

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

BÁNICA

(5873-II)

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 K, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN de desarrollo geológico-minero (Proyecto nº 7 ACP DO 024 DO 9999). 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 de la Dirección General de Minería.

Han participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Dr. Javier Sanz López (INYPSA)
- Ing. Miguel Soler Sempere (INYPSA)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Javier Sanz López (INYPSA)
- Ing. Pedro Pablo Hernaiz Huerta (INYPSA)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Ing. Lluís Ardévol Oro (GEOPREP)

MICROPALEONTOLOGÍA

- Dr. Luis Granados (Geólogo Consultor)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dr. José Pedro Calvo (Universidad Complutense de Madrid)

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS

- Dr. Javier Escuder Viruete (Universidad Complutense de Madrid)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr. Javier Sanz López (INYPSA)
- Ing. Pedro Pablo Hernaiz Huerta (INYPSA)

GEOMORFOLOGÍA

- Ing. Joan Escuer (GEOCONSULTORES TÉCNICOS Y AMBIENTALES)

MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Pedro Pablo Hernaiz Huerta (INYPSA)

TELEDETECCIÓN

- Ingra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Dr. Jose Luis García Lobón (IGME)

DATAACIONES ABSOLUTAS

- Dr. James K. Mortensen (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)
- Dr. Tom Ulrich (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)
- Dr. Richard Friedman (Earth & Ocean Sciences, Universidad de British Columbia)

DIRECTOR DEL PROYECTO

- Dr. Marc Joubert (BRGM)

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 TÉCNICA POR PARTE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA

- Ing. Juan José Rodríguez
- Ing. Santiago Muñoz
- Ingra. María Calzadilla
- Ing. Jesús Rodríguez

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

Se pone en conocimiento del lector que en la Dirección General de Minería existe una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones
- Fichas petrográficas y/o micropaleontológicas de cada una de las muestras
- Mapas de muestras
- Álbum de fotos
- Lugares de Interés Geológico

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

- Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría del Proyecto L. Mapas a escala 1:150.000 y Memoria adjunta;

Y los siguientes Informes Complementarios

- Informe Sedimentológico del Proyecto K
- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto K
- Informe de la Estructura y el Metamorfismo de las Rocas Ígneas y Metamórficas del Proyecto K
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto K
- 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

La Hoja a escala 1:50.000 de Bánica es fronteriza con Haití en el sector central de la isla de La Española. Comparte los relieves abruptos de las estribaciones meridionales de la Cordillera Central y los más suaves del margen septentrionales del valle de San Juan.

La Hoja presenta una sucesión estratigráfica incompleta que comprende la parte más alta del Cretácico Superior y la mayor parte del Cenozoico, incluidos los materiales cuaternarios más recientes. Un pequeño afloramiento de términos ácidos de la Fm Tireo en su esquina NE, representa el arco de isla del Cretácico Superior del dominio de la Cordillera Central. La Fm Trois Rivieres, del Campaniano-Maastrichtiano, es un potente conjunto turbidítico, que culmina a techo con un tramo carbonatado (unidad de Bois de Laurence). Su depósito constituye los primeros episodios del relleno de la cuenca trasera de arco de Trois Rivieres-Peralta. El Conjunto Volcanosedimentario del Cucurucho, supuestamente del Paleoceno, es un evento volcánico de composición básica-intermedia, sin referentes en la zona. El Eoceno y buena parte del Oligoceno están dominados por la sedimentación carbonatada de plataforma de la Fm Neiba, en la que se intercalan emisiones volcánicas. Por encima, el intervalo Oligoceno Superior-Mioceno Inferior está caracterizado por la unidad de Catanamatías y la Fm Sombrerito. Ambas formaciones, constituyen una secuencia turbidítica, en buena parte sintectónica, con frecuentes discordancias internas, que en el caso de la Fm Sombrerito incluye episodios de abanicos aluviales y fan deltas conglomeráticos y de calizas arrecifales. El relleno de la Cuenca de San Juan, desde el Mioceno Medio hasta el Pleistoceno, por las Fms Trinchera, Arroyo Blanco y Arroyo Seco conforma una macrosecuencia regresiva con facies marinas en la base y continentales a techo.

La deformación se contempla, en un régimen transpresivo o de convergencia oblicua regulado por desgarres, y la resuelven grandes fallas con movimiento direccional e inverso que separan los principales dominios o bloques (de norte a sur, bloque de Trois Rivieres, de Catanamatías y de la Cuenca da San Juan). Dentro de cada uno de ellos, se generan cabalgamientos o fallas inversas de alto ángulo y un plegamiento asociado que, al menos en la mitad meridional de Hoja, tienen un sentido de propagación hacia el sur.

ABSTRACT

The 1:50.000 sheet of Bánica is located in the central part of the La Española Island close to the frontier with Haiti. It shares the high relieves of the southern margin of the Cordillera Central and the smoother ones of the San Juan valley.

The sheet shows an incomplete stratigraphic succession comprising the upper part of the Upper Cretaceous and most of the Cenozoic, including the recentmost Quaternary deposits. The small outcrop of acidic volcanic rocks of the Tiro Fm in the NE corner of the sheet, belongs to the Cordillera Central domain and represents the Upper Cretaceous island arc. The Trois Rivières Fm, of Campanian-Maastrichtian age, is a thick turbiditic complex that at the top ends up with a carbonatic unit (Bois de Laurence). Its deposit is related with the former stages of the Trois Rivières-Peralta back arc basin infill. The Conjunto Volcanosedimentario del Cucurucho, of supposed Paleocene age, is a basic-intermediate volcanic event with no regional references to be compared with. The Eocene and most of the Oligocene are dominated by the sedimentation of the Neiba Fm in a limestone platform environment, with eventual volcanic emissions. Above, the Upper Oligocene-Lower Miocene interval, is characterized by the Catanamatiás unit and Sombrerito Fm. Both form a turbiditic, partially syntectonic sequence, with frequent internal unconformities, that in the case of Sombrerito Fm include alluvial fans and fan delta conglomerates. The San Juan basin infill by the Trinchera, Arroyo Blanco y Arroyo Seco Fm, from Mid Miocene until Lower Pleistocene, results in a regressive mega-sequence with marine facies at the lower part and continental ones at the upper part.

Deformation is regionally envisaged in a transpressive or oblique convergence-ruled by strike-slip faults context, and in the sheet, it is controlled by large faults with strike and reverse slips that separate main domains or blocks (from north to south, Trois Rivières, Catanamatiás and Cuenca de San Juan blocks). Inside each block, high angle thrusts and reverse faults with an associated folding develops, being, in the southern part of the sheet at least, with a southern propagating sense.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Metodología	1
1.2. Situación geográfica, fisiografía y economía	5
1.3. Marco Geológico	8
1.4. Antecedentes	16
2. ESTRATIGRAFIA	19
2.1. Cretácico	24
<u>2.1.1. Cretácico Superior</u>	<u>24</u>
2.1.1.1. Fm Tireo. Rocas volcánicas, volcanoclásticas y/o epiclásticas, con predominio de composición ácida (tobas y brechas dacíticas, dacitas, riocacitas) (3). Cretácico Superior. K ₂	24
2.1.1.2. Fm Trois Rivieres. Unidad de Aguamite. Lutitas, margas y areniscas (4). Areniscas masivas (5). Margas, lutitas y areniscas (6). Cretácico Superior (¿Campaniano-Santoniano?). K ₂	26
2.1.1.3. Fm Trois Rivieres. Unidad Bois de Laurence. Calizas micríticas y margas rojizas con niveles volcanoclásticos y cherts subordinados (7). Campaniano-Maastrichtiano. K ₂	28
2.1.1.4. Rocas filonianas intrusivas en Fm Trois Rivieres, básicas (1) y ácidas (2)...	30
2.2. Paleógeno-Neógeno Inferior	30
<u>2.2.1. Paleoceno</u>	<u>30</u>
2.2.1.1. Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho (nov. nom.). Tobas, brechas y lavas (subordinadas) de composición basáltica y andesítica con intercalaciones de calizas y grauvacas (8). ¿Paleoceno?. P ₁	30

2.2.2. Eoceno-Oligoceno	32
2.2.2.1. Fm Neiba. Calizas micríticas tableadas con nódulos de sílex, calizas bioclásticas,, margas, brechas carbonatadas y calcarenitas (9). Basaltos vacuolares y brechas volcánicas (10). Eoceno Medio-Oligoceno. P ₂₋₃	32
2.2.3. Oligoceno Superior-Mioceno Inferior	36
2.2.3.1. Unidad de Catanamatías (nov. nom.). Margas, calcarenitas, calizas arenosas y calizas bioclásticas con niveles de brechas y cantos (11). Oligoceno Superior. P ₃ ³	37
2.2.3.2. Fm Sombrerito. Margas, areniscas siliciclásticas y calcarenitas con intercalaciones de debris y conglomerados (13). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. P ₃ ³ -N ₁ ¹	39
2.2.3.3. Fm Sombrerito. Conglomerados, microconglomerados y areniscas carbonatadas (12). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. P ₃ ³ -N ₁ ¹	40
2.2.3.4. Fm Sombrerito. Calizas arrecifales, calizas bioclásticas, calizas arenosas y conglomeráticas (14). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. P ₃ ³ -N ₁ ¹	41
2.2.3.5. Fm Sombrerito. Margas con calcarenitas, calizas arenosas, calizas bioclasticas y con corales, y algunos niveles de conglomerados (15). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. P ₃ ³ -N ₁ ¹	42
2.2.3.6. Edad de la Fm Sombrerito	43
2.2.3.7. Ambiente sedimentario de la Fm Sombrerito.....	45
2.3. Neógeno	46
2.3.1. Mioceno Medio-Plioceno	46
2.3.1.1. Fm Trinchera. Margas con delgadas capas de limolitas carbonatadas, areniscas y conglomerados (16). Mioceno Medio-Superior. N ₁ ²⁻³	46
2.3.1.2. Fm Arroyo Blanco. Conglomerados, areniscas y lutitas (17) con niveles de calizas arrecifales y calizas nodulares con corales resedimentados (18). Mioceno Medio o Superior-Plioceno. N ₁ ² -N ₂	48
2.3.1.3. Fm Arroyo Seco. Conglomerados y lutitas con niveles de caliches (19). Plioceno-¿Pleistoceno?. N ₂ – Q ₁₋₃	51
2.4. Cuaternario	53

<u>2.4.1. Cuaternario volcánico.....</u>	<u>53</u>
2.4.2.1. Basaltos (20). Pleistoceno. Q ₁₋₃	53
<u>2.4.2. Cuaternario continental</u>	<u>54</u>
2.4.2.1. Abanicos aluviales y conos de deyección. Conglomerados, brechas, arenas y limolitas, eventualmente con desarrollo de caliches (21). Pleistoceno-Holoceno. Q ₁₋₄	54
2.4.2.2. Depósitos aluviales-coluviales. Glacis. Limos, lutitas y conglomerados (22). Pleistoceno- Holoceno. Q ₁₋₄	55
2.4.2.3. Terrazas. Cantos, gravas, arenas y limos (23). Pleistoceno-Holoceno. Q ₁₋₄ . Fondos de valle. Cantos, gravas y arenas (26). Holoceno. Q ₄	55
2.4.2.4. Áreas endorreicas. Arcillas, limos y caliches (24). Holoceno. Q ₄	56
2.4.2.5. Coluviones. Limos y arenas con conglomerados, cantos y bloques (25). Holoceno. Q ₄	56
3.TECTONICA.....	57
3.1 Introducción. Contexto Geodinámico	57
3.2. Marco geológico-estructural de la zona de estudio	62
3.3 La estructura de la Hoja	65
<u>3.3.1. La estructura del bloque de Trois Rivières.....</u>	<u>65</u>
<u>3.3.2. La estructura del bloque de Catanamatías.....</u>	<u>67</u>
<u>3.3.3. La estructura de la Cuenca de San Juan</u>	<u>70</u>
3.4. Modelo y edad de la deformación	75
4. GEOMORFOLOGÍA	78
4.1. Análisis geomorfológico	78
<u>4.1.1. Estudio morfoestructural.....</u>	<u>78</u>
4.1.1.1. Formas estructurales	79
<u>4.1.2. Estudio del modelado.....</u>	<u>80</u>

4.1.2.1. Formas gravitacionales.....	80
4.1.2.2. Formas fluviales.....	80
4.1.2.3. Formas poligénicas.....	82
4.2. Evolución e historia geomorfológica.....	83
5. HISTORIA GEOLÓGICA.....	84
6.GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	88
6.1. Hidrogeología.....	88
<u>6.1.1. Climatología e hidrología.....</u>	<u>88</u>
<u>6.1.2. Hidrogeología.....</u>	<u>89</u>
6.2. Recursos minerales.....	94
7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO.....	95
7.1. Relación de los L.I.G.....	95
7.2. Descripción de los Lugares.....	96
8.BIBLIOGRAFÍA.....	99

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales 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 de la Dirección General de Minería (DGM), del denominado Proyecto K, cuyo desarrollo se ha producido, durante el periodo comprendido entre Julio de 2002 y Octubre de 2004, simultáneamente al del Proyecto L, adjudicado al mismo consorcio.

Este Proyecto se localiza en prolongación hacia el noroeste del Proyecto C, primer Proyecto de estas características que fue ejecutado en el periodo 1997-2000. El Proyecto K incluye la elaboración de las 14 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 y los 5 mapas Geomorfológicos, Procesos Activos y Recursos Minerales a escala 1:100.000 que componen los siguientes cuadrantes (Fig 1.1.1):

Restauración (5873)	Restauración	5873-I
	Bánica	5873-II
Dajabón (5874)	Dajabón	5874-I
	Loma de Cabrera	5874-II
Montecristi (5875)	Montecristi	5875-I
	Pepillo Salcedo	5875-II
Diferencia (5973)	Diferencia	5973-I
	Lamedero	5973-II

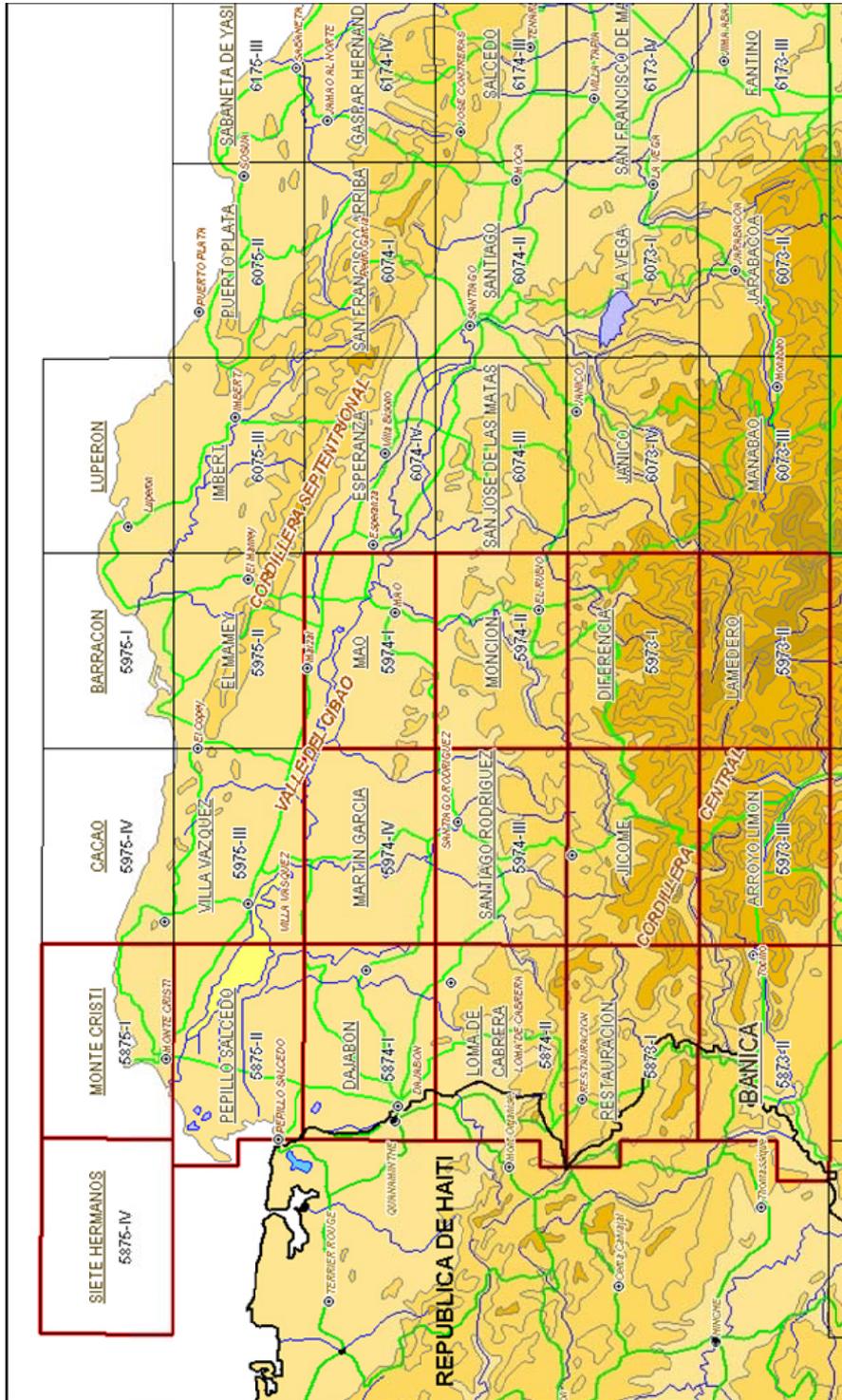


Fig. 1.1.1. Esquema de localización geográfica de la Hoja de Bánica en el contexto del Proyecto K de Cartografía Geotemática

		Arroyo Limón	5973-III
		Jicomé	5973-IV
Mao	(5974)	Mao	5974-I
		Monción	5974-II
		Santiago Rodríguez	5974-III
		Martín García	5974- 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 Diferencia y San Juan.

Durante la confección de la Hoja a escala 1:50.000 de Bánica se ha utilizado la escasa información disponible, restringida a algunas tesis y publicaciones monográficas, así como algún trabajo de investigación hidrogeológica, minera o de exploración de hidrocarburos en zonas aledañas. 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 la DGM. 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. 1.1.2)

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.

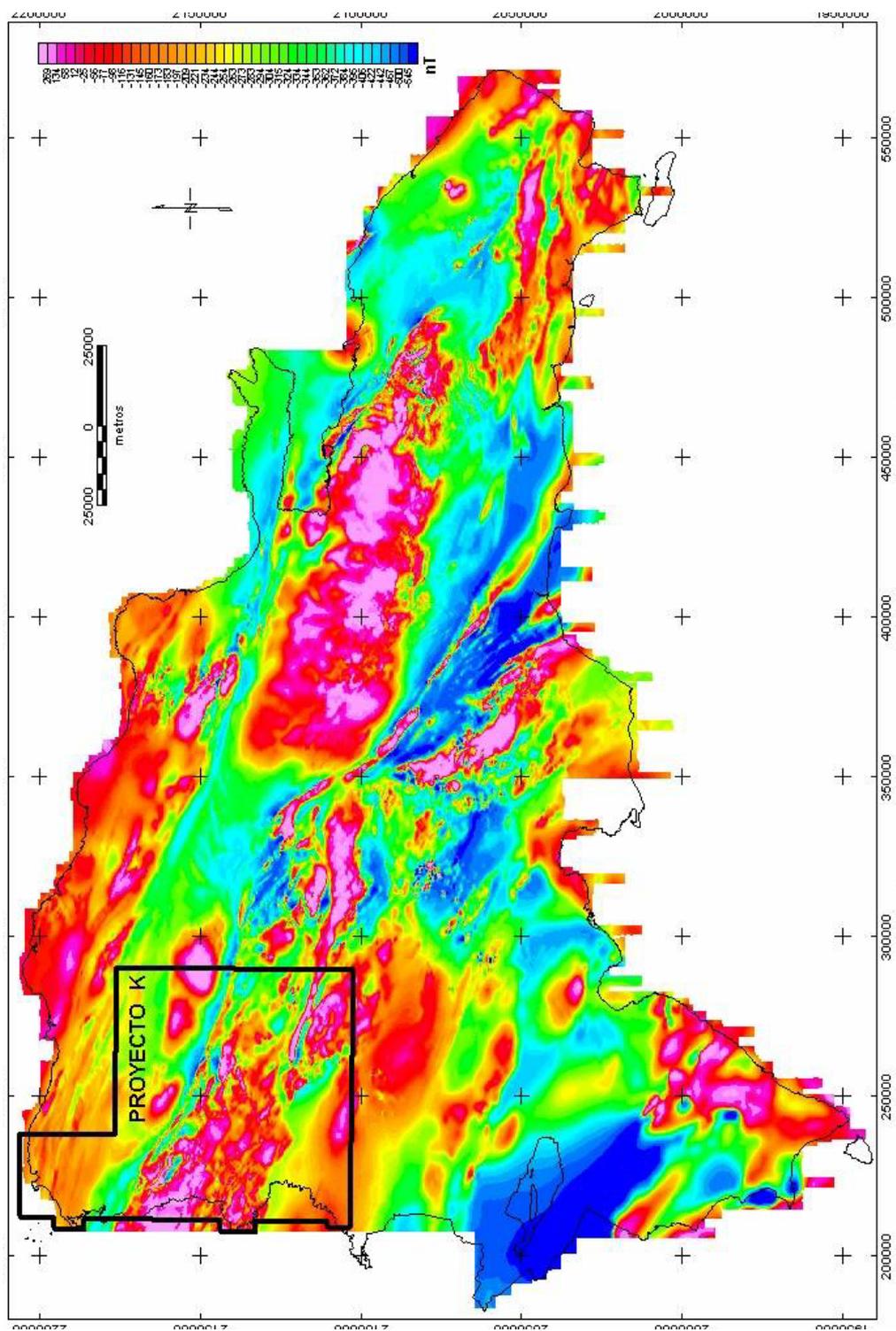


Fig. 1.1.2. Campo magnético total reducido al polo de la República Dominicana

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 la Dirección General de Minería de la República Dominicana e inspirada en el modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA).

1.2. Situación geográfica, fisiografía y economía

La Hoja a escala 1:50.000 de Bánica (5873-II) es fronteriza con Haití en el sector central de la isla de La Española (Figura 1.1.1). Se localiza a unos 200 Km en línea recta de la capital, Santo Domingo y unos 260 km por carretera. Su vía de acceso más cómoda en vehículo es la carretera Sánchez que lleva a San Juan de la Maguana, primero, y las Matas de Farfán después y, desde aquí, a Bánica, ya dentro de la Hoja, donde se enlaza con la Carretera Internacional que la atraviesa de sur a norte paralela a la frontera. Los accesos al interior de la Hoja son especialmente difíciles en su mitad septentrional donde es habitual tener que recurrir a monturas. La mitad meridional sin embargo es más accesible por varias de pistas.

Administrativamente la Hoja pertenece, casi en su totalidad, a la provincia de Elías Piña, salvo la esquina SE que pertenece a la de San Juan. La población es escasa y, en todo caso, se concentra en el sector meridional en torno a sus dos localidades principales, Bánica y Pedro Santana, y en varias aldeas dispersas a lo largo de las pistas principales. En la mitad septentrional apenas hay población y las numerosas casas abandonadas son testigo de una progresiva desertificación rural. Es de destacar la creciente ocupación de las casas y conucos abandonados de la franja fronteriza por población migratoria haitiana.

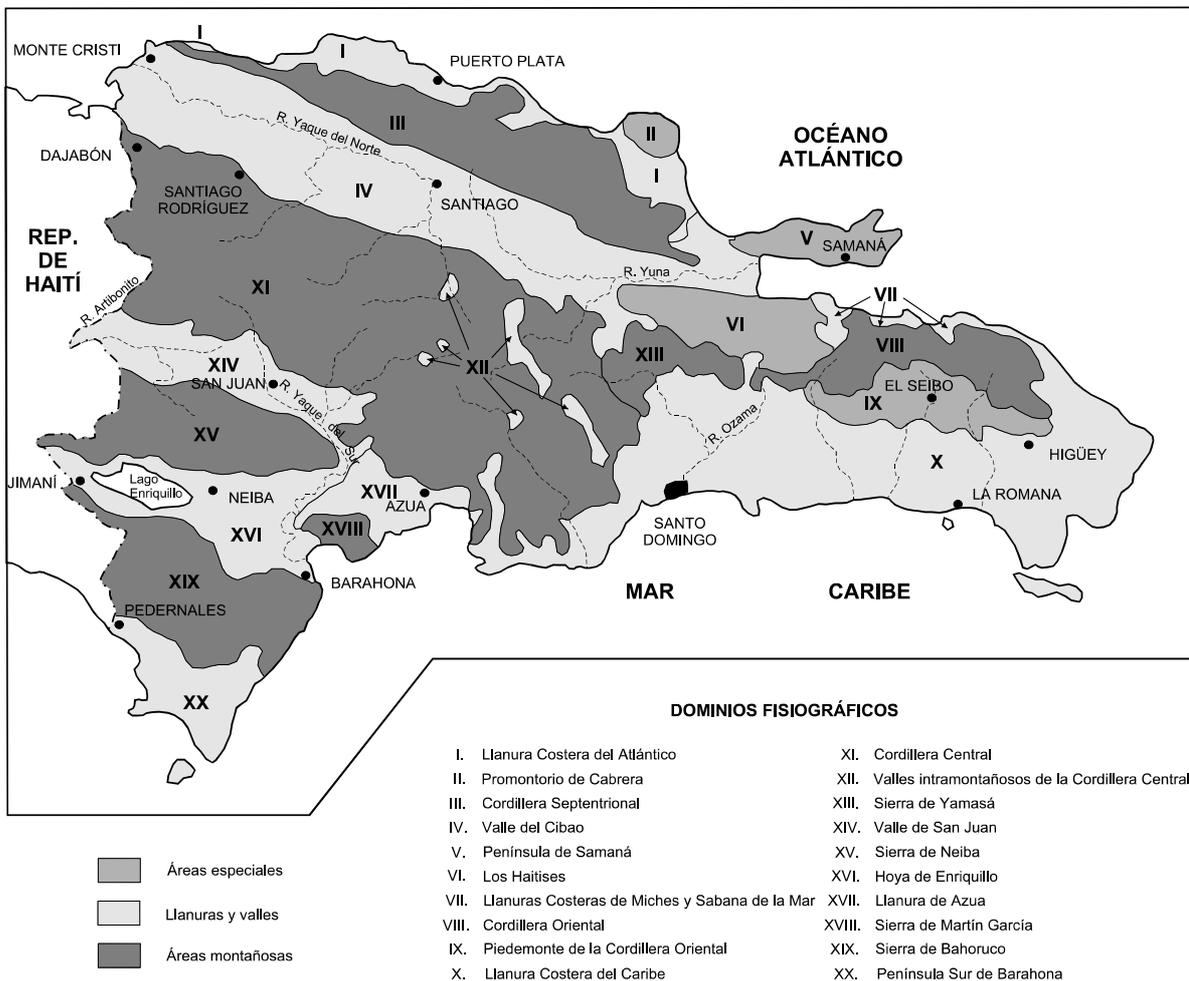
La zona es una de las más deprimidas del país donde las actividades económicas, especialmente en su mitad septentrional, se restringen a una agricultura de supervivencia por el método de tumba y quema en pequeños conucos, cuya explotación temporal o migratoria ha provocado la deforestación de parte de la Hoja. Los principales productos recogidos en la zona son los guandules, seguidos en menor medida por café, yuca y, sobre todo en las zonas de fondo de valle, algunos frutales, principalmente guayabas, mangos naranjas y guineos que, por las difíciles comunicaciones de la Hoja, se dedican exclusivamente al autoconsumo. En la mitad meridional hay mayor desarrollo de explotaciones agrícolas y, sobre todo, ganaderas basadas en la crianza del chivo.

