de raros casos de *Campylocythere perieri* citados por Bold (1975) en el flanco sur del lago Enriquillo. La nanoflora cosechada en términos limosos de esta formación en la Hoja de Boca Cachón (muy raras coccolitos; *Gephyrocapsa sp., Gephyrocapsa oceanica; Spherolitus abies; S. neoabies; Reticulofenestra floridana; R. abisecta; Helicosphera carteri)*, aunque generalmente mal conservada, indica una edad comprendida entre el Plioceno superior y el Pleistoceno; la presencia del marcador *Gephyrocapsa oceanica* (NN19-21) y la ausencia del marcador *Reticulofenestra lacunosa* (NN15-19) permiten, no obstante, restringir la edad al Pleistoceno medio-superior (zonas NN20-21), esto es, una edad máxima de aproximadamente 0,4 Ma.

2.2.2.3. Fm. Jimaní (Pleistoceno) de la Hoja de Boca Cachón

La Fm. Jimaní aflora ampliamente en la parte SO de la Hoja de Boca Cachón (Gran Sabana, Tierra Prieta), en une zona groseramente triangular limitada al norte por la carretera Boca Cachón – Tierra Nueva – Las Lajas y al este por la carretera de Boca Cachón a Jimaní. Ella constituye un conjunto de relieves de colinas y llanuras semi-desérticas de dirección general NO-SE, que sobrepasan los 100 m de altitud y separan la depresión del lago Enriquillo al este (alrededor – 40 m) de la correspondiente al lago Saumâtre de Haití, al oeste. Su base no es conocida en la Hoja de Boca Cachón. En los márgenes occidentales del lago Enriquillo, la Fm. Jimaní está recubierto en discordancia – después del plegamiento y la erosión ante-Holoceno - por la formación arrecifal franjeante correspondiente al Holoceno medio. En la zona de Tierra Prieta, anplias zonas de depósitos coluviales recientes y de arcillas rojas de descalcificación (paleosuperficie de erosión ante-Holoceno medio ?, Genna, 2004) enmascaran parcialmente las calizas subhorizontales o débilmente onduladas de la parte superior de la serie. El corte típico, establecido durante el levantamiento de la Hoja, contiene los tres términos superiores cartografiables; son de muro a techo:

2.2.2.3.1. Fm. Jimaní (8) Alternancias de margas verdes y lumaquelas de bivalvos y bancos de calizas y margocalizas de tonos beige con gasterópodos. Pleistoceno (Q_{1-3})

Este término con predominancia margosa y margocaliza está constituido por margas verde-ocre con elementos carbonatados y restos de conchas dominantes, con bancos decimétricos de lumaquelas endurecidas con bivalvos. Hacia arriba se vuelven más abundantes las intercalaciones aisladas o en haces de bancos pluridecimétricos de calizas, margocalizas, nodulosas o concrecionales y calcarenitas o siltitas carbonatadas poco consolidadas, de color beige y con conchas de gasterópodos enanos (ver Foto 7 del Album de fotos). Cerca del techo se observan algunas intercalaciones locales de microconglomerados y conglomerados con elementos de incrustaciones ferruginosas. La macrofauna abundante es pobre en especies, incluso mono específica (lumaquelas con lamelibránquios, limos y bancos carbonatados de gasterópodos enanos, raros pectinidos y gasterópodos de tipo *Strombus ?* hacia la base de la serie). La potencia del conjunto está estimada a más de 60 m. Luego de un primer episodio marino transgresivo franco que se traduce en la Hoja de Jimaní por el depósito de un término carbonatado arrecifal que marca la base de la serie (calizas con corales y coquinas de bivalvos y gasterópodos, García Senz, 2004), este término margoso suprayacente (biomicritas, biopelmicritas a biopelsparitas; antiguos "*wackestones", "mudstones" y "grapestones";* muestra YD-9228B, 9236) representa una evolución hacia un ambiento de depósito restringido de baja salinidad, salobre a lacustre (paleo entorno de medio interno a muy interno, medio a supralitoral), carácterizado por una biofase que incluye, con variable abundancia, gasterópodos y lamelibránquios (*Ostreidae* o *Pinnidae*), algas calizas coralináceas, así como foraminíferos béntónicos (*Triloculina sp., Spiroloculina sp., Quinqueloculina sp., Milionella sp.*). La presencia de individuos mal conservados del genero *Gephyrocapsa sp*. en la nanoflora de las muestras YD-9228B y YD-9231 permite asignar a este término una edad Plioceno superior a Pleistoceno; por otro lado, la observación del marcador *Gephyrocapsa oceanica* (zonas NN19-21) y la ausencia del marcador *Reticulofenestra lacunosa* (zonas NN15-19) en otras (YD-9230, 9233 y 9234) permiten precisar una edad probable correspondiendo al Pleistoceno superior (zonas NN20-21).

2.2.2.3.2. Fm. Jimaní (9) Calizas y calcarenitas finas tableadas de tonos beige u ocre, niveles bioclásticos, lumaquelas, conglomerados; (10) arrecife de corales. Pleistoceno (Q_{1-3})

Este término esencialmente carbonatado con intercalaciones arrecifales, formando cuesta (ver Foto 8 del Album de fotos), comienza por bancos bien ordenados (20 – 50 cm) de calizas y calcarenitas finas endurecidas de tonos beige a ocre dominantes, nodulosas o concrecionales, con niveles bioclásticos y lumaquelas. La transición con el término infrayacente es rápida, por reducción de los interbancos margosos y margo-calizos. Este conjunto contiene localmente (sur de Tierra Nueva) una intercalación arrecifal de potencia decamétrica (máx. 10-15 m), representada por construcciones masivas (biohermos) más o menos modificadas y macizos aislados de corales tubulares en un encajonamiento margo-calizo (ver Foto 9 del Album de fotos). La parte superior del término carbonatado que remata el episodio arrecifal, se caracteriza por la abundancia de facies bioclásticas masivas en grandes bancos (calizas, calcarenitas, lumaquelas), ricas en fragmentos y conchas de lamelibranquios, gasterópodos y restos o bloques coralinos retrabajados. Se desarrollan mucho más en la orilla del sur de la cuenca (Hoja de Jimaní), hacia la parte alta de la serie, descargas conglomeráticas con elementos de calizas finas, de color beige y localmente bloques de corales tubulares, reducidos en la Hoja de Boca Cachón (centro de la cuenca). El conjunto, cuya potencia es evaluada en alrededor de 80 m (Boca Cachón) y más de 200 m (Jimaní), está ampliamente afectado por fenómenos de encostramiento secundarios (ferruginizaciones, silicificaciones). Los carbonatos (pelmicritas con pelmicrosparitas; biopelmicritas y biopelmicrosparitas con biopelsparitas, litomicritas arcillozas; antiguos "*wackestones", "floatstones", "packstones", "grapestones";* muestras YD-9238, 9242, 9314, 9471, 9617) incluyen una litofase con proporciones variables de oncoides, peloides y cortoides (clastos fuertemente micríticos) y de extra clastos (caliza micrítica o esparítica, pseudo-oncolitas). El estudio de la biofase revela trazos omnipresentes de actividad eubacteriana y/o algo-bacteriana (encrustamientos), la presencia de algas (restos de *coralináceas, dasicládaceas*), así como la presencia de tres raros foraminíferos béntónicos *(Amphistegina sp., Quinqueloculina sp., Textularidae, Milionella sp.).* La macrofauna (individuos preservados o restos abundantes) incluye *equinodermos, lamelibranquios (Ostreidos), gasterópodos y briozoarios*. Los restos de corales retrabajados (aquellos *hexacoralarios*) son particularmente más abundantes encima de la intercalación arrecifal. Estas facies son testimonio de un depósito en ambiente mediolitoral a supralitoral muy interno y de muy baja salinidad (aguas salobres a dulces), marcadas por exposiciones en

ambiente subaéreo (emersiones con inicios locales de pedogénesis), entrecortado por un segundo episodio marino temporal, marcado por una intercalación arrecifal de biohermos.

2.2.2.3.3. Fm. Jimaní (11) Conglomerados gruesos con cantos calcáreos. Pleistoceno (Q_{1-3})

Este término detrítico grueso superior está constituido por conglomerados carbonatados más o menos consolidados. Está bien representado en la orilla sur de los relieves de la sierra de Neiba, cerca del extremo NO de la zona de afloramiento de la formación (oeste y SO del pueblo de Tierra Nueva). El contacto basal de este término detrítico aparece como cartográficamente discordante en el término calcáreo infrayacente. Estos conglomerados monogénicos gruesos (ver Foto 10 del Album de fotos), muy heterométricos, contienen bloques centimétricos a pluridecimétricos muy redondeados de calizas micríticas finas con color blanco a beige (de tipo Fm. Neiba o Fm. Sombrerito) englobadas en un cemento carbonatado más o menos consolidado (molasas). Aparece una ferruginización secundaria de los elementos y de la matriz, en la parte alta de la serie. Estos aportes detríticos gruesos de la parte alta de la serie de la Hoja de Boca Cachón y los niveles conglomeráticos potentes intercalados en el seno del término carbonatado infrayacente (Hoja Jimaní, García Senz, 2004) son interpretados por la colocación de conos de deyección aluvionarios, desarrollados al pie de los escarpes de fallas en el Pleistoceno, por bruscos levantamientos de las sierras de Neiba y de Bahoruco enmarcando la cuenca de Jimaní. En este sentido, estas molasas gruesas, cuya potencia máxima aquí se estima en aproximadamente 60 m, son probablemente correlacionables con las facies detríticas continentales de la Fm. Arroyo Seco, bien desarrolladas más al SE (Hoja Duvergé, Genna, 2004).

2.3. Cuaternario (Pleistoceno superior.- Holoceno)

Los depósitos cuaternarios de la Hoja de Boca Cachón presentan cierta variedad por la presencia en ella del lago Enriquillo con cuya evolución más reciente, desde la última invasión marina, se relaciona la presencia del arrecife subactual que lo rodea y diversos depósitos lacustres. Por otra parte, en la Hoja no hay ningún curso fluvial de importancia y, por tanto, los depósitos fluviales no tienen un gran desarollo. Sí tienen cierta importancia los depósitos cuaternarios directamente condicionados por la creación de relieve, y entre ellos destacan, por su extensión y volumen de depósitos movilizados, los sistemas de abanicos aluviales y conos de deyección asociados al levantamiento de la sierra de Neiba, y los coluviones. Consecuencia de este levantamiento es también el fuerte encajamiento de la red

fluvial. También hay que señalar, por su presencia constante en las sierras calcáreas, los depósitos de fondo de dolina, la mayoría sin representación cartográfica por sus reducidas dimensiones, y algunos rellenos de zonas endorréicas.

2.3.1. Cuaternario: depósitos litorales relacionados con la evolución del lago Enriquillo

2.3.1.1. Cuaternario: Arrecife subactual: (12) Arrecife de corales (biohermo); (13) corales retrabajados; (14) arenas finas fosilíferas de playa; (15) bioconstrucción de algas y serpulas. Holoceno (Q_4)

Un arrecife holoceno emergido rodea la periferia del lago Enriquillo y aparece en la isla de Cabritos y en la depresión del Limón al oeste de Duvergé. Yace en contacto discordante sobre un paleorelieve modelado en las formaciones plegadas de Neiba, Sombrerito, Las Salinas y Jimaní, e incluso cubre a abanicos aluviales del final del Pleistoceno. Se halla esencialmente indeformado con una pendiente deposicional entre las cotas 0 y –35 m. Su aparición sobre las aguas del lago en el anticlinal de la isla Cabritos sugiere que localmente está afectado por un plegamiento suave (Mann *et al*., 1984).

Mann *et al*. (1984), Taylor *et al*. (1985) y Stemann *et al*., 1992, describen diversas facies repartidas zonalmente de forma perpendicular a la antigua línea de costa. De muro a techo distinguen:

- a) - un horizonte basal con ostreidos (*Isognomon alatus; Chama sp.; Pinctada radiata*) gasterópodos (*Neritina virginea; Nassarius vibex*) y bivalvos *(Diplodonta punctada; Brachiodontes modiolus; Anadara notabilis; Chione cancellata; Arca zebra; Arca sp.)*, con potencia decimétrica, que sirve de sustrato para el crecimiento de los corales. Este horizonte, datado como 9960 +/- 100 BP (Taylor *et al.*, 1985) indica un ambiente marino muy poco profundo (intermareal) que evoluciona rápidamente hacia condiciones de mar abierto que implica un aumento de la profundidad del medio (transgresión)

- b) - una unidad de biohermos de corales masivos multilobulados y subcolumnares dispuestos en posición de vida (ver Fotos 12, 13 y 14, del Album de fotos de la Hoja de Boca Cachón) (*Siderastrea siderea; S. Radians, . Montastrea annularis; M. Cavernosa; Acropora cervicornis; Agaricia lamarcki; A. Agaricites; A. Tenuifolia; Eusmilia fastigata; Mussa angulosa; Oculina diffusa; Dichocoenia stokesi; Porites porites; Colpophyllia natans;*

Leptoseris cucullata; Cladocora arbuscula; Mycetophyllia sp.; Scolymia sp.) de alrededor de 15 a 20 m de espesor; se interpretan como facies del arrecife externo (Taylor *et. al*, 1985). La macrofauna asociada a los corales contiene numerosas especies de ostreidos (Spondylus sp.), bivalvas (Arca sp., Argopecten sp., Laevicardium sp) y gasterópodos (*Murex sp., Strombus sp., Astrea sp., Modulus sp.*). Este episodio incluye repeticiones cíclicas en las que alternan aportes de sedimentos y recrecimientos, con profundidades que oscilan entre 3 y 25 m (Stenmann y Johnson, 1992). Las dataciones por ^{14}C indican para este intervalo edades comprendidas entre 8990 $\pm$ 60 BP y 6490 $\pm$ 130 BP (Taylor *et al.* 1985).

- c) - una unidad masiva constituada por acumulaciones de fragmentos pertenecientes a tipos ramificados *(Acropora cervicornis; Montastrea annularis; Siderastrea siderea; Millepora alcicornis*) de potencia plurimétrica a decamétrica; esta unidad, acumulada *in situ* sobre los biohermos (ver Fotos 12 y 15, del Album de fotos de la Hoja de Boca Cachón) , representa la cresta (*reef crest*) de los arrecifes por Taylor *et. al.* (1985). La zona con *A.cervicornis*, da edades entre 6200 $\pm$ 80 BP y 4760 $\pm$100 BP (Taylor *et al*., 1985) y es característica de un medio de baja energía, somero (< 4 m.) (Stenmann *et al.* 1992); corresponde a una fase de crecimiento ascendente rápido del arrecife hasta la proximidad del nivel del mar. Una segunda intercalación de corales masivos (*Lamontastrea annularis*), de espesores más reducidos (3-4 m) puede aparecer por encima de la zona con *A*. *cervicornis;*

- d) - una unidad de sedimentos supra-arrecifales. En zonas que no han sido erosionadas, la unidad de corales ramosos está recubierta por sedimentos muy finos con fragmentos de conchas de la parte trasera del arrecife *(*bivalvas *: Brachiodontes modiolus, Lucina pectinata, Diplodonta semiaspera., D. Punctata, Arca imbricata., Chama sp., Neritina sp., Tagelus plebius, Mytilopsis leucophaeata;* ostréidos *: Chama macerophylla),* que pasan muy rápidamente hacia el techo a sedimentos lacustres bien estratificados (de hasta 2 m) ricos en gasterópodos (*Hydrobiid (Heleobops) sp*.; *Neritina reclivata)*. Estos sedimentos muestran la evolución gradual de condiciones salobres a un medio lacustre de agua dulce marcando el final de las condiciones marinas en la depresión. La edad más reciente obtenida en estos niveles es de 2820 $\pm$ 40 BP (Taylor *et al.*, 1985).

- e) - construcciones de aspecto poroso y forma hemisférica, coronan los arrecifes de manera discontinua en pequeños macizos de potencia métrica (ver Fotos 16 y 17, del Album de fotos de Hoja de Boca Cachón). Su morfología es similar a los modernos estromatolitos

intermareales Su emplazamiento es síncrono o ligeramente posterior a la de los sedimentos supra-arrecifales. La presencia de *serpulides* y de numerosos restos de gasterópodos (*Hydrobiid sp*) es igualmente indicativo de un medio salobre. Este nivel cierra la formación arrecifal holocena y suele coincidir con la actual cota de 0 m.

La fauna arrecifal holocena de Enriquillo engloba una treintena de especies de escleractínidos e hidrocorolarios asociados a numerosas especies de lamelibranquios y gasterópodos. Esta fauna es común en los arrecifes caribeños modernos, la ausencia de algunas especies características de corales se cree debida a las condiciones de baja energía del depósito. De acuerdo con las edades mencionadas anteriormente, el crecimiento del arrecife coralino comienza hacia el año –9020 BP y se interrumpe hacia el año –4760 BP. El cese del crecimiento arrecifal fue heterócrono a escala local (Stemann y Johnson 1992). La retirada definitiva del mar y el tránsito a un régimen lacustre lo marca la edad de 2820 BP obtenida en los sedimentos suprarrecifales. El arrecife se desarrolló como consecuencia de la rápida elevación del nivel marino después del último episodio post-glacial, que provocó la entrada del mar Caribe en la depresión de Enriquillo desde la bahía de Neiba (alrededor de –9000 años BP). Más tarde, hacia – 5000 años BP, los depósitos deltaicos del río Yaque del Sur colmataron su desembocadura y provocaron junto con la elevación tectónica, la desconexión con la bahía y la muerte del arrecife (Mann *et al.* 1984; Taylor *et al.* 1985). La evaporación rápida de la superficie lacustre en clima árido ha creado el lago salino actual de Enriquillo con una superficie oscilante alrededor de la cota –42 m y ha permitido la exposición completa de la secuencia arrecifal. Las condiciones excepcionales de observación y de conservación (ausencia de compactación y de recristalizaciones diagenéticas) lo convierten en un lugar privilegiado para los estudios paleoambientales y paleobatimétricos.

En la Hoja de Boca Cachón, con excepción del horizonte basal (a) de ostréidos, es posible en la mayor parte de los casos, reconocer al menos parcialmente la secuencia descrita anteriormente. En cartografía se ha distinguido - a veces con una cierta exageración por razones de escala - los principales biohermos de corales masivos en plaza (término b de la secuencia general, unidad cartográfica n° 12), el nivel de corales ramosos cortados (término c, unidad cartográfica n° 13), las facies finas de sedimentos supraarrecifales fosilíferos (término d , unidad cartográfica n° 14), así como los macizos discontinuos de construcciones algarias superiores (término e, unidad cartográfica n°15). La formación arrecifal holocena aflora en numerosos puntos alrededor del extremo norte y NO del lago Enriquillo, y en

particular a todo lo largo de la carretera que bordea el norte del lago, entre Sabana del Medio y Boca Cachón. En este sector, la formación arrecifal descansa en discordancia sobre las calcarenitas (unidad n°4) de base y las calizas masivas superiores (unidad n° 6) basculadas, de la Fm. Sombrerito (Mioceno). Más al sur (al oeste de la carretera de Boca Cachón a Jimani) el sustrato de la formación arrecifal está formado por las margas de la Fm. pleistocena de Jimaní. El desarollo del arrecife holoceno fosiliza las deformaciones del sustrato. En el límite SE de la Hoja, la formación arrecifal moldea nítidamente la orilla externa del gran cono aluvionario conglomerático de Sabana del Medio (cf infra).

2.3.2. Cuaternario: depósitos asociados a la dinámica fluvial

2.3.2.1. Cuaternario: Abanicos aluviales y conos de deyección de la vertiente sur de la sierra de Neiba: conglomerados calcáreos variablemente cementados con intercalaciones de arenas y limos: (16) Abanicos aluviales y conos de deyección antiguos, Pleistoceno superior - Holoceno (Q_{3-4}); (17) Abanicos aluviales y conos de deyección recientes, Holoceno (Q_4); (18) Abanicos aluviales y conos de deyección indiferenciados, Pleistoceno superior - Holoceno (Q_{3-4}).

Aparecen orlando la vertiente sur de la sierra de Neiba, así como en ciertas depresiones interiores de ésta. Una buena parte de ellos están afectados por una notable disección fluvial, que indica su carácter relicto. En la Hoja de Boca Cachón, su superficie es generalmente del orden de 1-2 km^2. El más desarrollado de ellos, está situado en el ángulo SE de la Hoja (Cerros del Penitente – Sabana del Medio) y cubre una superficie de una decena de km^2. Este gran cono de deyección está compuesto claramente por una primera generación de descargas conglomeráticas antiguas, que forman un escarpe nítido en la topografía (ver Foto 18 del Album de fotos), está preservada en los bordes (unidad cartográfica n° 16) y profundamente encajado por las descargas más recientes en su parte central (unidad cartográfica n° 17). Estos últimos están franjeados y claramente moldeados por la formación arrecifal holocena. Este argumento cartográfico y el desarrollo de amplitud inhabitual de las construcciones algarias superiores, firman la muerte del arrecife (unidad n° 15) indicando un papel activo de estas grandes zonas de aportes detríticos continentales en la paleotopografía que controla la colocación del arrecife franjeante y más tardíamente, su papel probablemente mayor en el fin del episodio marino arrecifal (zonas de aportes de agua dulce y de material detrítico en la cuenca marina, instauración de condiciones salobres). Estas relaciones indican que la colocación de estos grandes depósitos son anteriores o

simultáneos al desarrollo del arrecife subactual periférico del Lago de Enriquillo, y se les asigna una edad Pleistoceno sup.-Holoceno. El resto de conos y abanicos, sin posibilidad de comparación temporal con los anteriores, se dan como indiferenciados (unidad cartográfica n°18). Solo la edad Pleistoceno superior de las molasas superiores de la serie de Jimaní, sobre las cuales descansan, al sur, los depósitos del gran cono de la Cañada de los Murciélagos en la parte oeste de la Hoja, dan una indicación de edad máxima. En el interior de la Hoja, conviene señalar los conos de deyección bien marcados situados al norte inmediato de Los Pinos y en los alrededores de El Bahuco, cerca de 3 km más al oeste. Hacia el sur estos depósitos detríticos gruesos, están situados al pie de una ruptura de pendiente marcada, que corresponde probablemente a la expresión topográfica de superficie de una falla normal reciente de dirección sensiblemente E-O, con hundimiento del bloque sur (ver corte I-I').