Desde el punto de vista fisiográfico la Hoja comparte los relieves abruptos de las estribaciones meridionales del dominio de la Cordillera Central y los más suaves de los márgenes septentrionales y occidentales del dominio del valle de San Juan (Fig. 1.2.1). Las mayores altitudes se localizan en el sector NE de la Hoja, donde localmente pueden superar los 1500 m (Loma Pico Prieto) y desde donde la topografía tiende a descender hacia el O y SO, conforme van desapareciendo los últimos relieves de la Cordillera Central. El punto más deprimido de la Hoja se halla a 230 msnm, donde el río Artibonito abandona la Hoja cerca de su esquina SO

El río principal de la red de drenaje es el Artibonito, que fluye hacia el sur atravesando la Hoja por el oeste y marca parcialmente la frontera con Haití. El resto de la red principal lo forman una serie de ríos tributarios del Artibonito que fluyen en dirección E-O, sensiblemente paralelos entre sí, separados por los macizos marginales de la Cordillera Central; son, de norte a sur: el río Joca, que discurre entre el macizo de la Nalga de Maco, al norte de la Hoja y el firme del Ojo del Agua (1167m); el Río Tocino, que discurre entre este último y los macizos coronados por la Loma de Pico Prieto (1516 m); y ya en el dominio del valle de San Juan, el arroyo Los Galitos, a su vez subsidiario del río Tocino; en el extremo oriental del valle representado en la Hoja, el arroyo Vallecito fluye hacia el sur hasta desembocar en el río Yacahueque, distributario del Macasía que acaba confluyendo con el Artibonito al SO de la zona de estudio. Así pues, a grandes rasgos, la red hidrográfica local drena, de este a oeste a través de los ríos Joca y el Tocino, principalmente, y de norte a sur mediante el Artibonito.

El clima dominante es tropical, marcado por dos estaciones bien definidas: la lluviosa o ciclónica (de Junio a Octubre) y la seca; no obstante, eventualmente, los meses de Mayo y Noviembre pueden ser también lluviosos. Las precipitaciones medias crecen de S a N de la Hoja, de 1200 a 1800 mm/año, y la temperatura media oscila entre los 18-20° de los meses de Enero y los 24-26 de los meses de Agosto.

FIG. 1.2.1. DOMINIOS FISIAGRÁFICOS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA (Modificado de De la Fuente 1976)



1.3. Marco Geológico

La geología de la zona del Proyecto K de Cartografía Geotemática en la República Dominicana se caracteriza por una gran diversidad de materiales y medios sedimentarios: desde conglomerados continentales a abanicos turbidíticos, desde coladas de lavas y brechas volcanosedimentarias a calizas micríticas, desde plataformas siliciclásticas a calizas pelágicas. A todo esto hay que añadir, además, la presencia de numerosos cuerpos intrusivos representados por los batolitos de Loma Cabrera, El Bao y Macutico, a su vez con importantes cortejos filonianos (Fig. 1.3.1).

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

-En primer lugar, por el carácter oceánico de la isla, al menos durante el Mesozoico, asentada desde el Jurásico hasta el Paleoceno sobre una zona muy activa de la corteza oceánica, sometida a procesos de subducción, provoca, por un lado, la presencia de un vulcanismo de arco de isla, con diversos episodios eruptivos y la consiguiente presencia de materiales volcanosedimentarios; y por otro, la abundancia de rocas ígneas intrusivas en las series volcánicas y volcanosedimentarias. La propia naturaleza de las rocas extrusivas, unida a la escasa anchura de las plataformas da lugar a frecuentes y rápidos cambios de facies.

-En segundo lugar, la posición de la isla en un área de clima tropical es responsable de la alta productividad biológica de las aguas circundantes, posibilitando en las plataformas someras la formación de calizas arrecifales y la acumulación en las aguas más profundas de potentes serie de calizas pelágicas o hemipelágicas. Este mismo factor climático es igualmente responsable de las altas tasas de meteorización que van a favorecer la acumulación de grandes depósitos de materiales detríticos.

-En tercer lugar, la intensa actividad tectónica, principalmente en contextos de convergencia oblicua y desgarres transpresivos, que ha afectado a la isla desde su formación, y de forma más evidente, este último, desde el Paleoceno, va a dar lugar, por una parte, a una elevada tasa de denudación, y por otra, a la formación de cuencas profundas y compartimentadas, donde podrán acumularse potentes series sedimentarias.

Esta intensa actividad tectónica producirá la aproximación o yuxtaposición de unidades geológicas originalmente depositadas a distancias considerables, y al desarrollo de frecuentes depósitos sintectónicos.

La distribución espacial de este heterogéneo conjunto de materiales es igualmente heterogénea y dentro de la zona comprendida por el Proyecto se pueden separar varios dominios tectosedimentarios con características diferenciadas que se disponen en bandas conformes a las directrices regionales (NO-SE a ONO-ESE) de la isla (Figs. 1.3.2). La naturaleza de estos dominios es desigual, ya que mientras unos representan terrenos alóctonos emplazados a favor de grandes fallas, principalmente de desgarre, otros corresponden a diferenciaciones menores dentro de un mismo terreno y los más recientes son materiales de cobertera simultáneos o posteriores a las principales fases de deformación (Fig. 1.3.3).

De norte a sur, los dominios tectosedimentarios representados dentro de la zona del Proyecto K son los siguientes (Fig. 1.3.2 y 1.3.4):

- **El dominio de la Cordillera Septentrional**, limitado al norte por el Océano Atlántico y al sur por la falla Septentrional. Los materiales representados dentro del área de estudio pertenecerían en principio al denominado Bloque de Altamira de Zoeten (1988). En el área cartografiada, discordantemente sobre materiales marinos profundos del Cretácico Inferior, se encuentra una potente serie de carácter fundamentalmente turbidítico, con episodios de margas de cuenca y facies de talud, que abarca una edad Oligoceno Superior a Plioceno Inferior.

- **El dominio de la Cuenca del Cibao**, que comprende un conjunto de materiales de cobertera limitado al sur por su discordancia basal. Las facies y litologías representadas son bastante variadas y comprenden desde conglomerados aluviales a margas de cuenca con buena representación de facies de plataforma somera y construcciones arrecifales. La potencia máxima acumulada, con un rango de edades Oligoceno Superior a Plioceno Superior, podría superar los 4000 m en su depocentro, próximo a la Falla Septentrional que constituye el límite norte del dominio. En conjunto se trata de una cuenca con una historia compleja, que incluye en la parte alta del Plioceno la formación de subcuencas en las que se acumularon

grandes espesores de sedimentos. A estos materiales hay que añadir los depósitos aluviales que rellenan en la actualidad el valle con el mismo nombre.

- **El dominio de Amina-Maimón** aflora bajo la discordancia basal del dominio de la Cuenca del Cibao y probablemente constituye, en buena parte al menos, su sustrato. El límite sur de este dominio coincide con el margen norte de la zona de falla de La Española. Los materiales representados, pertenecientes al complejo de Amina Maimón corresponden a una asociación de vulcanitas ácidas y básicas, con intervalos volcanosedimentarios, de probable edad Cretácico Inferior, que presentan una intensa deformación y metamorfismo en facies de los esquistos verdes; el complejo de Amina-Maimón no aflora nunca al sur de la zona de falla de La Española.
- **El dominio de Magua-Tavera** tiene su área de afloramiento limitada a la zona de falla de La Española, y está ocupado por una serie compleja, al menos en parte sintectónica, y con espesor de difícil evaluación que incluye materiales volcánicos y volcanosedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales, todo ello con un rango de edades comprendido entre el Paleoceno y el Oligoceno Inferior.
- **El dominio de la Cordillera Central** está limitado al sur por la falla de San José-Restauración y se caracteriza por su gran complejidad. Los materiales más antiguos que afloran en este dominio corresponden a la peridotita serpentizada de Loma Caribe de la región de Jarabacoa-La Vega y al conjunto volcánico-plutónico de El Aguacate y el *plateau* oceánico (metabasitas) suprayacente del Cretácico Inferior, estos últimos tradicionalmente adscritos al Complejo Duarte. Sobre este "zócalo" se depositó la secuencia volcánica y volcanosedimentaria de la Fm Tireo de edad Cretácico Superior (*s.l.*), relacionada con la actividad de un arco magmático que evoluciona desde toleítico a calco-alcálico y en el que intruyen los batolitos tonalíticos de Loma de Cabrera, Loma del Tambor y Macutico, con complejos gabroico-ultramáficos asociados, así como numerosas intrusiones menores. La actividad del arco culmina con la emisión de los basaltos E-MORB de Loma de Los Guandules-Pelona-Pico Duarte posteriormente al Santoniense Medio (*plateau* oceánico caribeño 81-70 Ma?; Sinton *et al.*, 1998, 2000), que registran el *rifting* del arco y el cese del magmatismo, y sobre los que se depositan discordantes carbonatos marinos

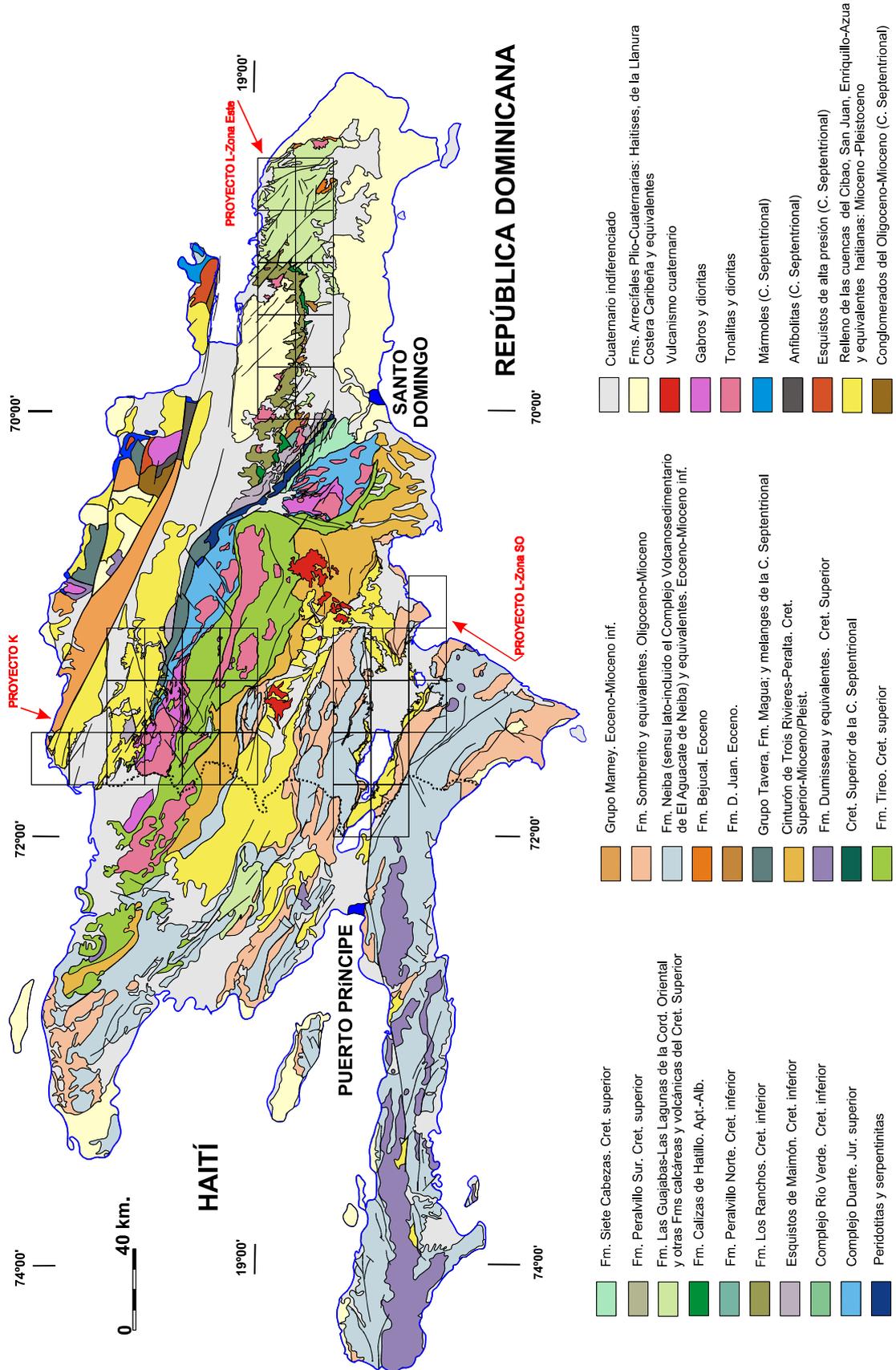
someros de la Fm Calizas de Nalga de Maco, de edad Eoceno Medio-Superior. En este dominio estructural gran parte de las unidades fueron deformadas dúctilmente de forma heterogénea y variablemente metamorfozadas, muy probablemente en un contexto de convergencia oblicua regulada por desgarres o netamente transpresivo.

- **El dominio del Cinturón de Trois Rivières-Peralta** está limitado al sur por la falla de San Juan-Los Pozos e incluye una potente serie con un rango de edades entre el Campaniano y el Mioceno Inferior que representa el relleno de la cuenca trasera del arco magmático del Cretácico Superior (Fm Tireo). Los materiales y facies representados son muy diversos, con predominio de turbiditas y calizas pelágicas, pero incluyen también materiales vulcanosedimentarios, calizas de plataforma, e importantes depósitos sintectónicos. En sectores más orientales, la estructura de este dominio corresponde a un cinturón de pliegues y cabalgamientos (Hernaiz Huerta, 2000 a y b; Díaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2002; Hernaiz Huerta y Pérez Estaún 2002) mientras que en estas transversales más occidentales donde se inscribe la Hoja de Bánica, la estructura parece responder principalmente a geometrías de tipo transpresivo.

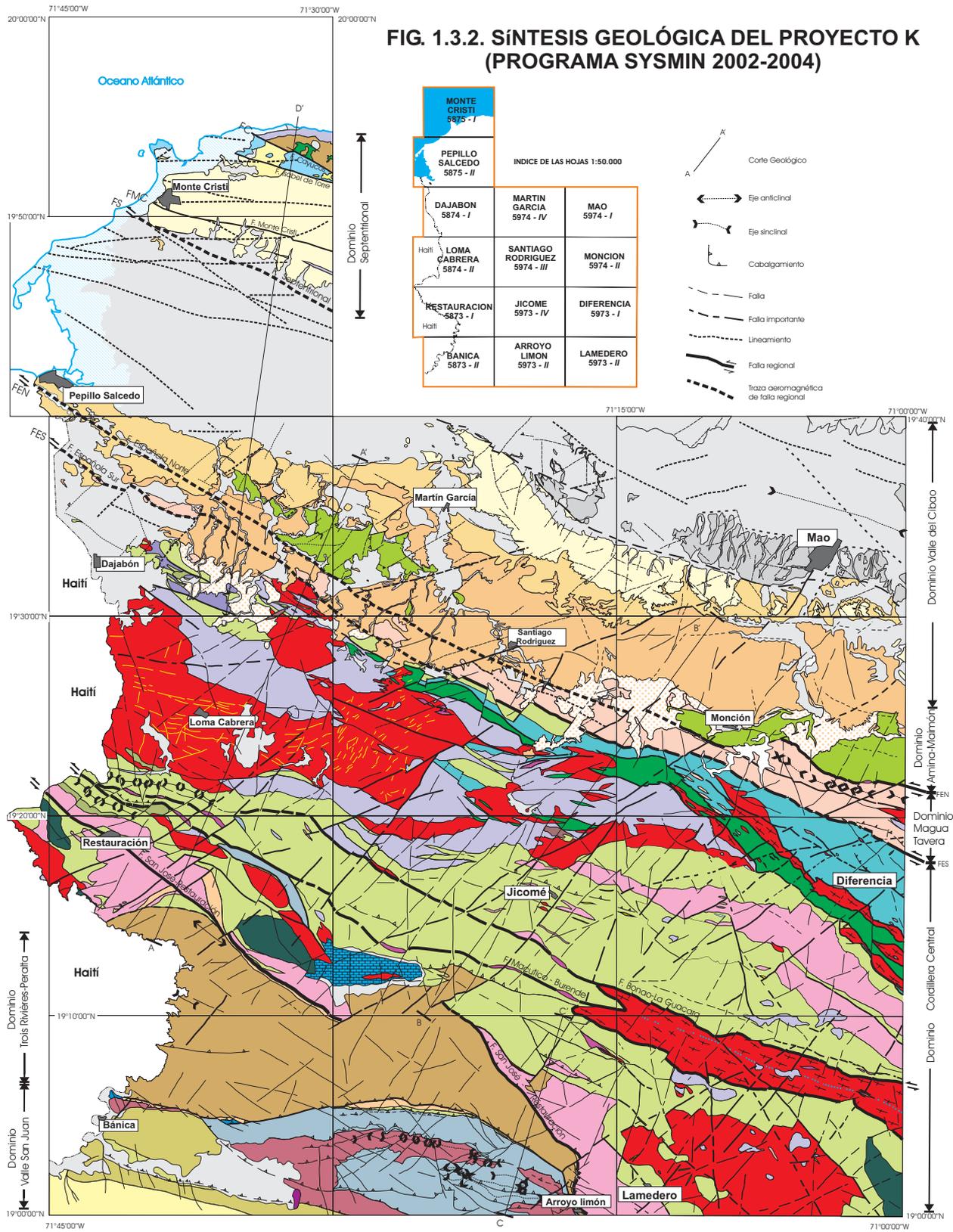
- **El dominio de la Cuenca de San Juan** ocupa la esquina suroeste de la zona del Proyecto K. El relleno de esta cuenca está controlado por el levantamiento y evolución de sus dos dominios montañosos limítrofes, la sierra de Neiba al sur, con un carácter más pasivo y, sobre todo, el cinturón de Trois Rivières-Peralta, al norte, con un frente mucho más activo y del que, en términos generales constituye su cuenca de antepaís. Sus depósitos, en parte sintectónicos, comprenden un rango de edades desde el Oligoceno Superior al Plio-Pleistoceno y conforman una macrosecuencia somerizante de más de 7.000 m de espesor, en la que se pasa gradualmente desde facies turbidíticas en la base hasta depósitos fluviales a techo.

- Además hay que señalar la presencia de una gran diversidad de **materiales cuaternarios** que en algunos casos llegan a ocupar la mayor parte de la superficie de las Hojas cartografiadas. Entre estos materiales cuaternarios hay que destacar el **vulcanismo** que afecta al sector centro-occidental de la isla el cual se extiende parcialmente por la Cuenca de San Juan y llega a estar representado en la presente Hoja de Bánica

FIG. 1.3.1. ESQUEMA GEOLÓGICO DE LA ESPAÑOLA
(Actualizado con las cartografías de los Proyectos C, L y K del Programa SYSMIN)



**FIG. 1.3.2. SÍNTESIS GEOLÓGICA DEL PROYECTO K
(PROGRAMA SYSMIN 2002-2004)**



INDICE DE LAS HOJAS 1:50.000

MONTE CRISTI 5875 - I		
PEPILLO SALCEDO 5875 - II		
DAJABON 5874 - I	MARTIN GARCIA 5974 - IV	MAO 5974 - I
LOMA CABRERA 5874 - II	SANTIAGO RODRIGUEZ 5974 - III	MONCION 5974 - II
RESTAURACION 5873 - I	JICOME 5973 - IV	DIFERENCIA 5973 - I
BANICA 5873 - II	ARROYO LIMON 5973 - II	LAMEDERO 5973 - II



- Dominio Trois Rivières-Peralta**
- Cuaternario
 - Oligoceno-Mioceno inf: Fm Sambreito y unidad de Catanamitas
 - Eoceno-Oligoceno: Fm Naiba
 - Paleoceno
 - Cretácico sup: Fm Bois de Laurence
 - Cretácico sup: Fm Trois Rivières

- Dominio Cuenca Valle San Juan**
- Cuaternario
 - Pliocuaternalio (Volcanismo)
 - Plioceno: Fm Arroyo Seco
 - Mioceno-Plioceno: Fm Arroyo Blanco
 - Mioceno: Fm Quita Coraza
 - Oligoceno-Mioceno inf: Fm Sambreito

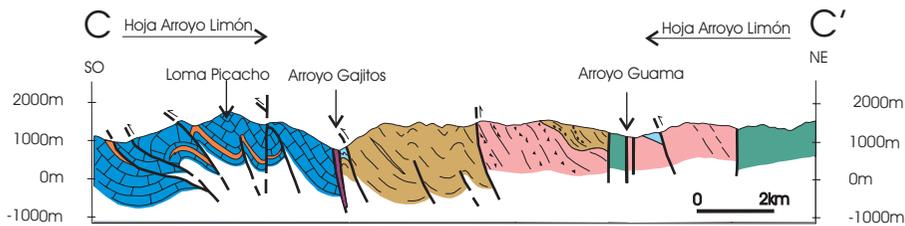
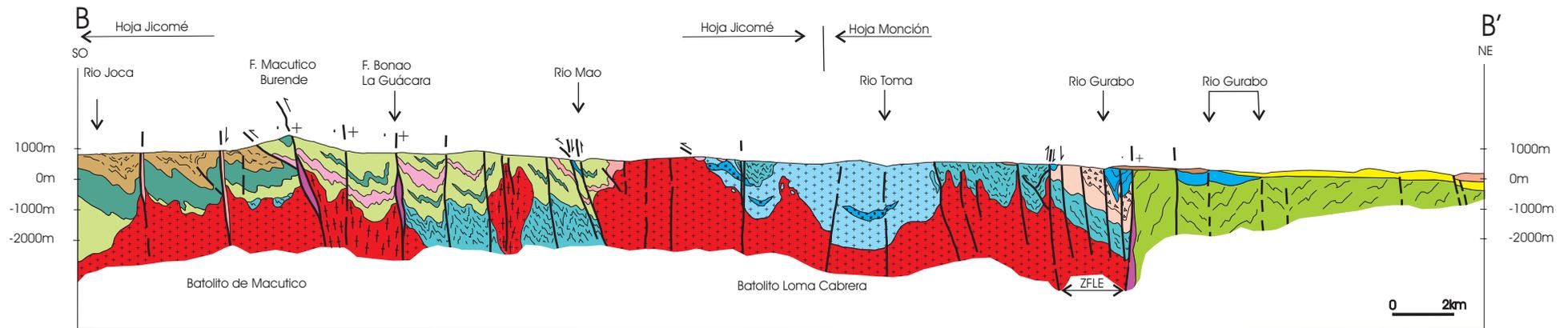
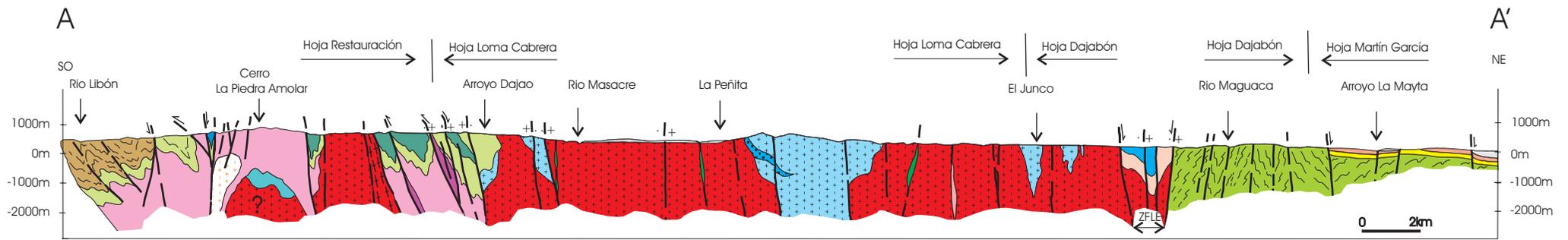
- Dominio Cordillera Central**
- Cuaternario
 - Eoceno: Calizas Nalga de Maco
 - Cretácico sup ? (Basaltos Guandules-Palena-Rico Duarte)
 - Cretácico sup: Fm Tiro (sedimentario)
 - Cretácico sup: Fm Tiro (rodaclico)
 - Cretácico sup: Fm Tiro (Indiferenciado e Intermedio)
 - Cretácico inf: Fm Amina-Maimón (esquistos)
 - Jurásico sup-Cretácico inf: Fm Duarte (melabasaltos)
 - Jurásico sup-Cretácico inf: Fm Duarte (anfibolitas)

- INTRUSIVOS**
- Tonalitas-Cuarzodioritas
 - Dioritas-Gabros-Noritas
 - Cumulado piroxénitas
 - Ultrabasitas serpentinizadas

- Dominio Magua-Tavera**
- Cuaternario
 - Eoceno-Oligoceno: Fm Magua-Tavera

- Dominio Valle del Cibao**
- Plioceno Sup-Pleistoceno
 - Plioceno Sup-Pleistoceno: Fm Mao
 - Plioceno medio: Fm Mao Adentro (calizas)
 - Mioceno sup-Plioceno medio: Fm Gurabo
 - Mioceno sup: Fm Cercado
 - Mioceno-Fm Bulla (Conglomerado)

- Dominio Cordillera Septentrional**
- Cuaternario
 - Mioceno sup-Plioceno (Margas y Calizas)
 - Mioceno sup-Plioceno (Calizas)
 - Mioceno medio (Margas)
 - Mioceno medio (Gravas Lufftas)
 - Mioceno inf (Calizas y margas)
 - Oligoceno
 - Cretácico inf



- 07. Diques leucocráticos
- 06. Diques doleríticos
- 05. Pórfidos ácidos
- 04'. Tonalitas orientadas
- 04. Tonalitas
- 03. Noritas-gabro-dioritas
- 02. Piroxenitas (cumulados UB)
- 01. Peridotitas serpentinizadas

- 14. Fm. Peralta-Trois Rivières
- 13. Fm. Tireo. Sedimentos (calizas y lutitas)
- 12. Fm. Tireo. Volcanismo intermedio-básico
- 11. Fm. Tireo. Volcanismo ácido
- 10. Fm. Tireo. volcanismo intermedio fino epiclástico
- 09. Fm. Amina-Maimón
- 08. Complejo Duarte

- 21. Fm. Bulla (conglomerado)
- 20. Fm. Magua. (calizas y conglomerados)
- 19. Fm. Magua. (Basaltos y brechas basálticas)
- 18. Calmilonita
- 17. Fm. Neiba (volcanismo básico)
- 16. Fm. Neiba (calizas)
- 15. Fm. Bois de Laurence (calizas y margas)
- 24. Fm. Mao y Plio-Cuaternario
- 23. Fm. Gurabo
- 22. Fm. Cercado (y calizas de Ahuyamas)

Figura. 1.3.3. Cortes sintéticos del Proyecto K (Cartografía Geotemática de la República Dominicana; Programa SYSMÍN) (localización en Fig. 1.3.2)

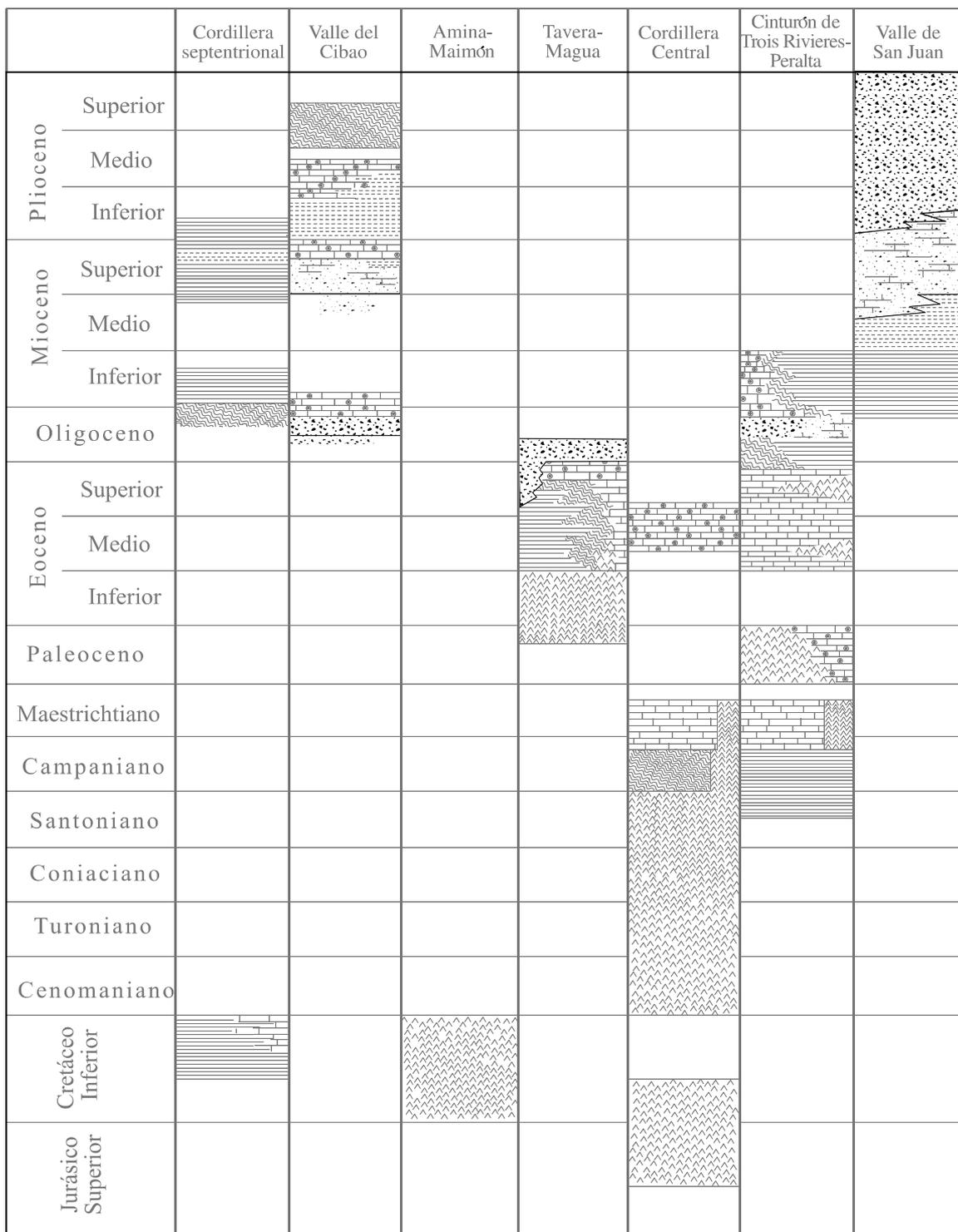


Figura 1.3.4.- Cuadro estratigráfico sintético de los distintos dominios del Proyecto K.

La Hoja de Bánica se localiza en el sector más suroccidental de la zona del Proyecto K y en ella están representados fundamentalmente los dominios del Cinturón de Trois Rivières-Peralta, que ocupa sus dos tercios septentrionales, y la Cuenca de San Juan, circunscrita al tercio inferior de la Hoja. En la esquina noreste llega aflorar, minimamente, la Fm Tireo del dominio de la Cordillera Central.

1.4. Antecedentes

Los antecedentes de estudios geológicos dentro de la presente Hoja son sumamente escasos y están limitados en gran parte a trabajos de carácter general, que se refieren a áreas extensas o, en todo caso, adyacentes y sólo incidental o parcialmente se ocupan de aspectos concretos de la Hoja.

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, 42), Bermúdez (1949), y otros, para la Dominican Seaboard Oil Company; en ellos se circunscribe la perforación del pozo Comendador 1. Una recopilación de estos trabajos pioneros se puede consultar en Mann *et al.* (1991 a). El estudio de las perspectivas petrolíferas de las cuencas del centro y sur del país continuó, a impulsos, durante las décadas siguientes, y en el caso de la Cuenca de San Juan, la compañía Anschutz (en Norconsult 1983) llevó a cabo una nueva campaña sísmica en los años 1980 y 81 repartida en dos zonas diferentes de la cuenca, una de ellas al sur de la Hoja de Bánica, en las que además se perforó el pozo Candelón 1. Durante la elaboración del presente trabajo no se ha podido tener acceso a ninguno de los informes y documentos generados por estos estudios, algunos de ellos de indudable interés regional, si bien un resumen parcial de los mismos se ha podido consultar en la síntesis de Norconsult (1983).

Al margen de las investigaciones petrolíferas, es a partir de las décadas de los setenta y ochenta cuando se produjo un notable impulso de los conocimientos geológicos de la República Dominicana, merced a la elaboración de una serie de tesis doctorales o de licenciatura de carácter regional, entre las que hay que destacar la de Ruth (1989) por ser el único trabajo que cubre parcialmente la Hoja, en concreto el sector correspondiente a la Cuenca de San Juan y su límite con el Cinturón de Trois Rivières Peralta, de los que trata su estratigrafía y estructura general. A esta misma época, si bien relativamente anteriores,

corresponden también las tesis de Michael (1978), Breuner (1985), Dubreuil (1982), todas ellas periféricas a la zona de estudio; la primera tiene menor interés por estar centrada en el dominio de la Cordillera Central, pero las dos últimas son complementarias al oeste (Haití) y al sureste de la tesis de Ruth. También cabe mencionar la tesis de Mercier de Lepinay (1987), que desarrolla un estudio estratigráfico y estructural del conjunto de la isla a fin de establecer su interpretación geodinámica; la de Heubeck (1988), esencial para la comprensión de las unidades paleógenas del extremo SE del Cinturón de Peralta; o la de Boisson (1987) centrada en el Macizo del Norte haitiano donde trata y define algunas formaciones equivalentes a las de la Hoja de Bánica.

Ante la gran cantidad de trabajos existentes y la consiguiente proliferación de términos referentes a formaciones, la Dirección General de Minería 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). En cuanto a las cartografías geológicas de síntesis, a 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 la Dirección General de Minería 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. En esta última recopilación de artículos no hay ninguno centrado de forma concreta a la zona de estudio pero sí algunos con referencias o implicaciones regionales sobre la misma; de entre ellos cabe destacar los de: Dolan *et al.* (1991) con una síntesis sedimentológica, estratigráfica y tectónica del Eoceno-Mioceno de La Española y Puerto Rico; Heubeck y Mann (1991), que determinan la estructura y evolución tectónica de la terminación suroriental de la Cordillera Central; McLaughlin *et al.* (1991), quienes abordan la descripción bioestratigráfica y paleogeográfica de los materiales de las cuencas de San Juan-Azua y Enriquillo; y Mann *et al.* (1991 d), que proponen una interpretación estructural de las citadas cuencas.

Entre los trabajos más recientes con implicaciones regionales 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; también a tener en cuenta, es el trabajo de Pubellier *et al.* (2000), sobre la evolución estructural del sector centro-meridional de La Española con citas específicas al Cinturón de Trois Rivières-Peralta

Por último cabe mencionar los trabajos realizados dentro del mismo Programa SYSMÍN en el que se encuadra el presente Proyecto: el de mayor importancia, a efectos de correlación con sectores más orientales del Cinturón de Trois Rivières y de la cuenca de San Juan-Azua 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 San Juan (Acuater, 2000).

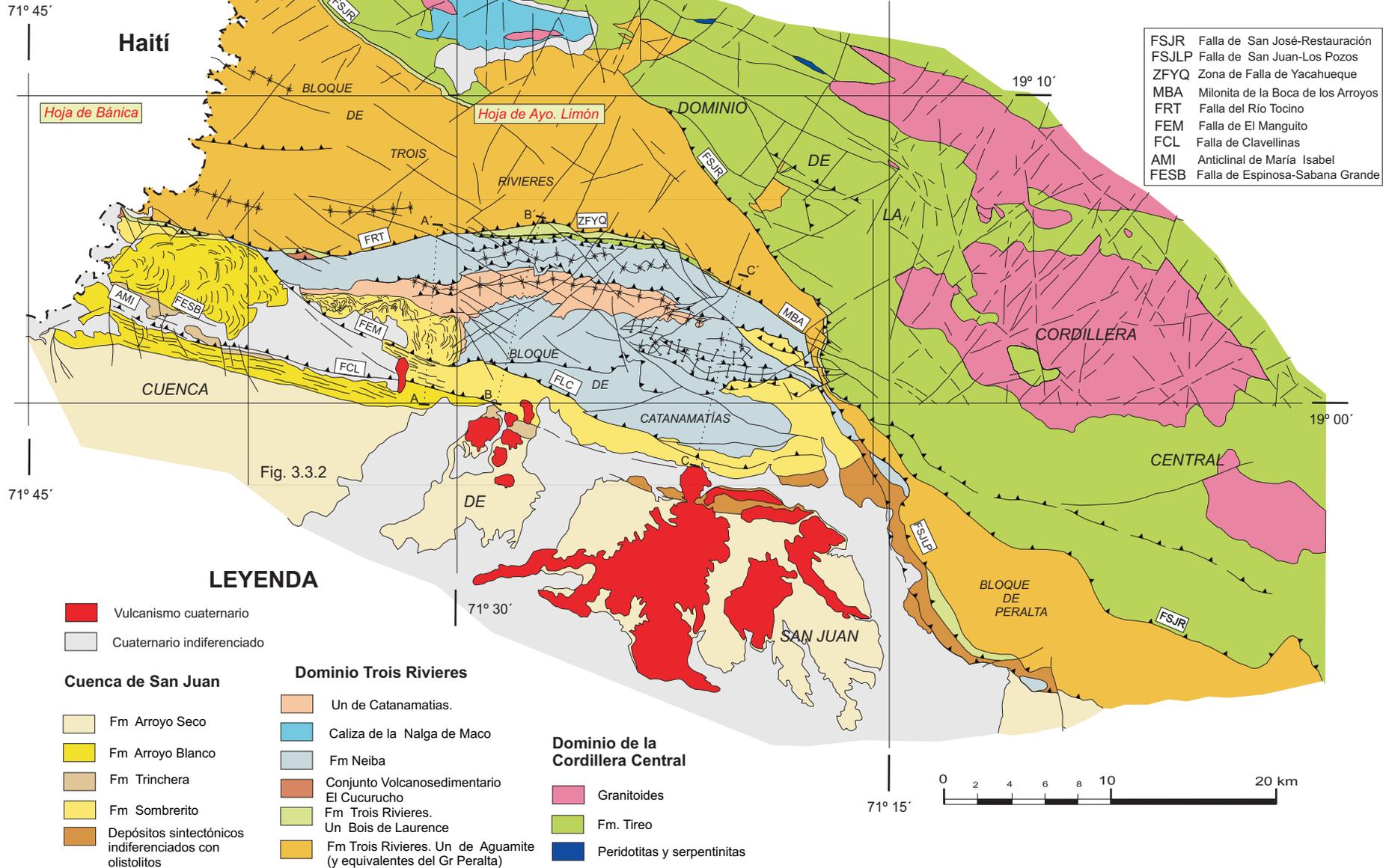
2. ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía de la Hoja 1:50.000 de Bánica está definida por una sucesión de materiales sedimentarios, detríticos y carbonatados, entre los que se intercalan algunos episodios volcánicos. Esta sucesión estratigráfica, no del todo completa, comprende la parte más alta del Cretácico Superior y la mayor parte del Cenozoico, incluidos los materiales cuaternarios más recientes. Se pueden distinguir los siguientes conjuntos estratigráficos (Fig. 2.1.1)

- El arco de isla del Cretácico Superior está minimamente representado por un pequeño afloramiento de términos ácidos de la Fm Tireo que aparece en la esquina NE de la Hoja formando parte del dominio de la Cordillera Central. La Fm Tireo constituye, al menos en parte, el sustrato o basamento de la F. Trois Riveres.
- La Fm Trois Rivieres, del Campaniano-Maastrichtiano, es un potente conjunto eminentemente detrítico o detrítico-margoso de naturaleza turbidítica, que culmina a techo con un tramo carbonatado (unidad de Bois de Laurence). Su depósito se relaciona con los primeros estadios del relleno de la cuenca que se abrió en la parte trasera del arco de islas (cuenca de Trois Rivieres-Peralta) durante los momentos finales de su actividad o coincidiendo con el cese de ésta.
- Con considerables reservas respecto a su edad, derivadas de su indefinida relación estratigráfica con las unidades adyacentes, se ha atribuido al Paleógeno Inferior un conjunto volcanosedimentario (del Cucurucho) formado por tobas y lavas de composición básica a intermedia, con intercalaciones calcáreas, que sistemáticamente aflora a favor de la zona de falla que limita por el sur la Fm Trois Rivieres (zona de falla del río Tocino-Yacahueque).
- El Eoceno y buena parte del Oligoceno están dominados por una sedimentación carbonatada de plataforma correspondiente a la Fm Neiba, en la que se intercalan emisiones volcánicas de cierta entidad regional pero con escasa representación en la Hoja.

Fig. 2.1.1. ESQUEMA GEOLÓGICO DEL MARGEN MERIDIONAL DE LA CORDILLERA CENTRAL Y EL SECTOR NO DE LA CUENCA DE SAN JUAN

(Adaptado de las cartografías del Proyecto K del Programa Sysmín y de García y Harms, 1988)



FSJR	Falla de San José-Restauración
FSJLP	Falla de San Juan-Los Pozos
ZFYQ	Zona de Falla de Yacahueque
MBA	Milonita de la Boca de los Arroyos
FRT	Falla del Río Tocino
FEM	Falla de El Manguito
FCL	Falla de Clavellinas
AMI	Anticinal de María Isabel
FESB	Falla de Espinosa-Sabana Grande

LEYENDA

- Vulcanismo cuaternario
- Cuaternario indiferenciado

Cuenca de San Juan

- Fm Arroyo Seco
- Fm Arroyo Blanco
- Fm Trinchera
- Fm Sombrero
- Depósitos sintectónicos indiferenciados con olistolitos

Dominio Trois Rivieres

- Un de Catanamatias.
- Caliza de la Nalga de Maco
- Fm Neiba
- Conjunto Volcanosedimentario El Cucurucho
- Fm Trois Rivieres.
- Un Bois de Laurence
- Fm Trois Rivieres. Un de Aguamite (y equivalentes del Gr Peralta)

Dominio de la Cordillera Central

- Granitoides
- Fm. Tiroe
- Peridotitas y serpentinitas



- Por encima de la Fm Neiba, el intervalo Oligoceno (Superior)-Mioceno Inferior está caracterizado por la unidad de Catanamatías en la parte Inferior y, sobre ella, por la Fm Sombrerito. En conjunto, ambas formaciones, constituyen una secuencia eminentemente turbidítica, en buena parte sintectónica, con frecuentes discordancias internas, que en el caso de la Fm Sombrerito incluye episodios de abanicos aluviales o fan deltas conglomeráticos, y de calizas arrecifales.
- El relleno de la Cuenca de San Juan, desde el Mioceno Medio hasta el Pleistoceno, está representado en la Hoja por las formaciones Trinchera, Arroyo Blanco y Arroyo Seco (de muro a techo) que en conjunto conforman una macrosecuencia somerizante con facies marinas en la base y continentales a techo.
- El Cuaternario de la Hoja registra un episodio volcánico correlacionable con el vulcanismo reciente que afecta al sector centro-meridional de la República Dominicana, así como una cierta variedad de depósitos aluviales, fluviales, de gravedad y endorreicos.

Excepción hecha de los materiales cuaternarios que se distribuyen de forma desigual por toda la Hoja, la organización cartográfica de las unidades o conjunto de unidades enumeradas responde a bandas que se disponen, de norte a sur por el mismo orden descrito, siguiendo las directrices regionales ONO-ESE (Fig. 2.1.1). En general, existe una buena correlación entre la estructura y las anomalías aeromagnéticas (Fig. 2.1.2)

La banda más septentrional, ocupando prácticamente la mitad de la Hoja, corresponde a la Fm Trois Rivières. Internamente presenta una estructura en grandes pliegues anticlinales y sinclinales subverticales o ligeramente vergentes al sur que generalmente desarrollan una esquistosidad de plano axial. Su contacto con la Fm Neiba y con las formaciones de la Cuenca de San Juan, viene marcado por la zona de falla del río Tocino (o de Yacahueque, según denominación en la Hoja contigua de Arroyo Limón), a favor de la cual afloran, sistemáticamente, el Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho, poco o ligeramente deformado, y la unidad Bois de Laurence de techo de la Fm Trois Rivières, generalmente muy deformada.

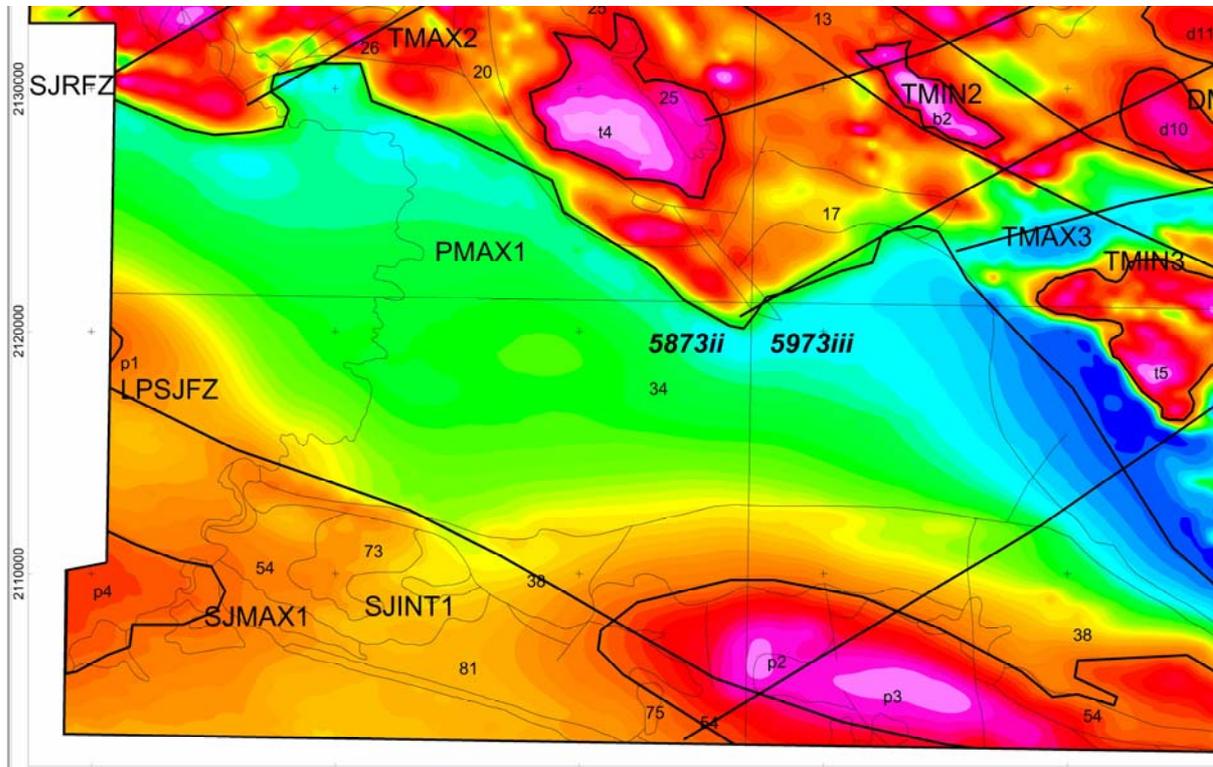


Fig. 2.1.2 Campo magnético total reducido al polo del margen meridional de la Cordillera Central y el sector NO de la Cuenca de San Juan. Números y etiquetas de anomalías según García Lobón, 2004

La Fm Neiba forma la siguiente banda al sureste de la anterior y su estructura interna consiste en un complejo sistema de pliegues y cabalgamientos, bien identificados en la sierra de Catanamatías de la contigua Hoja de Arroyo Limón, que aparentemente se amortiguan hacia estos sectores más occidentales de la Hoja de Bánica donde, en todo caso, son más difíciles de cartografiar por problemas de acceso y mala calidad de afloramiento.

Inmediatamente al sur, ocupando el tercio SE de la Hoja y discordante sobre la Fm Neiba, aflora la unidad de Catanamatías y sobre ella, la Fm Sombrerito que con una disposición monoclin al S-SO, numerosas discordancias internas, facies fundamentalmente turbidíticas y frecuentemente caóticas, constituyen en conjunto (y sobre todo la parte superior correspondiente a la Fm Sombrerito) una secuencia sintectónica asociada a la evolución del frente del dominio del cinturón de Trois Rivieres-Peralta (Fm Trois Rivieres+Fm Neiba). Este frente está parcialmente oculto por los mencionados depósitos sintectónicos y su límite inferior está representado por la falla de El Manguito, también denominada de Los Copeyes en la contigua Hoja de Arroyo Limón. Hacia el NO (en la propia Hoja de Bánica) y el SE (fuera del área de Proyecto) estas fallas enlazan cartográficamente con la zona de falla del ríoTocino-Yacahueque e individualizan a la formación Neiba y parte de los depósitos sintectónicos en una estructura con forma de ojal o almendra (estructura de la sierra de Catanamatías) cuya geometría se discute en la memoria de la Hoja de Arroyo Limon y, parcialmente también, en esta misma memoria.

La estructura interna de la Cuenca de San Juan en la Hoja de Bánica es esencialmente monoclin al sur. Sin embargo un cabalgamiento o falla inversa interior semiculta (falla de Las Clavellinas) y su anticlinal asociado (el anticlinal de María Isabel), permite dividir la cuenca en un sector septentional más plegado, que en parte acusa el mismo tipo de deformación que las series infrayacentes, de un sector meridional netamente monoclin al sur.

2.1. Cretácico

2.1.1. Cretácico Superior

En la Hoja de Bánica, el Cretácico Superior está representado por las Fm Tireo y Trois Rivières, ambas con gran extensión y significado regional. Sin embargo, las reducidas dimensiones, mala calidad y dificultad de acceso de los afloramientos de la primera justifican reducir al mínimo su descripción en esta Hoja y referir al lector a las Hojas limítrofes de Arroyo Limón y, sobre todo, Jicomé y Restauración, donde la Fm Tireo muestra su mayor variedad litológica. Por el contrario, la Fm Trois Rivières es la de mayor extensión de afloramiento en la Hoja, si bien sus litologías son, de forma característica, muy monótonas.

2.1.1.1. Fm Tireo. Rocas volcánicas, volcanoclásticas y/o epiclásticas, con predominio de composición ácida (tobas y brechas dacíticas, dacitas, riocacitas) (3). Cretácico Superior. K₂

La única unidad de la Fm Tireo con presencia en la Hoja corresponde a la banda de rocas volcánicas y volcanoclásticas de composición predominantemente ácida que, con dirección NO-SE, se prolonga desde los sectores centro-oriental y SO de la Hoja de Restauración, hasta esta Hoja y la de Arroyo Limón; aquí queda bruscamente interrumpida contra una falla transversal de dirección NE-SO. En la Hoja de Bánica sus afloramientos se presentan siempre alterados de tal forma que en ellos apenas se puede reconocer la composición ácida de sus litologías. En la vecina Hoja de Restauración éstas se describen fundamentalmente como tobas ácidas de tonos claros y textura fina a menudo equigranular, constituidas por clastos de tamaño milimétrico o menores, que corresponden a fragmentos líticos, fragmentos de fenocristales de cuarzo y feldespato y, en ocasiones, astillas de vidrio. La presencia de laminaciones (incluso en lámina delgada) y clastos, sugiere que las tobas son epiclásticas. Las tobas a menudo están asociadas a brechas volcanoclásticas y también presentan intervalos de tipo cinerítico, así como intercalaciones métricas de lavas dacíticas a riocacíticas, masivas o prismadas. La unidad está generalmente afectada por alteraciones hidrotermales (cloritización, sericitización y/o silicificación).

LA FM TROIS RIVIERES-PERALTA

Las rocas del cinturón de Trois Rivières-Peralta fueron descritas por primera vez por Woodring *et al.* (1924), quienes las atribuyeron esencialmente al intervalo Cretácico Inferior-

Medio. Posteriormente Butterlin (1960) agrupó los sedimentos cretácicos del Macizo del Norte haitiano bajo el nombre de Fm Trois Rivières, y les atribuyó una edad Campaniano-Maastrichtiano. Más recientemente, la mayor parte de los trabajos realizados en este cinturón de Trois Rivières- Peralta se han centrado en el sector SO del mismo, entre Baní y Padre las Casas (Dolan, 1988 y 1989; Heubeck, 1988; Witschard y Dolan, 1990; Dolan *et al.*, 1991; Heubeck y Mann, 1991; Hernaiz Huerta, 2000 b; Diaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2000; Hernaiz Huerta y Pérez Estaún, 2002). En cambio, existen pocos trabajos del sector NO del cinturón que, de hecho, se reducen a las tesis de Ruth (1989), y de Dubreuhil (1982) y Boisson (1987) en el lado haitiano.