Litológicamente están constituidos por conglomerados y gravas (mayoritariamente calcáreos, derivados de las formaciones Neiba y Sombrerito) con diferentes grados de cementación, que intercalan frecuentes niveles de arenas y, en sus partes más distales, limos y arcillas. En las partes proximales abundan los bloques que alcanzan tamaños superiores a los 50 cm.

2.3.2.2. Cuaternario: (19) Terrazas: cantos, gravas, arenas y limos. Pleistoceno sup.-Holoceno (Q_{3-4})

Se han agrupado en esta unidad todas las terrazas existentes en la Hoja que, en cualquier caso, son escasas al no haber cursos fluviales de cierta entidad. Las mejor desarrolladas corresponden a la depresión cultivada, situada al sur de Los Pinos, donde se reconocen tres niveles de terrazas ajustadas (alta, media y baja), profunda y estrechamente excavadas por el lecho vivo de los actuales barrancos. El nivel de terraza más elevado está situado a alrededor de 30 - 40 m por encima del lecho vivo actual (oeste de Los Pinos, Cañada Alberto). Por su escasa representación no se han separado en niveles. Están constituidos por gravas, predominantemente calcáreas, en una matriz arenosa; el tamaño de los cantos varía notablemente, predominando los diámetros de 10 a 20 cm. Su espesor puede variar entre 3 y 20 m. Por lo que respecta a su edad, a diferencia de otros depósitos, no muestran una relación geométrica concluyente con el nivel arrecifal de referencia cronológica, pero en función de las velocidades de encajamiento observadas en la zona, se atribuyen al Holoceno. Las más antiguas podría pertenecer al Pleistoceno.

2.3.2.3. Cuaternario: (20) Depósitos aluviales-coluviales: limos marrones, arenas con cantos, y niveles de conglomerados. Holoceno (Q_4)

En la parte alta y en las laderas de algunos arroyos poco encajados de la sierra de Neiba se han distinguido depósitos aluviales-coluviales que esencialmente responden a mantos de arroyada sobre superficies relativamente inclinadas. Los coluviones son depósitos proximales de potencia métrica con cantos heterométricos subangulosos englobados en una matriz limo-arenosa, procedentes del desmantelamiento de las vertientes de los relieves vecinos. Los depósitos aluviales-coluviales más distales son limos y arenas con cantos y niveles de conglomerados que no superan los 5-6 m de espesor. Su edad es holocena. Mas al sur, la zona de Gran Sabana - Tierra Prieta, amplias zonas de depósitos coluviales recientes y de arcillas rojas de descalcificación (paleosuperficie de erosión ante-Holoceno medio ?, Genna, 2004) enmascaran, parcialmente las calizas subhorizontales o débilmente onduladas de la parte superior de la serie de Jimaní (unidad n°9).

2.3.2.4. Cuaternario: (23) Fondo de valle: cantos, arenas y gravas. Holoceno (Q_4) – Actual

Los fondos de valle y de cañada torrencial están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas de naturaleza carbonatada; puntualmente pueden presentar un predominio lutítico, especialmente al transitar por la depresión. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, pudiendo señalarse de forma orientativa un diámetro de 10-20 cm para los cantos. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión, pudiendo alcanzar 5 m en el caso de los de mayor envergadura. En la mayoría de los casos estos depósitos, que constituyen el relleno de los lechos vivos son estrechos y profundamente encajados. Ciertas partes de los cursos del arroyo El Penitente y de la Cañada de los Murcielagos presentan depósitos cuyo anchura puede alcanzar varios cientos de metros.

2.3.3. Cuaternario: depósitos derivados de la meteorización química

2.3.3.1. Cuaternario: (21) Depósitos de fondo de dolina: arcillas de descalcificación. Holoceno (Q_4)

Corresponden a arcillas rojas residuales que constituyen el producto de la descalcificación de los materiales calcáreos por acción de procesos cársticos. En general, las dolinas

consideradas aisladamente, es raro que presenten dimensiones cartografiables (diámetro decamétrico a hectométrico), salvo en algunas de mayor entidad o en el caso de campos de dolinas estrechas, cuya envoltura ha sido representada de forma global (Tierra Virgen). En la Hoja de Boca Cachón, las principales zonas de dolinas están relacionadas con las calizas en bancos de la Fm. Neiba superior que aflora en el ángulo NE de Hoja (Sabana Real, Yerba Buena), así como con las calizas tabulares o poco inclinadas de la Fm. Neiba inferior que constituye la zona de meseta situada a caballo en la frontera haitiana (Loma del Viento, Tierra Virgen). La fracturación controla local y claramente el desarrollo de estas cavidades cársticas (Sabana real, Yerba Buena). Los rellenos de arcillas de descalcificación están con frecuencia intensamente cultivadas; su potencia varía en función de la envergadura de los procesos de disolución, y pueden superar los 3 m. En cuanto a su edad, se han asignado, de forma bastante imprecisa, al Pleistoceno-Holoceno, sin que deba descartarse que su comienzo diese lugar incluso en el Plioceno.

2.3.4. Cuaternario: depósitos asociados a áreas lacustres y endorreicas

2.3.4.1. Cuaternario, relleno de zonas endorreicas: (22) Limos y arenas con cantos. Holoceno (Q_4)

Se agrupan en el presente apartado los depósitos de las áreas con drenaje deficiente, generalmente debido a sus tendencias endorreicas, constituidos mayoritariamente por lutitas oscuras. Sus espesores no han sido determinados, aunque probablemente se acerquen a 2-3 m. En la Hoja de Boca Cachón, las principales zonas endorreicas aparecen relacionadas con el dominio de afloramiento de la Fm. de Jimaní, en los alrededores de Tierra Nueva y al sur de Tierra Prieta.

2.3.4.2. Cuaternario, depósitos asociados a los márgenes del lago Enriquillo: (24) Depósitos eólicos costeros: arenas y limos; (25) Depósitos de playa lacustre: arenas y limos. Holoceno (Q_4)

Se han cartografiado como depósitos lacustres recientes los limos y arenas laminadas que afloran en los márgenes del lago Enriquillo. Depósitos eólicos rodean también la orilla del lago. Localmente, dan lugar a pequeños campos de dunas, como los de las proximidades de Boca Cachón. La propia dinámica eólica y las oscilaciones del nivel del lago hacen que sean formaciones en constante evolución en interacción con la playa. Están formados por mantos

y dunas de arenas muy finas y limos de espesor irregular, pero en general de escasa relevancia, adquiriendo valores métricos tan sólo de forma ocasional. Localmente aparecen costras carbonatadas de unos 10 cm de espesor llenas de gasterópodos, producidas por la desecación de charcos. El carácter actual de la dinámica eólica es perceptible en el ámbito de Jimaní, debido al frecuente desarrollo de polvaredas.

3. TECTONICA

En este capítulo se abordan las características estructurales de la Hoja de Boca Cachón y su evolución tectónica. Como preámbulo, se hace una exposición del contexto geodinámico de la isla de La Española, en cuya parte centro-meridional se encuentra ubicada esta Hoja, y del marco geológico estructural de la zona de estudio.

3.1. Introducción. Contexto Geodinámico

La isla La Española es la segunda en extensión de las Antillas Mayores que forman el segmento septentrional de la cadena de arcos de isla que circunda la placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela (Fig. 11 y Fig. 12). Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann *et al*., 1991) o Arco de Isla Circum-Caribeño (Burke, 1988).Todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y todos ellos se empezaron a formar en el Pacífico, a partir del (Jurásico superior ?)-Cretácico inferior (Mann *et al.* 1991 b), como un arco volcánico más o menos continuo, el cual migró hacia el este durante el Cretácico superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindel y Barret 1990, Pindel, 1994) (Fig.13). Los procesos relacionados con el desarrollo y evolución de este arco en el segmento correspondiente a la isla de La Española y, especialmente, en sus estadios finales, son los que conforman el cuerpo fundamental de este capítulo.

La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a subparalelo a su traza y al sur, por otra zona de subducción incipiente a la que se asocia la Fosa de los Muertos (Byrne *et al*., 1985; Masson y Scanlon, 1991) (Fig. 11). El margen norte de la placa del Caribe ha evolucionado desde constituir un límite controlado por subducción en el Cretácico y parte del Eoceno, a ser hoy, tras la colisión de esta placa con la plataforma de las Bahamas (colisión arco-continente), un límite

dominado en gran parte por desplazamientos en dirección de carácter senestro que acomodan el desplazamiento hacia el este de la placa del Caribe en relación con Norteamérica (Mann *et al*., 1991). La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, fue diacrónica, ya que comenzó en el Eoceno medio en Cuba (Pardo *et al.*, 1975) y terminó en el Oligoceno inferior en Puerto Rico (Dolan *et al*., 1991). Entre estas dos islas, en el segmento correspondiente a La Española, la colisión ocurrió en el intervalo Eoceno medio-superior. La tectónica transcurrente comenzó, en este margen norte de la placa, a partir del Eoceno medio con la apertura del Surco del Caimán en un régimen transtensivo (Mann *et al.*, 1991 b) y se mantiene hasta la actualidad, en un contexto fundamentalmente transpresivo para todo el conjunto de la isla.

A partir del Eoceno, el margen meridional de la Isla de la Española y Puerto Rico ha pasado desde comportarse como una trasera de arco al comienzo del Eoceno, a constituir en la actualidad un margen activo con subducción de la corteza oceánica del Caribe bajo el arco de islas Circum-Caribeño (Burke *et al.*, 1978; Burke, 1988; Dolan *et al*. 1991). En consecuencia, a partir del Eoceno Superior, la sedimentación y deformación de las cuencas de trasera de arco generadas en relación con el arco de islas Circum-Caribeño, pasan a estar controladas por procesos típicos de una cuenca de antearco. En relación con esta deformación de la parte meridonal de la Isla se produce el levantamiento de las sierras del sur y en el núcleo de algunas de ellas los afloramientos de rocas oceánicas (sierras de Hote, Selle y Barohuco).

La placa del Caribe se desplaza hoy día hacia el este respecto a las placas Norte y Sudamericanas (Dolan y Mann 1998; Dixon 1998; De Mets 2000, Mann *et al.* 2002). Este movimiento relativo se acomoda, en el margen septentrional de la isla por la zona de subducción de la fosa de Puerto Rico y por la falla Septentrional, en un tipo de articulación en el que se conjugan la convergencia oblicua, en la primera y los movimientos sinestrales, en la segunda (Dolan y Mann, 1998; Dolan *et al.*, 1998) (Fig. 14). En el interior de la isla, el citado movimiento relativo lo articula principalmente la zona de falla de Enriquillo-Plantain Garden (Mann *et al*.,1991), que interviene directamente en la zona de estudio.

La estructura de la zona de estudio es el resultado de la superposición de la mayoría de los procesos que se acaban de mencionar, si bien en ella intervienen de forma especial la transformación de la cuenca trasera de arco en un margen activo a partir del Eoceno, el levantamiento de una parte de la meseta oceánica del Caribe a partir del Mioceno y la

tectónica desgarres, en parte simultanea con las anteriores, pero que sobre todo ha incidido en su evolución más reciente.

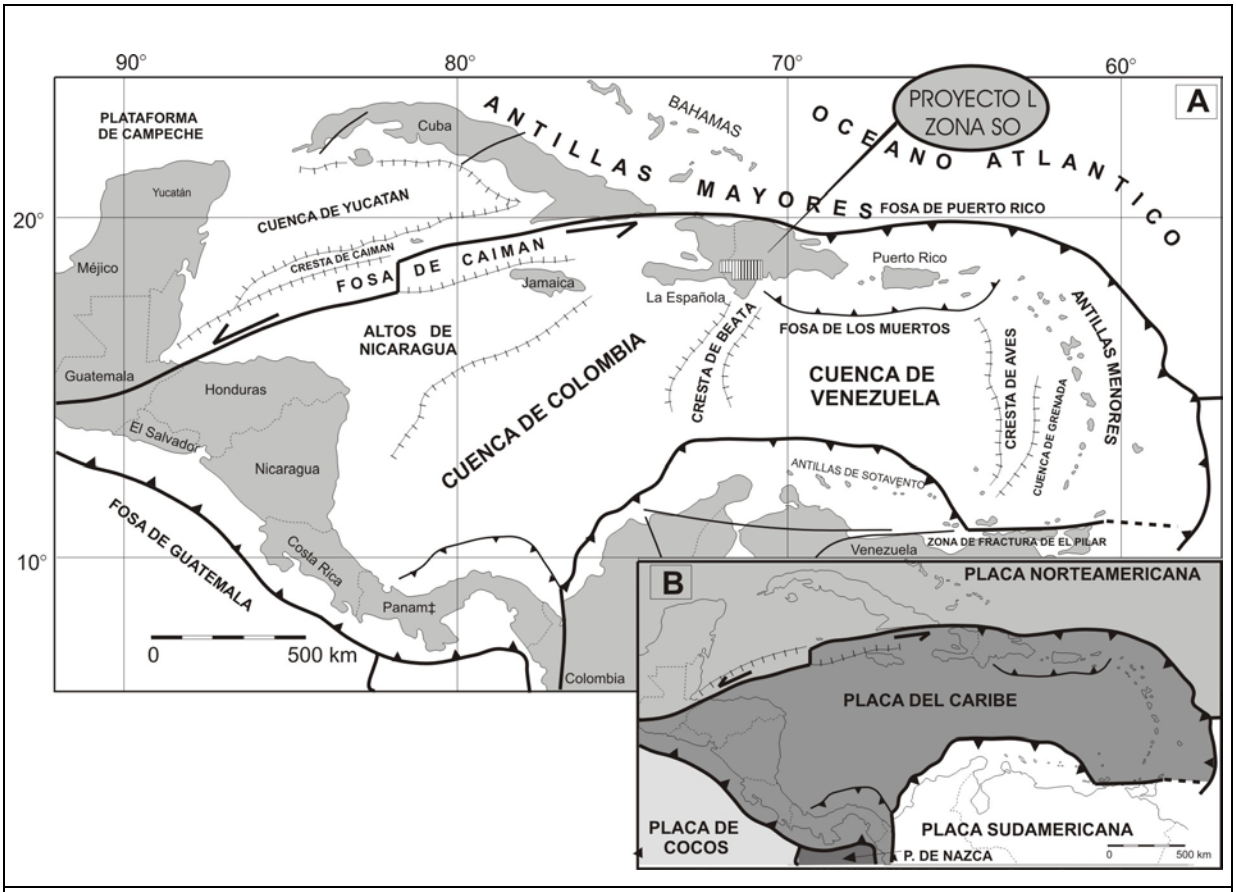
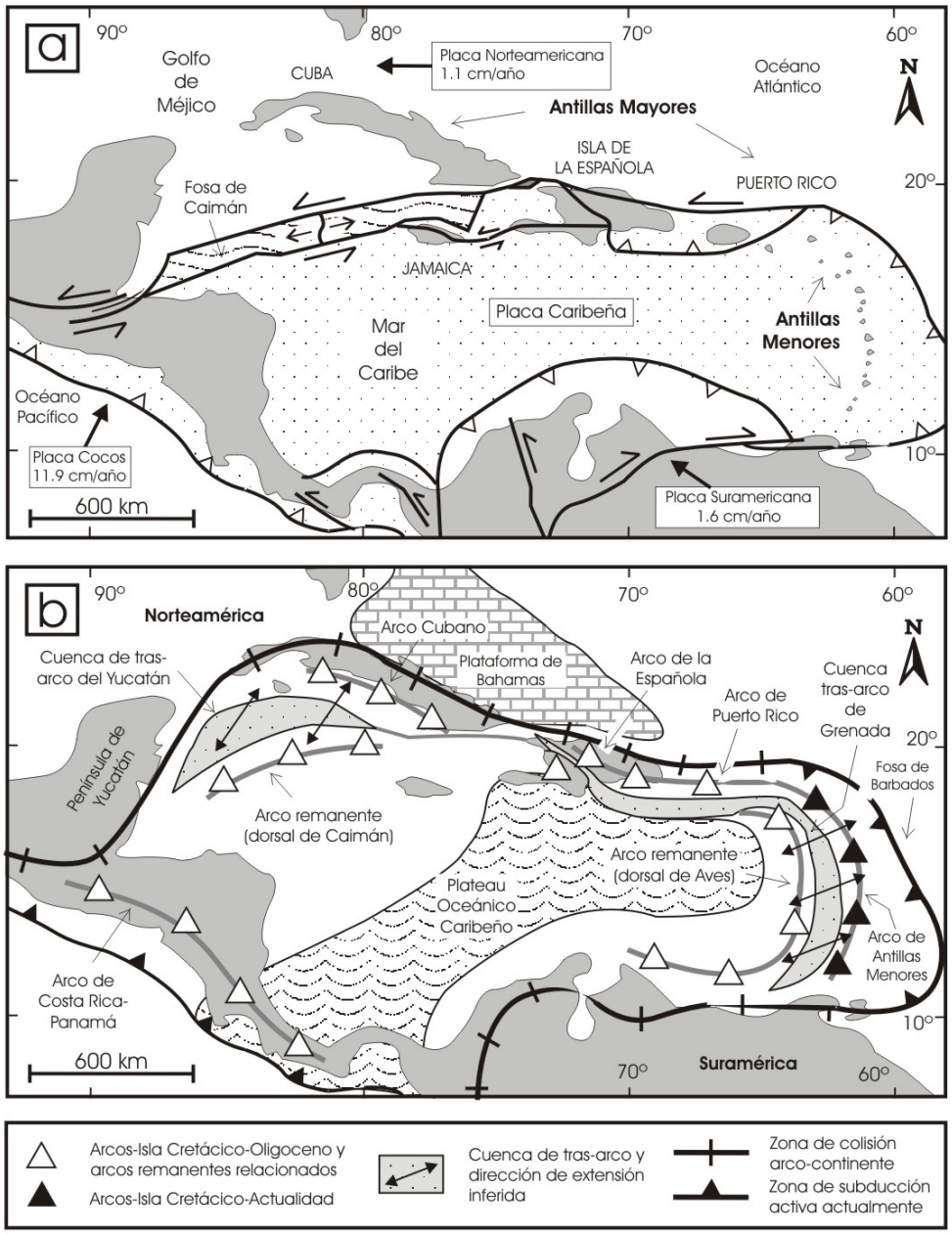


Fig. 11 - Contexto geodinámico y elementos estructurales de la placa del Caribe



Comparación entre: (a) la configuración actual de las placas en la región caribeña (mod. de Mann et al., 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 sinestral (y de convergencia oblicua) activa que separa las placas Norteamericana y Caribeña. El *plateau* oceánico ocupa la zona central de la actual zona caribeña. Notar la posición "tras-arco" del cinturón de cuencas del Yucatán, Antillas Mayores y de Granada, cuya parte correspondiente a La Española se denomina Trois Rivieres-Peralta. La plataforma carbonatada de Bahamas se desarrolló sobre la placa Norteamericana desde el Jurásico superior

Fig. 12 - Configuración actual de las placas y elementos tectónicos del arco circun-caribeño

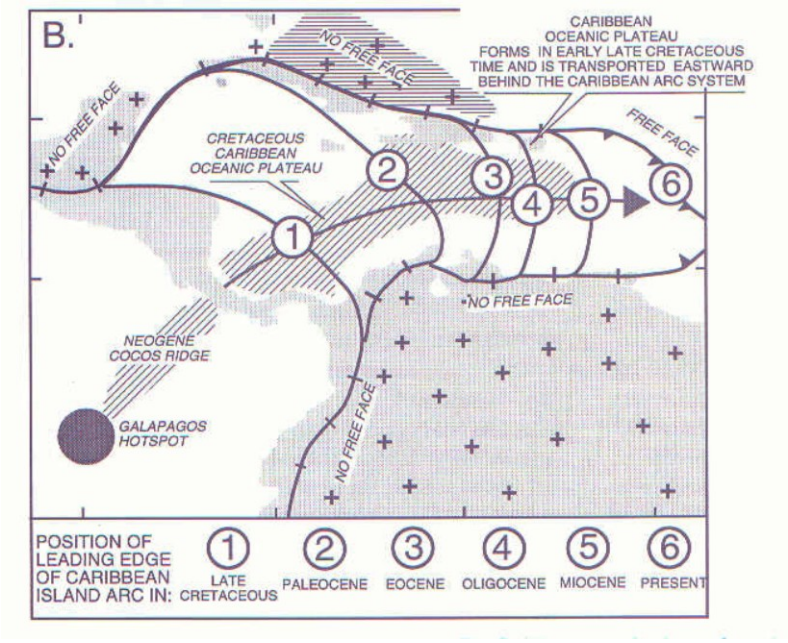


Fig.13 - Esquema del origen y evolución de la placa del Caribe, tomado de Mann *et al*. 1999. El *plateau* oceánico del Caribe se forma por el movimiento de deriva hacia el este de una corteza oceánica "normal" que, desde el Pacífico oriental, pasa por encima del punto caliente (*hot spot*) de las Galápagos y, a partir del Cretácico medio-superior, ya engrosada, atraviesa el estrecho existente entre América del Norte y del Sur. Los números dan las sucesivas posiciones del frente del sistema formado por el Arco Circum-Caribeño y el *plateau* oceánico, según Pindell y Barrett (1990). Es preciso notar que las masas continentales de Norte y Sudamérica (con cruces) impiden (*no free face*) la migración libre de la placa, que se tiene que canalizar forzosamente hacia el este, única zona donde no encuentra oposición (free face).

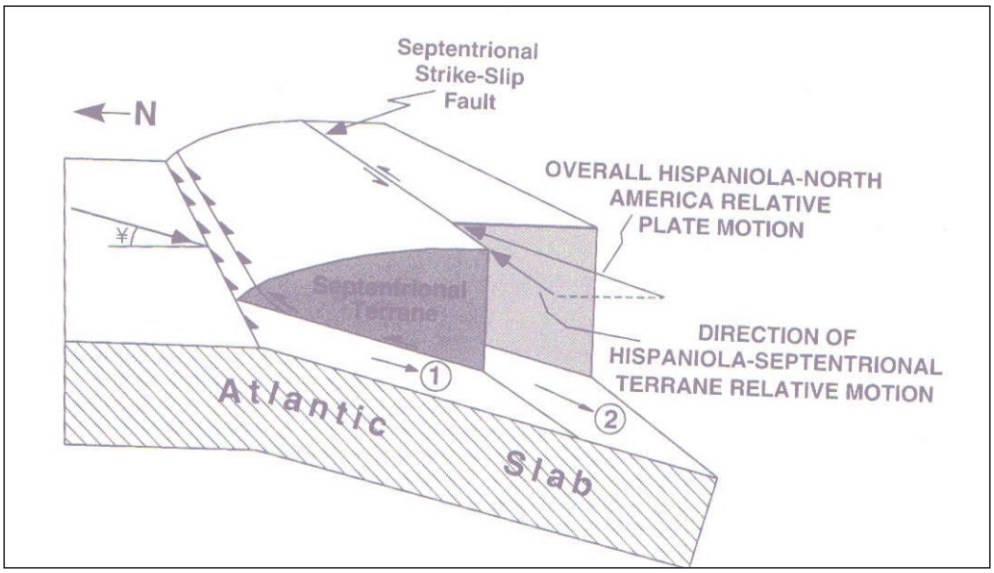


Fig. 14 - Bloque diagrama propuesto en Dolan y Mann (1998: relaciones de movimiento de desgarres sinestrales y cabalgamientos dentro de un contexto de convergencia oblicua distribuida en el límite septentrional de la placa caribeña.

Entre los dominios que la integran, el más meridional, la sierra de Bahoruco, constituye un fragmento emergido de la meseta oceánica del Caribe. Los territorios situados entre este dominio y la cuenca trasera propiamente dicha del arco de isla (el Cinturón de Peralta), fueron incluidos por Mann *et al.* (1991 a) en el -terreno de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba, y presentan más dudas sobre su adscripción regional. Esto es así por cuanto se desconoce si su sustrato está formado por la meseta oceánica que aflora en la sierra de Bahoruco (Mann *et al.*, 1991, 2002) o si, por el contrario, este sustrato podría estar constituido por unidades meridionales del arco isla similares o lateralmente equivalentes a las observadas como sustrato en el Cinturón de Peralta (Díaz de Neira 2000 a; Gómez Sainz de Aja, 2000 a). Por el momento, se desconoce la posición y naturaleza del límite entre ambas unidades tectónicas. Esta cuestión tiene que ver, además, con la continuidad hacia el oeste del prisma acrecional de la fosa de Los Muertos, que algunos autores sugieren que se prolonga hacia el interior de la isla (Biju Duval *et al.*, 1983; Dolan *et al.*, 1991) pero que otros sugieren que se interrumpe contra una supuesta transformante de Beata o lo desplazan a favor de ésta (Mann *et al.* 2002). Ayuda a esta indefinición el hecho de que mientras que al este de la supuesta transformante, se conoce bien la estructura cortical de la Española y Puerto Rico que responde a dos zonas de subducción, una al norte y otra al sur, con buzamientos hacia el interior de estas islas, sin embargo al oeste del accidente de Beata la estructura cortical es desconocida.

3.2. Marco geológico estructural de la zona de estudio

En la figura 1.6 (ver capítulo 1) se muestra la zona de estudio en su marco geológico–estructural. En ella, además de los cuatro dominios que se han cartografiado en el presente proyecto, sierra de Neiba, sierra de Bahoruco, sierra de Martín García y Cuenca de Enriquillo, se representan otros dominios y estructuras de su entorno que, por intervenir directa o indirectamente en la evolución de aquellos, merecen una mención previa.

Al norte y NE hay que destacar **la Cordillera Central**. Dentro de ella, en su segmento centro-meridional más próximo a la zona de estudio se distinguen dos dominios principales (Mann *et al.*, 1991; Dolan *et al.*, 1991, Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta, 2000 a y b; Hernaiz Huerta y Pérez Estaún, 2002): a) un "**basamento"** representado por formaciones oceánicas y de arco isla que fueron generadas y amalgamadas durante el intervalo Jurásico Superior-Eoceno (Bowin, 1966, Draper y Barros, 1994, 1996; Lewis *et al.* 2002); los sectores más occidentales y meridionales de este basamento, están representados por la Fm. Tireo

(Bowin, 1966) que consiste en una potente serie de rocas volcanoclásticas con intercalaciones menores de lavas y niveles sedimentarios del Cretácico Superior, perteneciente al Arco Isla Circum-Caribeño; y b) El **Cinturón de Peralta**, parte dominicana del terreno de Trois Rivières-Peralta, consiste en una potente secuencia de rocas sedimentarias del Cretácico Superior- Pleistoceno, que con una dirección general NO-SE discurre a lo largo del flanco meridional de la Cordillera Central (Mann *et al.*, 1991 b; Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta y Pérez-Estaún, 2002).

El contacto entre estas dos unidades se resuelve mediante un cabalgamiento de la primera sobre la segunda, aunque ha podido ser modificado por fallas con movimiento en dirección (Fig. 6): falla de San José-Restauración (Mann *et al.*,1991 b). No obstante, en algunos puntos se ha podido comprobar el contacto originalmente discordante de algunas formaciones del Cinturón de Peralta (Jura y Ventura) sobre la Fm. Tireo (Díaz de Neira, 2000 a; Gómez Sainz de Aja, 2000 a) circunstancia que, por otra parte, permite considerar a esta última formación como el sustrato más probable de al menos una buena parte de la cuenca trasera de Trois Rivières-Peralta

Entre la Cordillera Central y la sierra de Neiba, se localiza la **Cuenca de San Juan** que, con un perfil geométrico sinforme relativamente sencillo, está rellena por más de 7.000 m de materiales terciarios y cuaternarios correspondientes a ambientes marinos en la base y continentales a techo (Norconsult 1983; García y Harms 1988; Mann *et al.* 1991 b y c). Esta cuenca se sitúa en el antepaís del Cinturón de Peralta y tanto su relleno como su estructura interna han sido controladas principalmente por la evolución estructural de éste (Mann *et al*., 1991 b y c). Su límite norte con este cinturón consiste en una falla inversa o cabalgamiento frontal con un importante salto dirección (falla San Juan-Los Pozos) y algunos autores le atribuyen grandes desplazamientos sinestrales durante el Oligoceno-Mioceno (Pindel y Barret, 1990; Dolan *et al.*, 1991). El límite sur o sureste con la sierra de Neiba es, sin embargo, menos neto y se resuelve por medio de un sistema escalonado de fallas de alto ángulo con saltos menores en la vertical y también en dirección. En su extremo SE, donde se produce el enlace con la Cuenca de Enriquillo, la Cuenca de San Juan adquiere el nombre de Cuenca de Azua. Además, este cambio toponímico responde también a un cambio cierto en la geometría de la cuenca que justifica su individualización: a) sustrato elevado respecto a la de San Juan, b) consecuentemente, menor espesor de relleno (inferior a los 3.000 m); y c) mayor complejidad estructural; todos ellos, efectos adicionales

producidos por la acción localizada de la indentación de Beata (Díaz de Neira, 2000 b) y, probablemente, la falla de Enriquillo.

Otro 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 a los límites meridional de la isla La Española y septentrional de la placa Sudamericana (Mauffret y Leroy, 1997). Según Heubeck y Mann (1991) y Mann *et al.* (1991 c), 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).

Por último, hay que hacer mención, por sus implicaciones neotectónicas, al **vulcanismo cuaternario** del sector centro-occidental de la isla, de naturaleza principalmente calcoalcalina aunque en sus estadios finales también hay emisiones de carácter alcalino. Este vulcanismo se dispone en una banda de dirección NNE-SSO y 10 a 20 km de ancho que atraviesa la Cordillera Central y la Cuenca de San Juan hasta entrar ligeramente en la zona de estudio. Para algunos autores (Mann *et al.,* 1991 b) tiene una relación genética con la cresta aunque también sugieren que alternativa o adicionalmente, el vulcanismo pudo estar controlado por la terminación oriental de la falla de Enriquillo en un contexto transtensional.

3.3. La estructura de la zona de estudio

La Hoja de Boca Cachón contiene una porción del frente montañoso de la sierra de Neiba al norte y una parte del margen NO de la cuenca de Enriquillo al sur. Existe un contraste morfológico, estructural y litológico muy nítido en estos dos dominios, respectivamente compuestos por series sedimentarias de edad Eoceno a Mioceno y Pleistoceno a Actual.

3.3.1. Estructura de la sierra de Neiba

En la sierra de Neiba, la distribución cartográfica de las series está controlada por une estructura definida por pliegues de longitud de onda kilométrica, a veces limitados por fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo, y una intensa fracturación, en parte singenética con aquellos, en parte sobreimpuesta que, en conjunto configuran un domo de geometría anticlinorial elevado más de 1000 m sobre la cuenca contigua de Enriquillo. Los pliegues

presentan, de forma característica, direcciones cambiantes de NO-SE a E-O e incluso ENE-OSO y una disposición escalonada y "*en relai*" en sentido senestro de sus trazas axiales que, no obstante, determinan, para el conjunto de este dominio, unas directrices regionales ONO-ESE. Las estructuras más prominentes coinciden con grandes pliegues anticlinales en cuyos núcleos afloran los terminos inferiores de las series calcáreas de la Fm. Neiba. Es habitual en la sierra de Neiba que estos anticlinales presenten doble inmersión y que, por tanto, desaparezcan en unos kilómetros para ser sustituidos en dirección por una nueva estructura. Los sinclinales, en general, quedan restringidos cartográficamente a estrechas bandas. Los cortes (Fig. 15, Fig. 16 y Fig. 17) muestran la geometría dominante de sus pliegues con ángulos entre flancos relativamente abiertos (120º) a algo cerrados (75º) y planos axiales subverticales o ligeramente vergentes al sur (ver Foto 19 del Album de fotos). El perfil geométrico individual de estos pliegues es comparable al de los pliegues de propagación de falla. La ausencia de perfiles sísmicos impide conocer si, en profundidad, estos planos enraízan con alguna superficie de despegue o, más bien, como parece deducirse de la cartografía, tienden a la verticalización. El plegamiento está controlado por un mecanismo dominante de deslizamiento capa por capa, como ponen de manifiesto la existencia de estrías también sobre los planos de estratificación indicando una componente de cizallamiento de la deformación. Otro efecto de carácter local asociado a los principales anticlinales es la presencia, en ambos flancos, de fallas normales que parecen acomodar un cierto colapso producido durante su desarrollo.

En la Hoja de Boca Cachón, la envoltura de estos pliegues diseña globalmente una estructura anticlinorial mayor cercana a los 9 km de ancho, cuyo eje está situado aproximadamente a nivel del pueblo de Los Pinos. Los principales ejes anticlinales que la componen (de sur a norte: eje mayor Martìn Brunito – Cerro Colorado – Loma La Flecha – Cerros del Cao; eje Loma del Viento; eje Granada – Cerro de las Avispas) están ocupados por las formaciones calcáreas del Paleógeno (Fm. Neiba, unidad 1) de las cuales, las más antiguas (calizas masivas, clásticas o brechoides) afloran en sus núcleos, mientras que la más moderna (conjunto superior de calizas en bancos y calizas con silex) suele ocupar los flancos (Fig. 10). Los diferentes términos relacionados a la Fm. Sombrerito del Mioceno (unidades cartográficas 4, 5 y 6) constituyen un estrecho corredor monoclinal con buzamiento norte (15 – 40°, ver Foto 3 del Album de fotos), cabalgado por la Fm. Neiba de la ladera sur con fuerte buzamiento a subvertical o incluso localmente invertido (ladera sur de Loma la Flecha) del anticlinal Martín Brunito – Cerro Colorado – Loma La Flecha – Cerros del Cao (ver cortes I-I'y II-II').

En la Hoja de Boca Cachón se encuentran tres grandes familias de fallas con diferentes orientaciones, determinadas a partir de las observaciones directas de terreno y de la interpretación de las fotografías aéreas. La geometría y la cinemática (o al menos los componentes verticales aparentes) de estos accidentes no son siempre determinables, ya sea por falta de observación directa de los planos de la falla, ya sea por falta de marcadores estratigráficos fiables. Estas tres grandes familias comprenden:

- fallas direccionales, plurikilométricas, de dirección NO-SE a ONO-ESE o E-O, subparalelas o débilmente oblicuas con los ejes de las estructuras de plegamiento. Estas fracturas se concentran en las cabezas de pliegues donde jalonan sus flancos a nivel de los puntos de inflexión (ejes sinclinales de Sabana Real y Cañada Estrecha; sur de Angel Félix). Algunas observaciones puntuales permiten reconocer: (i) fallas inversas con cinemática hacia el sur, subverticales o con fuerte buzamiento norte. La estructura mayor de este tipo, localizada en el flanco sur del gran anticlinorio paleógeno (ver cortes I-I' y II-II') corresponde al cabalgamiento de la Fm. Neiba sobre la Fm. Sombrerito: la observación local de inflexiones de orientación de la estratigrafía ("*crochons"* de falla) en las calizas con sílex de la Fm. Neiba, al norte inmediato del accidente (Arroyo El Penitente), manifiesta la existencia de un componente horizontal importante (desgarrocabalgamiento senestro probable), de acuerdo con la cinemática regional ; (ii) fallas con buzamiento más débil (60-75°) hacia el sur y en ocasiones al norte, N110° a N140°E, con juegos complejos superpuestos (planos con estrías múltiples; ángulos de inmersiones subhorizontales a muy inclinados), comprenden en particular juegos normales con un fuerte componente horizontal, senestro o dextro (ver Foto 22 del Album de fotos). La probable existencia de una gran falla E-O con hundimiento aparente del bloque meridional es deducida de una importante ruptura topográfica (escarpe de falla degradado) jalonada por conos de deyección bien visibles al norte inmediato de Los Pinos (ver corte I-I'). Su interpretación cinemática sigue incierta.

- Fallas NE-SO a ENE-OSO, sobre todo marcadas en fotografías aereas y controlando a veces muy nitidamente la red hidrográfica (Cañada de los Murcielagos). Raramente se observa directamente la cinemática (corredores de diaclasas). En la esquina NO de la Hoja (Loma del Agua), este grupo de accidentes muy verticalizados a subverticales se marcan en la topografía por escarpes de fallas muy nítidos, con

hundimiento aparente de los bloques SE. Se podría tratar de accidentes conjugados (?) con el grupo anterior.

- fallas submeridianas, NNO-SSO a NNE-SSO; estos grandes accidentes muy recurrentes con buzamiento E u O (>65°) a subverticales, plurikilométrica, recortan sub-perpendicularmente las estructuras de plegamiento que afectan a las formaciones paleógenas, así como la Fm. de Jimaní del Pleistoceno (cf infra). Las estrías indican juegos normales puros o más complejos, con componente horizontal dominante (observación frecuente de estrías con débil inmersión <20°) que indica cinemáticas normales senestras, a veces dextras. Las principales están acompañadas por corredores cataclásticos decamétricos, cuyo desarrollo es favorecido por el comportamiento extremadamente frágil de ciertos niveles calcáreos (ejemplo de las calizas con sílex fracturadas en el corte de la Carretera Internacional, al sur de Los Pinos, Fotos 20 y 21 del Album de fotos). Estos frágiles accidentes superficiales, colocados en ambiente desprovisto de presión de confinamiento, parecen ser de expresión reciente.

La geometría del margen meridional de la sierra de Neiba, en su tránsito a la Cuenca de Enriquillo, se caracteriza por la ausencia de un frente cabalgante neto y con grandes desplazamientos como el que, por ejemplo, sí se da en el contacto del Cinturón de Peralta con las Cuencas de San Juan o de Azua. Los perfiles sísmicos realizados en la Cuenca de Enriquillo (Canadian Oil Superior Ltd. 1979, *en* Norconsult, 1983) sugieren una cierta continuidad entre el perfil sinforme de ésta y perfil anticlinorial de la sierra. En este trabajo se interpreta que el enlace entre ambas lo articula un sistema de fallas inversas o cabalgamientos de alto ángulo, con sucesivos saltos en la vertical, pero sin (aparentes) recorridos importantes en sentido horizontal. La mayoría de estos cabalgamientos estarían ocultos bajo los depósitos cuaternarios marginales de la cuenca (Abanicos aluviales y conos de deyeccion, unidades 16, 17 y 18, Pleistoceno superior – Holoceno; formaciones arrecifales holocenas, unidades cartográficas 12 a 15) y, de hecho, se han inducido mediante la construcción de los cortes geológicos (Fig. 15 y Fig. 17).

3.3.2. Estructura de la cuenca de Enriquillo

El dominio de la depresión del lago Enriquillo ocupa la parte meridional de la Hoja; su límite norte, situado aproximadamente a nivel de la carretera Boca Cachón – Tierra Nueva – Las

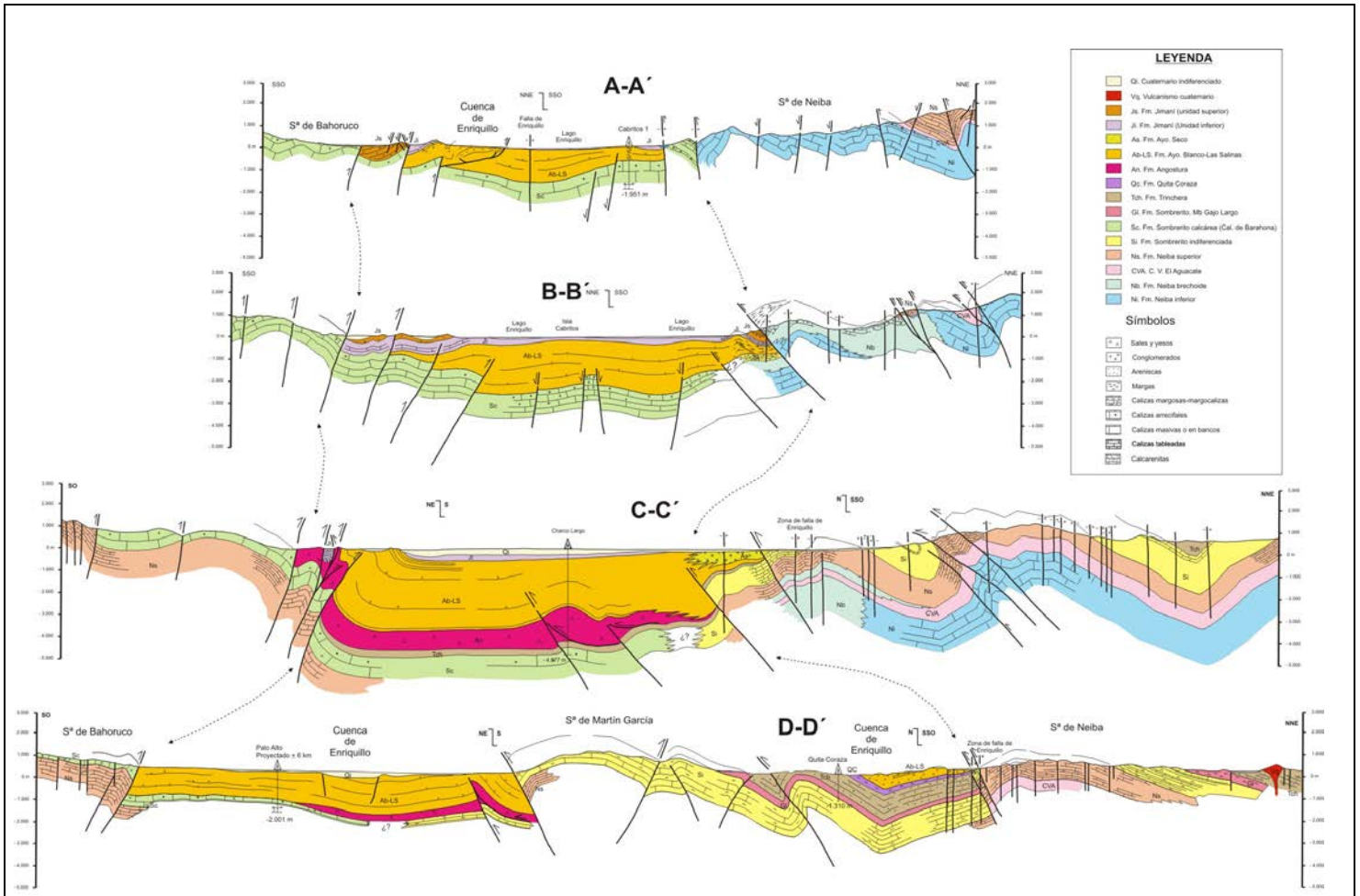
Lajas corresponde a una ruptura topográfica brutal de aspecto rectilíneo, orientado ONO-ESE, señalando un accidente mayor deducido de los cortes geológicos, ocultado bajo los aluviones recientes y sellado por el arrecife coralino holoceno (cf supra). Al sur y SE de esta estructura (zona de Gran Sabana, Tierra Prieta) aflora la Fm. pleistocena de Jimaní, con estructura tabular o débilmente ondulada, que representa uno de los términos más altos del relleno de la cuenca de Enriquilllo. Con posterioridad a su depósito, la Fm. de Jimaní sufre los efectos del plegamiento cuya edad mínima (Pleistoceno superior a Holoceno inferior) es forzada por la colocación discordante del arrecife Holoceno medio, sellando las deformaciones de su sustrato. Un corte transversal de la cuenca (ver corte I-II' Fig. 16) muestra un gradiente de deformación muy nítido del NE hacia el SO, con una evolución desde ondulaciones muy laxas de débil amplitud y de longitud de onda kilométrica (serie tabular subhorizontal de la zona Gran Sabana – Tierra Prieta) hacia pliegues decamétricos apretados con ejes subhorizontales NO-SE a E-O, con flancos verticalizados hacia el norte de Jimaní, en el flanco sur de la cuenca, en la cercanía de la sierra de Bahoruco (García Senz, 2004) Las deformaciones frágiles están representadas por grandes fallas longitudinales con orientación NO-SE a NNO-SSE paralelas a las estructuras de plegamiento y por fracturas transversas de importancia media, orientadas N-S y NE-SO, bien visibles en fotografías aéreas.