A Dolan (1988, 1989) y Heubeck (1988) les corresponde la definición de los grupos Peralta, de edad Cretácico- Eoceno, y Ocoa, de edad Eoceno Superior-Mioceno, y dentro del primero, a su vez, de la definición de las formaciones Ventura, Jura y El Número. Esta estratigrafía aplica fundamentalmente a la mitad SO del cinturón, pero de alguna forma se ha querido hacer extensiva a todo él en su parte dominicana, como muestran las cartografías de síntesis que acompañan el Volumen Especial 262 de la Sociedad Geológica Americana (Mann *et al.*, 1991 c). No obstante, Dolan *et al.*, (1991) ya señalan las diferencias litológicas (cierto grado de metamorfismo) y de edad (dataciones exclusivamente del Cretácico Superior) de las rocas representadas en el sector NO del cinturón, a las que sitúan estratigráficamente por debajo de las definidas en el sector SE, y proponen que el contacto, no visible, puede corresponder a una discordancia. En un intento de correlación de todo el cinturón, Heubeck *et al.* (1991) proponen que su estratigrafía interna y estructura responden al relleno y cierre diacrónico, de NO a SE, de la cuenca, por convergencia oblicua y en régimen transpresivo, a partir del Cretácico Superior-Paleoceno Inferior, que es la edad de la secuencia más antigua, correspondiente al sector NO.

Por la posición aislada de la Hoja de Bánica respecto al sector SO del cinturón (cartografiado en el anterior Proyecto C de Cartografía Geotemática), en el presente Proyecto no se ha avanzado más en la correlación estratigráfica de ambas transversales, tarea que, en cualquier caso excede los objetivos del mismo. No obstante, como ya indicaran Dolan *et al.*, (1991) parece claro que la estratigrafía del cinturón en la Hoja de Bánica difiere sustancialmente de la definida en los sectores SO del mismo y, por tanto, se ha preferido mantener la nomenclatura de Boisson (1987) quien utiliza la denominación general de Fm Trois Rivieres para el conjunto de rocas que afloran en los sectores haitianos del cinturón colindantes con la zona de estudio.

Boisson (1987) distinguió cuatro unidades en el seno de la Formación Trois Rivières,: Bois de Laurence, Aguamite, Cerca la Source, y Port Margot. Los materiales de la formación Trois Rivières cartografiados en el presente Proyecto y más concretamente en la Hoja de Bánica se corresponden en sus características litológicas y faciales con la descripción original de la unidades de Aguamite y Bois de Laurence dada por Boisson.

2.1.1.2. Fm Trois Rivières. Unidad de Aguamite. Lutitas, margas y areniscas (4). Areniscas masivas (5). Margas, lutitas y areniscas (6). Cretácico Superior (¿Campaniano-Santoniano?). K₂

Esta unidad, con categoría de miembro informal, es la dominante dentro de la Fm Trois Rivières, de la que constituye más del 90% de sus afloramientos en la Hoja. Es una unidad muy monótona que presenta no pocas dificultades para su cartografía por la ausencia de niveles de referencia y estar generalmente afectada por una esquistosidad relativamente penetrativa.

Las facies más habituales corresponden a una sucesión lutítico-margosa con intercalaciones de limolitas y areniscas tabulares granoclasificadas, con estratificación fina, que dan lugar a ciclos de orden decamétrico, generalmente de carácter negativo (unidad cartográfica 4). Dentro de esta secuencia, la proporción de tramos areniscosos y limolíticos puede ser muy variable y es frecuente encontrar (p.e. en el paraje de Los Tocones) tramos de orden métrico a decamétrico con dominio arenicoso formados por una sucesión de areniscas bien granoclasificadas, de grano fino a muy fino, con estratificación media y gruesa, sin estructuras claras y ciclicidad negativa a positiva. Un tramo de estas características se ha podido individualizar cartográficamente en la Hoja de Restauración a techo de la unidad, inmediatamente debajo de la unidad Bois de Laurence y del contacto por falla con la Fm Tireo del dominio de la Cordillera Centra, y llega a entrar en la esquina NE de la Hoja (unidad cartográfica N° 5). Por otra parte, en estas dos Hojas, y principalmente en la de Bánica, también se han separado unas facies con mayor contenido margoso de lo habitual (capas decimétricas a métricas de margas con intercalaciones de areniscas y lutitas subordinadas-unidad N° 6) que se asocian al núcleo de tres sinclinales principales de rango kilométrico.

Una serie excepcionalmente buena y continua (1500m) de esta unidad se ha medido en el arroyo San Pedro de la vecina Hoja de Arroyo Limón. Aquí la unidad de Aguamite forma una

macrosecuencia grano y estratocreciente. La parte Inferior contiene lutitas con intercalaciones variables de limolitas y areniscas con estratificación muy fina (milimétrica) con frecuencia de tipo lenticular y *wavy*. Al ascender en la serie, esta estratificación suele ser rítmica y da lugar a un bandeado muy característico. En la parte media de la unidad se intercalan areniscas tabulares granoclasificadas con estratificación fina y media. Hacia la parte superior aparecen microconglomerados, conglomerados de tamaño *pebble*, y brechas de tamaño *cobble* y superior en estratos de orden métrico con bases netas.

En las areniscas, la composición de los granos es fundamentalmente cuarzofeldespática, (50-75%), con predominio general del cuarzo, aunque en ocasiones el feldespato, fundamentalmente potásico, puede constituir por sí solo el 48% de la roca. Los fragmentos de rocas volcánicas están representados por lo general con valores por debajo del 5%, pudiendo alcanzar hasta el 11% en algún caso. Los fragmentos de rocas metamórficas se presentan en porcentajes muy variables, por lo general por encima del 5%, si bien en algún caso están ausentes en otros se alcanzan valores de hasta el 26%. La matriz, arcillosa, se presenta en porcentajes del orden del 20-25% y el cemento carbonatado varía entre el 10 y 20% en general, si bien en algún caso puede alcanzar el 50% en los tramos de grano más fino. Esta composición, rica en material volcanogenético retrabajado, y también con participación de fragmentos de rocas metamórficas muestra que la fuente más probable de dicho material es el dominio de la Cordillera Central y más particularmente, arco volcánico representado por la Fm Tireo.

La base de la unidad no aflora y por tanto no se puede estimar su espesor total. El espesor mínimo deducido en los cortes realizados en el conjunto de la zona supera los 2.500 m, aunque esta cifra podría ser menor en el caso de que las complicaciones estructurales estuvieran infravaloradas.

De acuerdo con las primeras interpretaciones de Dolan (1988, 1989-"*outer fan/basin plain*"), la unidad de Aguamite se puede describir como un sistema turbidítico pobre en arena, con desarrollo de lóbulos deposicionales de TBT's (*thin-bedded turbidites*), aunque hipotéticamente tales facies también podrían situarse en áreas de intercanal. La unidad 5 con predominio de areniscas se identifica enteramente con lóbulos deposicionales. En el corte del Arroyo San Pedro de la Hoja de Arroyo Limón, las facies basales con estratificación lenticular pueden ser interpretadas como contornitas, mientras que la parte superior grosera

podría reflejar facies de cañón submarino, interpretación favorecida por el hecho de que tales depósitos son localizados.

El contenido macropaleontológico de la unidad de Aguamite dentro de la Hoja de Bánica, se ha revelado como sumamente escaso reduciéndose a algunos ejemplares mal conservados de Globigerenilloides indicativos de una probable edad Cretáceo Superior. Boisson (1987) encontró en Haití una asociación de foraminíferos planctónicos indicativa de una edad Campaniano-Maestrichtiano, que es la misma que se deduce de las dataciones micropaleontológicas recopiladas por Lewis *et al.*, (1991). Ninguna de las muestras micropaleontológicas tomadas en el curso del presente Proyecto en la unidad de Aguamite ha permitido precisar más esta edad, pero dado que la suprayacente unidad de Bois de Laurence ha sido datada como Campaniano Medio en la Hoja de Restauración, se puede restringir el rango de la unidad de Aguamite al Campaniano Inferior y Medio, aunque sin excluir la posibilidad de pueda incorporar en su parte basal materiales de edad Santoniano. Tal como señalaran Lewis *et al.* (1991), esta edad y también la de la suprayacente Bois de Laurence, implica una cierta contemporaneidad en el depósito de la Fm Trois Rivières con la parte alta de la Fm Tireo.

2.1.1.3. Fm Trois Rivières. Unidad Bois de Laurence. Calizas micríticas y margas rojizas con niveles volcanoclásticos y cherts subordinados (7). Campaniano-Maestrichtiano. K₂

En la Hoja Bánica, la unidad de Bois de Laurence aparece en afloramientos discontinuos a lo largo de la falla del río Tocino-Yacahueque y, de forma muy reducida, en prolongación de una estrecha banda de mayor continuidad que con dirección NO-SE discurre por la zona central de la Hoja de Restauración a techo de la Fm Trois Rivières e inmediatamente por debajo del contacto con el dominio de la Cordillera Central (Fm Tireo). En los afloramientos asociados a la citada falla, la unidad se presenta generalmente como una cataclasita o harina de falla en la que difícilmente se reconoce su litología original. Un caso extremo de este tipo de afloramientos en la unidad de Bois de Laurence se da, en la Hoja de Arroyo Limón, en la prolongación oriental de la falla de Yacahueque, donde la unidad está completamente transformada a una cal-milonita de más de 250 m de espesor a lo largo de más de 10 km (cal-milonita de la Boca de Los Arroyos). Por lo tanto, la descripción litológica que sigue a continuación se complementa con las observaciones realizadas en las Hojas contiguas de Arroyo Limón y, principalmente, Restauración.

La unidad está constituida por un conjunto de margas y calizas micríticas con colores predominantemente rojizos y más raramente grises claros. En los metros basales, aunque no exclusivamente, son relativamente frecuentes las intercalaciones decimétricas a métricas de brechas y tobas volcánicas, así como la presencia de niveles centimétricos a decimétricos de radiolaritas negras, ocasionalmente enrojecidas por alteración. En algunos puntos, entre las facies más margosas, también se observan pequeños niveles centimétricos de areniscas de grano fino. La alternancia de margas y calizas es generalmente de orden decimétrico y, subordinadamente, centimétrico. El porcentaje de margas y areniscas es muy variable, tanto entre distintas localidades como a lo largo de la serie en la misma localidad.

Las calizas suelen corresponder a biomicritas con texturas *wackestone-packestone* y en lamina delgada presentan frecuentes secciones de foraminíferos planctónicos y radiolarios indicando su origen marino profundo pelágico. El hecho de que en ningún punto se hayan encontrado fósiles de ammonites o inocerámidos parece indicar que el depósito se realizó por debajo del nivel de compensación del aragonito.

En la Hoja de Restauración la potencia de la unidad se ha estimado en 200 m. Las condiciones de depósito ya fueron descritas por Boisson (1987) como pelágicas, sugiriendo para las micritas un depósito en una cuenca tranquila con aportaciones esporádicas de material terrígeno o volcanoclástico, este último procedente de la Fm Tireo.

Ninguna de las muestras tomadas en la Hoja de Bánica ha arrojado resultados positivos para su datación. En la Hoja de Arroyo Limón se han obtenido asociaciones de foraminíferos planctónicos con *Globotruncana aff. lapparenti*, *G. linneiana*, *G. aff. fornicata* y *Hetrohelix aff. globulosa*, indicativas de una edad dentro del intervalo Campaniano-Maestrichtiano. Dos muestras tomadas en la Hoja de Restauración permiten una mayor precisión. Una de ellas indica una edad Campaniano Medio y otra es indicativa de un intervalo entre la parte más alta del Maestrichtiano Inferior y el Maestrichtiano Superior. En consecuencia, esta unidad representa un rango mínimo de edades comprendido entre el Campaniano Medio y la parte más alta del Maestrichtiano Inferior, sin que puedan descartarse edades ligeramente más bajas o más altas en relación al citado intervalo.

2.1.1.4. Rocas filonianas intrusivas en Fm Trois Rivieres, básicas (1) y ácidas (2).

En tres puntos aislados y alejados entre sí, se han identificado sendos afloramientos de rocas filonianas intruyendo a la Fm Trois Rivieres. Todos ellos se caracterizan por su extremadamente mala exposición, producto de su fuerte alteración, que apenas si permite reconocer su carácter básico o ácido.

El primer caso se da en las inmediaciones de La Cueva y corresponde a una roca oscura, marrón por alteración, que aparentemente aflora a favor de una falla de dirección NO-SE. La roca es de grano fino-medio, deleznable por el efecto de la meteorización y bien pudiera corresponder a un basalto o diabasa o, en todo caso, a una roca de composición básica.

En otras dos localidades, al norte de la loma del Cucurucho y en los Cedros afloran rocas intrusivas, también muy meteorizadas, pero que por sus tonalidades claras, posiblemente derivadas de la alteración de feldespatos y por la presencia de algún cristal relicto de cuarzo, se han clasificado como rocas filonianas ácidas, quizá un microgranito.

Se desconoce el origen y edad de estas intrusiones filonianas pero es posible que sean derivaciones del magmatismo fini cretácico o más tardío que afecta al dominio de la Cordillera Central en su conjunto

2.2. Paleógeno-Neógeno Inferior

2.2.1. Paleoceno

2.2.1.1. Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho (nov. nom.). Tobas, brechas y lavas (subordinadas) de composición basáltica y andesítica con intercalaciones de calizas y grauvacas (8). ¿Paleoceno?. P₁

De forma similar a lo que ocurría, en parte, con la unidad Bois de Laurence, el Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho aflora exclusivamente asociado a la traza de la falla del río Tocino-Yacahueque con contactos completamente mecanizados con las unidades adyacentes con las que, por tanto, no se han podido determinar sus relaciones estratigráficas originales. Su denominación se ha tomado del monte del Cucurucho en cuya vertiente septentrional, al sur de Pedro Santana, tiene uno de sus mejores afloramientos en

una cantera abandonada. El afloramiento al SE del Cajulito, en el sector central de la Hoja, está semicubierto por materiales cuaternarios y no ofrece mejores posibilidades de observación que el anterior.

En la citada cantera la unidad se presenta como una formación eminentemente volcánica, de aspecto masivo, constituida en su mayoría por términos volcanoclásticos de tamaño medio a grueso o muy grueso (tobas y brechas), sin organización aparente y composición basáltico-andesítica; entre ellos, puntualmente también se observan niveles de lavas de igual composición. En algunos afloramientos de menor calidad próximos a la cantera (pero no específicamente en ella) se ha observado que este conjunto predominantemente volcanoclástico incorpora tramos calcáreos de poco espesor (1 o 2 m) constituidos por una sucesión de capas decimétricas de calizas de grano grueso, bioclásticas y con fragmentos de rocas volcánicas, y también niveles de areniscas (grauvacas).

Las tobas se clasifican como tobas (piroclásticas y epiclásticas) líticas de composición basáltico-andesítica. Los cristales son de plagioclasas, clinopiroxenos y anfíboles, variablemente cloritizados y reemplazados, así como fragmentos de rocas volcánicas basálticas de naturaleza algo variada (basaltos traquíticos y porfídicos con fenocristales de piroxeno y plagioclasa, afaníticos). En las tobas epiclásticas son frecuentes los bioclastos de briozoos, corales y bivalvos. En los términos lávicos se han clasificado andesitas porfídicas, con una fábrica de flujo magmático planar. Los fenocristales son de anfíbol idio-subidiomorfo, de augitas fragmentadas de menor tamaño y menos abundantes, y de grandes plagioclasas tabulares, en general orientados paralelamente definiendo la fluidalidad planar. La proporción de cristales es elevada (30-40%). La mesostasia o matriz vítrea está compuesta por un agregado microcristalino de plagioclasa, cuarzo, sericita, clorita, clinopiroxenos, minerales arcillosos y opacos, resultado de su alteración. En todos los casos es común una intensa cementación/alteración (carbonatación) con reemplazamiento de los clastos por calcita.

Las calizas corresponden a *packstones(rudstones)-grainstones* bioclasticos de algas, corales, equínidos, bivalvos, briozoos, pelecípodos etc., con abundantes granos gruesos de feldespatos y fragmentos de rocas volcánicas. Las areniscas se clasifican como litarenitas de grano grueso a muy grueso con abundantes feldespatos, fragmentos de rocas volcánicas y metamórficas (en menor proporción) y bioclastos calcáreos dispersos, con abundante cemento carbonático.

Se desconoce la posición estratigráfica original de esta unidad y a ello contribuye su contenido paleontológico, generalmente banal, aunque en una muestra se ha podido determinar como probable el intervalo Paleoceno-Eoceno a partir de una asociación de *Melobesias*, *Equinodermos*, *Lamelibranchios*, *Coralarios*, *Briozoos*, y *Lenticulina sp.* Considerando esta datación y el hecho de que la unidad en general aparezca cartográficamente relacionada con la de Bois de Laurence, se propone para ella una edad del Paleoceno. En ese caso, por aventurar una interpretación, el vulcanismo se podría explicar como asociado a la zona de falla del río Tocino-Yacahueque, tal y como más al norte lo hace, a mucha mayor escala, la Fm Magua con la falla de la Española. Sin embargo no hay que descartar que este vulcanismo sea de una edad más reciente y correlacionable con el que a escala regional afecta a las formaciones Neiba o Sombrerito.

2.2.2. Eoceno-Oligoceno

2.2.2.1. Fm Neiba. Calizas micríticas tableadas con nódulos de sílex, calizas bioclásticas,, margas, brechas carbonatadas y calcarenitas (9). Basaltos vacuolares y brechas volcánicas (10). Eoceno Medio-Oligoceno. P₂₋₃

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, 42; Arick 1940; Wallace 1947, recopilados en Bermúdez 1949) establece para el Paleógeno de las sierras de Neiba y de Bahoruco, y también el margen septentrional de la Cuenca de San Juan, una estratigrafía general integrada por las Fms. calcáreas Plaisance y Neiba, y encima, la Fm Sombrerito. En Haití aún se hace referencia a otra formación calcárea, la Fm Abuillot, por debajo de la Fm Plaisance (Bermúdez, 1949)

Los autores que trabajaron durante las décadas de los 70 y 80 en estos dominios incluso en la exploración de hidrocarburos de la cuencas de Enriquillo y San Juan, han mantenido esta estratigrafía, con diversas modificaciones y precisiones de edades (Llinás, 1972; 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

deriva de los problemas de correlación a escala regional (García y Harms, 1988; Mann *et al.*, 1991c).

En el Proyecto L de Cartografía Geotemática-Zona SO-, de realización simultánea a éste, la cartografía en la sierra de Neiba de un conjunto volcanosedimentario (de El Aguacate de Neiba) de considerable espesor y gran continuidad lateral, ha permitido definir, por debajo y por encima de éste una Fm Neiba Inferior y una Fm Neiba superior que, en conjunto, comprenden un intervalo estratigráfico desde el Eoceno Inferior-Medio, hasta el Mioceno Inferior (Hernaiz Huerta 2004 a y b)

En la Hoja de Bánica, la Fm Neiba aflora en la parte media de su mitad oriental, formando una alineación calcárea de dirección E-O, con buena expresión morfológica, que constituye la terminación occidental de una unidad morfo-estructural de mayor rango bien representada en Hoja contigua de Arroyo Limón, la sierra de Catanamatías. Sus accesos son malos por la escasez de caminos y la abundante cubierta vegetal de tal forma que los afloramientos aceptables de la Fm Neiba se restringen al barranco del río Tocino y a una transversal por la parte central de la citada alineación.

En estos afloramientos la serie se presenta como una sucesión de calizas micríticas y bioclásticas tableadas de tonos grises claros en corte fresco y blanquecinas por alteración, con niveles de margas y brechas carbonatadas (9). Las capas suelen tener espesores de escala decimétrica y de manera característica contienen nódulos y niveles de chert. Las texturas de las calizas varían desde *mudstone* a *packstone-grainstone*, ocasionalmente *rudstone* con intraclastos de hasta 2 cm y cantos blandos. Entre los carbonatos predomina la textura *mudstone*, donde suele ser frecuente el chert y sólo en ocasiones, se observa bioturbación. Las calizas en los tramos de margas pueden ser biomicritas de foraminíferos planctónicos, *wackestone* de globigérinidos, ostrácodos y algún radiolario. También hay *mudstone/wackestone* con un cierto contenido en arcilla, calizas micríticas con globigerínidos, espículas de esponjas calcitizadas, ostrácodos y equínidos, y más raramente *packstone* de foraminíferos planctónicos, algas rojas, equínidos y algunos bivalvos. Los tramos carbonatados incluyen calizas con granoclasificación positiva y laminación cruzada. En ocasiones se trata de calizas limosas con alto contenido en cuarzo que alcanzan espesores de 75 cm. Algunas capas bioclásticas rellenan paleocanales. Localmente se observan capas de uno a dos metros de espesor de brechas intraformacionales con base erosiva, bloques sub-redondeados que alcanzan 30-40 cm de diámetro. Estas capas pueden

formar la base de secuencias, compuestas además por capas bioclásticas de hasta un metro granodecreciente y calizas laminadas a techo. El contenido bioclástico de los carbonatos está compuesto por macroforaminíferos bentónicos, y en menor cantidad algas rojas, equinodermos, bivalvos, melobesias, corales, briozoos y espículas de espongiarios. El contenido en *pellets* es variable pero puede ser alto y estar asociado a algas micritizadas. El espesor estimado puede alcanzar más de 1500 m, aunque debe estar exagerado por la presencia de frecuentes fracturas.

La facies predominante corresponde a una plataforma externa a cuenca, plataforma abierta moderadamente agitada con llegada de depósitos de tempestad o turbiditas procedentes de partes más internas y someras, ya que localmente la fauna retrabajada indica plataforma protegida o *lagoon*. Los niveles de brechas intraformacionales podrían estar ligados a basculamientos de la plataforma.

En el corte del río Tocino se han medido unos 450 m de calizas subverticales con estratificación variable, organizadas en ciclos de orden métrico a decamétrico estrato y granodecrecientes. Hacia la base del ciclo, las calizas son *grainstones* y presentan estratos gruesos, amalgamados o separadas por finas películas de marga. El ciclo puede iniciarse con un nivel de brechas intraformacionales. Hacia la parte superior, las calizas tienen estratificación media y son *packstones*, *wackestones* y *mudstones*. Estas facies se encuadrarían en un medio de rampa profunda o en una plataforma epeírica de alta energía, por encima del nivel de base del oleaje de tormentas, aunque no se han reconocido estructuras claras de oleaje.

Intercalados a diversas alturas dentro de la serie, en la contigua Hoja de Arroyo Limón se han identificado y diferenciado en la cartografía una serie de materiales volcánicos compuestos por coladas de lavas, "pillow" lavas y brechas volcanosedimentarias que en general se presentan muy alteradas y pueden alcanzar potencias de hasta 300 m. Estos materiales fueron identificados por primera vez en la zona por Michael (1978) en el sector SE de la Hoja de Arrollo Limón. En Hoja de Bánica, estas incercalaciones volcánicas en la Fm Neiba, sólo están representadas en un pequeño afloramiento de su esquina SE bajo la Fm Sombrerito (10). Se trata de un vulcanismo submarino singenético con el desarrollo de la plataforma carbonatada de Neiba.

Las lavas basálticas se presentan en los afloramientos como masas de color marrón rojizo con abundantes vacuolas rellenas por zeolitas y en ocasiones conservan las texturas fluidales, mientras que las brechas, con una alteración más acusada, suelen presentar tonos verdosos y ocasionalmente violáceos. En lámina delgada las lavas, que se pueden clasificar como basaltos porfídicos plagioclásicos vesiculares con texturas fluidales que definen un flujo magmático planar. Los fenocristales, que en la mayor parte de los casos se encuentran totalmente reemplazados por agregados de cuarzo, albita y pumpellita, son principalmente prismas de plagioclasa. La mesostasia está formada por un agregado de microfenoblastos de plagioclasa que igualmente definen una fluidalidad planar, además de algún ferromagnesiano redondeado y abundantes agregados de opacos. Las vacuolas están rellenas por carbonatos y zeolitas. En las proximidades de estas intercalaciones vulcanoclásticas, lateralmente a ellas, las calizas micríticas se enriquecen en arcillas llegando en algún caso a pasar a margas.

El muestreo realizado para el conjunto de la Fm Neiba en las Hojas de Arroyo Limón y Bánica ha permitido determinar bien su edad que, en términos generales, coincide con las realizadas previamente. La mayoría de las asociaciones de micro y macroforaminíferos (Granados, en esta memoria; Serra Kiel, 2004) determinan el intervalo Eoceno Medio Superior: *Globigerina sp.*, *Turborotalia (Globorotalia) sp.*, *Acarinina af. bullbrooki (Cushman)*, *Acarinina sp.*, *Globigerapsis? sp.*, *Morozowella? sp.*, *Nummulites*, *Discocyclina*, *Asterocyclina*, *Rotalia*, *Lagenidos*, *Rotalidos*, *Textularidos*, *Ophthalmidiidos*, *Cushmania americana*, *Fabiania cassis*, *Amphistegina parvula*, *Pseudochrysalidina floridana*, *Fallotella cookei*, *Amphistegina parvula*, *Fabiania cassis*, *Polylepidina chiapasensis*, *Coskinolina cf. douvillei*, *Lepidocyclina (Lepidocyclina) pustulosa*. Pero la presencia en varias muestras de *Lepidocyclina (Eulepidina) undosa*, permite caracterizar también el Oligoceno. Las determinaciones de Robinson, en Ruth (1989) acotaron este mismo intervalo Eoceno Medio/Superio-Oligoceno. Por otra parte, una muestra tomada en esta formación por Cepek (1991), en el camino de Los Copeyes a Catanamatías (Hoja de Arroyo Limón) ha proporcionado una asociación de nannoplancton indicativa de las zonas NP24-NP25 del Oligoceno Superior. En consecuencia, la edad de la Fm Neiba en el conjunto de las Hojas de Arroyo Limón y Bánica comprende un intervalo desde el Eoceno Medio hasta, al menos, la parte baja del Oligoceno Superior.

En la vecina Hoja de San Juan, García y Harms (1988) han atribuido a la formación Neiba una edad Paleoceno Medio a Oligoceno "Medio-Superior". Sin embargo, suponemos que la

edad Paleoceno Medio probablemente corresponda a una errata por Eoceno Medio, ya que en el apéndice bioestratigráfico de dichos autores no se incluye ninguna muestra con edad paleocena.