3.4. Modelo de evolución tectónica de la zona de estudio y edad de la deformación

La integración de los datos estructurales procedentes de todas las Hojas que engloban a la Cuenca de Enriquillo y sus sierras circundantes (Neiba, Bahoruco y Martín García) permite comprender mejor el tipo de deformación regional y la relación entre las diferentes estructuras. El conocimiento regional alcanzado durante la elaboración del Proyecto L-Zona SO (SYSMIN 2004) de Cartografía Geológica de la República Dominicana y los datos ya existentes (Mann, 1983; Norconsult, 1983; McLaughlin *et al.,* 1991; Mann *et al.*,1991c, Mann *et al*., 1995; Mann *et al*., 1999; entre otros) permiten observar que la zona de estudio está dominada por estructuras contractivas con una fuerte participación de desgarres. Para su análisis, en una zona de este tipo se debe tener en cuenta tanto la geometría en corte de las estructuras como su desarrollo en planta. La Fig. 18 presenta un mapa estructural integrado, procedente de las diferentes Hojas del proyecto y la Fig. 15 una serie de cortes a través de las estructuras mayores. La descripción detallada de cada zona se puede encontrar en las memorias correspondientes.

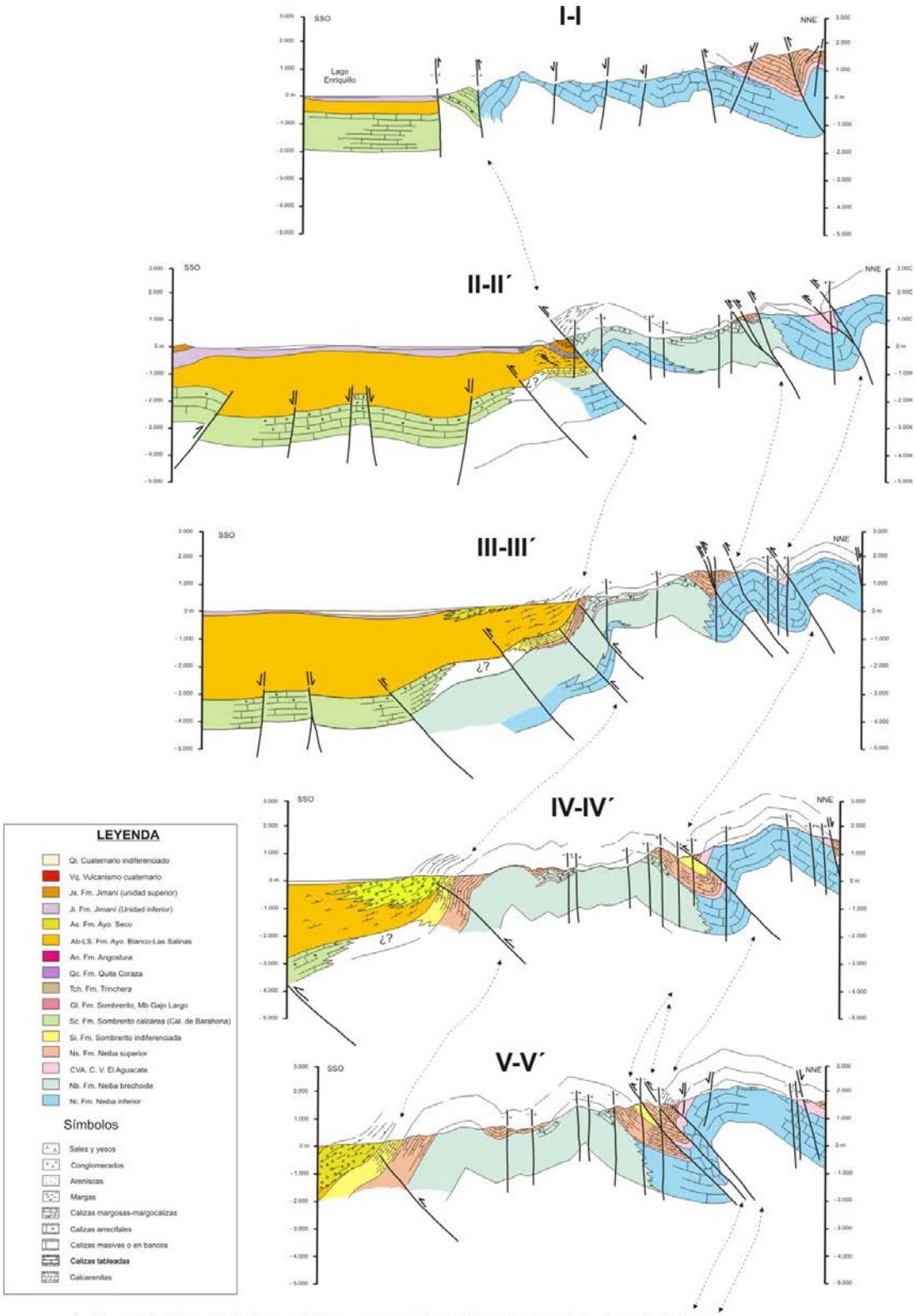
Los cortes seriados dan cuenta principalmente del carácter compresivo de la estructura general que viene definida por los cabalgamientos de alto ángulo y con sentido opuesto de las sierras de Bahoruco y de Neiba sobre la Cuenca de Enriquillo y por el perfil sinclinal de ésta entre ambas, que le confiere el carácter de "cuenca entre rampas" *("ramp basin"*) ya descrito en la literatura (Mann *et al.,* 1991 b). Los cortes también muestran el carácter más localizado del frente cabalgante de la sierra de Bahoruco respecto al perfil más transicional entre la sierra de Neiba y la Cuenca de Enriquillo, así como los cabalgamientos en el interior de ésta que, con vergencia sur, involucran a la Fm. Angostura, con un comportamiento halocinético añadido. En el corte más oriental, la sierra de Martín García emerge como un gran anticlinal en el seno de la cuenca, con márgenes cabalgantes sobre ella, el meridional, de alto ángulo y con un importante salto en la vertical, y el septentrional, más gradual, se articula con sucesivos cabalgamientos de ángulo medio y menor salto. No son cortes geológicos de "*plane strain*", debido a la existencia de muchos desplazamientos fuera del plano (desgarres) y por ello solo proporcionan una idea de una componente del acortamiento, el medido perpendicularmente a la dirección de los pliegues, que para el horizonte de la base o el techo de Fm. Sombrerito (y equivalentes) se ha calculado de 7,5 km (10%), en el corte C-C´, a 11,75 km (15%), en el corte D-D´.

En la sierra de Neiba, los cortes (Fig. 16 y Fig. 17) muestran la geometría dominante de sus pliegues con ángulos entre flancos relativamente abiertos (120º) a algo cerrados (75º) y planos axiales subverticales o ligeramente vergentes al sur. Una excepción a esta pauta general es la estructura cabalgante del anticlinal de El Aguacate sobre el sinclinal de Apolinar Perdomo, en la que la traslación en la horizontal superior a 2 km se resuelve mediante dos cabalgamientos con planos algo más tendidos que producen una vergencia al sur más acusada. El perfil geométrico individual de estos pliegues y, sobre todo, el de esta última estructura, es comparable al de los pliegues de propagación de falla. La ausencia de perfiles sísmicos en el interior de esta sierra impide conocer si, en profundidad, estos planos enraízan con alguna superficie de despegue o, más bien, como parece deducirse de la cartografía, tienden a la verticalización. La estructura del margen norte de la sierra de Neiba, muestra el mismo tipo de pliegues, limitados igualmente por cabalgamientos de alto ángulo, aquí con vergencia norte (García y Harms, 1988). El cambio de vergencia, desde el sinclinal de Vallejuelo hacia el norte, no obstante, se intuye ya en la Hoja de Villarpando (cortes D-D´, Fig. 15; y IX-IX´, Fig. 17),. Una línea sísmica con buena resolución, realizada para la exploración petrolífera de la Cuenca de San Juan (Fig. 19; Nemec, 1980) resulta definitoria de la estructura del margen norte de la sierra de Neiba. En ella, los principales reflectores.



Proyecto L, Zona SO.Cortes geológicos representativos de la estructura del conjunto de la zona de estudio, sintetizados de los cortes a escala 1:50.000 realizados en cada hoja.
La estructura profunda de la cuenca de Enriquillo, según Canadian Oil Superior Ltd. (En Norconsult 1983)

Fig. 15 - Cortes geológicos representativos de la estructura del Proyecto L-zona SO



A . Proyecto L, Zona SO.Cortes geológicos representativos de la estructura de la sierra de Neiba sintetizados de los cortes a escala 1:50.000 realizados en cada hoja.

Fig. 16 – Cortes geológicos representativos de la estructura de la Sierra de Neiba

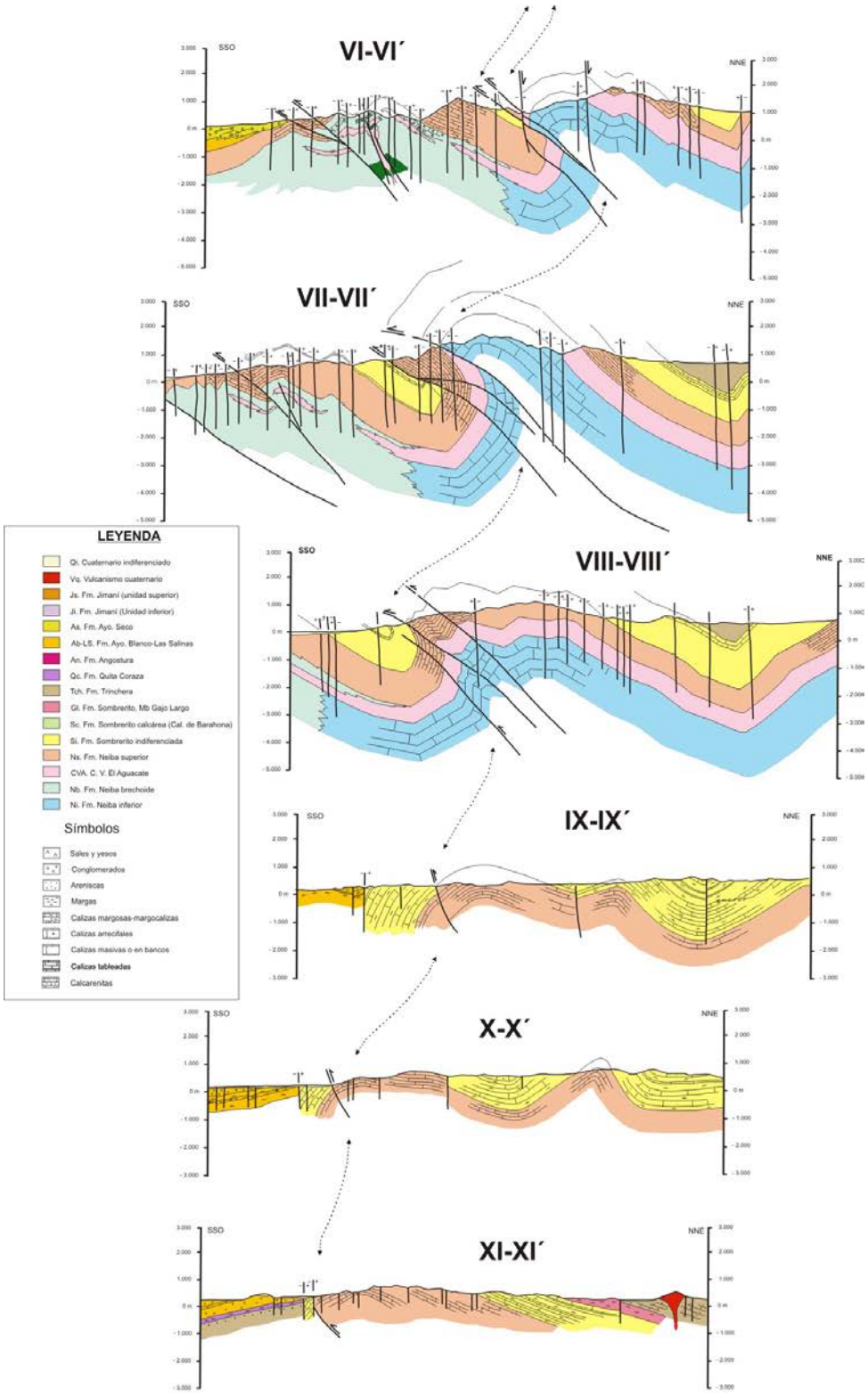


Fig. 17 – Cortes geológicos representativos de la estructura de la Sierra de Neiba

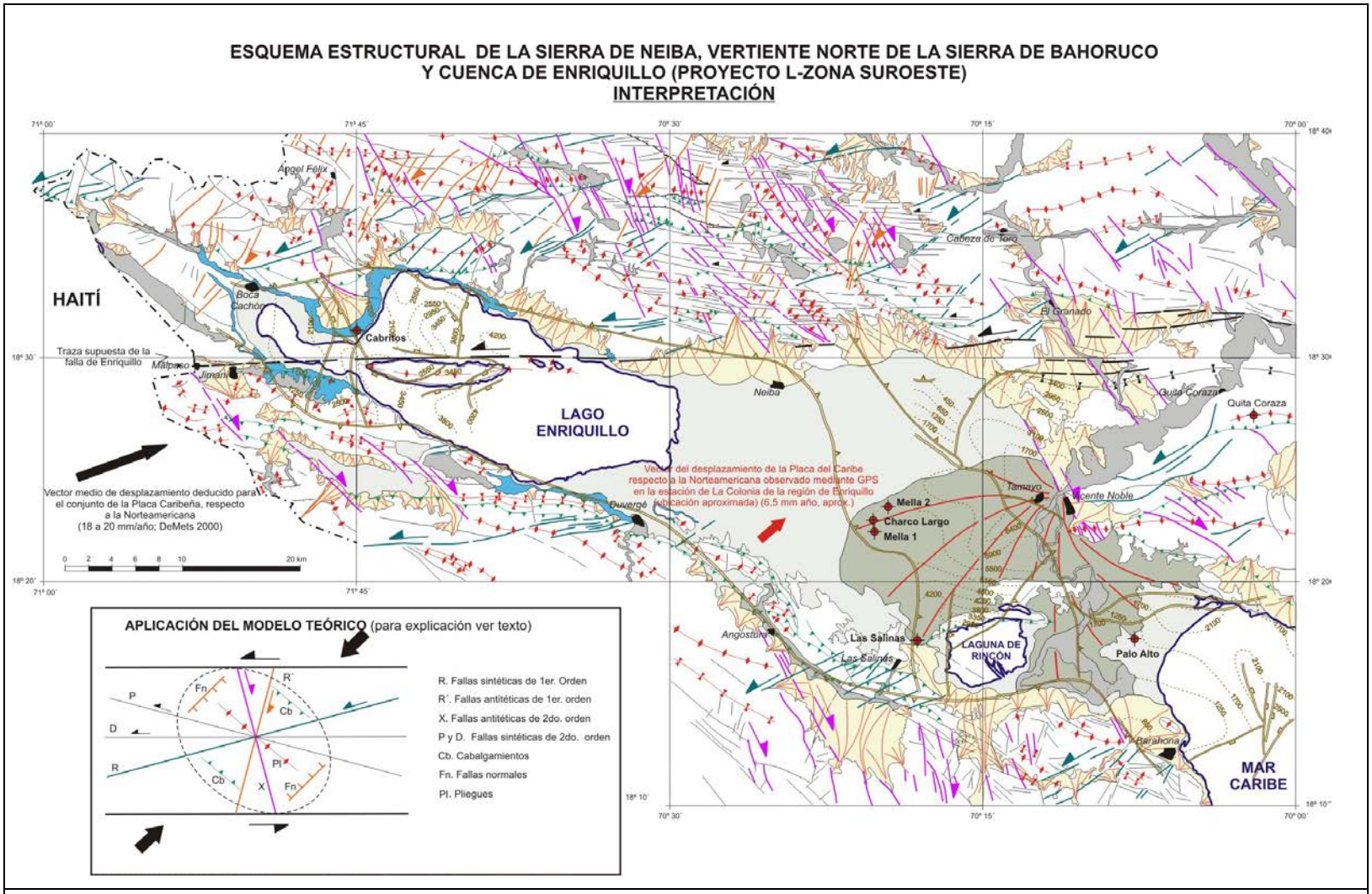


Fig. 18- Esquema estructural del Proyecto L-zona SO

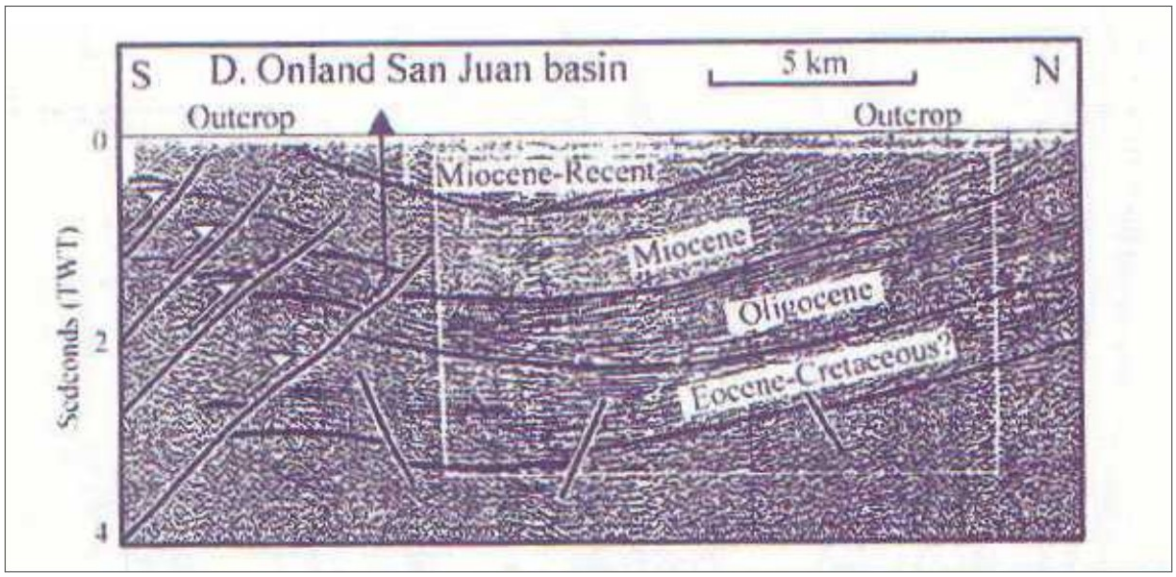


Fig. 19 – Línea sísmica de la Cuenca de San Juan. Interpretación Mann et al., 1999, modificada de Nemec (1980)

identificados en el seno de la cuenca resultan afectados, en el contacto con la sierra, por sucesivos cabalgamientos de alto ángulo que se verticalizan aún más en profundidad. Una observación adicional en esta línea es que las secuencias de relleno de la cuenca comprendidas entre estos reflectores apenas muestras acuñamiento hacia este margen.