2.2.3. Oligoceno Superior-Mioceno Inferior

En el sector SE de la Hoja, aflora una potente, compleja y variada sucesión de materiales eminentemente calcareníticos y margosos de origen turbidítico, con típicas intercalaciones o cambios de facies hacia el oeste (en sentido ascendente en la serie) a tramos conglomeráticos y de calizas arrecifales, que en la primera cartografía detallada de la zona (Ruth, 1989) fue, en todo su conjunto, asignada a la Fm Madame Joie de Woodring *et al.* (1924), y en las posteriores cartografías de síntesis (DGM-BGR, 1991; Mann *et al.*, 1991 c), a la Fm Sombrero. La sucesión se apoya discordante, mediante varios de sus términos, sobre la Fm Neiba, lo que unido a sus frecuentes discordancias internas y la presencia de tramos de naturaleza caótica, da cuenta de su carácter sintectónico.

La Fm Madame Joie de Woodring *et al.* (1924), Bold (1974), Dubreilh (1982) en el sector haitiano, corresponde a la Fm Sombrero definida en el extremo oriental de la sierra de Neiba por Olsson, y citada por otros miembros del equipo de la Dominican Seaboard Oil Company (Dohm, 1941; Barnet, 1941; en Bermúdez 1951), y trabajadores posteriores (Breuner, 1985, pro-parte; García y Harms, 1988; Canadian Oil Company, en Norconsult, 1983), en diversos sectores de la Cuenca de San Juan. Woodring *et al.* (1924), en su descripción original, dividió la Fm Madame Joie en una parte Inferior de limolitas de color gris azul, depositada en aguas profundas, y una parte superior de calizas coralinas, margas y areniscas carbonatadas, principalmente de carácter arrecifal.

La cartografía de esta sucesión realizada en la Hoja de Bánica pone de manifiesto una diferenciación de facies muy acusada que incluye: a) un término Inferior (unidad 11) de margas con calizas y calcarenitas y abundantes niveles de brechas y cantos; b) discordante sobre la anterior, en la parte más oriental, se dispone un sistema de margas y areniscas siliciclásticas y carbonatadas (unidad 13); c) hacia el oeste, este sistema es lateralmente sustituido por un sistema de abanicos de conglomerados carbonatados masivos (unidad 12); d) sobre los conglomerados, en su parte occidental, se dispone una serie de calizas arrecifales y calizas de *lagoon* (unidad 14), e) mientras que hacia el este, en parte también sobre los conglomerados o sobre la unidad 13, las calizas arrecifales son sustituidas por una

serie de nuevo constituida por margas con calizas y calcarenitas (unidad 15). La potencia total de toda la sucesión debe superar los 3800 m, aunque esta estimación es difícil por el desarrollo de abanicos de capas y discordancias.

En la vecina Hoja de Arroyo Limón facies lateralmente equivalentes a la unidad Inferior (Nº 11) presentan en su base notables similitudes a facies de techo de la Fm Neiba y por esta razón, pese a reposar disconformes sobre esta formación, se ha optado por separar estas facies Inferiores en una unidad aparte de la Fm Sombrero, que se ha denominado Unidad de Catanamatías (Bernárdez y Soler, 2004). El resto de la sucesión se integra toda ella en la Fm Sombrero, y sus unidades se las puede considerar con el rango de miembros informales de la misma.

2.2.3.1. Unidad de Catanamatías (nov. nom.). Margas, calcarenitas, calizas arenosas y calizas bioclásticas con niveles de brechas y cantos (11). Oligoceno Superior. P₃³

La unidad de Catanamatías se ha definido por primera vez en el sector central de la sierra con este mismo nombre, en la vecina Hoja de Arroyo Limón (Bernárdez y Soler, 2004) donde aflora en el núcleo de un amplio sinclinal de manera disconforme sobre la Fm Neiba.

En la mayor parte de la Hoja de Arroyo Limón, la unidad se presenta como un conjunto predominantemente compuesto por margas de color gris, con tonos de alteración parduscos, entre las que se intercalan pasadas de decimétricas a centimétricas de calcarenitas de grano fino con base neta, gradación positiva y laminación paralela. En los 100 m basales hay unas 5 a 7 intercalaciones de calizas brechoides y bioclásticas totalmente comparables a las que se encuentran en la Fm Neiba. Las margas parecen estar totalmente desprovistas de bioturbación y presentan un contenido elevado en foraminíferos planctónicos. Por el carácter marino profundo de las margas y la aparente gran continuidad y paralelismo de las capas calcareníticas, estos materiales se interpretan formados en un medio turbidítico, probablemente distal, excepto los 100 m basales que probablemente se situarían en las proximidades del talud.

Muy cerca del límite occidental de esta Hoja, la unidad experimenta un cambio hacia las facies representadas en la presente Hoja de Bánica (unidad 11); el cambio de facies consiste en una contaminación arenosa de las margas y un considerable aumento en la proporción de niveles de calizas arenosas y calcarenitas, estas últimas generalmente

bioclásticas, así como en la aparición capas de potencia métrica de brechas calcáreas y en ocasiones conglomerados o cantos sueltos. Los slumps son muy frecuentes.

En la Hoja de Bánica resulta difícil reconstruir la estratigrafía de esta unidad al estar afectada por cabalgamientos y fallas inversas. No obstante, se observa una tendencia general al incremento de calizas arenosas y calcarenitas hacia techo. Sus componentes corresponden a bioclastos y, en menor proporción, a pelets e intraclastos. Entre la fauna se observan grandes foraminíferos, corales, equínidos, bivalvos, gasterópodos y algas rojas. Las capas de *wackestone* a *packstone* entre margas tienen asociaciones de mayor profundidad con mezclas de foraminíferos bentónicos y planctónicos, equínidos, espículas de esponjas y briozoos. Las calizas arenosas tienen elevados contenidos en cuarzo y se suelen presentar laminadas y, en ocasiones, bioturbadas. Las calizas con granulometría grosera muestran clasificaciones positivas, bases erosivas y alcanzan espesores métricos. El contenido en intraclastos disminuye parejo a las granulometrías. Los niveles de conglomerados y brechas carbonatadas intraformacionales se disponen en capas que varían entre unos pocos centímetros de espesor, a un metro. Los cantos tienen un tamaño de varios centímetros, pero pueden llegar a 25 centímetros. Esta parte inferior de la unidad tienen unos 500 m de espesor.

Hacia la parte media-alta de la serie, ya verticalizada y monoclinal hacia el sur, aparecen las primeras intercalaciones de conglomerados carbonatados polimícticos. La base del tramo, de 5 m de espesor, es una discordancia sobre una sucesión plegada. Por encima, las margas comienzan a contener capas delgadas de areniscas, y los conglomerados se disponen en capas de 20-30 cm. Son frecuentes las capas con granoclasificación positiva de 1 metro de espesor medio, formadas por conglomerados en la base y areniscas laminadas a techo. Los cantos, de tamaño centimétrico son de caliza, cuarzo, chert, fragmentos de rocas, algunos volcánicos y glauconita. Las capas, más o menos carbonatadas, aumentan su contenido en granos terrígenos. En el corte de la Cañada del Vallecito, en la parte alta de la serie, vuelven a alternar las margas con tramos de calcarenitas, formando ciclos sedimentarios métricos estratocrecientes y a techo, ligeramente estratodecipientes. Las intercalaciones de areniscas forman tramos de 2 m de espesor y presentan laminación de tipo *hummocky*. Este conjunto superior de la unidad alcanza unos 500 m de espesor.

Igual que sus equivalentes de la Hoja de Arroyo Limón, las facies de la unidad de Catanamatías descritas en la Hoja de Bánica se interpretan en el contexto de cuenca

turbidítica, en este último caso quizá más próximas al talud. A esta cuenca llegarían continuos aportes desde una plataforma carbonatada, con frecuencia en forma de fragmentos de la misma, que presentan desde facies de plataforma protegida o *lagoon* o plataforma somera agitada con barras, a plataforma externa. Los depósitos en masa se presentan como mantos extensos con espesores mátricos.

Las capas bioclásticas de la base de la unidad en la Hoja de Arroyo Limón, presentan un abundante contenido de macroforaminíferos bentónicos con *Eodyctioconus cubensis*, *Lepidocyclina* (*Lepidocyclina pustulosa*, *L.(L.) ariana*, *L. (L.) macdonaldi*, *L. (Nephrolepidina) chaperi*, *L. (N.) cf. vaughani* y *Polylepidina chiapasensis*, asociación que caracteriza a la parte alta del Eoceno Medio, y que, dada la posición estratigráfica de la formación, está evidentemente reelaborada. Muestras recogidas en la misma Hoja, en términos más altos de la serie, han proporcionado asociaciones de foraminíferos planctónicos entre los que se han identificado representantes de los géneros *Globigerina*, *Globorotalia*, y *Catapsydrax*, asociación que caracteriza el intervalo Oligoceno-Mioceno Inferior. Una muestra tomada en la presente Hoja de Bánica, ha proporcionado una asociación de foraminíferos planctónicos con *Globorotalia obesa*, *Globigerina venezuelana*, *G. euapertura*, *G. praebulloides*, y *G. aff. ciperiensis*, asociación que permite caracterizar el intervalo Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. Teniendo en cuenta que la suprayacente formación Sombrerito ha proporcionado en su parte baja faunas que son todavía del Oligoceno Superior, a la unidad de Catanamatías se le atribuye una edad Oligoceno Superior.

2.2.3.2. Fm Sombrerito. Margas, areniscas siliciclásticas y calcarenitas con intercalaciones de debris y conglomerados (13). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. P₃³-N₁¹

La base de esta unidad corresponde a una discordancia sobre el techo de la unidad de Catanamatías infrayacente que está especialmente bien marcada en el muro del tramo conglomerático lateralmente equivalente al oeste (12). Sus capas presentan una traza curvada desde E-O, al norte, en la parte Inferior de la serie, hasta N-S, al sur, donde su techo se interrumpe contra la traza de la falla de El Manguito-Los Copeyes.

La unidad esta formada por un conjunto de margas ocreas con intercalaciones de calizas arenosas y bioclasticas en capas delgadas similares a las de la unidad anterior, pero de forma distintiva alberga también abundantes tramos de areniscas siliciclásticas en capas amalgamadas. Estas se disponen en bancos gruesos, muy bien estratificados y con

continuidad lateral, con espesores entre 15 y 100 cm. Son de tamaño grano medio a grueso y en ocasiones microconglomeráticas, con cantos milimétricos. Algunas capas muestran una base erosiva y rellenos de canales, con granulometría más grosera, cantos de 1 centímetro de diámetro, cantos blandos y a veces, cemento carbonatado. Los rellenos de canal muestran desarrollo de barras de hasta medio metro de altura, con estratificación y laminación cruzada de bajo ángulo a horizontal. El espesor estimado de esta unidad es de 1300 m, y las areniscas siliciclásticas se concentran principalmente en los 500 m inferiores.

En la parte superior de la serie predominan las margas con niveles de *mudflows* a *debris-flows*, que corresponden a facies distales de la unidad conglomerática N° 12. En esta parte superior se intercalan frecuentes tramos de conglomerados, algunos de los cuales, por sus dimensiones se han representado en la cartografía. En los debris, los cantos de calizas muestran perforaciones que acreditan su formación en aguas muy próximas a la costa y su posterior resedimentación. Por encima, y visibles en el fondo de la Cañada Vallecito, se observan areniscas con gran cantidad de cuarzo y cemento carbonatado en capas con gran continuidad lateral. Muestran granoclasificación positiva, con desarrollo de laminaciones convolucionadas y se ordenan en secuencias negativas de 5 m de espesor. Localmente se observa laminación cruzada de tipo *hummocky* a techo de capas delgadas con laminación cruzada.

2.2.3.3. Fm Sombrerito. Conglomerados, microconglomerados y areniscas carbonatadas (12). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. $P_3^3-N_1^1$

Esta unidad conglomerática prograda hacia cuenca encima de la unidad anterior (12), para poco después mostrar una tendencia retrogradante, con el inicio de la unidad más alta de la formación (15). En la parte oeste se dispone discordante sobre la unidad de Catanamatías. En este sector, los conglomerados son masivos o groseramente estratificados. La matriz es arenosa de grano grueso con una cierta cantidad de cuarzo e incluyen a brechas carbonatadas poco seleccionadas. El depósito está soportado por los clastos, entre los que dominan los calcáreos, desde calcarenitas a calcilutitas, una menor cantidad corresponde a cherts, redondeados de 2-10 cm, otros son lutitas y areniscas endurecidas y algunos proceden de rocas volcánicas. Los clastos grandes angulosos a redondeados llegan a tener medio metro. Los conglomerados pueden intercalar areniscas carbonatadas de grano grueso y microconglomerados con restos vegetales, sobre todo en el tramo inferior. Los conglomerados forman un abanico de cuñas abierto al sureste, discordancia progresiva

visible a escala cartográfica y adosada a la cordillera. En dicho abanico se observan discordancias angulares sintectónicas que están bien representadas en el cerro La Colorada y el arroyo de la Entea. El cambio lateral de facies a las unidades 13 y 15 se produce en la parte abierta del abanico de capas y hacia el este. Los tramos de conglomerados carbonatados progradan entre estas facies como episodios de incluso 6-10 m de potencia, mientras las capas más delgadas de conglomerados pasan en la vertical a areniscas de grano grueso. El espesor de la unidad debe estar próximo a 1000 m.

2.2.3.4. Fm Sombrerito. Calizas arrecifales, calizas bioclásticas, calizas arenosas y conglomeráticas (14). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. $P_3^3-N_1^1$

Un poco por encima de la discordancia angular de base de la Fm Sombrerito en el cerro La Colorada, comienza una alternancia de capas de 30 cm a 50 cm de niveles de conglomerados centimétricos con cantos de calizas y capas de algas rojas y miliólidos con muchos rodolitos. Hacia el este, subiendo en la serie, también los conglomerados pasan a tener niveles de calcarenitas y calciruditas con bioclastos y capas de *packstone* de corales, algas rojas y foraminíferos, *framestone* a *bindstone* con aspecto brechoide. Los cantos son de caliza, chert, rocas metamórficas y rocas volcánicas. Las capas son masivas y gruesas de más de 1 m. En la Loma Cana las facies pasan a biostromas arrecifales, *framestone* a *bindstone* de corales y algas rojas, con foraminíferos y aspecto brechoide con disolución. Al oeste, también en la base y sobre la discordancia, se observan facies correspondientes a una plataforma protegida (*lagoon*): calizas *packstone* a *rudstone* con terrígenos de selección baja con clastos de chert y rocas metamórficas; secciones de grandes gasterópodos, algas rojas, corales, foraminíferos, ostrácodos y equínidos. Sobre esta parte inferior de la unidad se encuentran depósitos de plataforma somera y moderada energía, *packstone* a *grainstone* de bioclastos y peloides con algas rojas, foraminíferos, gasterópodos, equinodermos, lamelibranquios, corales, melobesias, dasciudadaceas? y ostrácodos. Más altos en la sucesión, se observan depósitos de plataforma protegida, *packstone*, *floatstone* a *rudstone* de corales y gasterópodos, con algas rojas, bivalvos, equinodermos, briozoos y foraminíferos. Hacia el oeste, en la Loma San Francisco, se identifican calizas con algas, algún coral, bivalvos, ostreidos, con muchas algas rojas ramificadas y rodolitos. Ruth (1989) sugirió para esta unidad espesores de 300-500 m, pero los nuevos datos cartográficos indican que pueden superar los 700 m.

2.2.3.5. Fm Sombrerito. Margas con calcarenitas, calizas arenosas, calizas bioclasticas y con corales, y algunos niveles de conglomerados (15). Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. $P_3^3-N_1^1$

Esta unidad corresponde a la parte superior de la Fm Sombrerito y supera los 1500 m de espesor. Su aspecto es en parte parecido a la unidad de Catanamatías (11), con capas delgadas de calcarenitas entre 10 cm y 1 m entre margas amarillas a azul gris de 2-5 m de grosor. La unidad se inicia en un nivel de unos 9-17 m de conglomerado carbonatado en el Cerro Sinazar (al NO de la Loma del Sinazar). Tiene cantos de 25-30 cm a menor tamaño, granodecreciente con corales y ostreidos. Sobre el mismo se disponen 4 m de areniscas y calizas arenosas de grano medio con miliólidos, y 15 m de margas. Encima, siguen 6 m de areniscas laminadas siliciclásticas de grano medio y una alternancia de margas y calcarenitas en tramos de 5-6 m. En el resto de la serie, las calcarenitas muestran a menudo granoclasificación y son habituales los tubos de crustáceos de hasta 1 cm de diámetro. Los foraminíferos pueden estar transportados, ocasionalmente imbricados. Muchas calcarenitas son *packstone* de grandes foraminíferos bentónicos, algas rojas, moluscos, equínidos y fragmentos líticos, con intraclastos y con menor frecuencia, granos de cuarzo y otras rocas. Tienen cemento esparítico y están parcialmente recristalizados. Algunas capas de 1,5 m de conglomerado granodecreciente pasan a una barra laminada con estratificación cruzada.

Con frecuencia las margas contienen colonias de corales masivos removilizados o en otros casos parecen sin transportar. Los corales pueden formar ciclos de unos 30 a 100 cm de margas con corales ramificados y pequeñas colonias de corales masivos. Pueden incluir algunos cantos rodados de pocos centímetros con algas rojas, foraminíferos y bivalvos. Este intervalo con corales ramificados puede culminar en otros 50 cm con grandes colonias de coral. El crecimiento arrecifal finaliza con episodios erosivos de escala decimétrica representados por calizas bioclásticas y areniscas con lentejones de conglomerados entre margas. Los cantos de calizas muestran bioerosión y calizas rosas con algas, cantos de cherts, fragmentos de rocas volcánicas, cuarzo, plagioclasa y fragmentos de areniscas. Hacia el Arroyo Bachul, son abundantes los episodios arrecifales que forman capas carbonatadas extensas y tabulares. Son un *boundstone* de corales y algas con equínidos y granos terrígenos, porosidad por disolución. Las capas con retrabajamiento de las facies de coralinas corresponden a calcarenitas y microconglomerados con espesores de escala decimétrica a métrica, es donde hay cantos de calizas de 5-6 cm y alguno silíceo. En la

ladera meridional de La Longaniza, a la serie anterior se suceden margas ocreas y limolitas con alguna caliza de algas y foraminíferos y grandes colonias de coral.

2.2.3.6. Edad de la Fm Sombrerito

En numerosas muestras tomadas a distintas alturas en la sucesión de la Fm Sombrerito (y también en la unidad de Catanamatías infrayacente) se reconocen asociaciones de foraminíferos correspondientes al intervalo de Eoceno Superior-Oligoceno, las cuales se deben interpretar como resedimentadas. Es el caso de las muestras tomadas al sur de la Loma de Pico Prieto y en la Loma Nicholas, con asociaciones del tipo: *Lepidocyclina*, *Nephrolepidina*, *Eulepidina*, *Nummulites*, *Dentalium*, *Victoriella?*, *Rotalia*, *Globigerina*, *Turborotalia* (*Globorotalia*), *Globigerapsis*, *Globigerinatheka?*, *Gumbelina?*, rotálidos, lagénidos, ophthalmidiíidos, miliólidos, textuláridos? y bulimínidos; o también de otra muestra tomada al norte del Ranchito de una capa de marga: *Turborotalia* aff. *cerroazulensis* (Cole), *Catapsydrax* sp., *Globigerina* gr. *gortanii* (Borsetti), *Globigerina* sp., *Turborotalia* sp., *Rotalia* sp., *Lenticulina* sp., *Cibicides* sp. y *Nonion?* sp. En otras ocasiones, las muestras datan el Oligoceno exclusivamente, como ocurre en dos muestras procedentes del sur de la Loma Nicholas y de la cuenca alta de la cañada Vallecito: *Lepidocyclina*, *Nephrolepidina*, *Eulepidina*, *Rotalia*, *Catapsydrax*, *Globigerina*, *Globigerinita?*, *Turborotalia* (*Globorotalia*), miliólidos, rotálidos, lagénidos y ophthalmidiíidos.

Sin embargo, coexistiendo con estas asociaciones resedimentadas se reconocen otras claramente más modernas: las margas entre los niveles retrabajados al sur de la Loma del Pico Prieto y de la Loma Nicholas, han provisto unas asociaciones que son atribuidas al Oligoceno-Mioceno Inferior, con *Globigerina* aff. gr. *ciperoensis* Bolli, *Globigerina euapertura* Jenkins, *Globigerina* aff. *euapertura* Jenkins, *Globigerina praebulloides* Blow, *Globigerina venezuelana* Hedberg, *Globigerina* aff. *venezuelana* Hedberg, *Globigerina* sp., *Globorotalia obesa* Bolli, *Globorotalia* sp., *Catapsydrax* aff. *dissimilis* (Cushman y Bermúdez), *Globoquadrina* sp., *Haplophragmoides* sp., *Gyroidinoides girardanus peramplus* (Cushman y Stainforth), *Vaginulina* aff. *bradyi* Cushman, *Dorothia* sp., *Lagena* sp., *Nodosaria* sp., *Saracenaria* sp., *Lagenodosaria* sp. y *Bulimina?* sp. Las margas al norte del Ranchito y sobre los primeros conglomerados, sustentan una edad de Oligoceno-Mioceno Inferior, con *Globigerina* aff. *angulisuturalis* Bolli, *Globorotalia* aff. gr. *opima* Bolli, *Catapsydrax* aff. *dissimilis* (Cushman y Bermúdez), *Globigerina* sp., *Triloculina* sp., *Rotalia* sp., *Nodosaria* sp., *Parrella?* sp. Una marga entre las areniscas de la unidad 13 es atribuida al intervalo del

Oligoceno Superior-Mioceno Inferior con *Catapsydrax* aff. *dissimilis* (Cushman y Bermúdez), *Globigerina* aff. *venezuelana* Hedberg, *Globigerina* sp. y *Lenticulina* sp.

La unidad de calizas arrecifales (14) presenta los mismos rangos de dataciones (incluidas las resedimentaciones). Al oeste de la Loma de La Cana o la Colorada se reconoce el Oligoceno con *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, *Nephrolepidina*, *Dendritina*, *Austrotrillina*, *Archaias*, *Peneroplis*, gypsínidos, miliólidos, rotálidos, globigerínidos, textuláridos, ophthalmidíidos, peneróplidos y valvulinidos. Al sur de la Loma de Pico Prieto, la asociación corresponde al intervalo probable del Eoceno Superior a Oligoceno con *Lepidocyclina*, *Nephrolepidina*, *Globigerina*, *Globorotalia*. En la Cañada de la Longaniza el intervalo interpretado es de Oligoceno-Mioceno Inferior con *Archaias*, peneróplidos y ophthalmidíidos en facies de aguas de muy poca profundidad. Muestras tomadas por Ruth (1989) fueron asignadas con dudas al Neógeno (MR 64, MR 70 y MR 474) por la presencia de *Amphistegina*, mientras la muestra MR 402 y la 474, con *Sorites*, *Heterostegina* cf. *antillea*, *Miogypsina*, fue atribuida al Mioceno Inferior.

Las calizas presentan también macroforaminíferos retrabajados con edades probables entre el Eoceno Superior y el Oligoceno Superior hacia el techo de la unidad, con *Nummulites*, *Lepidocyclina*, *Eulepidina*, *Spiroclypeus*, *Heterostegina?*, *Globigerina*, *Globorotalia*, *Globigerapsis?*, miliólidos, rotálidos y lagénidos. En cambio, muestras más bajas en la sucesión pero en capas de margas ha provisto una asociación considerada del Mioceno Inferior, con *Globigerina venezuelana* Hedberg, *Globigerina* aff. *euapertura* Jenkins, *Globigerina* aff. *praebulloides* Blow, *Globigerinoides* aff. *trilobus* (Reuss), *Globigerinoides* aff. *primordius* Blow y Banner, *Globorotalia* aff. *obesa* Bolli, *Globorotalia* aff. *mayeri* Cushman y Ellis, *Catapsydrax* sp. [cf. *C. dissimilis* (Cushman y Bermúdez)], *Planulina* aff. *marialana* Hadley, *Bulimina* sp., *Lenticulina* sp., *Valvulineria* aff. *pennatula* (Batsch).

Los datos previos de Ruth (1989- según Robison muestra MR100) indican para la formación una edad del Oligoceno más alto a Mioceno más bajo (Aquitaniense), en base a los macroforaminíferos *Lepidocyclina*, *Euleoidina*, *Miogypsina* y *Heterostegina*; o también Oligoceno Superior a Mioceno Inferior (muestras MR 95 y MR96). Más arriba en la serie, las muestras MR 104 y MR 105 se datan del Mioceno Inferior (Aquitaniense), (Ruth, 1989- según Robison y McLaughlin), con *Lepidocyclina canellei* y una rica asociación de foraminíferos planctónicos. Cepek (1991), basándose en el contenido en nanofósiles, consideró a la base de la Fm Sombrerito cerca de San Juan de la Maguana como del

Oligoceno Medio, mientras el techo lo situaba en la parte más baja del Mioceno Medio. Una edad de Aquitaniense o Burdigaliense Inferior era ya considerada por Woodring *et al.* (1924).

En definitiva, la Fm Sombrerito queda bien datada en su conjunto como Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, pero no se puede precisar la edad de las diferentes unidades de la formación, aunque parece claro que las calizas arrecifales de la unidad 14 deben corresponder al Mioceno Inferior, así como posiblemente la parte más alta de los conglomerados de la unidad 13.

2.2.3.7. Ambiente sedimentario de la Fm Sombrerito

En el sector oriental de la Hoja, por encima de la unidad de Catanamatías se mantiene el ambiente de cuenca turbidítica durante el depósito de la Fm Sombrerito. Al inicio de éste, la llegada de importantes aportes de areniscas siliciclásticas en la unidad 13, indican un área fuente más distante que la de las plataformas carbonatadas que alimentaban la serie infrayacente. La sedimentación se interpreta como flujos de alta densidad que rellenan canales a una cierta profundidad. También se observan secuencias turbidíticas para episodios de menor densidad.

En la parte más alta de la sucesión, el nivel de conglomerado carbonatado masivo con corales (del cerro del Sinazar) con el que comienza la unidad 15, corresponde a una megacapa depositada como un flujo en masa, y pudiera tener relación con la instalación de las facies arrecifales (unidad 14) más al oeste. Por encima, siempre en la parte más oriental, persiste la sedimentación turbidítica, preferentemente por medio de lóbulos deposicionales (*sheet sands*) como sugiere la proporción mayoritaria pelita/arenisca, ausencia de canalizaciones, ciclicidad negativa, etc. En general, en toda la sucesión las direcciones de corrientes muestran un paralelismo con los frentes tectónicos E-O.