La estructura, en corte, de la sierra de Martín García responde a las mismas pautas que la sierra de Neiba y lo mismo se puede decir de la vertiente norte de la sierra de Bahoruco donde todavía es más evidente la asociación del plegamiento, incluida la franja frontal más deformada, a fallas inversas o cabalgamiento de alto ángulo.

Un análisis de las pautas cartográficas y la evolución en planta de los pliegues y cabalgamientos y su relación con la fracturación ya descritas en apartados anteriores (Fig. 7 y Fig. 8) muestra las siguientes observaciones: 1) los pliegues anticlinales presentan una geometría no cilíndrica, cónica, con doble inmersión de sus charnelas en corto espacio; 2) existe un relevo relativamente rápido de los pliegues, proporcionando una disposición escalonada de los mismos y de los cabalgamientos que los limitan contra fallas o sistemas de fallas que los interrumpen o desplazan asintóticamente hacia su traza; 3) muchos de los aparentes cabalgamientos en el trazado cartográfico se observa finalmente que tienen una

importante componente como fallas con movimiento en dirección; 4) existe un gran desarrollo de varios sistemas de fallas con direcciones y sentidos de movimiento, en general consistentes entre sí, aunque las relaciones de corte entre ellos muestran pautas complejas que revelan cambios en el sentido de movimiento a lo largo de su historia.

De acuerdo con lo anterior, la evolución estructural de la zona de estudio se explica bien en un contexto compresivo regulado por desgarres senestros o, quizá, en un contexto transpresivo levógiro. El modelo que se propone, al menos para los últimos estadios de la deformación se recoge, de forma simplificada, en el esquema adjunto de la Fig. 18. Responde a un modelo sencillo de cizalla subvertical en régimen transpresivo (o de convergencia oblicua) senestro 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 ser una región con una fuerte heterogeneidad litológica sometida a una deformación rotacional, es difícil clasificar cada una de las estructuras existentes y atribuirlas 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. Los sistemas de fracturación se han interpretado cinemáticamente en la Fig. 18, respecto a la dirección de la cizalla principal representada por la falla de Enriquillo, en los siguientes términos (Tchalencko, 1968, Rutter *et al.,* 1986): sistema ENE-OSO, fallas de tipo R o Riedel sintéticas de primer orden; sistema NNO-SSE, fallas de tipo R´ antitéticas de primer orden; sistema NNE-SSO, fallas de tipo X, antitéticas de segundo orden; sistemas ONO-ESE a E-O, fallas sintéticas de segundo orden subparalelas (D) o ligeramente oblicuas (P) a la dirección de cizalla principal y con igual sentido de movimiento senestro que ella; también se identifican fallas normales NE-SO subparalelas a la dirección de máximo esfuerzo.

En cuanto a la edad de la deformación, ésta viene determinada en el ámbito de la zona de estudio y su entorno regional por los siguientes eventos:

- En la Cordillera Central, el depósito esencialmente caótico de la Fm. Ocoa, a partir del Eoceno superior alto, en un surco fuertemente subsidente, se relaciona con la implantación de un frente activo como es el levantamiento y aproximación del Arco

de Islas Circum-Caribeño (Fm. Tireo) hacia el SO. Comienza así la inversión de la cuenca trasera de arco de Trois Rivières-Peralta (Dolan *et al.,* 1991; Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta, 2000 b; Hernaiz Huerta y Pérez-Estaún, 2002).

- Al norte de la Cuenca de San Juan (por ejemplo, en la Hoja de Bánica, (Sanz y Soler, 2004) existen discordancias progresivas relacionada con los pliegues del márgen meridional de la Cordillera Central.

- En la zona específica de estudio no hay evidencias de deformación hasta, al menos el Mioceno superior, coincidiendo con el depósito en esta zona de la Fm. Trinchera. La deformación, no obstante, fue suave, en forma de pequeños umbrales, como demuestra el hecho de que las mismas facies turbidíticas que caracterizan esta formación en el centro de la cuenca, también se encuentren en algunos sinclinales interiores de la sierra de Neiba.

- La deformación principal en la zona de estudio ocurre a partir del Plioceno inferior-medio con el levantamiento continuado de las sierras de Neiba, Bahoruco y Martín García y su cabalgamiento sobre la Cuenca de Enriquillo. El análisis de la subsidencia de la cuenca mediante la descompactación de la columna de sedimentos registrada en el sondeo central de Charco Largo (Mann *et al.,* 1999) refleja el primer impulso tectónico, ya mencionado, correspondiente al depósito de la Fm. Trinchera y a la parte baja de la Fm. Angostura y, posteriormente, este impulso principal, que coincide con el depósito de las Fms. Arroyo Blanco-Las Salinas y Jimaní. 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 desnudación de las sierras limítrofes. Aunque es muy posible que estas tectofacies se desarrollaran todo a lo largo de sus respectivas secuencias, parece que se concentran principalmente a techo de las mismas (formación o facies Arroyo Seco a techo de la Fm. Arroyo Blanco-Las Salinas, 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 parte alta de la sierra de Bahoruco, con una primera superficie de erosión a la que estarían ligados fenómenos de alteración y carstificación a gran escala

- La deformación y el levantamiento continuan durante todo el Holoceno, hasta la actualidad, como pone de manifiesto la superposición y el encajamiento de varios sistemas de abanicos aluviales al pie de las sierras, en general progradantes hacia el centro de la cuenca. En las Hojas de La Descubierta y de Boca Cachón, la cartografía de estos abanicos en relación con el arrecife subactual (9760 a 2820 ma; Taylor *et al.*, 1985) revela que los más antiguos son anteriores o coetáneos con éste y que los más modernos fosilizan incluso sus niveles más recientes.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. Análisis geomorfológico

En el presente apartado se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo el origen de las mismas (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja), atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas) ha sido descrito en los apartados de estratigrafía.

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

4.1.1. Estudio morfoestructural

El relieve de la Hoja está condicionado fundamentalmente por su pertenencia a los grandes dominios morfoestructurales de la hoya de Enriquillo y la sierra de Neiba.

Aquí, la sierra de Neiba se estructura como una gran antiforma de orientación E-O cabalgante hacia el Sur sobre la depresión. En detalle, su estilo se basa en una sucesión de pliegues de idéntica orientación, desarrollados sobre una potente serie carbonatada paleógeno-miocena, cabalgante en el sector meridional sobre un conjunto detrítico plio-cuaternario, si bien la destacada acción de los desgarres de dirección E-O relacionados con

la falla de Enriquillo han modificado la geometría original, especialmente en el límite con la depresión.

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la estructura y naturaleza litológica de los materiales que la conforman, descritas en apartados anteriores. En la sierra de Neiba, las fallas producen frecuentes escalonamientos que facilitan el encajamiento de numerosos segmentos de la red de drenaje; igualmente, su naturaleza eminentemente carbonatada ha provocado una notable influencia kárstica en el modelado de extensas áreas; igualmente. Por lo que respecta a la depresión, abundan los relieves estructurales, que se manifiestan como superficies horizontales en el caso de los restos del antiguo arrecife holoceno, o como capas y superficies plegadas en el caso del conjunto pliocuaternario. Mención aparte merece las manifestaciones lacustres que alcanzan su máxima expresión en los márgenes del Lago Enriquillo.

La geometría de la red fluvial muestra una clara influencia de los dominios morfoestructurales que intervienen en la Hoja, la sierra de Neiba y la depresión de Enriquillo. Excepción hecha de los cursos localizados al norte de la divisoria hidrográfica de la sierra de Neiba, pertenecientes a la amplia cuenca del río Artibonito, la zona se configura como una extensa cuenca endorreica en la que el lago Enriquillo es el principal receptor de los drenajes superficiales. Se aprecia, por tanto, una geometría general concéntrica con respecto al lago, complementada por la existencia de otros centros endorreicos menores.

La red de drenaje se adapta a la directriz estructural de las zonas montañosas tan sólo en algunos segmentos, pues su discurrir tiene lugar principalmente de forma transversal a ella, principalmente a favor de la fracturación secundaria. En el ámbito de la llanura son frecuentes las pérdidas de drenaje, no sólo por la alta evaporación, sino también por la elevada permeabilidad de diversos depósitos que constituyen el manto superficial de aquélla.

4.1.1.1. Formas estructurales

Se encuentran diseminadas por todo el ámbito de la Hoja, condicionando en buena medida la morfoestructura tanto de las sierras como de la depresión. En el primer caso, predominan las formas relacionadas con estructuras tectónicas, en tanto que en el segundo las formas están relacionadas principalmente con la litología de la series aflorantes.

La densa red de fracturación tiene una clara expresión morfológica, especialmente en relación con las elevaciones montañosas, siendo su principal manifestación su límite con la planicie, También se refleja claramente por el encajamiento y el carácter lineal de la red fluvial en algunos de sus tramos, como en el caso de la cañada Estrecha y por la orientación de las depresiones kársticas (p.e. Sabana Real, Yerba Buena).

Las *fallas con expresión morfológica* se agrupan en torno a varias familias principales: NO-SE, NNE-SSO y E-O, principalmente. Se distribuyen por toda la sierra de Neiba, condicionando su estructura interna por distorsión de la estructura general de plegamiento; en cualquier caso, sus exponentes más destacados son las alineaciones meridionales que constituyen el límite entre las sierras y la depresión.

Las fallas poseen una tipología variada, observándose *fallas normales* (en ocasiones *con indicación del labio hundido*), y *en dirección*, de longitud decakilométrica en algunos casos. Con frecuencia, algún rasgo morfológico parece estar condicionado por una falla sin que se tenga la total certeza de su existencia o bien parecen encontrarse bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos, habiéndose representado en ambos casos como *fallas supuestas*.

Pese a la elevada velocidad con que la meteorización elimina o enmascara algunas formas en todo el ámbito insular, son abundantes los rasgos que se interpretan asociados a la acción de fallas, denunciando su actividad reciente, entre ellos los *escarpes de falla degradados* y las *facetas triangulares de escarpe de falla*.

En algunas áreas han adquirido notable desarrollo las morfologías relacionadas con la distinta resistencia a la meteorización ofrecida por los materiales aflorantes, entre ellas los resaltes de *líneas de capa monoclinales* acompañadas de *escarpes* de la formacion Jimaní.(Tierra Prieta, Gran Sabana) También en capas plegadas se observan *relieves conformes anticlinales* y *superficies estructurales*, en ocasiones degradadas, asociados a las formaciones Sombrerito y Jimaní; aparecen con *buzamientos* moderados o dispuestas horizontalmente. Mención aparte entre éstas merece la superficie estructural asociada con los restos del arrecife cuaternario que rodea al lago Enriquillo, como indicadora del nivel marino previo a la formación del lago.

4.1.2. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como las sierras de Neiba y la hoya de Enriquillo, tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado de la sierra es el producto de una larga evolución presidida por los procesos sedimentarios y tectónicos acaecidos a lo largo del Terciario principalmente, generadores de un relieve positivo sobre el que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial, gravitacional y kárstico.

En el caso de la hoya de Enriquillo, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica se inicia con la deformación de la serie plio-pleistocena constituyente del relleno de la cuenca del mismo nombre. Con posterioridad, el desarrollo arrecifal holoceno creó la superficie a partir de la cual arrancó el encajamiento lacustre actual.

Además de los anteriores, también han participado en mayor o menor medida en la construcción del relieve actual los procesos endorreicos, de meteorización química y poligénicos.

4.1.2.1. Formas gravitacionales

Localmente adquieren notable desarrollo, especialmente en la sierra de Neiba, donde se encuentran favorecidas por los importantes desniveles existentes. Pese a ello, se trata de formas efímeras, ya que la propia dinámica de retroceso de las vertientes provoca su permanente evolución.

Pese a la frecuente formación de *deslizamientos* en la sierra de Neiba como consecuencia de los fuertes buzamientos y precipitaciones, así como la ocurrencia de eventos sísmicos, son escasos los ejemplares cartografiables observados; este hecho es debido en buena medida a la elevada velocidad de meteorización y al rápido crecimiento de la vegetación, que hacen que sus *cicatrices* queden rápidamente enmascaradas, dificultando su reconocimiento.

4.1.2.2. Formas fluviales

Son las más extensamente representadas, especialmente en los dominios montañosos, predominando las formas de carácter lineal sobre las superficiales. Incluso los cursos fluviales más destacados, además de su correspondiente fondo de valle o de cañada torrencial, tan sólo van acompañados por una pobre representación de terrazas. Las formas más relevantes son los conos de deyección y abanicos aluviales dispuestos al pie de las zonas montañosas, adquiriendo cierto desarrollo local los depósitos de arroyada.

Los *fondos de cañada torrencial* son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual, que se han diferenciado en base a su funcionamiento y tipo de depósito. Predominan con mucho las cañadas de dinámica torrencial, destacando por su longitud la cañada El Penitente. En general, se trata de formas estrechas y alargadas coincidentes con el canal de estiaje, observándose anchuras superiores a 200 m únicamente en las proximidades de la depresión.

Los *conos de deyección* y los *abanicos aluviales* tienen una notable representación, especialmente los dispuestos al pie de la sierra de Neiba, entre los que se han reconocido dos sistemas principales. Se forman en la confluencia de los elementos de la red fluvial con áreas menos encajadas, en las cuales la carga transportada por aquéllos pierde su confinamiento, expandiéndose; cuando los ápices se encuentran próximos entre sí, se producen formas coalescentes. En algunos casos alcanzan longitudes superiores a 3 km con respecto al ápice, destacando por sus dimensiones el localizado en la esquina SE de la Hoja (Cerros del Penitente - Sabana del Medio). El sistema más antiguo engloba diversas generaciones imposibles de correlacionar debido a la desconexión de la mayoría de los aparatos, caracterizándose por mostrar un retoque erosivo que, aunque variable de unos cuerpos a otros, indica que ya no son funcionales. Por su parte, el sistema más moderno agrupa los dispositivos potencialmente activos, como se deduce de su mínimo retoque erosivo.

Entre el *Etang Saumatre* y el lago Enriquillo, la escorrentía de los relieves plio-cuaternarios de Gran Sabana y Tierra Prieta se resuelve principalmente mediante *mantos de arroyada* extendidos hacia la depresión. Se manifiesta como mantos de reducido espesor y mínima jerarquización, con una longitud cercana a 1 km.

Las *terrazas* constituyen el depósito fluvial de menor representación. Aparecen como reducidas superficies distribuidas a modo de retazos colgados entre 5 y 30 - 40 m sobre el cauce actual.

Entre las formas erosivas predomina la *incisión lineal*, especialmente marcada en las zonas más abruptas y ampliamente distribuida por las zonas montañosas, donde su intensidad ha dado lugar a: *barrancos, cañones, desfiladeros*, *aristas*, a modo de *divisorias*, que poseen una notable representación, si bien en su génesis han intervenido también otros agentes morfogenéticos; *pérdidas de drenaje* por procesos de infiltración, que son casi una constante en los cursos que alcanzan la llanura; *escarpes*, aunque escasean los de origen exclusivamente fluvial.

4.1.2.3. Formas eólicas

Aparecen representadas en el ámbito del lago Enriquillo, especialmente en la ribera de su sector occidental. Se manifiestan como un *manto eólico* de reducido espesor y morfología en continua evolución; localmente incluye *dunas* de hasta 3 m de altura.

4.1.2.4. Formas lacustres y endorreicas

Son muy abundantes en la depresión, presentando formas y dimensiones muy variables. Destaca de entre ellas el lago Enriquillo, *laguna,* de carácter *permanente*, asociada con *áreas endorreicas*, destacando igualmente las de El Cachón, Tierra Prieta y Jimaní. También se observan *áreas pantanosas* en torno al lago Enriquillo, similares a las áreas endorreicas, pero con un importante desarrollo de la vegetación.

La génesis del lago Enriquillo está relacionada con la retirada marina de la zona como consecuencia de la incursión del delta del río Yaque del Sur en la depresión, cuyo sector central quedó desconectado de la bahía de Neiba; la posterior tendencia descendente de su nivel ha obedecido a la intensa evaporación de la región, superior a la recarga, que tan sólo ha adquirido carácter excedentario ante la llegada de huracanes o tormentas tropicales.

En cuanto a la causa de la formación de las lagunas, áreas endorreicas y áreas pantanosas, debe buscarse en la existencia de afloramientos de baja permeabilidad, posibles

hundimientos por disolución del sustrato yesífero y también, como factor común a toda la depresión, la ausencia de desniveles que permitan una escorrentía superficial eficaz.

Una buena parte del borde del lago se encuentra constituido por una estrecha *playa*, cuya posición fluctúa junto con el nivel de aquél. También en torno al lago son frecuentes los *escarpes fósiles*, originados por el encajamiento lacustre, delimitando una buena parte de los afloramientos del conjunto arrecifal holoceno.

4.1.2.5. Formas marinas-litorales

Se encuentran representadas exclusivamente por las *construcciones biogénicas* que orlan la práctica totalidad del lago Enriquillo adosadas a los relieves circundantes y a cotas máximas muy cercanas al nivel del mar actual, dando una idea aproximada de este nivel a comienzos del Holoceno. Son muy abundantes los puntos donde realizar observaciones de detalle de sus depósitos, a lo largo de las carreteras que rodean el lago;

4.1.2.6. Formas por meteorización química

Se encuentran relacionadas principalmente con la intensa karstificación que afecta a los materiales carbonatados aflorantes en la sierra de Neiba, si bien también existen manifestaciones de argilizaciones, de mucha menor entidad, en relación con los afloramientos de rocas de naturaleza volcánica. Además de un extenso campo de lapiaces, la karstificación ha dado lugar a campos de dolinas y otras formas menores que “complican” el funcionamiento hidrogeológico de la zona.

La sierra de Neiba se puede catalogar como *área con intensa karstificación*, desarrollada sobre los afloramientos de las Fms. Neiba inferior y superior, y, en menor medida sobre las calizas masivas (Mb. Barahona) de la Fm. Sombrerito. En las grandes sierras calcáreas dichas áreas se manifiestan como un *campo de lapiaces*, con abundantes formas de disolución de pequeña escala entre las que se insertan formas de escala kilométrica. Localmente, las inidades calcáreas se encuentran fuertemente brechificadas, sin que pueda evaluarse la posible influencia de la karstificación en su génesis.

También son muy abundantes los cañones, aunque con frecuencia su formación parece responder en mayor medida a procesos fluviales que kársticos. Las *dolinas* se encuentran

ampliamente distribuidas, apareciendo principalmente como formas redondeadas o elipsoidales cuyo eje mayor posee dimensiones de orden hectométrico y una dirección NO-SE o E-O, denunciando una clara influencia estructural; en las zonas elevadas de la sierra de Neiba se agrupan dando lugar a *campos de pequeñas dolinas*, como los de los parajes Sabana Real, Loma del Viento y Tierra Virgen. Es frecuente la unión de varias de ellas para dar lugar a *poljés*, en este caso con posible participación tectónica; entre éstos, destacan por sus dimensiones los de Los Pinos, con longitudes de varios kilómetros.

Las únicas formas generadas por procesos de meteorización química no relacionados con rocas carbonatadas corresponden a las *argilizaciones* de tonos rojizos desarrolladas a favor de las intercalaciones de rocas volcánicas existentes en el seno de la serie del Eoceno-Mioceno de la sierra de Neiba (Angel Félix, Sabana Real);

4.1.2.7. 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 superficies de erosión degradadas, escarpes y picos principales. Una vez más, se concentran principalmente en la sierra de Neiba, donde la velocidad de los procesos erosivos hace que su conservación sea efímera.

La *superficie de erosión degradada* más extensa y mejor conservada se localiza en el paraje Tierra Prieta, a cotas de unos 80 m, siendo muy probable la participación de los agentes marino-litorales durante su génesis.

Los *escarpes* poseen una mayor distribución, presentando desniveles muy variables, pero que pueden alcanzar 700 m en algunos de la sierra de Neiba. Su génesis se debe a la acción combinada de procesos fluviales, tectónicos, kársticos y gravitacionales, en proporción variable según los casos;

4.2. Evolución e historia geomorfológica

Aunque evidentemente la morfología de la región está influenciada en última instancia por los procesos sedimentarios acaecidos a lo largo del Paleógeno, su fisonomía actual se ha perfilado fundamentalmente y de un modo continuo desde el Mioceno. No obstante, pueden

visualizarse dos etapas de su historia diferenciadas por la velocidad e intensidad de los procesos tectónicos acaecidos: la primera, durante el Mioceno, en el que la deformación transpresiva, en la parte suroccidental de La Española, estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día (sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco y cuencas de Enriquillo y San Juan); y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando el relleno plio-cuaternario de las cuencas fue deformado de acuerdo con la geometría actual.

La superposición de ambas etapas estableció el diseño regional básico sobre el que ha actuado el modelado holoceno, diseño basado en la presencia de la hoya de Enriquillo entre las sierras de Neiba y Martín García, al norte, y la de Bahoruco, al sur. La evolución holocena ha estado condicionada principalmente por la actividad neotectónica, que ha producido una tendencia regional ascendente, y por los procesos fluviales, que no sólo han llevado a cabo una importante labor de incisión en las áreas montañosas, sino que con su faceta sedimentaria han provocado drásticos cambios en la fisonomía de la depresión, especialmente plasmada por la retirada marina hacia la actual bahía de Neiba y el subsiguiente desarrollo de los procesos lacustres en el sector occidental, en el que se encuadra la Hoja.