Sumultáneamente, al oeste se desarrolla un importante sistema de abanicos aluviales conglomeráticos que acaban introducidos en una zona costera. Estos depósitos muestran, en su mayoría, poco transporte y moderada selección, a modo de flujos en masa. El área fuente es muy local y está dominada por calizas. Algunos conglomerados o cantos resedimentados muestran perforaciones y bioerosión, lo que indica una sedimentación inicial en medios marinos litorales con escasa profundidad. Por encima de los conglomerados y en parte coexistiendo con ellos en su parte alta, o también directamente adosados a los

relieves de la sierra, se instalan los sistemas arrecifales. Su presencia en la serie hacia el oeste y en vertical revela el predominio en estos sectores de medios litorales más tranquilos y restringidos, a los que ocasionalmente llegaban depósitos de *debris flows* y capas silicilásticas.

El crecimiento de pequeños arrecifes barrera es más abundante hacia el oeste, aunque se encuentran también, en toda la parte superior de la unidad 15, entre las margas, en zonas supuestamente más abiertas de la cuenca donde los episodios de colonización y desarrollo coralino alternan con otros de erosión y retrabajamiento de la plataforma. También se observa el desarrollo de barras carbonatadas con altura métrica y migración lateral, aunque la sedimentación estuvo dominada por fangos carbonatados y episodios, en muchos casos, de concentración de fauna somera como flujos de gravedad. Estos episodios tienen desarrollada bioturbación y en algunos casos las estructuras sedimentarias son interpretadas como originadas por tormentas. El desarrollo arrecifal y algunas barras con retrabajamiento de estos niveles indica una moderada profundidad para la parte superior de la Fm Sombrero en esta parte de la Hoja de Bánica. La afirmación de profundidades de unos 2000 m para este tramo por McLaughlin (en Ruth, 1989), interpretada desde la mezcla de las asociaciones de foraminíferos planctónicos desde batial Inferior, talud superior y plataforma interna, por tanto podría ser explicado en sentido contrario al indicado. Es decir, como corrientes hacia la costa que transportaran los foraminíferos habitantes de mayor profundidad.

2.3. Neógeno

2.3.1. Mioceno Medio-Plioceno

2.3.1.1. Fm Trinchera. Margas con delgadas capas de limolitas carbonatadas, areniscas y conglomerados (16). Mioceno Medio-Superior. N₁²⁻³

Se utiliza aquí el término Fm Trinchera, como originalmente lo hiciera Dohm, en sentido amplio, es decir, para la serie comprendida entre las Fms Sombrero, a muro y Arroyo Blanco, a techo. Su escasa representación cartográfica y, salvo excepciones, mala exposición, así como la imposibilidad de correlación con áreas cercanas, ha impedido comprobar si parte de sus afloramientos corresponden a la Fm Quita Coraza margosa que McLaughling *et al.*, (1991) separaron, en sectores más orientales (Cuenca de Azua), en su

parte alta. Equivale a la Fm Thomonde (Maissade) de Jones (1918) y Woodring *et al.* (1924) descrita en la Plaine Central haitiana. En la Hoja de Bánica, no aflora su base al estar cubierta por depósitos cuaternarios, y por tanto se desconoce si el contacto con su formación regionalmente infrayacente, la Fm Sombrerito, corresponde a un contacto normal o discordante. En su límite superior, la cartografía pone de manifiesto un cambio lateral de facies con la Fm Arroyo Blanco. La formación aflora principalmente en la banda limitada por fallas que discurre entre Cercadillo y María Isabel (anticlinal de María Isabel) y muy cubierta, más al este, en la planicie situada entre Los Memisos y Sabana Mula.

La unidad está formada por margas de color gris-azul a azules, amarillas y ocres, en capas métricas. Las margas intercalan capas, frecuentemente lenticulares, de limolitas, limolitas carbonatadas de grano fino o muy fino y areniscas de grano fino a medio, todas ellas bioturbadas. El cemento puede ser dolomítico y los granos son de cuarzo, carbonato detrítico y microfósiles. Con frecuencia se observa una estratificación irregular, con capas fracturadas y en ocasiones venas rellenas por yeso secundario. Capas delgadas de areniscas o capas carbonatadas pueden estar plegadas y deslizadas, como *slumps*. Las margas contienen niveles centimétricos con escasa continuidad lateral de corales removilizados, equínidos irregulares, bivalvos, gasterópodos, así como tubos calizos rellenos que podrían corresponder a serpúlidos y/o algas. La excelente preservación de la fauna coincide con niveles cementados, episodios de menor sedimentación y donde se concentran los caparzones de moluscos. Localmente se observan posibles restos vegetales enriquecidos en óxidos de hierro y un banco de macroforaminíferos, en parte transportados, con briozoos y fragmentos de equínidos. Estas litologías corresponden a la descripción de la facies T1 de Ruth (1989), aunque este autor las describe preferentemente más al sur, en el centro de la Cuenca de San Juan. En cambio su facies T2 del área marginal septentrional, se puede observar en la zona al oeste de María Isabel, donde intercalan capas lenticulares de 50 cm de espesor de conglomerados. Areniscas con faunas de moluscos retrabajadas y conglomerados de grano fino con niveles de cantos se observan hacia el techo de la unidad en el Cerro Las Yayitas (al norte de Sabana Cruz). Los últimos metros suelen tener un contenido arenoso mayor y un banco con macroforaminíferos se encuentra al norte de María Isabel. El espesor aflorante de la formación se estima en 900-1000 m, pero varía ya que lateralmente es sustituida por la Fm Arroyo Blanco.

La muestra estudiada en Ruth (1989) en la Cañada del Cigual (MR 500) indicaba una edad de Mioceno Inferior tardío a Mioceno Medio temprano. Más al sur y en niveles más

modernos, en María Isabel (MR 499), también se señalaba una edad de Mioceno Inferior a Medio. Una edad del Mioceno Medio se obtuvo en muestras tomadas en Espinosa (entre Bánica y Sabana Cruz) justo en la base de la Fm Arroyo Blanco (MR 472). En el muestreo realizado en el presente Proyecto, una muestra recolectada al norte de María Isabel en una marga con macroforaminíferos del techo de la formación ha dado asociaciones del Mioceno Medio a Plioceno: *Calcarinidae* (*Baculogypsinoides* sp.), *Heterostegina* sp., *Globigerina* sp., *Cibicides* sp., *Asterigerina* sp., *Eponides* sp., *Cribrononion* sp. Más al sur aún y en capas que deben ser más modernas (por el cambio lateral de facies desde la Fm Arroyo Blanco) se han obtenido edades más modernas. En efecto, una marga al oeste de los Memisos ha provisto abundantes foraminíferos del Mioceno Superior (Messiniense) al Plioceno Inferior: *Globigerinoides conglobatus* (Brady), *Globigerinoides trilobus* (Reuss), *Globigerinoides obliquus* Bolli, *Globigerinoides* aff. *gomitulus* (Seguenza), *Globigerina apertura* Cushman, *Globigerina bulloides* d'Orbigny, *Globoquadrina altispira* (Cushman y Jarvis), *Globorotalia obesa* Bolli, *Globigerinoides obliquus extremus* Bolli y Bermúdez, *Globigerina* aff. *nepenthes* Todd, *Globoquadrina* aff. *dehiscens* (Chapman, Parr y Collins), *Globigerinoides sacculifer* (Brady). Además *Rosalina globularis* d'Orbigny, *Lenticulina cultrata* (Montfort), *Oridorsalis umbonatus* (Reuss), *Amphistegina lessoni* d'Orbigny, *Elphidium crispum* (Linneo), *Cibicides* sp., *Eponides* sp. Otra muestra muy próxima a la anterior ha proporcionado una asociación más pobre del Mioceno Medio a Plioceno con *Amphistegina lessoni* d'Orb., *Oridorsalis umbonatus* (Reuss), *Lenticulina* sp., *Eponides* sp., *Elphidium* sp. En consecuencia, y considerando también la edad de la Fm Arroyo Blanco, a la Fm Trinchera en esta Hoja de Bánica se le asigna una edad Mioceno-Medio Superior

En cuanto al ambiente sedimentario, las facies descritas de la Fm Trinchera se interpretan como depósitos distales de sistemas deltaicos inscritos en una plataforma externa a interna, en los que las margas pudieran representar el prodelta.

2.3.1.2. Fm Arroyo Blanco. Conglomerados, areniscas y lutitas (17) con niveles de calizas arrecifales y calizas nodulares con corales resedimentados (18). Mioceno Medio o Superior-Plioceno. N₁²-N₂

La Fm Arroyo Blanco fue citada por primera vez por Dohm (1941). Está formada por conglomerados, areniscas de grano grueso, lutitas y calizas, en su mayoría arrecifales. Aflora ampliamente en el sector meridional de la Hoja como parte del relleno de la Cuenca de San Juan. Se puede considerar que la falla de Las Clavellinas, o más bien, estructura

anticlinal de María Isabel, divide a la sucesión en una parte Inferior relativamente plegada, situada al norte, con unos 950 a 1200 m de espesor, y una parte superior monoclinal al sur, con un espesor aproximado de 1300 m. En la parte Inferior, donde son más abundantes las intercalaciones de calizas arrecifales (18), se produce el cambio de facies hacia el techo de la Fm Trinchera

Los conglomerados son polimícticos, ricos en rocas ígneas volcánicas, rocas sedimentarias y metamórficas. Forman capas de 0,5-3 m de espesor, con disposición plana a lenticular. Los conglomerados son texturalmente inmaduros, con estratificación cruzada y de surco. Algunas de las barras en el sector sur-oriental muestran progradaciones hacia el sur. Las areniscas entre los conglomerados son de grano grueso, en capas gruesas (escala decimétrica hasta 1 m), tienen colores amarillos, verdes y marrones, y están poco cementadas por carbonato. Contienen tramos de microconglomerados, capas delgadas de margas y niveles de clastos. Las capas de areniscas tienen espesores de 10-50 cm de espesor. En ocasiones las areniscas muestran una mejor selección del grano, estratificaciones cruzadas de ángulo bajo, con surcos tapizados por cantos e incluyen restos de bivalvos, a veces de gran tamaño, gasterópodos, algas, foraminíferos o incluso niveles con corales ramificados. Localmente se observan granoclasificaciones inversas. Estas areniscas pueden tener desarrollados niveles con bioturbación de crustáceos (Las Lajitas). En estos casos, están muy cementadas (Cerro Las Yayitas y Cercadillo). Localmente se han diferenciado bancos de ostréidos con espesores de 1,5 m en margas. En ocasiones las valvas están retrabajadas en canales suprayacentes a los bancos. Estos bancos pueden estar cercanos a niveles de colonias de corales. Menos abundantes son las capas formadas por grandes bivalvos como al norte del Pico Prieto.

En su parte Inferior, aunque no exclusivamente en ella, la formación incluye, entre las litologías anteriores, niveles de calizas arrecifales algunos de los cuales, con espesor suficiente, se han representado en la cartografía (18). Estos niveles pueden estar formados por corales ramificados masivos o términos retrabajados de los mismos. Con mayor frecuencia, las asociaciones están compuestas por colonias masivas y esféricas de hasta 50 cm de altura, así como algas rojas y rodolitos. Los cuerpos alcanzan varios metros de altura y decenas de metros por superposición de varias bioconstrucciones. Además, están asociados con algas rojas y con *grainstone* de bioclastos con foraminíferos, fragmentos de gasterópodos, bivalvos, equínidos, briozoos, granos gruesos de rocas volcánicas, sedimentarias y metamórficas, algunos intraclastos y *pellets*. Estas calizas pueden

encontrarse resedimentadas en canales con conglomerados de hasta 11 m de espesor o como depósitos con grandes corales entre lutitas o margas, o en una matriz carbonatada y con aspecto de brecha. Los corales muestran cementación en la parte externa del coral y una disolución central durante la diagenesis. Los niveles retrabajados son las únicas capas observadas en el sector de Sabana Cruz, mientras que los niveles arrecifales se observan hacia María Isabel y particularmente en la parte Inferior de la formación al norte, en el tránsito y encima de la Fm Trinchera. Los arrecifes situados al norte del arroyo La Meseta, Cerro Pico Prieto y Loma de Rincón Grande, alcanzan unos 200 m de sucesión. Un alto espesor también se observa justo sobre la Fm Trinchera e en la ribera haitiana del Río Artibonito al norte de Sabana Cruz. Este afloramiento permite observar el adelgazamiento de los episodios de arrecifes hacia el sur y la progradación de los mismos desde el norte.

Algunas margas intercaladas en la parte superior pueden ser azoicas, mientras otras contienen fragmentos de radiolas, bivalvos, briozoos, equinodermos y gasterópodos. Capas métricas de margas se encuentran entre los conglomerados hacia la parte superior. Algunas contienen alguna capa centimétrica lenticular de lutita carbonatada. Así mismo, en la parte superior, las lutitas y conglomerados pueden tener cristales de yeso secundario, como ocurre entre Los Memisos y Majuana, mientras que un sondeo superficial para agua en Espinosa mostraba una alta salinidad según los lugareños.

La parte Inferior de la Fm Arroyo Blanco en Boca de Santo, facies arrecifales, es considerada del Mioceno Inferior o Medio (MR 501) por Ruth (1989). Como ya citamos, La base de la formación en Espinosa es asignada al Mioceno Inferior y posiblemente Medio en Ruth (1989, MR 472). Mientras que al sur y en la progradación sobre la Fm Trinchera en la Loma de la Clavelina, contiene nanofósiles del Mioceno Medio temprano según Cepek (1991-muestra MR 270). Una muestra en la Caobita indica el Plioceno Inferior según Ruth (1989, MR 478). Las muestras recolectadas durante el presente Proyecto no precisan más allá del intervalo Mioceno-Plioceno: *Elphidium crispum* (Linneo), *Lenticulina orbicularis* (d'Orb.), *Amphistegina* aff. *lessoni* d'Orb., *Amphistegina* sp., *Elphidium* aff. *macellum* (Fichtel y Moll), *Globigerinoides* sp., *Cibicides* sp., *Eponides* sp., *Lenticulina* sp. Al mismo intervalo se asigna una muestra entre construcciones arrecifales en El Signal, con *Amphistegina*, *Rotalia*, *Discorbis*?, *Ammonia*?, textuláridos, miliólidos, globigerínidos. Otros autores anteriores, como Bold (1974) indicaban una edad de Mioceno Medio tardío a partir de faunas de ostrácodos, mientras Cepek (1991) consideraba la formación como Plioceno.

Considerando todas estas dataciones en su conjunto, en la Hoja de Bánica se atribuye a la Fm Arroyo Blanco una edad Mioceno Medio o Superior-Plioceno.

En cuanto al medio de depósito, los conglomerados forman sistemas de abanicos con retoques locales marinos, niveles retrabajados por oleaje y en algunos casos con depósitos de areniscas que son interpretados como depósitos de playa. El desarrollo de arrecifes con facies de talud arrecifal es abundante en la parte Inferior de la formación y próxima al cambio lateral de facies hacia las margas de la Fm Trinchera. Es frecuente la erosión de los arrecifes por llegada de aportes deltaicos o aluviales. En algunos casos se encuentran asociaciones de corales ramificados bien hacia zonas litorales o como colonización de pendientes. También asociados a los mismos o en áreas más protegidas con variación en salinidad se encuentran episodios de colonización de ostréidos que forman bancos, aunque también pueden estar erosionados y transportados. Hacia la parte superior de la formación, las evidencias de sedimentación en medios marinos de escasa profundidad decrecen, en un tránsito gradual a las facies continentales de la Fm Arroyo Seco suprayacente.

2.3.1.3. Fm Arroyo Seco. Conglomerados y lutitas con niveles de caliches (19). Plioceno-¿Pleistoceno?. $N_2 - Q_{1-3}$

El límite Inferior de la Fm Arroyo Seco, de Bermudez (1949) fue interpretado como gradacional sobre la Fm Arroyo Blanco y la transición se observa en la Hoja de Bánica, con la presencia de rellenos de paleocanales de conglomerados separados por varios metros de lutitas con coloraciones rojo vinosas, grises y verdes. Esta diferenciación coincide aproximadamente con la propuesta de Breuner (1985), para el que la Fm Arroyo Seco comenzaba en la primera capa donde los conglomerados alcanzaban 3 m de espesor, eran más masivos, las capas más lenticulares, y abundaban los cantos de caliza en lugar de los de rocas ígneas, así como los cantos alteradas de tonalita. En efecto, los canales de conglomerados y areniscas alcanzan espesores de 6-8 m entre tramos de 4 m de margas. El relleno se produce por multitud de canales y encima barras de 1-2 m de altura con imbricación de clastos y estratificación cruzada. Algunos rellenos de canal lo son por margas con colores oscuros. Los conglomerados son, en general, masivos, poco cementados, están mal estructurados y poco escogidos. Los clastos alcanzan tamaños de hasta 20-30 cm y son de variada composición, calizas, areniscas, bloques de arcillas, rocas metamórficas y rocas volcánicas, como andesitas y basaltos olivínicos. Tiene cantos de tonalita, alterados a arcillas, con apariencia de roca plutónica. La matriz tiene un cierto contenido en feldespatos.

No se ha observado fauna y sí niveles más carbonatados con marcas de raíces en las lutitas. Hacia la parte alta se observan algunas micritas arenosas con escaso espesor y desarrollo de estructuras fenestrales, huellas de raíces y granos de 1 mm de cuarzo, rocas metamórficas y sedimentarias. Estos niveles se interpretan como paleosuelos palustres. El espesor de la formación alcanza 2.000 m al norte y 3.000 m hacia el centro de la Cuenca de San Juan según Ruth (1989). Sin embargo, estos espesores nos parecen exagerados por cuanto tan sólo unos 1325 m de esta unidad es señalada por el mismo autor en el sondeo de Candelón, en el centro de la Cuenca de San Juan.

Un tramo de 5 m de margas y lutitas ocre y rojas con niveles decolorados (no cartografiable) se encuentra intercalado entre conjuntos considerados de la Fm Arroyo Blanco entre los arroyos de los Pinos y Manteca, al este de Bánica. La formación aflora también en las inmediaciones de esta localidad y, al norte, en la ribera del Río Artibonito. En este último afloramiento, la Fm Arroyo Seco presenta unas facies muy peculiares que llaman la atención por los tonos muy rojos de la matriz de las brechas y conglomerados polimícticos, así como de las intercalaciones lutíticas-limolíticas que, además presentan caliiches. Estas facies se interpreta que corresponden abanicos aluviales procedentes de los relieves, donde muy probablemente erosionaron también suelos lateríticos de los que heredan su coloración y parte del depósito.

La sedimentación de la Fm Arroyo Seco es fundamentalmente fluvial, con una llanura aluvial por la que discurrían cursos de tipo *braided*. Algunos tramos muestran desarrollos de suelos y caliiches, que dan idea de ambientes áridos. Mientras, otros suelos sugieren una cierta inundación. En el sector estudiado no se observan depósitos lacustres. En sectores próximos a los relieves se registra el desarrollo simultáneo de abanicos aluviales que denudan los relieves de la cordillera. La formación, en su conjunto, constituye el final de la secuencia regresiva de relleno de la Cuenca de San Juan.

Atendiendo a la edad de la Fm Arroyo Blanco infrayacente y su cambio de facies con la parte alta de ésta, a la Fm Arroyo Seco se le atribuye una edad del Plioceno y, quizá, Pleistoceno Inferior.

2.4. Cuaternario

Los depósitos cuaternarios de la Hoja de Bánica se pueden agrupar en dos conjuntos: materiales volcánicos, mínimamente representados en el sector SE, y depósitos continentales, que ocupan una buena parte de la superficie de las Cuenca de San Juan, y son más escasos en el dominio del cinturón de Trois Rivières-Peralta.

2.4.1. Cuaternario volcánico

El único afloramiento de vulcanismo cuaternario de la Hoja está relacionado con los relativamente extensos afloramientos de materiales volcánicos recientes (Plio-Cuaternario) que se distribuyen diseminados por el sector centro-meridional de La Española, la mayoría de ellos en la parte dominicana de la isla. Los primeros estudios geoquímicos coincidieron en separar entre ellos dos provincias magmáticas, la de Yayas de Viajama-Constanza o Valle Nuevo al este, de carácter calcoalcalino, y la de San Juan, de carácter alcalino, al oeste (Wadge y Wooden, 1982; Vespucci, 1986). La mínima representación del afloramiento de la esta Hoja no permite hacer excesivas aportaciones relativas a su petrogénesis, tema aún no resuelto. Sin embargo, por su situación geográfica y su litología parece corresponder a la segunda ellas. Afloramientos similares de la cercana Hoja 1:100.000 de San Juan, fueron incluidos por García y Harms (1988) en su Fm Bandera, sin que quede claro si asimilan esta formación a una u otra de las provincias magmáticas indicadas.

2.4.2.1. Basaltos (20). Pleistoceno. Q₁₋₃

El afloramiento se localiza en la Loma de Sinazal, al SE de la Hoja, donde pese a la erosión todavía se reconoce una morfología subtabular. La roca se presenta con tonos oscuros, composición básica y textura microporfídica, con fenocristales submilimétricos de máficos (olivino) y matriz vítrea. Petrográficamente se clasifica como una lava basalto-olivínica de composición muy probablemente alcalina; está constituida por fenocristales submilimétricos de olivino, que forman granos individuales subidiomorfos a xenomorfos o agregados en sineusis y esqueléticos, microfenocristales de piroxenos accesorios, y una pasta intergranular desvitrificada y rica en opacos. Se superpone una alteración en relación con la cual los olivinos son reemplazados zonalmente por serpentinitas y agregados de iddingsita. La matriz desvitrificada está formada por un agregado de micas, sericita, opacos, muy escasos piroxenos y óxidos de Fe-Ti, de tamaño muy fino, submicroscópico.

El cuerpo volcánico ha producido un ligero metamorfismo en su contacto con las calizas de la Fm Sombrerito. Su emplazamiento parece en todo caso posterior al basculamiento de las Fms Arroyo Blanco y Arroyo Seco, por lo que se le atribuye una edad del Pleistoceno. En afloramientos equivalentes próximos de la citada Hoja 1:100.000 de San Juan, Wadge y Wooden (1982) obtuvieron una datación absoluta por el método K/Ar de $1,1 \pm 0,5$ Ma.

2.4.2. Cuaternario continental

Posee una amplia representación en la Cuenca de San Juan, mucho más restringida en las sierras contiguas al norte, con predominio de los depósitos de origen fluvial relacionados con la evolución de los ríos Artibonito y Tocino y de algunos abanicos aluviales dispuestos al pie de las sierras que bordean por el norte la depresión de Sabana Mula. Con menor extensión, también aparecen depósitos de origen gravitacional y endorreico.

2.4.2.1. Abanicos aluviales y conos de deyección. Conglomerados, brechas, arenas y limolitas, eventualmente con desarrollo de caliches (21). Pleistoceno-Holoceno. Q_{1-4}

Se distribuyen principalmente al pie de los relieves que orlan por el norte la planicie de Sabana Mula, la cual recubren marginalmente. Al norte de esta localidad los abanicos adquieren dimensiones considerables y acaban enrasando hacia el sur, al menos en apariencia, con los niveles de terrazas más antiguos que forman la parte alta de esta planicie. Los abanicos están generalmente afectados por la disección fluvial lo que indica su carácter relicto y su atribución, al menos en parte, al Pleistoceno.

Litológicamente están formados por limolitas amarillas y arenas con niveles de conglomerados y brechas con matriz lutítica, cuyas proporciones relativas, así como el espesor (2 a >10 m), varía en función de la proximidad del ápice. Los conglomerados tienen cantos redondeados de 20-30 cm \varnothing y algunos grandes bloques. Sobre estos cuerpos está desarrollado un caliche carbonatado laminar que muestra espesores de 25 cm a 1 m, ocasionalmente 2 m. Algunos cerros testigo están coronados por 1-2 m de conglomerados y son interpretados como relictos de la extensión hacia el oeste y el sur del horizonte de Sabana Mula.

Al pie de los relieves se pueden ver conos de menores dimensiones y fuertes pendientes encajados en los. Estos cuerpos están formados por limos y arenas con abundantes cantos y bloques de caliza de hasta un metro.

2.4.2.2. Depósitos aluviales-coluviales. Glacis. Limos, lutitas y conglomerados (22). Pleistoceno- Holoceno. Q₁₋₄

Se ha considerado esta unidad compresiva para incluir tanto depósitos aluviales-coluviales que se desarrollan en torno a algunos arroyos de baja pendiente, como también a posibles glacis asociados igualmente a zonas de bajas pendientes, donde ambos tipos de depósitos son difíciles de separar.

En general se trata de depósitos de arroyada constituídos por limos y lutitas de coloraciones rojas o marrones que albergan niveles de cantos o de conglomerados y pueden desarrollar a techo caliches. Su espesor varía entre 2 y 5 m

2.4.2.3. Terrazas. Cantos, gravas, arenas y limos (23). Pleistoceno-Holoceno. Q₁₋₄. Fondos de valle. Cantos, gravas y arenas (26). Holoceno. Q₄

Las terrazas se distribuyen principalmente a lo largo del cauce actual del río Artibonito y, de forma subordinada, de algunos ríos y arroyos principales (p. e., el río Tocino). Destaca también el amplio desarrollo de terrazas en la planicie de Sabana Mula que revela la anterior existencia en esa zona de cauces importantes en contraste con la escasa magnitud de los actuales.

Las terrazas fluviales más altas del Río Artibonito así como los depósitos de terrazas colgadas sobre los cursos actuales de otros ríos y arroyos principales están formadas por y cantos y gravas redondeados, en parte heredados de los niveles aluviales cuaternarios antiguos o de las formaciones Arroyo Blanco/Arroyo Seco. Los espesores varían entre 1-7 m. Los conglomerados están soportados por cantos entre 5 a 20 cm, redondeados y pueden intercalar niveles de limos. Los rellenos de canal muestran imbricación de los cantos. Las terrazas fluviales más bajas muestran un depósito dominado por las limolitas con algunos canales y barras con cantos de conglomerados. Los depósitos muestran migración lateral con cicatrices y escalones en los meandros del Río Artibonito.

Los depósitos de fondo de valle (26) pueden formar barras con cantos rodados cuyo transporte es ocasional en las grandes avenidas. Depósitos de travertinos laminados, sin entidad cartográfica, están desarrollados a favor de pequeños saltos, particularmente en el Río Tocino.

2.4.2.4. Áreas endorreicas. Arcillas, limos y caliches (24). Holoceno. Q₄

En la planicie de Sabana Mula, se ha cartografiado una pequeña área endorreica producida por encharcamientos estacionales que producen pequeñas acumulaciones de arcillas y limos y desarrollo de caliches

2.4.2.5. Coluviones. Limos y arenas con conglomerados, cantos y bloques (25). Holoceno. Q₄

Estos depósitos se desarrollan al pie de los principales relieves si bien la mayoría de ellos no tienen entidad suficiente para su representación cartográfica. Un buen ejemplo son los depósitos de pendiente adosados a la Loma de San Francisco-Cerro Cucurucho, al sur de Bánica. Están formados por episodios canalizados de conglomerados y brechas con cantos angulosos, entre limos y lutitas. Muestran niveles de desarrollo de caliche con pendientes hacia el Río Artibonito. Bloques hectométricos o de varios metros diámetro se encuentran incluidos y muestran la deformación del depósito sobre el que se emplazaron por gravedad. Hacia el río y alejándonos de la loma se encuentran depósitos de limos rojos con desarrollo de paleosuelos que alcanza 15 m de espesor.