A comienzos del Holoceno, la depresión constituiría un entrante marino desde la bahía, cuya principal manifestación fue el desarrollo arrecifal adosado al pie de las sierras; el entrante estaría salpicado de isleos configurados por los relieves estructurales de los materiales pliocenos y cuaternarios .

Simultáneamente, la zona montañosa ya habría adquirido prácticamente su configuración actual, mediante la acción conjunta de la disolución kárstica, el encajamiento de la red fluvial, el desarrollo de superficies de erosión y la actividad neotectónica, manifestada especialmente por el desnivelamiento y el desplazamiento horizontal de bloques.

Bajo este dispositivo, tuvo lugar el acontecimiento fundamental de la evolución regional reciente, cuando, en sectores mas orientales, el río Yaque del Sur, por razones aún no convenientemente aclaradas (actividad de la falla de Enriquillo, perturbaciones debidas a la indentación del ridge de Beata en el ámbito de la bahía de Ocoa o captura por un elemento fluvial de la cuenca de Enriquillo, entre las causas posibles), abandonó su curso bajo en el Llano de Ázua y, mediante un brusco giro en torno al cierre oriental de la sierra de Neiba, pasó a discurrir entre ésta y la sierra de Martín García (De la Fuente, 1976).

El principal resultado de la modificación del curso bajo del Yaque del Sur fue la irrupción de su sistema deltaico en torno a su desembocadura. La ingente cantidad de sedimentos asociados con el delta provocó la desconexión entre la bahía de Neiba y la cuenca de Enriquillo, que pasó a tener un desarrollo lacustre. El complejo arrecifal abandonado allí, se configuró como una superficie estructural a partír de la cual se produjo el encajamiento lacustre, quizá acelerado por razones climáticas y neotectónicas.

Tras este episodio, la red de drenaje ya habría esbozado su geometría general, basada en cursos fuertemente encajados en el ámbito de las sierras, proceso facilitado en buena medida por la actividad kárstica y neotectónica. Ésta también habría dado lugar a estrechas cuencas endorreicas.

La evolución reciente en el ámbito de la Hoja está condicionada principalmente por el progresivo encajamiento del lago Enriquillo. La incisión fluvial posterior en la depresión ha sido poco marcada como consecuencia de su pequeño desnivel con respecto al lago. La actividad de las áreas montañosas, liderada por el encajamiento de la red fluvial y la actividad neotectónica, desencadenó el desarrollo de una extensa orla de abanicos aluviales y conos de deyección. Simultáneamente, se ha producido una notable erosión remontante favorecida por la existencia de líneas de debilidad estructural y kárstica.

Como principales motores en la futura evolución de la red, se debe tener en cuenta la influencia de las fallas relacionadas con la elevación general de las sierras, al menos desde el Plioceno; las posibles modificaciones del nivel de base; el retroceso de las vertientes; la tendencia al encajamiento del lago Enriquillo; la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella; los retoques producidos en las zonas montañosas por los fenómenos kársticos; y la actividad gravitacional de las vertientes.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica registrada en la Hoja de Boca Cachón se inscribe dentro de la evolución del sector suroccidental de La Española. Esta evolución resulta de la colisión oblicua entre la Meseta Oceánica del Caribe en el sur y un arco de islas desarollado en el centro y en el norte. Se reconocen cuatro etapas principales (Fig. 20):

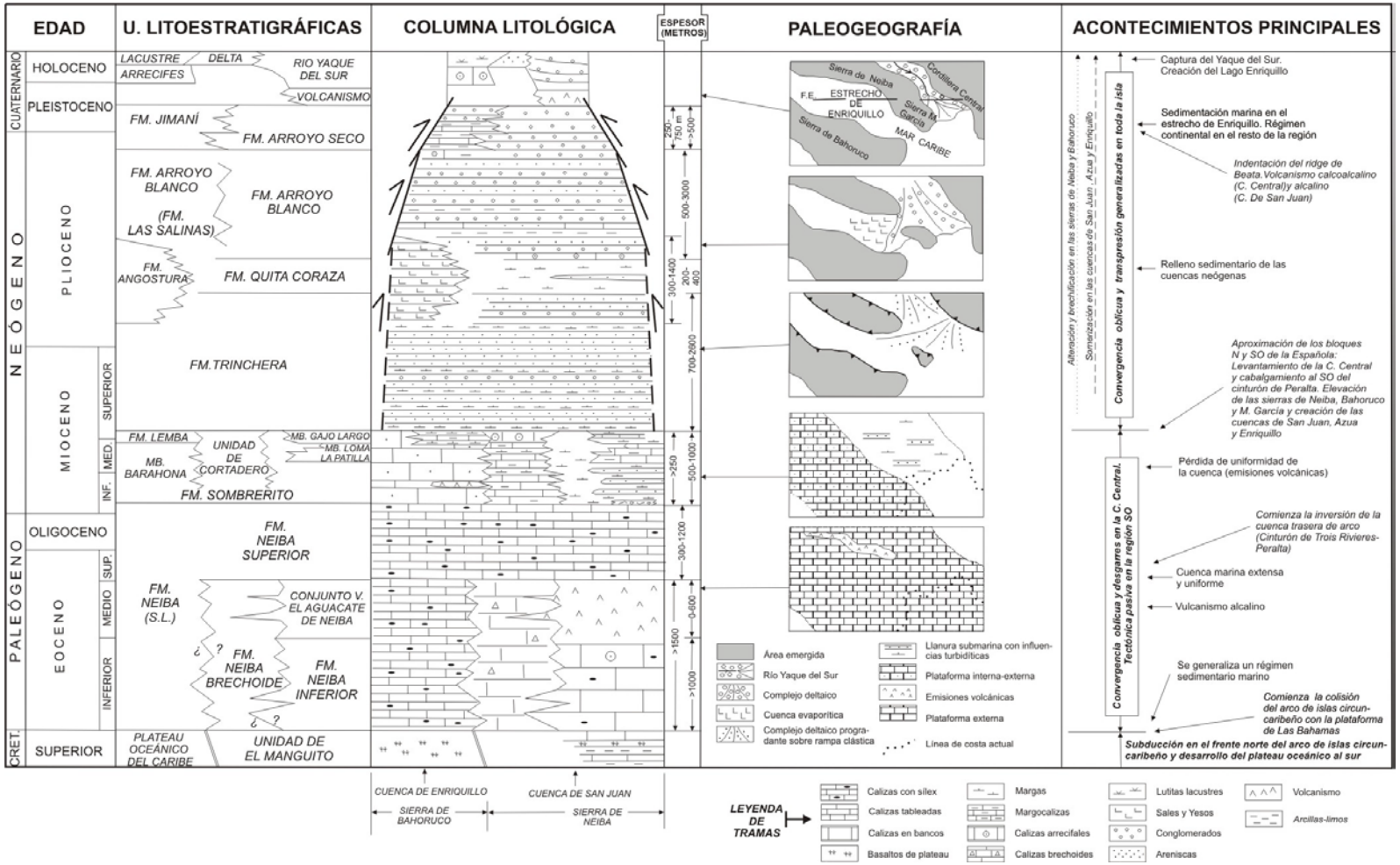


Fig. 20 - Cuadro resumen de la Historia Geológica de las sierras de Neiba, Martín García, vertiente norte de la sierra de Bahoruco y cuenca de Enriquillo (Proyecto L-Zona SO)

5.1. La meseta oceánica del Cretácico superior

En el Cretácico superior el borde sur de La Española formaba parte de la Meseta Oceánica Caribeña, una enorme área de rocas ígneas entre 8-20 km de espesor formada en el Pacífico sobre una pluma del manto (Pindell y Barret, 1990; Condie, 2001). La meseta se extendía hacia el norte por el área de la actual sierra de Neiba, donde se sedimentaron las calizas y lutitas pizarrosas de la unidad de El Manguito, que intercalan basaltos de composición toleítica tipo N-MORB, de fondo oceánico.

Según Pindell y Barret (1990) la actividad magmática cesó en el Maatrichtiense debido a la colisión de la meseta oceánica con el borde meridional de Centroamérica, con el consiguiente cambio de régimen geodinámico. A este acontecimiento del final del Cretácico se superpuso el impacto de un asteroide en la Península del Yucatán (Álvarez, 1998), que en las reconstrucciones de placas ocupa una posición mucho más próxima a La Española que la actual, produciendo la extinción de numerosas especies.

5.2. La cuenca de aguas profundas paleógena

La ausencia de depósitos del Paleoceno impide precisar la secuencia de acontecimientos entre el cese de la actividad magmática y la creación de la cuenca paleógena. La sedimentación comenzó en el Eoceno por el depósito de calizas hemipelágicas de la Fm Neiba y sus equivalentes la Fm Plaisance en la sierra de Bahoruco y las Fms Neiba inferior y Neiba brechoide en la sierra de Neiba. A mediados del Eoceno comenzó un vulcanismo intraplaca de afinidad toleítica a alcalina (OIT a OIA) asociado al desarrollo de una pluma mantélica. Tras este periodo se instauró nuevamente la sedimentación de carbonatos de aguas profundas con el depósito de la Fm. Neiba superior.

La homogeneidad de las facies de la Fm Neiba en las sierras de Bahoruco, Neiba y Martín García indica que durante el Paleógeno formaban parte de una misma cuenca y que las fallas importantes que hoy día separan las citadas sierras iniciaron su actividad en el Mioceno. Por esta causa, a inicios del Mioceno, la Fm Sombrerito muestra diferencias sustanciales de facies y potencias además de intercalar niveles volcánicos. En el sector oriental se depositaron grandes espesores de margas y calcarenitas en una llanura

submarina turbidítica, provenientes de un margen inestable situado al NE en la Cordillera Central. En los sectores occidental y meridional más estables se depositó el Mb Barahona en una plataforma de carbonatos somera. Al final del Mioceno el Mb Gajo Largo contiene los primeros aportes de terrígenos, que serán los depósitos dominantes en el Neógeno.

5.3. Deformación transpresiva, elevación de las sierras y creación de las cuencas neógenas

En esta etapa la Meseta Oceánica del Caribe colisionó con la corteza del arco de La Española, resultando la primera cabalgada por la segunda. En el frente de deformación de la Cordillera Central, el cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta avanzó sobre la cuenca de antepaís de San Juan, resultando la elevación de la cordillera y la restricción y somerización de las áreas de sedimentación.

La cuenca de San Juan se rellenó por sedimentos turbidíticos y deltaicos de la Fm Trinchera que se extendieron a la cuenca de Enriquillo pasando entre los altos estructurales incipientes de las sierras de Neiba y Martín García. El relleno sedimentario de la Fm Trinchera y el avance del frente de deformación redujeron la batimetría, que a comienzos del Plioceno representa una plataforma poco profunda rodeada por relieves emergidos. Las cuencas de Ázua y San Juan configuraban una amplia bahía, donde se depositaron sedimentos detríticos finos de la Fm Quita Coraza, al tiempo que se depositaban potentes series de evaporitas (Fm Angostura) en el centro de la cuenca de Enriquillo.

La tendencia somerizante continuó a lo largo del Plioceno en un ambiente litoral, con sistemas fluviales provenientes de la Cordillera Central (Fm Arroyo Blanco) y abanicos aluviales de área fuente local. A finales del Plioceno los abanicos aluviales se extendían por las cuencas de San Juan y Ázua (Fm Arroyo Seco), cabalgados en Azua por el Cinturón de Peralta. Son los antecesores directos de los abanicos que orlan las áreas montañosas actuales.

Durante el intérvalo Plioceno-Pleistoceno, la cuenca de Enriquillo formaba un estrecho que unía las bahías de Neiba y Puerto Príncipe, flanqueado por las sierras de Neiba y Bahoruco. La alternancia de carbonatos litorales y conglomerados aluviales en la Fm Jimaní fue el resultado de la actividad episódica de las fallas que elevan los bloques de las sierras y del

movimiento transcurrente de la falla de Enriquillo. El plegamiento de la Fm Jimaní indica que la deformación continua en el Cuaternario.

Pero otros factores han intervenido en la deformación y los cambios paleogeográficos. Por una parte, el avance de la cresta de Beata hacia la bahía de Ocoa causó el arqueamiento y fracturación en el ámbito de la bahía, especialmente en el caso del extremo oriental de la sierra de Martín García (Díaz de Neira, 2000). Por otra, desde finales del Plioceno se inició un vulcanismo calcoalcalino y alcalino en la Cordillera Central y la cuenca de San Juan. La distribución espacial y temporal del episodio calcoalcalino sugiere una relación con el avance de la cresta de Beata, aunque no como proceso generador de los magmas sino favoreciendo su ascenso a través de desgarres E-O.

5.4. La evolución holocena

A comienzos del Holoceno las cuencas de Enriquillo y San Juan se desarrollaron bajo condiciones diferentes. La primera formaba un estrecho de mar con arrecifes de coral; en tanto que la segunda era la cuenca continental del río Yaque del Sur, que desembocaba en la bahía de Ocoa. El acontecimiento más importante fue la avulsión del Yaque del Sur a la cuenca de Enriquillo y el abandono de su trayecto por la bahía de Ocoa. Aunque las causas no han sido satisfactoriamente aclaradas, el proceso desencadenante de la captura pueden ser los cambios de elevación del terreno por la actividad de la falla de Enriquillo o las modificaciones en la forma de la bahía por el avance del ridge de Beata.

Si bien en el valle de San Juan no se han producido modificaciones aguas arriba de la captura, los cambios acaecidos en la cuenca de Enriquillo han sido notables. La irrupción del río en el sector oriental del estrecho formó un amplio delta, que a partir de este momento ha impedido la conexión entre el sector occidental y la actual bahía de Neiba. Privada de su conexión con el mar Caribe, el entrante de mar de Enriquillo se convirtió en el lago Enriquillo, que posteriormente se ha ido encajando por razones climáticas y neotectónicas. En el área oriental de la cuenca de Enriquillo, el delta del Yaque del Sur alcanzó el margen de la sierra de Bahoruco, pero la interposición de relieves menores ha imperdido la colmatación de la laguna de El Rincón.

Actualmente, la región está sometida a una dinámica variada, destacando la acción fluvial, lacustre y endorreica en las depresiones, torrencial y kárstica en las sierras, y litoral, en la bahía de Neiba.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. Hidrogeología

6.1.1. Climatología e hidrología

En el conjunto del valle de Enriquillo, el clima se puede considerar árido, con una evapotranspiración potencial de referencia (ETPo- promedio de 1770 mm) mayor que la precipitación en todos los meses del año: Esta tendencia, sin embargo, se invierte en las zonas altas más húmedas de la sierra de Neiba. Los valores promedio de lluvia anual oscilan entre los mínimos de 446 mm en el seno del valle (p.e Tamayo) y los máximos de 1527 mm en los relieves de la citada sierra (p.e. Los Bolos); la precipitación promedio sobre el lago Enriquillo está en torno a los 600 mm/a. En general, el régimen de lluvias es de tipo bimodal con una época lluviosa en la primavera (meses de mayo y junio) y en verano-otoño (desde agosto hasta noviembre) y con sequía en el invierno y en julio. La temperatura media anual en el valle fluctúa entre 22 y 29°C (algunos grados menos en los relieves), con una variación intra-anual entre 3 y 4 °C; el período más caluroso corresponde a los meses de julio y agosto y el más fresco, a los meses de enero y febrero.

Desde el punto de vista hidrológico, la zona de proyecto se divide en dos sectores muy diferentes: cuenca baja del río Yaque del Sur, al este, y cuenca cerrada del lago Enriquillo, al oeste; ambos sectores están separados por el alto estructural de la laguna de Rincón, de dirección OSO-ENE. El elemento distintivo del sector occidental, dentro del cual se encuadra la Hoja de Boca Cachón, es el lago Enriquillo que constituye su base de drenaje superficial y subterráneo. En este sector, la red hidrográfica está integrada por una gran cantidad de cursos superficiales (ríos, arroyos y cañadas) de carácter estacional, que pueden llegar a ser muy caudalosos y con rápidas y violentas crecidas en la época de lluvias. Son cursos de corto recorrido que nacen en las sierras periféricas donde se orientan, en cabecera y tramos medios, a favor de las directrices estructurales y acaban desembocando rápidamente en lago Enriquillo con dirección subperpendicular a éstas. En la Hoja de Boca Cachón

pertenecen a este grupo, como más destacados, la cañadas El Penitente y la Cañada de Los Murcielagos.

En el valle de Enriquillo se desarrolla una intensa actividad agrícola que, en la Hoja de Boca Cachón, se concentra especialmente en la orla de conos aluviales que se extienden al pie de la sierra de Neiba. Aquí el aprovechamiento hidraúlico es mixto, mediante canales y pozos de agua.

6.1.2. Hidrogeología

En el cuadro adjunto (Fig. 21) se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja de Boca Cachón, según se han definido en el esquema hidrogeológico a escala 1:200.000 que acompaña al Mapa Geológico. De forma complementaria, se incluye el esquema hidrogeológico simplificado del valle de Enriquillo (o valle de Neiba) realizado por ACUATER (2000) para el Estudio Hidrogeológico Nacional a partir de las cartografías geológicas prexistentes (Fig. 22) En el cuadro citado, se describe, para cada unidad o agrupación hidrogeológica, su litología predominante, el grado y tipo de permeabilidad y, en su caso, las características de los acuíferos que albergan, además de algunas observaciones puntuales.

Las unidades y agrupaciones consideradas se ajustan a las tipologías hidrogeológicas definidas en el citado estudio para el conjunto de la región (ACUATER, 2000):

- Formaciones porosas, sede de acuíferos de permeabilidad alta y muy productivos: depósitos aluviales; depósitos gruesos de abanicos y conos aluviales; depósitos calcáreos arrecifales.

- Formaciones porosas, sede de acuíferos de permeabilidad variable y productividad media (localmente alta) en condiciones freáticas o confinadas: resto de depósitos cuaternarios del valle, en su mayoría lacustres; localmente parte conglomerática de la Fm. Jimaní

- Formaciones porosas, sede de acuíferos locales y discontinuos, de permeabilidad moderada o baja, poco productivos: formaciones terrígenas del relleno neógeno de la

cuenca (p.e. parte de Arroyo. Blanco); depósitos cuaternarios discontinuos o elevados con condiciones de recarga desfavorables.

- Formaciones fisuradas, sede de acuíferos extensos y productivos, de permeabilidad normalmente alta: calizas fracturadas y carstificadas de la Fm. Neiba (s.l.), parte calcárea de la Fm. Jimaní.

- Formaciones fisuradas, sede de acuíferos locales y discontinuos, de permeabilidad medio-baja: formaciones calcáreas con intercalaciones margosas y margocalcáreas

- Formaciones de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos: formaciones predominantemente pelíticas o volcánicas (Conjunto Vocanosedimentario, Fm. Sombrerito indiferenciada).

Según las mediciones de ACUATER (2000), la transmisividades más altas se dan en los acuíferos que albergan los conos y abanicos aluviales (entre 10^{-2} m^2/s y 10^{-4} m^2/s); en cuanto a las variaciones piezométricas observadas, son muy diversas, aunque no superan los 4 m. En términos generales, las principales fuentes de alimentación de los acuíferos están representadas por una combinación variable de: a) recarga pluvial directa; b) recarga por flujo de retorno de aguas de riego (exceso de riego) e infiltración en canales; c) recarga lateral de los relieves marginales; y d) alimentación directa a partir de los ríos. Los aportes laterales desde la sierra de Neiba son importantes; la fracturación y la amplia carstificación de las calizas de la Fm. Neiba (s.l.) determinan condiciones muy favorables tanto para la infiltración superficial como para el tránsito de las aguas subterráneas. En este sentido, la investigación isotópica de ACUATER (2000) ha puesto en evidencia áreas de recarga a cotas diferentes, comprendidas entre 0 y 1200 m. Las circulaciones de agua también involucran a circuitos profundos, y su ascenso se produce a favor de las fallas y cabalgamientos que limitan los márgenes del valle.

Estas fallas y cabalgamientos condicionan también la aparición de un buen número de manantiales, sobre todo en el contacto entre los depósitos conectados con el arrecife subactual y las formaciones de granulometría más fina del fondo del valle (Boca Cachón, Tierra Nueva). Son manantiales perrennes con caudales medios a elevados (> 40 l/s), que pueden ser aún más altos (hasta 300 l/s) en las proximidades de Boca Cachón. Algunos de

estos manantiales presentan una discreta mineralización indicativa de una alimentación a partir de aguas de circulación profunda que, aunque según ACUATER (2000) estas mineralizaciones suelen estar diluidas con aguas de circuitos superficiales, ricas de calcio y bicarbonatos

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES CARTOGRÁFICAS AGRUPADAS	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
PLEISTOCENO-HOLOCENO	Depósitos aluviales y eluviales, terrazas, fondos de valle, abanicos alluviales	16,17,18, 19 y 23	Conglomerados y gravas esencialmente calcáreas, con niveles de arenas y limos	Alta por porosidad intergranular	Acuif. libres de productividad alta en los conos de la vertiente meridional de la Sª de Neiba; abundantes pozos de captación (1) y manantiales. Transmisividad aprox.: 10^{-2}-10^{-4}. Productividad limitada en conos aislados y terrazas. Contaminación por aguas clorurado-alcalinas en las proximidades del lago
	Depósitos de playa lacustre y eólicos (márgenes del Lago Enriquillo)	24 y 25	Limos y arenas laminadas	Media por porosidad intergranular	Acuif. confinados y de gran extensión en los depósitos lagunares del Lago Enriquillo. Abundantes pozos de captación (1). Contaminación por aguas clorurado-alcalinas en las proximidades del lago
	Arrecife subactual	12, 13, 14 y 15	Caliza de corales y algas con niveles subordinados de limos	Alta por porosidad intergranular primaria.	Acuif. libres. Abundantes manantiales
	Coluviones, relleno de zonas endorreicas; fondos de dolina	20, 21 y 22	Limos y arcillas con niveles de arenas y cantos; arcillas de descalcificación.	Baja. por porosidad intergranular	Acuíferos libres con transmisividad baja
PLEISTOCENO	Fm. Jimaní, conglomerados	11 y 7	Conglomerados calcáreos masivos	Alta por porosidad intargranular	Sin acuíferos significativos
	Fm. Jimaní, calizas	9 y 10	Calizas y calcarenitas tableadas, calizas arrecifales, niveles de margas	Media - baja por porosidad intargranular y fisuración	Acuíf. libres con circulación cárstica en las calizas
	Fm. Jimaní, margas	8	Margas con intercalaciones de calizas y margocalizas	.Baja	Sin acuíferos significativos
MIOCENO	Fm. Sombrerito calcárea (Mb. Barahona)	6	Calizas masivas brechoides o carniolares;	Alta por carstificación y fisuración	Acuíf. Libres o confinados con circulación cárstica en continuidad con las Fms. calcáreas del Eoceno-Mioceno inferior
	Fm. Sombrerito, volcanismo básico	5	Tobas, brechas ,l avas vesiculares	Baja	Sin acuíferos significativos
	Fm. Sombrerito margosa	4	Alternancia de calcarenitas, margocalizas y margas	Baja	Acuíferos puntuales en tramos calcareniticos
EOCENO-MIOCENO INFERIOR	Fms. Neiba inferior y superior	1 y 3	Calizas masivas o en bancos, calizas tableadas y calizas brechoides	Alta por carstificación y fisuración	Acuíf. libres o confinados con circulación cárstica, muy extensos y de gran productividad. Área de recarga regional y de alimentación a los acuíferos cuaternarios contiguos al sur. Sus límites tectónicos controlan salidas de aguas profundas hipotermales mineromedicinales en manantiales localizados en estos últimos.<Tipo hidroquímico del agua de recarga regional: bicarbonato-alcalino-térreas
	Fms. Neiba inferior	1	Margas, margocalizas	Baja	Sin acuíferos significativos
	Conjunto volcanosedimentario básico de El Aguacate de Neiba	2	Tobas y brechas volcánicas, lavas basálticas	Baja	Sin acuíferos significativos

Fig. 21 - Cuadro Unidades Hidrogeológicas de la Hoja de Boca Cachón

En siete de estos manantiales las aguas se pueden calificar de minero-medicinales y sus propiedades químicas les confieren cierto interés para uso terapeútico; además, los caudales son suficientes como para considerar su posible aprovechamiento comercial en establecimientos termales de discretas dimensiones. Por lo demás, la potablilidad de las aguas subterráneas, es buena, aunque hay que excluir el entorno del lago Enriquillo; donde se registran contenidos inaceptables en cloruros.

El modelo hidrogeológico para esta zona de enlace entre el valle de Enriquillo y la sierra de Neiba se sintetiza en la Fig. 23 tomada de ACUATER (2000): acuíferos fluviales y lacustres en la planicie central, y acuíferos altamente permeables en los abanicos aluviales y conos de deyección, que trasvasan las aguas subterráneas hacia los depósitos del valle. En estos últimos los gradientes hidráulicos son fuertes (del orden de 40 por mil), con líneas de flujo que se extienden desde el norte hacia el sur.

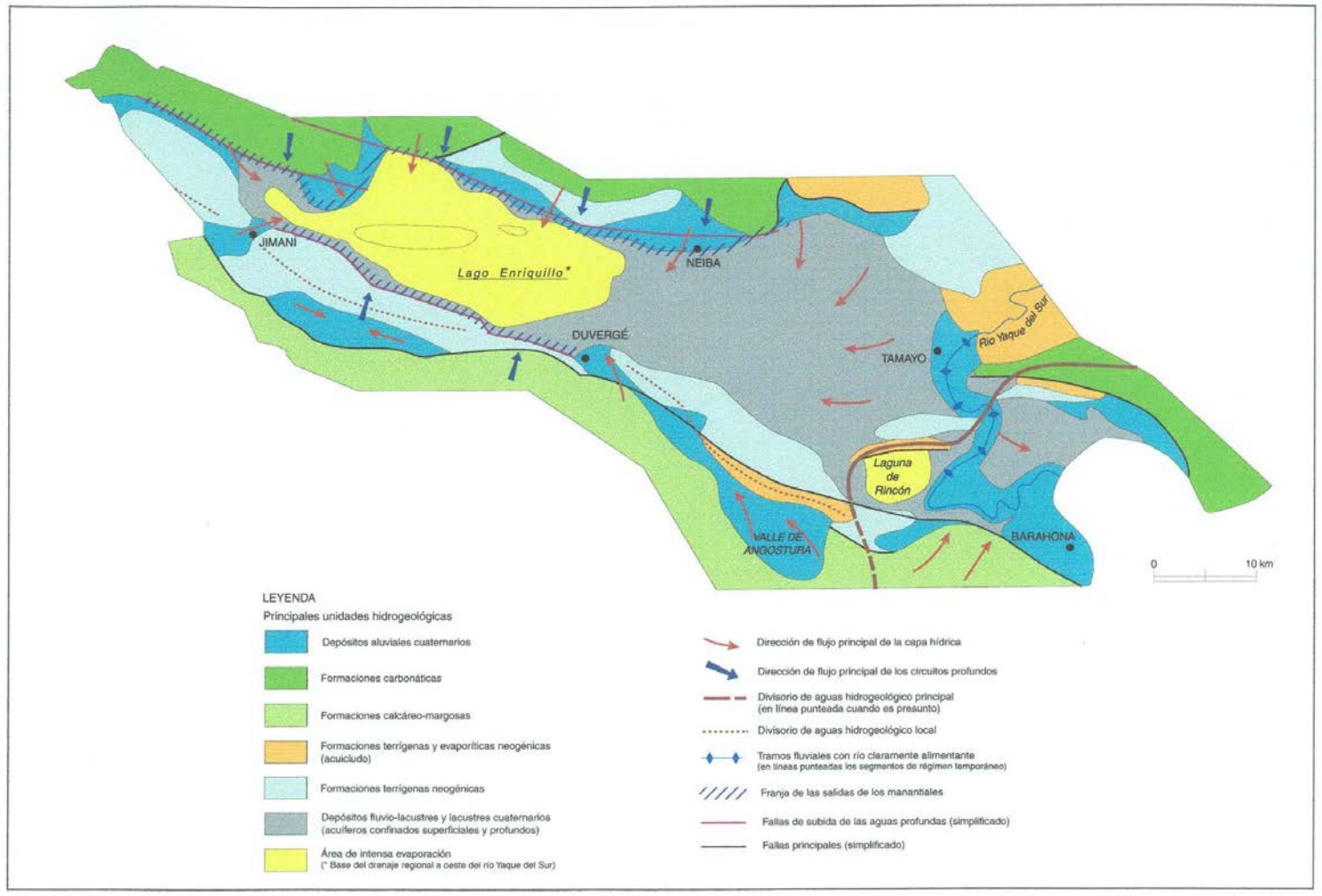


Fig. 22 - Esquema hidrogeológico simplificado del Valle Enriquillo (Acuater 2000)

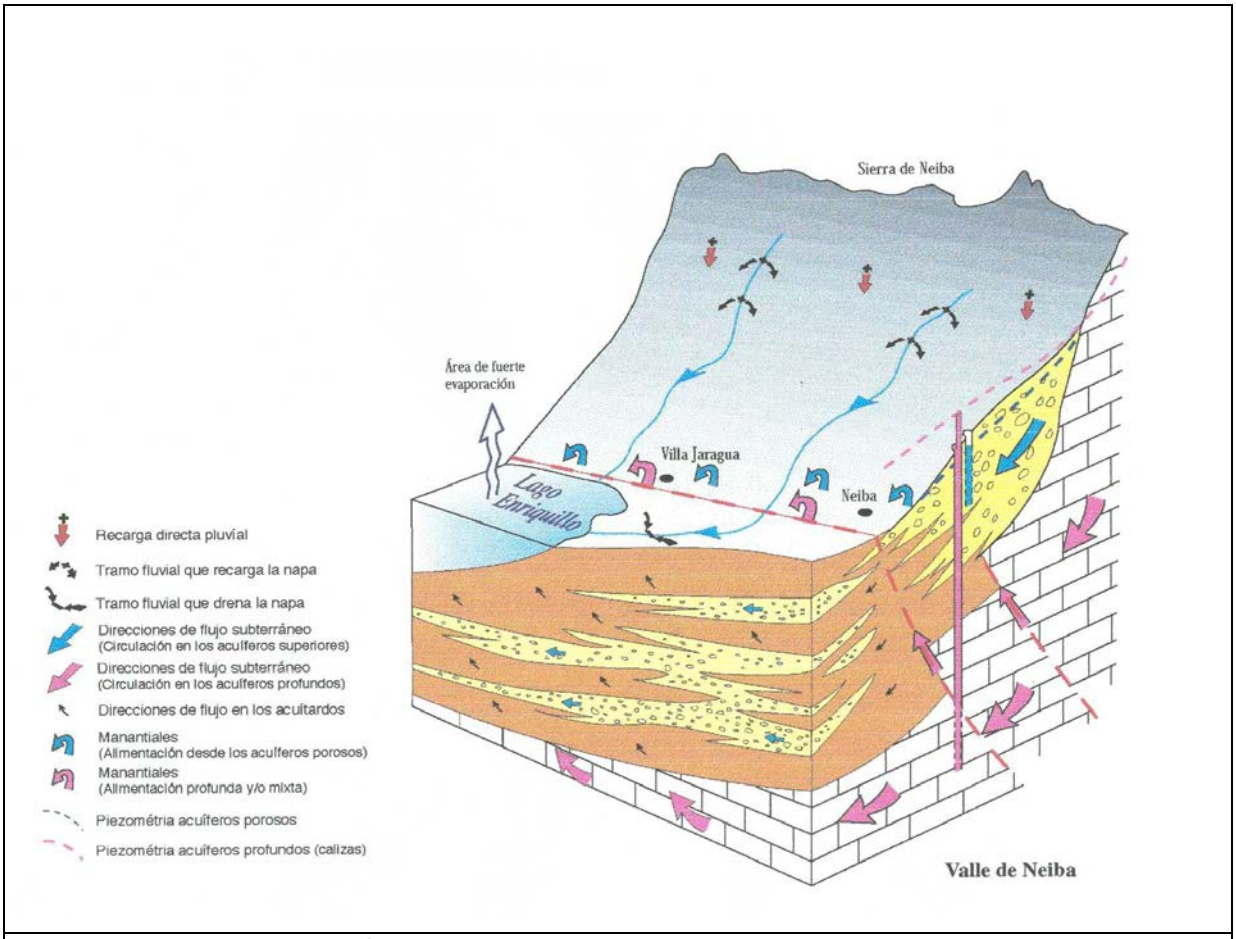


Fig. 23 - Modelo Hidrogeológico Zona Enriquillo

6.2. Recursos minerales

Sin duda, el mayor interés económico despertado por la región es el relacionado con la exploración de hidrocarburos, si bien los numerosos trabajos llevados a cabo en ella desde comienzos de siglo no afectan estrictamente al territorio comprendido en la presente Hoja. Por otra parte, se desconoce la existencia de cualquier signo de interés relacionado con la exploración de minerales metálicos y no metálicos, reduciéndose la única evidencia de actividad minera a la explotación de una serie de canteras, en general de pequeña envergadura y en su mayor parte abandonadas en la actualidad.

6.2.1. Hidrocarburos

El mayor interés económico en la región suroccidental de la República Dominicana es la exploración de hidrocarburos. A continuación se resume la puesta al día elaborada por Mann y Lawrence (1991) con datos del Llano de Azua, la cuenca de Enriquillo y la cuenca de San Juan (Fig. 24).

Las primeras perforaciones de la región de Azua datan de 1905 en los campos Maleno e Higuerito, algunos kilómetros al oeste de Azua, donde se obtuvo petróleo de buena calidad y gas. La producción no alcanzó un nivel relevante hasta 1927 por parte de la Texas Company operando en el campo de Higuerito.

Los trabajos se interrumpieron entre 1928 y 1939, momento en que la Seaboard Oil Company adquirió una amplia concesión. Sus primeros sondeos, Maleno-1 y Maleno-1A encontraron petróleo en las areniscas de la Fm Arroyo Blanco. También se identificaron diversos anticlinales fuera de los campos Maleno e Higuerito y se desarrollaron campañas geofísicas de gravedad y de sísmica entre 1944 y 1946, así como cuatro nuevas perforaciones, Quita Coraza-1, Mella-1, El Mogote-1 y Las Hormigas-1. En el sondeo las Hormigas–1 se reportaron muestras de petróleo y gas, y en Mella-1 gas por debajo de los 8.000 pies, aunque sin valor comercial.

Las exploraciones sufrieron un nuevo abandono hasta que en 1956 la Compañía Petrolera Dominicana adquirió concesiones que cubrieron la mayor parte del país. Su filial, la Compañía Petrolera Azuana inició dos nuevas perforaciones en 1958 (Kilómetro 19-1 y Arroyo Blanco-1). En 1960 se efectuaron dos nuevos sondeos (Kilómetro 19-2 y Maleno DT-1) y se retomó nuevamente el sector de Maleno, cuya producción resultó no obstante insignificante. A finales de ese mismo año se perforó Palo Alto-1 al norte de Barahona para explorar una anomalía gravimétrica cuya estructura se había perfilado con sísmica, pero el pozo resultó seco. En los siguientes años la Compañia Petrolera Dominicana continuó desarrollando campañas sísmicas y trabajos de campo en la cuenca de Enriquillo que culminaron en los sondeos Mella-2 y Cabritos-1. En este último se encontraron trazas de material asfáltico pero nada de petróleo ni gas, aunque se observaron indicios de éstos en superficie.

COMPAÑÍA	FECHA	AREA	SONDEOS
TEXAS COMPANY	1905-29	Llano de Azua	Maleno Higuerito
SEABOARD OIL COMPANY	1939-47	Llano de Azua Valle de Enriquillo Valle de San Juan	Maleno Maleno-1 A El Mogote-1 Las Hormigas-1 Quita Coraza-1 Mella-1 Comendador-1
COMPAÑÍA PETROLERA DOMINICANA	1956-60	Valle del Cibao Llano de Azua Valle de Enriquillo	 Kilómetro 19-1 Arroyo Blanco-1 Kilómetro19-2 Maleno DT-1 Palo Alto-1 Mella-2 Cabritos-1
QUISQUEYA OIL CO.	1964-69	Valle del Cibao	Sorpresa-1
GAS Y PETRÓLEO DOMINICANA	1964-70	sierra de El Número Llano de Azua	Dominicanos-1
TENNECO	1969	Bahía de Ocoa Bahía de Neiba Valle del Cibao Bahía de Samaná	
PETROLERA LAS MERCEDES	1978-79	Cuenca de S. Pedro Valle del Cibao Llano de Azua	San Pedro-1 San Pedro-2 Santo Domingo-1
CANADIAN SUP. OIL	1979	Valle de Enriquillo	Charco Largo-1
ANSCHUTZ CORP.	1980-81	Valle de San Juan	Candelón-1
MOBIL OIL COMP.	1991-	Bahía de Ocoa	

Fig. 24. Cuadro resumen de la exploración petrolífera en la república dominicana

En 1969 Gas y Petróleo Dominicana (Gaspedom) e International Resources Limited iniciaron campañas sísmicas en la región, seguidas por una serie de perforaciones que en su mayor parte encontraron cantidades improductivas de petróleo y gas. Simultáneamente Tenneco desarrolló diversas campañas sísmicas en la plataforma marina, entre ellas una en la bahía de Ocoa. A finales de los 70, la Canadian Oil Superior Ltd. comenzó a operar en la cuenca de Enriquillo donde disparó un total de 1043 km de líneas sísmicas y realizó una campaña gravimétrica además de estudios geológicos de superficie, que finalizaron con la perforación del pozo Charco Largo-1 (4877 m) en la parte central y más profunda de la cuenca. En este pozo se llevaron a cabo cuatro puebas de producción que resultaron fallidas.

En épocas recientes hay que reseñar las diversas campañas sísmicas efectuadas por la Mobil Oil Company desde 1991 en la bahía de Ocoa. Durante la realización del primer Proyecto de Cartografía Geotemática (1997-2000) se tuvo constancia de la realización de una nueva campaña sísmica en la región del Llano de Azua por parte de Murphin Dominicana a la que, dada su confidencialidad, no se tuvo acceso. Igualmente, durante la realización del presente proyecto la misma compañía acabó la perforación del pozo Boca Cachón-1 (71º 51,7´ W ;18º 32,5´ N) del que no se ha facilitado la columna litoestratigráfica.

A continuación se dan algunas cifras de la productividad de las explotaciones. La primera extracción de la que se tiene noticia se cifra en torno a 400 barriles diarios de petróleo en el pozo Higuerito (Texas Company, 1905). La producción de los campos de Maleno e Higuerito alcanzó 19.000 barriles de petróleo de 20º API (Seaboard Oil Company, 1939). De los sondeos efectuados por esta compañía entre 1940 y 1947, Las Hormigas-1 mostró hidrocarburos en cantidades irrelevantes. Un nuevo intento de explotación del campo de Maleno por la Petrolera Azuana en 1960, concluyó cuando se habían extraído 10.000 barriles y apareció agua, sin que se disponga de ninguna cuantificación de producción posterior. En la cuenca de Enriquillo la explotación ha sido prácticamente nula. Estas cifras de los resultados extractivos de casi un siglo en los principales campos no son optimistas con respecto a la potencialidad petrolífera futura, aunque tal vez los nuevos modelos geológicos de la región sugieran un replanteamiento de las estrategias.

Los estudios de los sistemas de petróleo (Mann y Lawrence, 1991) señalan la Fm. Sombrerito y la parte inferior de la Fm Trinchera como las rocas madre de la mayor parte de hidrocarburos. En la cuenca de Enriquillo el espesor reducido de la Fm Trinchera disminuye la acumulación potencial, que no obstante se considera suficiente por el contenido en materia orgánica de sus facies distales. También tienen valor como roca madre algunos intervalos pelíticos intercalados entre las evaporitas de la Fm Angostura. Las condiciones óptimas de madurez se habrían alcanzado en las partes más profundas de la cuenca sedimentaria coincidiendo con el periodo de máximo enterramiento, justo antes del levantamiento principal que se inició en el Plioceno inferior-medio. La roca almacén son los niveles areniscosos de la Fm Trinchera y ciertos tramos porosos de la Fm Sombrerito en facies calcárea (especialmente las denominadas en este proyecto calizas de Barahona). Un segundo sistema de mucha menor entidad parece relacionado con la Fm Arroyo Blanco actuando como roca madre y almacén. Las trampas corresponden a estructuras anticlinales selladas por horizontes impermeables y por cabalgamientos.

6.2.2. Rocas industriales y ornamentales

No se ha observado en el área del mapa de Boca Cachón ningúna actividad minera. Los recursos potenciales de la región son la extracción de calizas en la sierra de Neiba y en lomas calcáreas de la Formación Jimaní, y la extracción de gravas de los abanicos aluviales.

7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

La protección de diversas zonas del territorio tiene como finalidad asegurar la continuidad natural de los ecosistemas, preservándolos de actividades antrópicas destructivas y evitar el uso abusivo de sus recursos. Dentro de los recursos no renovables de un país, el patrimonio 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, el patrimonio geológico, sino también estudiarlo en detalle, para así difundir el conocimiento que encierra y crear conciencia de su conservación.

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

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

7.1. Relación de los L.I.G.

En la Hoja de Boca Cachón se han inventariado dos Lugares de Interés Geológico: afloramiento del arrecife Holoceno en la carretera La Descubierta – Boca Cachón y corte de la Carretera Internacional. El primero es un lugar en sentido estricto y el segundo se trata de un itinerario en vehículo en el que se pueden hacer tanto observaciones puntuales a escala de afloramiento como visualizaciones del espectacular paisaje que, en conjunto, permiten

adquirir una perfecta idea de la geología de la zona. En los dos el acceso es fácil, junto a la carretera o con un pequeño recorrido a pie desde ésta.

7.2. Descripción de los Lugares

Se describen los L.I.G. considerados, 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).