Algunos depósitos de brechas carbonatadas, desarrollados en los cerros calcáreos entre el Río Tocino y en Sabana Mula (sin representación cartográfica) forman amplios recubrimientos de 1-2 m de espesor, y están coronados por caliches con marcas de raíces. Tienen fuertes inclinaciones (30-40°) derivadas de su origen como depósitos de pendiente y localmente, alguno de ellos se observa afectado por fallas de componente normal.

3.TECTONICA

En este capítulo se abordan las características estructurales de la Hoja de Bánica y su evolución tectónica. Como preámbulo, se hace una exposición del contexto geodinámico de la isla de La Española, en cuya parte central se encuentra ubicada esta Hoja, y del marco geológico estructural de la zona de estudio. A continuación se describe la estructura de la Hoja .

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. 3.1.1 y 3.1.2). Entre las denominaciones más habituales para referirse a esta cadena están las de Gran Arco del Caribe (Mann *et al.*, 1991b) 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. 3.1.3). 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. 3.1.1). 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.*, 1991b). 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 (desde el Cretácico terminal al Eoceno Inf.), 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 meridional 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 *et al.* 1998; DeMets *et al.* 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. 3.1.4). En el interior de la isla, el citado movimiento relativo lo articula principalmente la zona de falla de Enriqueillo-Plantain Garden (Mann *et al.*, (1991b), localizada en sectores al sur de la zona de estudio, así como un buen número de fallas de primer orden que resuelven los contactos entre los principales dominios estructurales (p. e. fallas de La Española, La Guácara, San José-Restauración, San Juan-Los Pozos).

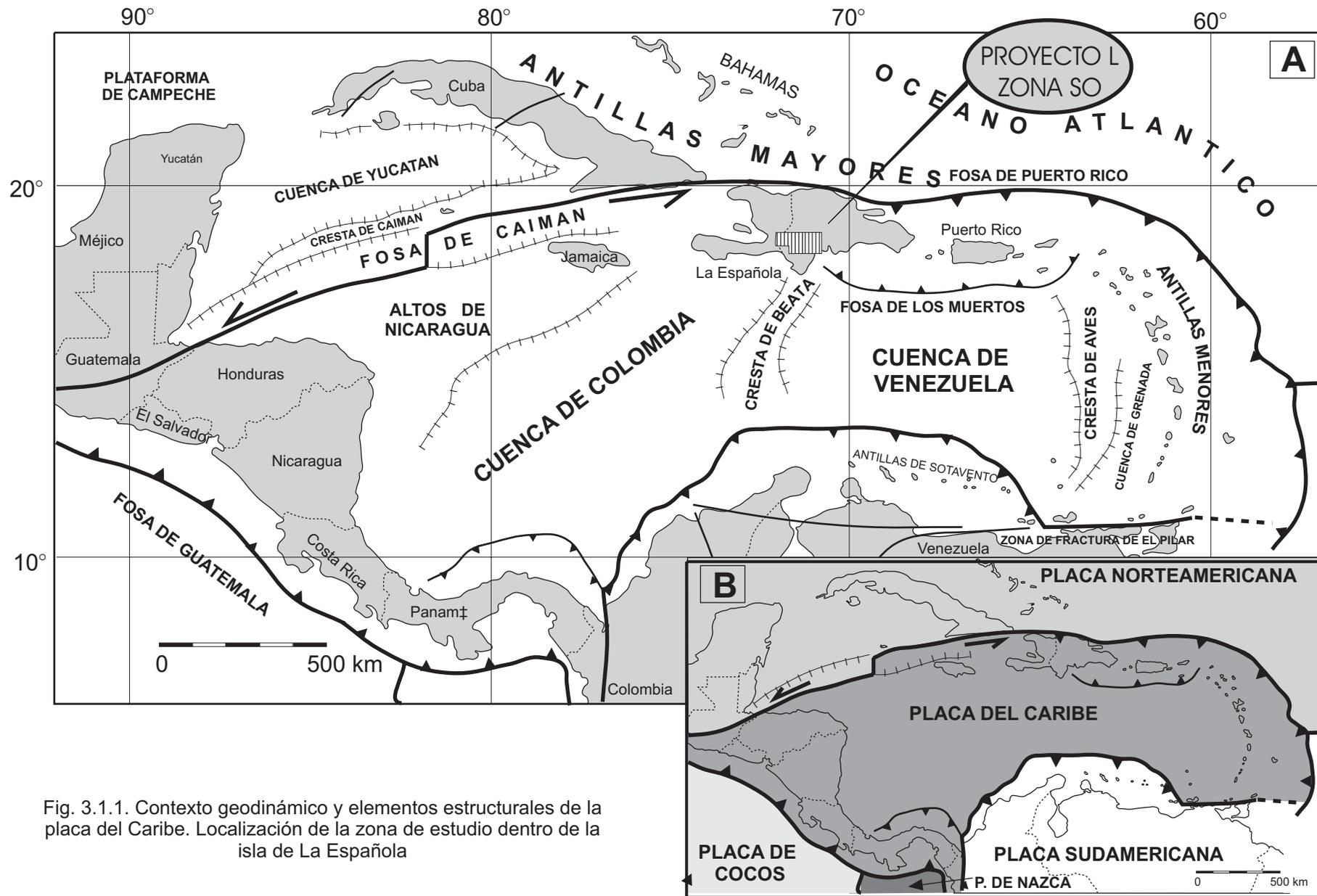


Fig. 3.1.1. Contexto geodinámico y elementos estructurales de la placa del Caribe. Localización de la zona de estudio dentro de la isla de La Española

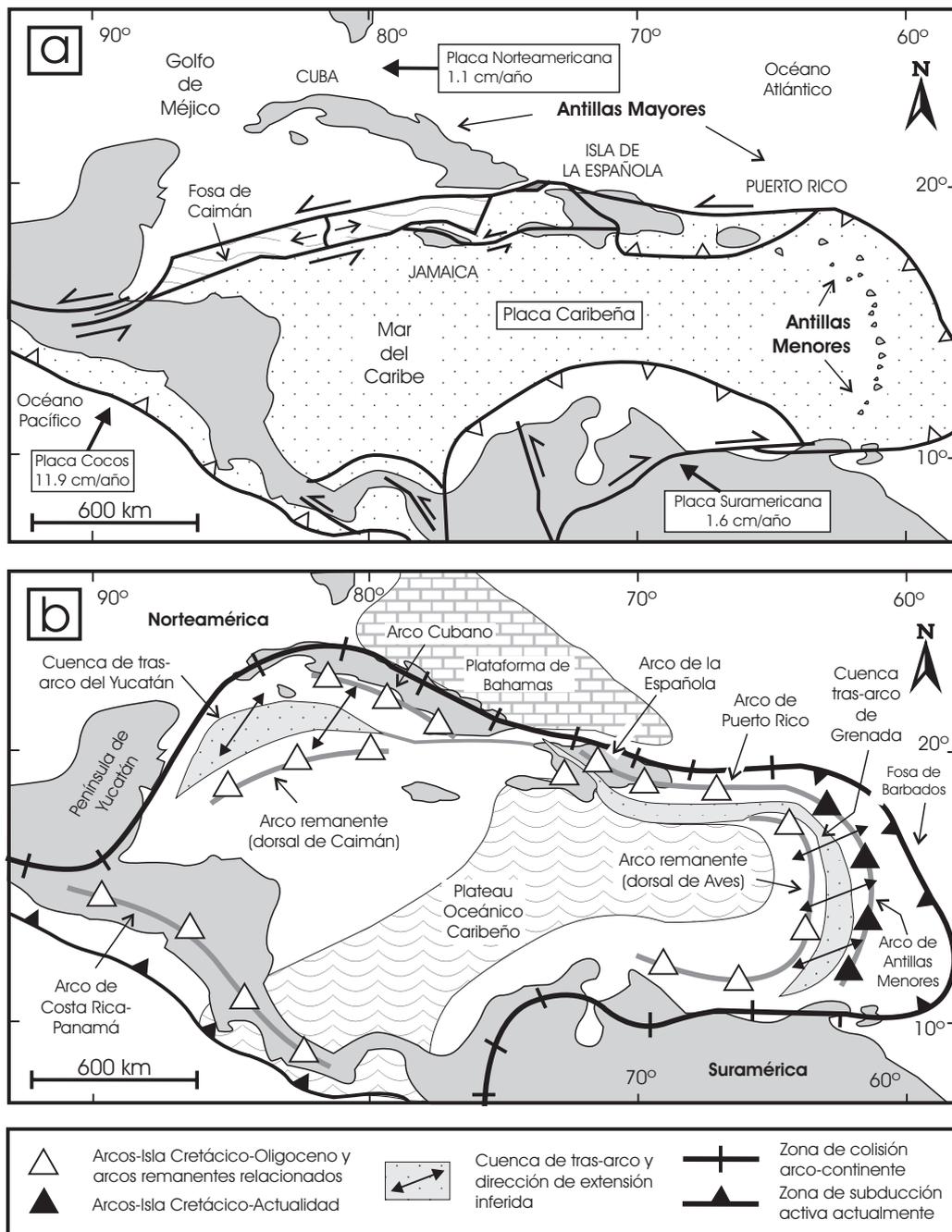


Fig. 3.1.2. Comparación entre: (a) la configuración actual de las placas en la región caribeña (mod. de Mann et al., 1991; Lebrón y Perfit, 1994; Pindell, 1994); y (b) los principales elementos tectónicos del arco de isla Circum-Caribeño (AICC). La isla de la Española se sitúa sobre la zona de desgarre sinistral (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 Rivières-Peralta. La plataforma carbonatada de Bahamas se desarrolló sobre la placa Norteamericana desde el Jurásico superior

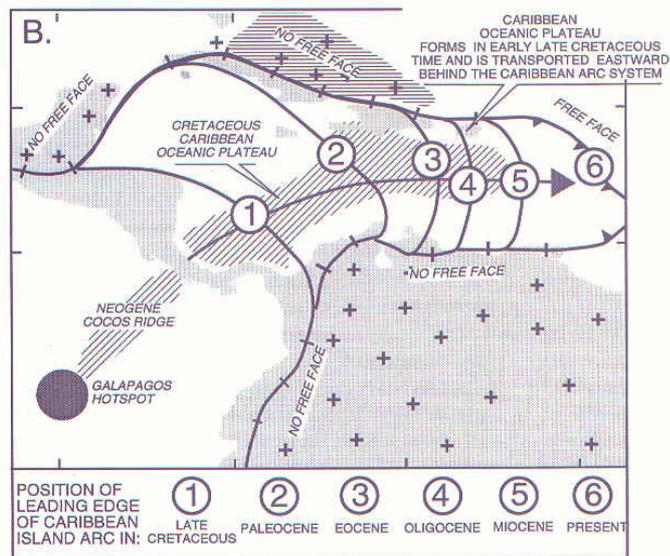
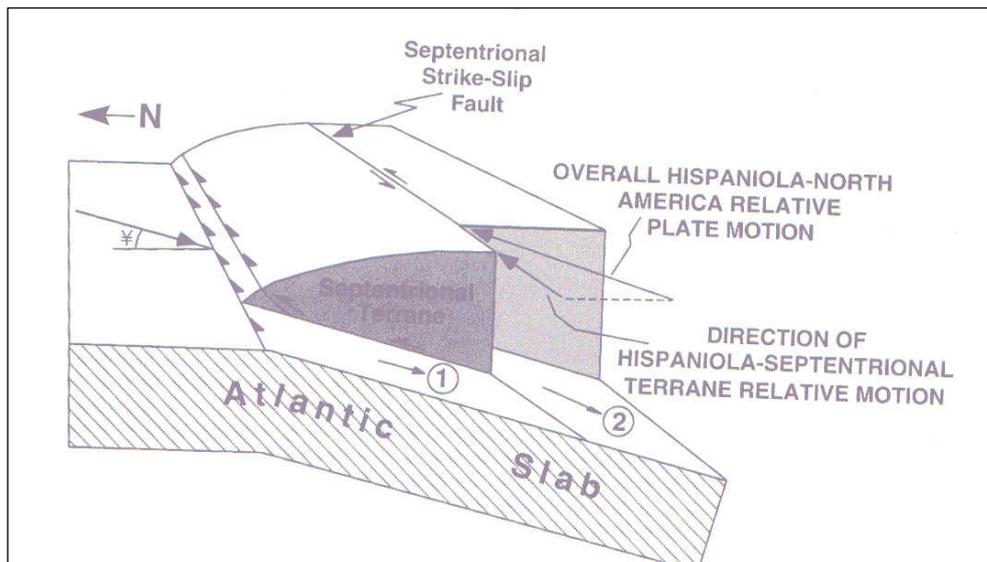


Fig. 3.1.3. Esquema del origen y evolución de la placa del Caribe, tomado de Mann *et al.* 1999. El *plateau* oceánico del Caribe se forma por el movimiento de deriva hacia el este de una corteza oceánica "normal" que, desde el Pacífico oriental, pasa por encima del punto caliente (*hot spot*) de las 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*).



3.1.4. Bloque diagrama esquemático propuesto en Dolan y Mann (1998) para explicar las relaciones de movimiento de desgarres sinestrales y cabalgamientos dentro de un contexto de convergencia oblicua distribuida en el límite septentrional de la placa Caribeña.

La estructura de la Hoja y su entorno más inmediato es el resultado de la superposición de la mayoría de los procesos que se acaban de mencionar, si bien en ella intervienen de forma directa la transformación de la cuenca trasera del arco (cinturón de Trois Rivières-Peralta) en un margen activo a partir del Eoceno, y la tectónica desgarres, en parte simultánea con la anterior, pero que sobre todo ha incidido en su evolución más reciente. Con menor participación en la zona, en todo caso limitada a la estructura general de la Cuenca de San Juan, también hay que citar el levantamiento de una parte de la meseta oceánica del Caribe a partir del Mioceno, que sobre todo afecta al sector meridional de La Española.

3.2. Marco geológico-estructural de la zona de estudio

En la Hoja de Bánica intervienen los dominios de la Cordillera Central, del Cinturón de Trois Rivières-Peralta y de la Cuenca de San Juan (Figs. 1.3.2 y 2.1.1). Por su limitada representación, en esta memoria no se hacen más referencias a la estructura interna de la Cordillera Central que las ya realizadas en capítulos precedentes. Para mayor detalle, se sugiere consultar las memorias de las Hojas contiguas de este mismo Proyecto donde esta cuestión está recogida con suficiente amplitud. Baste decir que el pequeño afloramiento de la Fm Tireo de la esquina NO de la Hoja se ha integrado, desde el punto de vista estructural, en el subdominio Meridional de la Cordillera Central, el cual, aparte de la citada formación está constituido por una importante intrusión tonalítica (batolito de Macutico y macizo de la Loma del Tambor), y afectado por dos grandes desgarres de dirección regional ONO-ESE, la falla de La Guácara y la falla de Macutico-Burende (Figs. 1.3.2 y 2.1.1).

El dominio del Cinturón de Trois Rivières-Peralta está delimitado por las fallas de San José-Restauración y de San Juan-Los Pozos. La primera define su contacto con el dominio contiguo al norte de la Cordillera Central y se ha descrito como un gran desgarre sinistral (Mann *et al.*, 1991b) que, al menos en algunos tramos (por ejemplo, en su segmento SE-Hernaiz Huerta, 2000 a y b), tiene un componente netamente inverso. En sectores más orientales, se ha podido comprobar, no obstante, que este contacto corresponde a una discordancia de algunas formaciones del allí denominado Cinturón de Peralta (Fms Jura y Ventura) sobre la Fm Tireo (Díaz de Neira 2000 a; Gómez Sainz de Aja, 2000). Esta disposición se repite en la zona de estudio al NE de la Hoja de Bánica bajo los relieves de la Nalga de Maco (Hoja de Jicomé; Contreras, 2004- Fig. 2.1.1-) y permite considerar a esta

última formación como el sustrato más probable de al menos una buena parte de la cuenca trasera de Trois Rivieres-Peralta.

La falla de San Juan-Los Pozos fue definida por Michael y Lewis (1980) y es considerada como una zona de falla por Ruth (1989). Este autor sitúa la zona de falla, en el sector de las Hojas de Bánica y Arroyo Limón, a lo largo del margen norte de la sierra de Catanamatías, (bloque estructural de Yacahueque de Michael y Lewis, 1980). Sin embargo, tras la cartografía conjunta de estas dos Hojas realizada en el presente Proyecto, parece más razonable incluir la sierra de Catanamatías en el dominio de Trois Rivieres-Peralta y esto se basa fundamentalmente en dos puntos: a) el estilo estructural de la sierra de Catanamatías es similar al que presentan los materiales de la Fm Trois Rivieres; y b) las calizas de la Fm Neiba parecen iniciar en el extremo oriental de la sierra un cambio hacia facies similares a las de la Fm El Numero del Grupo Peralta. La falla de San Juan-Los Pozos marca, por tanto, el límite del cinturón de Trois Rivieres-Peralta con la Cuenca de San Juan (Fig. 2.1.1); en la literatura, numerosos autores atribuyen a esta falla grandes desplazamientos sinestrales durante el Oligoceno-Mioceno (Pindel y Barret, 1990; Dolan *et al.*, 1991), pero en transversales más orientales se ha interpretado con un marcado carácter de cabalgamiento frontal (Hernaiz Huerta, 2000 b; Hernaiz Huerta y Pérez Estaún, 2002

En la memoria de la Hoja de Arroyo Limón (Bernárdez y Soler, 2004) se ha propuesto una división del dominio del Cinturón de Trois Rivieres-Peralta en tres bloques que es extensible a la Hoja de Bánica (Fig. 2.1.1): **el bloque de Trois Rivieres**, fundamentalmente constituido por los materiales de la Fm Trois Rivieres; **el bloque de las sierra de Catanamatías**, constituido por las Fms Neiba, Sombrerito y unidad de Catanamatías; y **el bloque de Peralta**, que básicamente coincide con el Cinturón de Peralta de sectores más orientales y que por tanto, no tiene representación en la zona de estudio. El límite entre el bloque de Trois Rivieres y el bloque de la sierra de Catanamatías está constituido por la zona de falla que en aquella Hoja limita esta sierra por el norte, la zona de falla de Yacahueque; en la Hoja de Bánica, se continúa a lo largo de la traza del río Tocino, y en su segmento más occidental, hasta Bánica, al desaparecer la sierra calcárea, pone en contacto el dominio de Trois Rivieres con la Cuenca de San Juan (Fig. 2.1.1). La zona de falla de Yacahueque (o del río Tocino-Yacahueque según se denominará en la presente Hoja), en su extremo oriental correspondiente a la Hoja de Arroyo Limón, se funde con la falla representada por la milonita de La Boca de Los Arroyos (Fig. 2.1.1). El límite entre el bloque de Peralta y los bloques de Trois Rivieres y de la sierra de Catanamatías se sitúa al sureste de la Hoja de

Arroyo Limón y coincide con un acusado estrachamiento del cinturón, quizá inducido por una falla o estructura no cartografiada, al que se asocia un cambio a las facies de las formaciones del Grupo Peralta.

La **Cuenca de San Juan** tiene un perfil geométrico sinforme relativamente sencillo y está rellena por más de 7.000 m de materiales terciarios y cuaternarios correspondientes a ambientes marinos en la base y continentales a techo (Norconsul, 1983; García y Harms, 1988; Mann *et al.*, 1991 b y d). Esta cuenca se sitúa en el antepaís del Cinturón de Trois Rivières-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 d). Su límite norte con este cinturón coincide con la ya mencionada falla de San Juan-Los Pozos. 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. 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 la cresta de Beata (Díaz de Neira, 2000 b) y, probablemente, el movimiento de la falla de Enriquillo.

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 d) tiene una relación genética con la cresta de Beata 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 Hoja

3.3.1. La estructura del bloque de Trois Rivieres

Dentro del dominio de Trois Rivieres-Peralta, el bloque de Trois Rivieres presenta una estructura dominada los pliegues, los cuales corresponden a dos tipos morfológicos bien diferentes. Por un lado, hay pliegues paralelos de gran radio de curvatura y planos axiales subverticales o ligeramente vergentes al sur; tres de estos pliegues, concretamente tres sinclinales, quedan bien representados en la cartografía, por coincidir su núcleo con el afloramiento de los téminos más margosos de la unidad de Aguamite (unidad cartográfica N° 6). Por otro lado, a escala de afloramiento se reconocen pliegues similares muy angulosos con flancos simétricos a fuertemente asimétricos. En ambos casos los planos axiales son subparalelos a las trazas de fallas principales, de dirección E-O, y más concretamente a la traza de la falla del río Tocino-Yacahueque; en algunos puntos estas fallas cortan los flancos de los pliegues.

Dentro del bloque, la Fm Trois Rivieres acusa un desarrollo generalizado de un clivaje muy penetrativo el cual presenta claras relaciones de plano axial con ambos tipos de pliegues, desarrollando abanicos muy cerrados, con buzamientos de los planos de clivaje subverticales o entre 50 y 80° al norte (Fig. 3.3.1). Las proyecciones estereográficas muestran una relativa consistencia entre la distribución de los polos de la estratificación (con mejor ajuste a un círculo máximo de eje 104/4-dirección de buzamiento y buzamiento), la esquistosidad (plano medio 008/63), las lineaciones de intersección del clivaje sobre la estratificación) y la mayoría de las medidas de los ejes de pliegues menores (Fig. 3.3.1). Todo ello hace suponer que ambos tipos de pliegues son singenéticos y están relacionados con el movimiento de las fallas principales, representando pliegues de propagación muy apretados a favor de ellas, quizá precedidos por un proceso de *buckling* o apretamiento generalizado para todo el dominio.

La diferencia entre los dos tipos de pliegues estaría condicionada por la anisotropía de los materiales, desarrollándose los pliegues similares como pliegues menores sobre tramos de capas con alternancias finas de capas arenosas y pelíticas, mientras que la geometría de pliegues paralelos se desarrolla preferentemente a escala cartográfica y sobre los tramos de serie con capas métricas de pelitas con intercalaciones pluridecimétricas de areniscas. El hecho de que los pliegues menores presenten de forma generalizada inmersiones tanto

hacia el este como hacia el oeste (Fig. 3.3.1) y que algunos de ellos sean netamente cónicos, pueden ser indicativo de que la deformación es probablemente de tipo transpresivo, al menos en sus estadios finales. A favor de esta interpretación hay que añadir la presencia en determinados sectores de un clivaje transversal a los ejes de los pliegues y superpuesto al de plano axial, del que sin embargo no hay suficientes medidas para su diferenciación en la cartografía ni en las proyecciones estereográficas.

La zona de falla del río Tocino-Yacabueque separa el bloque de Trois Rivières del de la Sierra de Catanamátiás. Se trata de una zona intensamente fracturada que coincide con los afloramientos de la unidad de Bois de Laurence situados inmediatamente al norte de la citada sierra. En la Hoja de Bánica estos afloramientos se prolongan se forma discontinua hasta las proximidades de la localidad Bánica, siempre a favor de esta falla, y a ellos se asocian los escasos afloramientos, igualmente discontinuos, del Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho.

La zona de falla tiene una traza aproximada este-oeste que en la mitad oriental de la Hoja de Arroyo Limón se dirige hacia una dirección N 130 y en su extremo oriental se funde en la milonita de Boca de Los Arroyos. Con un buzamiento alto (60-80°) hacia el norte, la falla pone en contacto materiales más antiguos del bloque septentrional (unidad de Aguamite) sobre más modernos del bloque meridional (Fms Neiba, Sombrerito y Arroyo Blanco), y por tanto, su movimiento es fundamentalmente inverso, con una componente en dirección difícil de evaluar. La componente sinistral que regionalmente se le atribuye (Mann *et al.*, 1991b) no se pone de manifiesto en su trazado cartográfico; más bien al contrario, las fallas subordinadas de dirección ONO-ESE que la desplazan son más consistentes con un movimiento dextral.

Dentro de la zona de falla, la unidad de Bois de Laurence se presenta con una deformación muy intensa y generalmente transformada a una cataclasita (a veces foliada) o una harina de falla; tanto el buzamiento de la estratificación como el clivaje, son subparalelos al plano de falla, es decir, subverticales o dirigidos hacia el norte. Los criterios cinemáticos observados en la roca o harina de falla no son concluyentes ya que indican sentidos de movimientos contrapuestos, aunque predominan los direccionales o inverso-direccionales. La cal-milonita de la Boca de Los Arroyos, con más de 250 m de espesor, se desarrolla en esta misma formación; se caracteriza por una fuerte fábrica planar o plano-linear con buzamiento al N o NE, igualmente subparalelo al plano de la falla principal, y una elevada

inmersión (75° - 90°) de la lineación en el mismo sentido; los criterios cinemáticos indican inequívocamente la existencia de movimientos inversos y normales, sin un orden definido entre sí, pero en ningún caso, direccionales. En la Hoja de Arroyo Limón se interpreta que el desarrollo de esta milonita sería tardío y, eventualmente, posterior a los movimientos inverso-direccionales o direccionales preferentes de la falla.

3.3.2. La estructura del bloque de Catanamatías

El “bloque de Catanamatías” definido en la Hoja de Arroyo Limón (Bernárdez y Soler, 2004) coincidiendo más o menos con el bloque estructural de Yacahueque de Michael y Lewis (1980), tiene su terminación occidental dentro de la Hoja de Bánica, concretamente en las lomas de La Longaniza y Pico Prieto, donde aflora la Fm Neiba, y al sur de éstas, en las lomas de la Colorada, el Sovacón y cerros del Cerón donde lo hace la Fm Sombrerito. El bloque constituye en sí mismo una estructura geológica singular. Presenta una forma groseramente romboidal a ovalada, y está limitado al norte por la zona de falla del río Tocino-Yacahueque, al noreste por la milonita de La Boca de Los Arroyos, y al sur y sureste por la falla de El Manguito-Los Copeyes, expresión en la zona de la falla de San Juan- Los Pozos (Fig. 2.1.1). El bloque presenta una expresión topográfica elevada y está rodeado por valles o bajos topográficos por los que discurren sus fallas limítrofes.