7.2.1. LIG. Nº 1 - Afloramiento del arrecife Holoceno, carretera La Descubierta – Boca Cachón

Los cinco o seis últimos kilómetros de la carretera asfaltada que une La Descubierta y Boca Cachón permiten, en numerosos puntos, la observación de la formación arrecifal holoceno, franjeando la orilla sur de los relieves constituidos por las margocalizas, las calcarenitas ocre y las calizas miocenas de Fm. Sombrerito. El afloramiento más espectacular está situado aproximadamente a 3 km antes de la entrada al pueblo de Boca Cachón (X = 0203345; Y = 2053036). En este punto, el camino corta la formación arrecifal en varios metros de altura, exponiendo en los taludes dos de las facies más representativas y sus relaciones en algunas decenas de metros de longitud (ver fotos n ° 12 - 15). El corte presenta :

- En la base, visible sobre 2 - 3 m de potencia, la parte alta de la unidad de biohermos (unidad cartográfica 12), interpretada como facies de arrecife externa y datada entre 8990 + 60 BP y 6490 + 130 BP (Taylor *et al.,* 1985). El afloramiento muestra numerosas especies de corales masivos dispuestos en posición de vida (especies multilobuladas, subcolumnares, cerebroides, tubulares, incrustantes, etc.). La macrofauna asociada a los corales contiene varias especies de ostreidos, bivalvos y gasterópodos.

- Al techo, una acumulación bien estratificada de fragmentos de corales ramosos (*Acropora cervicornis*), observable en 7 a 8 m de potencia, con buzamiento ligero hacia el oeste. Esta unidad (unidad cartográfica 13), acumulada *in situ* sobre los biohermos, representa la cresta ("*reef crest"*) de los arrecifes (Taylor *et. al.,* 1985). Esta zona con *A.cervicornis*, muestra edades entre 6200 + 80 BP y 4760 +100 BP (Taylor *et., al.* 1985) y es característica de un medio de baja energía somero (< 4 m.)

Por su posible utilización, este L.I.G. se puede catalogar como científico y didáctico, en menor medida turístico, en tanto que su ámbito de influencia es regional.

7.2.2. LIG. Nº 2. Corte geológico y estructural de la Carretera Internacional

Este segundo L.I.G. propuesto sobre la Hoja de Boca Cachón corresponde a un corte geológico y estructural orientado globalmente NNO-SSE, de una docena de kilómetros de longitud, que corta transversalmente las principales facies y las estructuras de esta parte de la sierra de Neiba, en el sector oriental de la Hoja (Fm. Neiba, Complejo vulcanosedimentario básico de Angel Félix y Tierra Colorada). Varios hoteles ofrecen posibilidad de albergue cerca de La Descubierta (Las Iguanas, etc.). El corte puede estar previsto para un día hasta el nivel de Tierra Colorada - Sabana Real en el ángulo NE de la Hoja; el retorno a la Descubierta por el mismo camino necesita cerca de 2 horas. El acceso a la pista de la Carretera Internacional, transitable con precauciones, se efectúa a aproximadamente 500 m al sur de la salida de La Descubierta, por el camino asfaltado La Descubierta – Jimaní.

Por su posible utilización se puede catalogar como científico y didáctico, en menor medida, turístico, en tanto que su ámbito de influencia es regional.

Los primeros kilómetros antes de la llegada a la depresión de Los Pinos permiten una observación bastante continua de las facies de la Fm. Neiba (unidad cartográfica 1): en las curvas apretadas de la subida (puede observarse una bella vista panorámica hacia el SE de la depresión del lago Enriquillo), calizas con sílex en bancos con buzamiento sur o SE en el lado meridional del gran anticlinal de Loma La Flecha - Cerros de Los Borbollones (numerosas observaciones estructurales posibles: estilo de las estructuras plegadas, accidentes NO-SE y submeridianos con juegos superpuestos complejos); al final de la subida en 1 – 2 km se observan calizas en bancos más o menos masivos con facies clásticas del núcleo del antiforme, intensamente fracturadas en las zonas de fallas.

La llegada en la depresión de Los Pinos (poljés) permite la observación de varios niveles de terrazas fluviales encajadas (particularmente al oeste inmediato del pueblo) y profundamente excavadas por el lecho de la red hidrográfica actual, testigo de una neotectónica activa (juego de grandes accidentes submeridianos y ENE-OSO a E –O probables).

A unos cientos de metros hacia el norte de la salida del pueblo, se observa un fuerte cambio en la pendiente del relieve que se sigue de forma rectilínea sobre varios kilómetros. Este relieve, jalonado por conos de deyección conglomeráticos bien visibles en el paisaje, marca el probable tránsito (escarpe degradado) de una falla reciente E – O que provoca el hundimiento del compartimiento sur. La subida sigue con curvas apretadas hacia Angel Félix cortando de nuevo las calizas con sílex bien estratificadas de la Fm. Neiba, afectadas por una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales ONO-ESE, con flanco sur local y fuertemente verticalizados. Los últimos cientos de metros antes de la entrada al pueblo de Angel Félix permiten observar al techo de la Fm. Neiba un nivel poco potente de calizas en bancos con restos coralinos (modificación de plataforma arrecifal), con buzamiento NE (X = 0207925; Y = 2062730), constituyendo el muro inmediato del Complejo vulcanosedimentario básico de Angel Félix (unidad 2).

Un primer horizonte vulcanosedimentario básico estratiforme aflora en varios puntos desde la entrada del pueblo, representado por facies vulcanoclásticas dominantes (tobas finas, tobas con bloques de lavas vesiculadas), con frecuencia profundamente alteradas. En las pendientes al oeste de la carretera, estas formaciones básicas se marcan en afloramiento por una coloración marrón-roja, característica de los suelos que se derivan (una bella vista panorámica hacia el oeste muestra el aspecto tabular de las calizas de la Fm. Neiba que constituyen los relieves abruptos situados cerca de la frontera haitiana). En varios puntos del techo del complejo vulcano sedimentario básico, se observan calizas finas, en ocasiones bioclásticas, afectadas por fenómenos de disolución secundaria (brechas de colapso). A continuación del corte, sobre el lado meridional de las fuertes pendientes de Sabana Real, le sigue una serie carbonatada, bien estratificada, con buzamiento NE, relacionada con la Fm. Neiba superior (unidad 3). Dicha formación pertenece al flanco sur de la gran estructura sinclinal de Sabana Real – Yerba Buena. Un segundo horizonte vulcanosedimentario básico interestratificado en esta serie carbonatada, bien expuesto a nivel del pueblo de Tierra Colorada, muestra facies más proximales de brechas piroclásticas gruesas con bloques angulosos de lavas basálticas vesiculadas y elementos de calizas, asociados a lavas masivas que representan elementos de coladas de intrusiones sinvolcánicas básicas. Las figuras que se observan confirman la deposición en medio subacuático poco profundo del volcanismo básico (erupciones freatomagmaticas), sincrónico de la sedimentación carbonatada (elementos carbonatados retrabajados, bancos calcáreos interestratificados). El contacto estratigráfico con las calizas del techo (continuación de la unidad 3) es bien visible a la salida norte del pueblo (calizas subhorizontales en bancos bien organizados, que

descansan sobre depósitos vulcanoclásticos distales finos estratificados (tobas líticas alteradas con fragmentos de basaltos vítreos o vesiculados). La continuación del corte hacia el ENE corta oblicuamente el lado norte de la gran estructura sinclinal, ocupado por la continuación de este conjunto calcáreo bastante monótono y particularmente estratificado (abundancia de calizas micríticas claras con raros bioclastos calcarenitas finas de medio plataforma externa o de cuenca batial). Por otra parte se observan varias dolinas de pequeño tamaño en las cercanías inmediata de la pista.

8. BIBLIOGRAFÍA

- **ACUATER, 2000.** Mapa Hidrogeológico Planicie Costera Oriental, mapa Nº 9/1/3 Escala 1:50.000, Febrero 2000. República Dominicana-UE. Programa de Desarrollo Geológico-Minero (SYSMIN) Convención Lomé IV.
- **Alvarez. 1998**. Tyrannosaurus rex y el cráter de la muerte. Crítica. Barcelona, 201 pp.
- **Arick, M.B., 1940a**. Report on the geology of Hispaniola. Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 12p.
- **Arick, M.B., 1940b**. Dominican Seaboard Oil Company, Inc.; Annual report of Geological Department. Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 34 p.
- **Bellon, H., Villa, J.M., Mercier De Lepinay, B., 1985**. Chronologie K- Ar et affinités géochimiques des manifestations magmatiques au crétacé et au paléogène dans L'isle d'Hispaniola. En, Geodynamique des Caraïbes, Editions Technip.
- **Bermúdez, P.J.,1949** . Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic ; Cushman Laboratory for Foraminiferal Research. Special Publication 25, 322 p.
- **Bernárdez, E. y Soler, M., 2004 .** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 5973-III (Arroyo Limón) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Direccion General de Minería, Santo Domingo.
- **Biju-Duval, B., Bizon, B., Mascle, A., Muller, C., 1983.** Active margin processes; field observations in southern Hispaniola. En J.S. Watkins, C.L. Drake, (eds.). Studies in continental margin geology. American Assotiation of Petroleum Geologist Memoir, 34, 325-346.
- **Blesch, R.R., 1966**. Mapa geológico preliminar. En: Mapas. Volumen 2, Reconocimiento y Evaluación de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Unión Panamericana, escala 1:250.000.
- **Bold, W.A.,1975** . Neogène biostratigraphy (ostracoda) of southern Hispaniola: Bulletins of American Paleontology, v. 66 n°. 286, p.549-639.
- **Bourgois, J., Tavares, I., Vila, J.M., 1979**. L'Eocène à blocs d'Ocoa (Republique Dominicaine, Grandes Antilles); Tèmoin d'une Tectonique tangentielle à vergence sud dans l'ile d'Hispaniola. Bull. Soc. Géologique de France, 7, 759-764.
- **Bowin, C., 1966**. Geology of the Central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. En H. Hess (ed.). Caribbean geological investigations, Geological Society of America, 98, 11-84.
- **Breuner, T.A., 1985** . The Geology of the Eastern sierra de Neiba. Tesis doctoral, Universidad de Washington (inédito), 120 pp.

- **Burke, K., 1988**. Tectonic evolution of the Caribbean. Annales Rev. Earth and Planetary Science Letters, 16, 201-230.
- **Burke, K., Fox, P.J., Sengör, M.C., 1978**. Buoyant ocean floor and the origin of the Caribbean. Journal of Geophysical Research, 83, 3949-3954.
- **Byrne, D.B., Suarez, G., McCann, W.R., 1985**. Muertos Trough subduction-Microplate tectonics in the northern Caribbean. Nature, 317, 420-421.
- **Condie, K.C., 2001.** Mantle plumes and their record in Earth History. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 762 p.
- **Cooper, J. C., 1983** – Geology of the Fondo Negro region, Dominican Republic (M.S. thesis): Albany, State University of New York, 143 p.
- **De La Fuente, S., 1976**. Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 p.
- **De Mets, C., Jansma, P., Mattioli, G., Dixon, T., Farina, F., Bilham, R., Calais, E., Mann, P., 2000.** GPS geodetic constraints on Caribbean-North America plate motion, *Geophys. Res. Lett.*, 27, 437-440.
- **Díaz de Neira, J.A., 2000a**. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6072-III (Padre Las Casas) y Memoria correspondiente. Proyecto 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 nº 6071-II (Azua) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo
- **Dohm, C.F., 1941a.** The comendador Anticline, Republica Dominicana. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company, 10 p.
- **Dohm, C.F., 1941b.** Geologic map of aerial mosaic No.14, El Mogote, Dominican Republic, aprox. Scale 1:20,000. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company.
- **Dohm, C.F., 1941c.** Geologic map of aerial mosaic No. 15, Quita Coraza, Dominican republic, aprox. Scale 1:20,000. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company,
- **Dohm, C.F., 1941d.** The geology of the Azua-Enriquillo Basin areas covered by Aerial Mosaics nº 7,14 and 15. Dominican Republic. Santo Domingo Office nº 15, Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company,17p.
- **Dohm, C.F., 1942a.** A geological report of the cerros de Sal, Valle Enriquillo- Dominican Republic describing mosaic Areas nos. 1 and 2. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company, 17p.
- **Dohm, C.F., 1942b.** The geology of the sierra de Neiba and Valles San Juan and Enriquillo in Mosaic Areas 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 32 and 33. Dominican Republic. Santo Domingo Office nº 20. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company,18

p. (Apendix 1: Tectonic history of the sierra neiba and Adjoining Basin Areas by C.F. Dohm, 4p; Apendix 2: Index Fossil Foraminifera in San Juan- Azua Basins, Dominican Republic, by P.J. Bermudez, 3p.)

- **Dohm, C.F., 1942c**. Report of a Geological reconnaissance of Guayabín Anticline Cibao Valley, Dominican Republic. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company, 14 p.
- **Dohm, C.F., 1942d**. The geology of Western Cibao basin, Dominican Republic,. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company, 14 p.
- **Dolan, J.F., 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. En Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper 262, 217-263.
- **Dolan, J. F., Mullins, H. T., Wald, D.J., 1998**. Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collisison, strain partitioning and opposing subducted slabs, En J.F. Dolan, P. Mann, (eds). Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone, Geological Society of America Special Paper 326, 174p, 1-61 p.
- **Dolan, J. F., and Mann, P., 1998** – Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Publication of The Geological Society of America, Special Paper N° 326, 174 p.
- **Draper, G., and Barros, J.A., 1994**. Cuba. En S.K. Donovan, T.A., Jackson (eds.). Caribbean Geology, an Introduction, The University of The West Indies Publishers Asociation, Kinstong, Jamaica: 65-86
- **Garcia, E., Harms, F.,1988**. Informe del Mapa Geológico de la Republica Dominicana escala 1:100.000 San Juan (4972). Santo Domingo, 97 p.
- **García Senz J., 2004.** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 5871-III (Jimaní) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- **Genna A., 2004**. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 5871-II (Duvergé) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- **Gómez Sainz de Aja, J.A., 2000a**. Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6072-IV (Gajo de Monte) y Memoria corrrespondiente. Proyecto 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 nº 5971-IV (Galván) y Memoria correspondiente. Proyecto 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 nº 5871-I (La Descubierta) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- **Hernaiz Huerta, P.P., Pérez-Estaún, A., 2002**. Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana. En A. Pérez-Estaún, I.Tavares, A. García Cortes, P.P. Hernaiz Huerta (eds.). Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geológica Hispánica, 37 183-205
- **Heubeck, C.,1988.** Geology of the southeastern termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. M.A. Thesis. University of Texas, Austin, 333 p.
- **Heubeck, C, and Mann, P., 1991**. Structural geology and Cenozoic tectonic history of the southeastern termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. Geological Society of America Special Paper 262, pp. 315-336.
- **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, acrecion y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico. En A. Pérez-Estaún, I.Tavares, A. García Cortes, P.P. Hernaiz Huerta (eds.). Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geológica Hispánica. 37, 81-22.
- **Llinás, R.A., 1972a**. Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, Codia, Part 1. Publication of Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores, Santo Domingo, No.31 pp. 55-65.
- **Llinás, R.A., 1972b**. Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, Codia, Part 2. Publication of Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores, Santo Domingo, No.32 pp. 40-53.
- **Mann, P.,1983**. Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Thesis. New York University, Albany, 688 p. (Inédito).
- **Mann, P., Taylor, F.W., Burke K., and Kulstad, R., 1984**. Subaerially exposed Holocene coral reef, Enriquillo Valley, Dominican Republic. Geol. Soc. America Bull., vol. 95, 1084 – 1092
- **Mann, P., Draper, G., and Lewis, J.F,. 1991**. Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispaniola. Publication of The Geological Society of America, Special Paper N° 262, 401 p.

- **Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F., (eds)., 1991a**. Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 401 p.
- **Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F., 1991b**. An overview of the geologic and tectonic development of Española. En P. Mann, G. Draper, J.F. Lewis (eds.). *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola*. Geological Society of America Special Paper 262, 1-28.
- **Mann, P., Lebrón , M., Rodriguez, J. and Heubeck, C., 1991c**. Geologic maps of the southern Dominican Republic. In: P. Mann, G. Draper and J.F. Lewis (Editors), Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper 262. Plates 4a, 4b, and 4c, scale: 1:150,000.
- **Mann, P., Mclaughlin, P.P., Cooper, C.,1991c**. Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. In: P. Mann, G. Draper, J.F. Lewis (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. 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 north-eastern Caribbean plate margin. *Tectonophysics*, 246, 1-69.
- **Mann P., McLaughlin P.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* Caribbeans Basins, Sedimentary Basins of the World, 4 (P. Mann Ed .), Elsevier Science B.V., Amsterdam, p. 287 – 342 ;
- **Mann, P., Calais, E., Ruegg, J.C., DeMets, C., Jansma, P.E., and Mattioli G.S., 2002.** Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations. Tectonics, Vol. 21, N°6, 1057, pp. 7-1 to 7-26.
- **Mann, P. and Lawrence, S.R., 1991**. Petroleum potential of southern Hispaniola. Journal of Petroleum Geology, 14: 291-308.
- **Masson, D.G., and Scanlon, K.M., 1991**. The neotectonic setting of Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*, 103, 144-154.
- **Mauffret, A., and Leroy, S.,1997**. Seismic stratrigraphy and structure of the Caribbean igneous province. *Tectonophysics*, 283: 61-104.
- **Maurrasse, F., Crews, P., and Visconti, R., 1979 a.** Petrologic evidence for the occurrence of back-arc basin igneous activities in the Caribbean during the Early

Cretaceous to Santonian/Campanian. *EOS, Transactions, American Geophysical Union,* 60, p. 414.

- **Maurrasse, F., Husler, G., Georges, G, Schmitt R., and Damond, P., 1979 b**. Upraised Caribbean Sea floor below acoustic reflector B" and the Southern Peninsula of Haiti, *Geolo, Minjbuow*., 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. and Lewis J.F. (Eds), Geological Society of America Special Paper 262, 1991, p. 337 – 366 ;
- **Mercier de Lepinay, B., 1987**. L´evolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L´exemple de la transversale de l´île d´Española (Grandes Antilles). Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 378 pp. (Inédito).
- **Nemec, M. C.,1980**. A two phase model for the tectonic evolution of the Caribbean, *Trans. Caribb. Geol. Conf*., 9 th, 23-24.
- **Norconsult, 1893**. Dominican Republic. Petroleun Exploration Appraisal. Report for Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo (inédito)
- **Osiris De León, R., 1983**. Aspectos geológicos e hidrogeológicos de la región suroeste. Publicaciones especiales, número 4, Museo Nacional de Historia Natural, Plaza de la Cultura, Santo Domingo, República Dominicana, 25 p.
- **Pardo, G., 1975**. Geology of Cuba. En: The Ocean Basins and Margins, (Nairm, Stelhi eds.) A.E.M. Vol. 3.
- **Pindell, J.L., 1994**. Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. En S.K. Donovan y T.A. Jackson (eds.). Caribbean Geology: an introduction, University of the West Indies Publishers Association. University of the West Indies Press, Kingston, Jamaica, 13-39.
- **Pindell, J. L., and Barrett, S. F., 1990**. Geological evolution of the Caribbean region: a plate tectonic perspective. En G. Dengo y J.E. Case (eds.). The Caribbean, Volume H, Decade of North American Geology. Geological Society of America, Boulder, Colorado, 404-432.
- **PROINTEC, 1999**. Prevención de Riesgos Geológicos (Riesgos sísmicos). Proyecto del Programa de Desarrollo Geológico Minero (SYSMIN) en la República Dominicana. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- **Pubellier, M., Mauffret, A., Leroy, S., Vila, J.M., Amilcar, H., 2000**. Plate boundary readjustment in oblique convergence: Example of Neogene of Hispanila, Greater Antilles. Tectonics, Vol. 19, No. 4, pp 630-648.

- **Sanz, J., y Soler, M., 2004**. Mapa Geológico de la Hoja a E.1:50.000 nº 5873-II (Bánica) y memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Gotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Direccion General de Minería, Santo Domingo.
- **Sen, G. R., Hickey-Vargas, Waggoner, G., and Maurrasse, F., 1988**. Geochemistry of basalts from the Dumisseau Formation, southern Haiti; Implications for the origin of the Caribbean crust. *Earth Planet Sci. Lett., 87*, 423-437.
- **Stemann, T.A., and Johnson, K.G., 1992.** Coral assemblages, biofacies, and ecological zones in the mid-Holocene reef deposits of the Enriquillo Valley, Dominican Republic. Lethaia, vol. 25, n° 3, p. 231 – 241.
- **Taylor, F.W., Mann, P., Valastro Jr., S., Burke, K., 1985.** Stratigraphy and Radiocarbon Chronology of a Subaerially Exposed Holocene Coral Reef, Dominican Republic. Journal of Geology, vol. 93, 311 – 332.
- **Tchalenko, J.S., 1968**. The evolution of kink-bands and the development of compression textures in sheared clays. Tectonophysics, 6, 159-174.
- **Van den Bold, W.A., 1975.** Neogene biostratigraphy (Ostracoda) of southern Hispaniola : Bulletins of American Paleontology, V. 66, n° 286, p. 549 – 639 ;
- **Van den Berghe, B. , 1983**. Evolution sédimentaire et structurale depuis le paléocène du secteur “Massif de la Selle-Bahoruco-Nord de la ride de Beata” dans l’orogène nord-Caraibe: Paris, France, Université Pierre et Marie Curie, 205 p.
- **Vaughan, T.W., Cooke, W., Condit, D.D., Ross, C.P., Woodring, W.P. and Calkins, F.C., 1921.** A Geological Reconaissance of the Dominican Republic. *En*: Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos (Editora de Santo Domingo). Santo Domingo, 18 (1983), 268 p.
- **Wallace, M.H., 1947**. A review of the stratigraphy of the Enriquillo basin, Dominican Republic, Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 12p.