La estructura del bloque se ha descrito de forma detallada en la memoria de la citada Hoja de Arroyo Limón. Está dominada por una serie de pliegues y fallas de componente principal cabalgante, con trazas de dirección aproximada este-oeste y vergencia sur (Fig. 3.3.2) a las que acompañan otras fallas de salto en dirección; pliegues y fallas inversas o cabalgamientos parecen estar relacionados y los primeros se interpretan como pliegues de propagación de falla. Así se han considerado en los cortes geológicos que acompañan al mapa de la citada Hoja (y también los que acompañan al mapa de Bánica) y los que se presentan en la Fig. 3.3.3. Las geometrías son perfectamente visibles en los espléndidos afloramientos que presenta este bloque. La traza axial de los pliegues y el trazado de las fallas asociadas son en ocasiones sinuosos. Las fallas oblicuas al trazado de los pliegues y los cabalgamientos o fallas inversas parecen tener salto en dirección

La distribución, orientación, naturaleza y simultaneidad en la formación de las estructuras, tal y como se describen en la Hoja de Arroyo Limón, así como la propia forma romboidal del bloque, ha permitido interpretarlo como un “puente contractivo” (*restraining bend* en

terminología anglosajona) asociado a la conexión de dos segmentos de fallas de desgarre levóginas (Bernárdez y Soler, 2004). Estas estructuras se forman en condiciones de transpresión en las zonas de conexión o “puentes” situados entre dos segmentos de fallas de desgarre que se generan cuando existe o se produce un obstáculo en su avance. Estos puentes dan lugar a una elevación topográfica de forma romboidal u ovoide, limitada por fallas, que en los extremos opuestos (vértices opuestos del romboide) se unen a la falla de desgarre que los origina y presentan unas estructuras en su interior (pliegues y fallas) que suelen tener una cierta oblicuidad con la falla mayor (deformación por cizalla transpresiva).

En la Hoja de Bánica, los afloramientos de la Fm Neiba son bastante más limitados que en la Hoja contigua de Arroyo Limón y se reconoce peor la estructura del bloque que, en todo caso, manifiesta una atenuación de los cabalgamientos hacia el oeste. La estructura se resuelve en un conjunto de pliegues de pequeña longitud de onda, asimétricos, con vergencia sur, algunos de los cuales están relacionados con cabalgamientos o fallas inversas de salto menor. Los pliegues son cilíndricos, con ejes de dirección aproximada E-O y en sus charnelas (aunque no exclusivamente) desarrollan un clivaje de plano axial que tiene mayor presencia en los tramos de margas que en las calizas, donde puede desarrollarse como estilolitos.

En la Hoja de Bánica es la parte meridional del bloque de Catanamatías la que presenta una estructura más espectacular por cuanto constituye un buen ejemplo de deformación sintectónica. En ella, la unidad de Catanamatías se encuentra discordante sobre la Fm Neiba con una inclinación suave hacia el sur, o ligeramente cabalgada por ella en esta misma dirección. A su vez, la unidad está deformada por pliegues asimétricos con ejes sub-horizontales y direcciones O-E a NO-SE. Los pliegues tienen dimensiones de varios hectómetros. Los flancos de los pliegues y los sinclinales están “cortados” por cabalgamientos de bajo-medio ángulo. En los cortes adjuntos a los mapas y de la Fig. 3.3.3 se han interpretado como como pliegues de propagación asociados a fallas cuyos planos se verticalizan en profundidad. La continuidad lateral de las estructuras es complicada por las condiciones de afloramiento, aunque buenos ejemplos se encuentran en las laderas meridionales del Sobacón. Las capas más antiguas de los conglomerados de la unidad Inferior de la Fm Sombrerito (unidad N° 12) se encuentran discordantes sobre un anticlinal de la unidad de Catanamatías (11), pero a su vez, están basculadas y con los estratos dispuestos verticales. Este anticlinal se desarrolla en el bloque de techo de otro cabalgamiento que discurre próximo al contacto entre la unidad de Catanamatías y la Fm

Sombrerito. Inmediatamente al norte de él se ha cartografiado una falla de componente normal importante que hunde el bloque meridional. Uno y otra tienen poca continuidad hacia el oeste. En la unidad de Catanamatías y la parte inferior de la Fm Sombrerito, los tramos margosos muestran un clivaje incipiente.

La deformación progresiva de unidades sedimentarias más modernas hacia el sur, así como la vergencia de las estructuras en esta misma dirección, parecen indicar una secuencia de propagación de los cabalgamientos de bloque inferior. Los conglomerados (12), como las margas, calcarenitas y areniscas de la parte inferior de la Fm Sombrerito sedimentadas en la lateral (13), van decreciendo su buzamiento progresivamente desde la vertical. El abanico de capas muestra la sedimentación coetánea con el desarrollo de un frente de cabalgamiento, localizado en el margen meridional de la Fm Neiba y en la parte inferior de la propia unidad Catanamatías, que se propaga hacia el sur. La discordancia angular sintectónica, de la discordancia progresiva, es visible en La Cana, el Arroyo Charco Colorado y el Arroyo Vallecito. Los tramos más modernos de la unidad de conglomerados (12) y las calizas arrecifales (unidad 14) están fosilizando el frente de pliegues y cabalgamientos.

Más al sur, la cartografía registra otra falla importante situada a lo largo de la ruptura de pendiente entre la sierra y la llanura. Es la falla de El Manguito, denominada de Los Copeyes en la contigua Hoja de Arroyo Limón, ambos nombres locales que en este sector de las Hojas de Bánica y Arroyo Limón recibe la falla de San Juan-Los Pozos (Fig. 2.1.1). En la Hoja de Bánica, la falla de El Manguito-Los Copeyes corta las partes orientales de la discordancia progresiva y divide a la sucesión de la Fm Sombrerito en una parte septentrional, estratigráficamente inferior, con suave o moderado buzamiento, de la una parte meridional, estratigráficamente más alta, con disposición monoclinial y alto buzamiento hacia el sur. La falla es una estructura subvertical con inclinación hacia el norte, que eleva el bloque septentrional, en cuyo margen se desarrolla un incipiente clivaje y produce el basculamiento del meridional. Su movimiento debe ser contemporáneo con la deposición del abanico de capas de las formaciones Arroyo Blanco y, quizá, Arroyo Seco, encima de la Fm Sombrerito. La continuación de la falla de El Manguito-Los Copeyes hacia el oeste no está clara. En la cartografía se ha supuesto que su traza discurre al sur de los afloramientos de calizas arrecifales de la Fm Sombrerito del cerro el Cerón y loma de la Colorada, cubierta por depósitos cuaternarios de la planicie de Sabana Mula, hasta enlazar al oeste de la loma

La Longaniza con la traza de la falla del río Tocino-Yacahueque, cerrando así por el oeste el bloque de Catanamatías (Fig. 2.1.1).

La proyección esteográfica de los datos de estratificación, clivaje de plano axial y los ejes de pliegues tomados en este bloque, tanto en la Fm Neiba como en la unidad de Catanamatías y la Fm Sombrerito, son consistentes entre sí y presentan pautas muy parecidas a las obtenidas en la Fm Trois Rivières (Fig 3.3.1).

3.3.3. La estructura de la Cuenca de San Juan

El contacto septentrional de la Fm Arroyo Blanco con las calizas de la Fm Sombrerito en el sector occidental de la Hoja, al sur de las lomas de San Francisco, de los Cucuruchos y de la Palma, corresponde a una discordancia cartográfica bajo la formación en relación con el progresivo acuñaamiento hacia el oeste de la misma, con condensación y solapamiento, u *onlap*, en la esa dirección; el trazado de las líneas de capas así lo pone de manifiesto. Este contacto está parcialmente mecanizado a favor de la falla del río Tocino-Yacahueque, que inclina las capas hacia el sur o incluso las verticaliza y cabalga (Fig. 2.1.1).

Inmediatamente al sur, la Fm Arroyo Blanco se encuentra plegada en el sincinal de Bánica (Fig. 2.1.1). El relleno del sinclinal de Bánica es progresivo, con migración de la sedimentación de este a oeste, en respuesta a una elevación producida desde el este. El levantamiento y plegamiento simultáneo produce varios ejes de pliegues en la parte inferior de la serie con inmersión hacia al SO o OSO, que confluyen en esa dirección en uno sólo hacia la parte alta de la misma. De esta forma, cerca de Bánica aparecen las capas más modernas de la Fm Arroyo Blanco e incluso sobre ellas llega a aflorar un retazo de la Fm Arroyo Seco. No obstante, la acusada inflexión que se observa al norte de María Isabel podría adicionalmente responder al movimiento de una fractura transversal oculta bajo los depósitos cuaternarios.

La estructura del sinclinal de Bánica no hace si no repetir, más al oeste, la disposición de la discordancia progresiva compuesta observada en la Fm Sombrerito infrayacente, que tenía su ápice localizado hacia el centro de la Hoja y con la abertura de capas orientada al este. Otro hecho destacable es la abundante presencia de niveles arrecifales superpuestos en el centro del sinclinal y en las capas más antiguas de la Fm Arroyo Blanco, en principio un área de sedimentación a mayor profundidad.

FIG. 3.3.1. PROYECCIONES ESTEREOGRÁFICAS DE LA HOJA DE BÁNICA

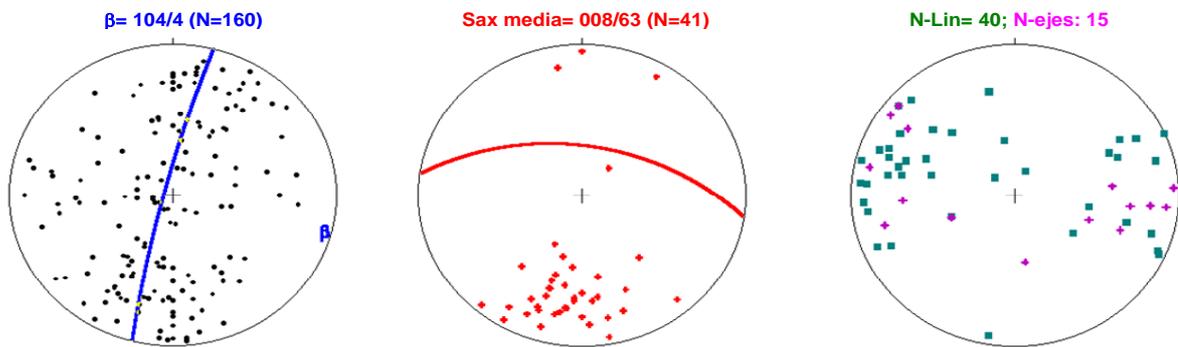
- A) Estratificación (So-polos). Se representa el círculo máximo con mejor ajuste y su polo (β), que indica la posición media estimada de los ejes de los pliegues.
- B) Clivaje de plano axial (Sax-polos). El círculo máximo representa la posición media de las medidas del clivaje.
- C) Cruces: ejes de pliegues; Cuadrados: Lineación de intersección del clivaje (Sax) sobre la estratificación (So)
(Proyección equiareal; N: N° de datos en cada proyección)

(A)

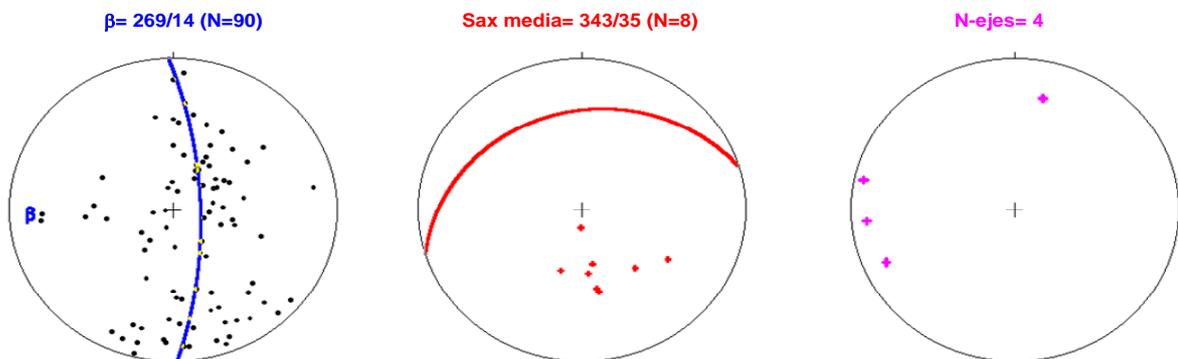
(B)

(C)

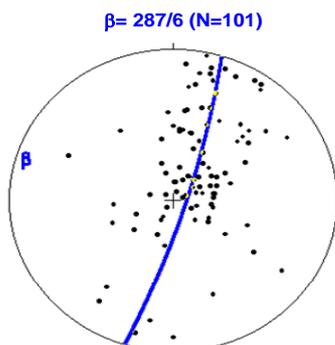
BLOQUE DE TROIS RIVIERES (Medidas tomadas en la Fm Trois Rivieres)

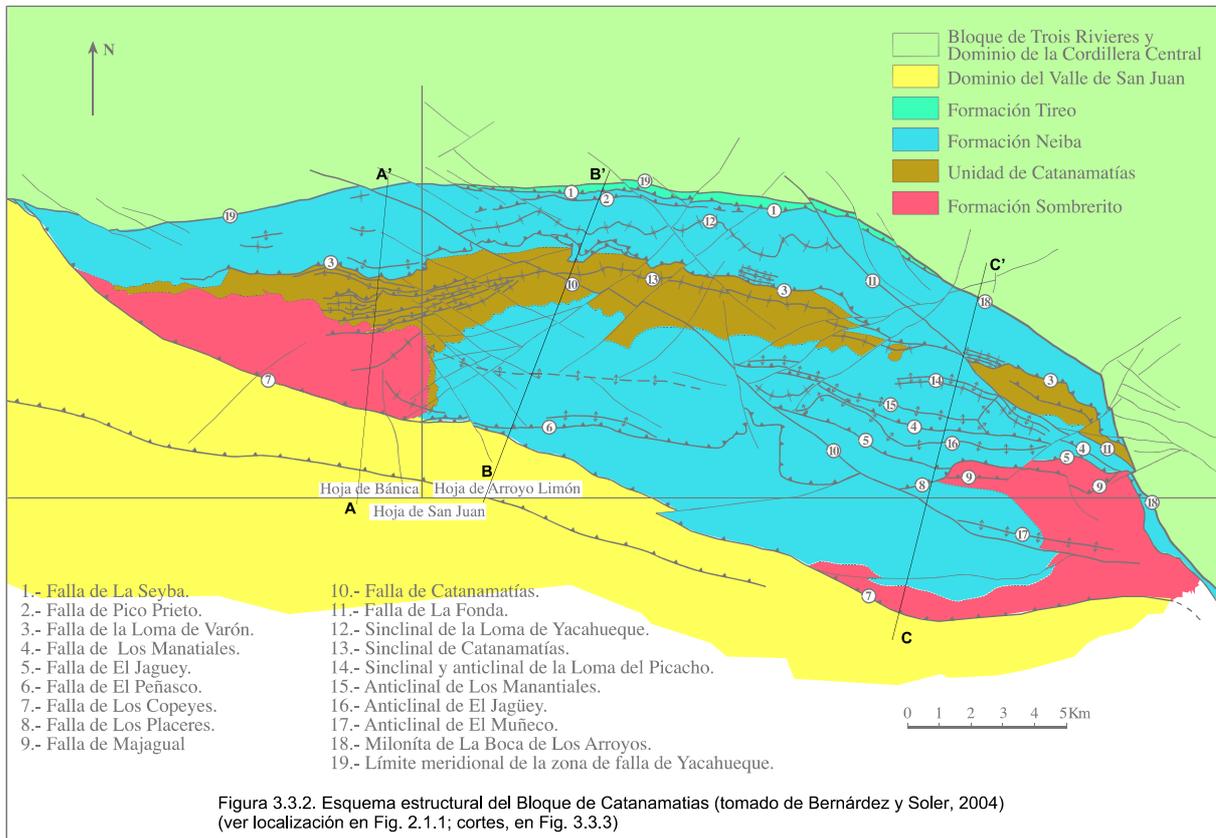


BLOQUE DE CATANAMATÍAS (Medidas tomadas en la Fms Neiba, Sombrero y unidad de Catanamatías)



CUENCA DE SAN JUAN (Medidas tomadas en las Fms Trinchera, Ayo. Blanco y Ayo. Seco)





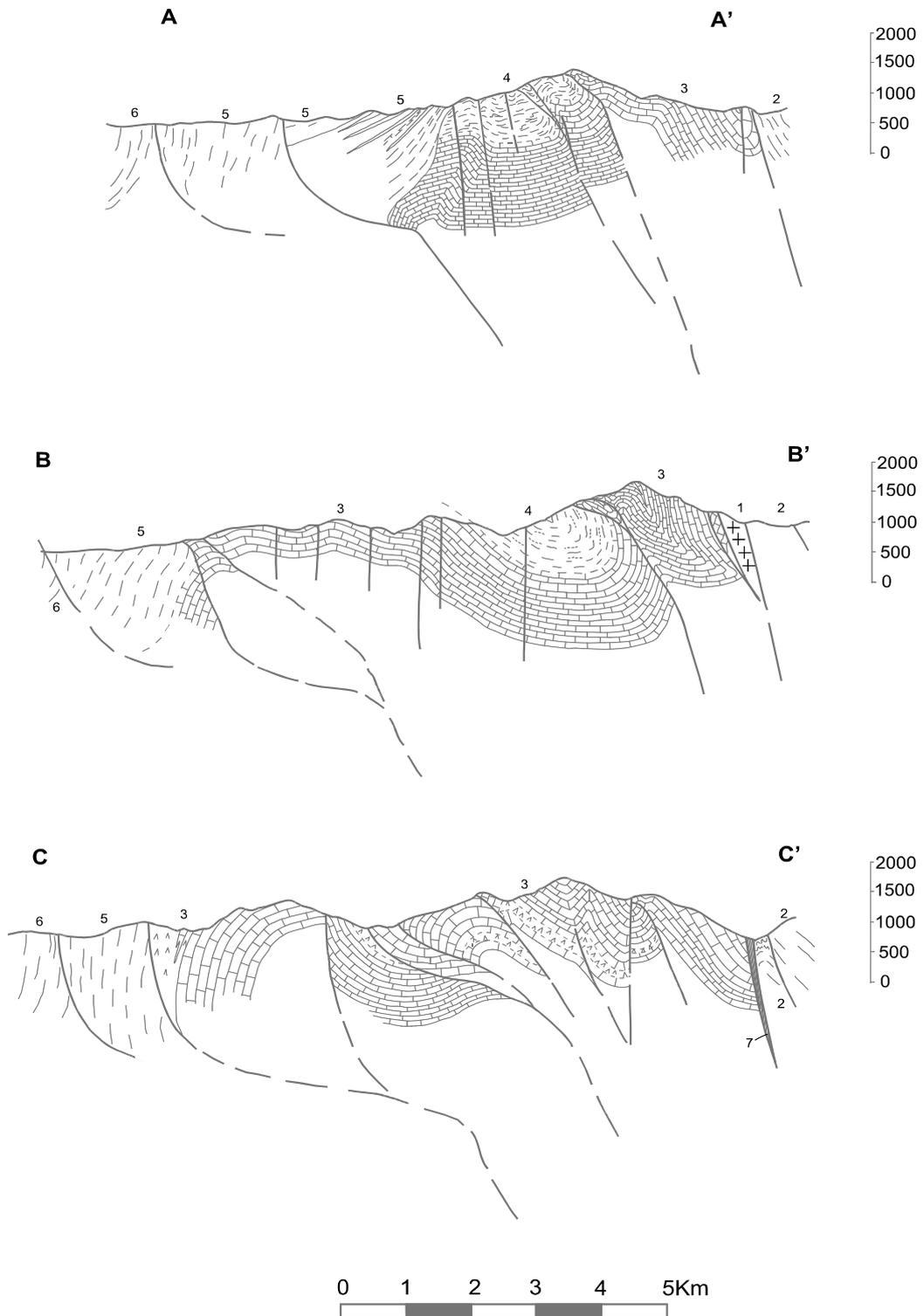


Fig. 3.3.3. Cortes geológicos del Bloque de Catanamatias (ver situación en Figs. 2.1.1 y 3.3.2)
1.- Formación Tireo; 2.- Formación Trois Rivieres; 3.- Formación Neiba; 4.- Unidad de Catanamatias;
5.- Formación Sombbrero; 6.- Formación Arroyo Blanco; 7.- Milonita de la Boca de Los Arroyos.

El sinclinal de Bánica limita al sur con el anticlinal de María Isabel (Fig. 2.1.1), de dirección ONO-ESE, ya así nombrado por Ruth (1989), a favor del cual aflora la formación Trinchera. Este anticlinal se sitúa en el bloque de techo de la falla de La Clavellina (Ruth, 1989) y se supone relacionado con ella, posiblemente como pliegue generado durante la de propagación de la misma hacia el sur. El límite norte del anticlinal de María Isabel con el sinclinal de Bánica es brusco y viene marcado por una falla subvertical de igual dirección al anticlinal y a la propia falla de La Clavellina (falla de Espinosa-Sabana Grande-(Fig. 2.1.1)-), que se interpreta como una falla normal, quizá en parte sinsedimentaria, que hunde el bloque septentrional. No obstante, el hecho de que en el bloque septentrional, junto a la falla, se encuentren capas de la Fm Arroyo Blanco en disposición subvertical o incluso invertida, también podría sugerir su interpretación como un retrocabalgamiento o falla inversa con vergencia norte.

El desarrollo del anticlinal de María Isabel asociado al movimiento de la falla de la Clavellina fue sincrónico con la sedimentación de las formaciones Arroyo Blanco y Arroyo Seco, y dio lugar a un abanico de capas abierto hacia el sur. La continuación al este de ambas estructuras, anticlinal y falla de la Clavellina, no es inmediata al quedar su afloramiento interrumpido bajo los depósitos cuaternarios de la planicie de Sabana Mula. No se debe descartar que las dos estructuras se amortigüen en esa dirección; sin embargo, en la cartografía se ha preferido continuar la traza supuesta de la falla de La Clavellina a lo largo del margen meridional de la planicie de Sabana Mula. Esta interpretación se basa, fundamentalmente, en los siguientes datos: el cambio lateral de facies entre las Fms Trinchera y Arroyo Blanco, desaparece hacia el este de la Hoja, en paralelo a la dificultad en reconocer la continuidad de la falla de Clavellina; sin embargo a partir de ese punto se reconoce bien en la cartografía una disposición en *onlap* hacia el este de las capas de la Fm Arroyo Blanco a lo largo del citado margen de la planicie, que invita a interpretarlo como un frente cabalgante que se propaga hacia el oeste, tal y como ocurría en el resto de las estructuras

En resumen, en el interior de la Cuenca de San Juan se vuelve a reconocer una falla con alto buzamiento hacia el norte (falla de La Clavellina) y su anticlinal asociado (anticlinal de María Isabel) que, junto con la propia falla del río Tocino-Yacahueque, han funcionado de manera simultánea a la sedimentación de las Fms. Arroyo Blanco y Arroyo Seco (Mioceno-Plioceno-Pleistoceno?). Estas estructuras dividen al área de depósito en varios depocentros:

sinclinal de Bánica y flanco sur del anticlinal de María Isabel. Las estructuras parecen mostrar un progresivo crecimiento en el tiempo hacia el sur y oeste y quizá, un relevo lateral.

3.4. Modelo y edad de la deformación

La interpretación de las estructuras de la Hoja de Bánica, especialmente las del interior de la Cuenca de San Juan, no coincide del todo con la realizada por Ruth (1989). Sin embargo, es interesante reseñar que el flanco meridional del anticlinal de María Isabel corresponde al flanco de una gran estructura sinclinal (del Río Macasia) definida por este autor, cuyo eje sinclinal se encuentra hacia el centro de la Cuenca de San Juan. En el ámbito de su zona de estudio, que se extiende hasta el margen meridional de la cuenca, Ruth (1989) diferenció un conjunto de pliegues y fallas inversas de alto ángulo y buzamiento al sur, desarrollados sobre rocas de la Fm Sombrerito, y más modernas al sur de Las Matas de Farfan. Estas fallas reversas tienen un enraizamiento profundo según se desprende de la interpretación de un perfil sísmico de buena resolución realizado una transversal más oriental del valle de San Juan (Nemec, 1980-Fig. 3.4.1), en el que aparentemente cortan verticalmente toda la secuencia de relleno de la cuenca y su sustrato (Fm Neiba y serie infrayacente desconocida). Ruth (1989), como otros autores, entre los que se encuentran los que se dedicaron a la exploración petrolífera (en Norconsult, 1983), han interpretado todo el conjunto de estructuras mediante un modelo general de estructuras transpresivas (en parte con geometría “en flor” - *wrench flower structures*) asociadas al funcionamiento de grandes desgarres senestros. Este modelo sería consistente con el considerado anteriormente para explicar la estructura general de la sierra de Catanamatías y podría servir para explicar también la estructura interna del bloque de Trois Rivières.

Sin embargo, es un hecho que no todas las estructuras han actuado a la vez, al menos en el sector de la Hoja de Bánica y que la deformación y el relleno de la cuenca o subcuencas sintectónicas muestra una clara propagación hacia el sur, más conforme con empujes dirigidos desde el norte. En ese caso, la deformación se podría contemplar, alternativa o adicionalmente, producida por la inversión de la cuenca trasera de Trois Rivières-Peralta como consecuencia de una convergencia oblicua (con la placa Norteamericana) regulada en buena parte por desgarres (Mann *et al.*, 2002).

Tras el periodo de calma tectónica representado por la Fm Neiba, los primeros síntomas de inestabilidad se manifiestan, a partir del Oligoceno Superior, durante el depósito de la parte

alta de la unidad de Catanamatías y con mayor rotundidad, a partir del tránsito Oligoceno-Mioceno y todo el Mioceno Inferior, coincidiendo con el depósito de la Fm Sombrero. Es preciso señalar que en sectores más meridionales de la isla (sierra de Neiba, Cuenca de Enriquillo), la deformación no se manifiesta, de forma incipiente, hasta el Mioceno Superior, y de forma definitiva, hasta el Plioceno Inferior-Medio (Hernaiz Huerta, 2004 a y b)

Posteriormente, como se ha descrito en apartados anteriores, la deformación continúa durante todo el Plioceno y Pleistoceno simultáneamente al depósito de las Fms Arroyo Blanco y Arroyo Seco, y se puede decir que la tectónica sigue activa hasta la actualidad. En este sentido, hay que indicar que la falla del río Tocino-Yacahueque, en su segmento más occidental, al sur de Pedro Santana, parece cortar algunos sistemas aluviales locales y de pequeñas dimensiones atribuibles a la Fm Arroyo Seco o quizá a formaciones cuaternarias más modernas. Fallas normales o inversas de direcciones N-S o O-E, planos verticales y pequeño salto (desde varios cms hasta 1 m) se han observado en varios puntos de la Hoja afectando a la Fm Arroyo Seco, así como a niveles de caliche cuaternario. Por último, cabe destacar por su carácter muy reciente, la falla de dirección E-O que discurre al sur de Los Cedros, y que produce un importante escalón morfológico en la superficie de erosión que afecta a este sector del bloque de Trois Rivières.

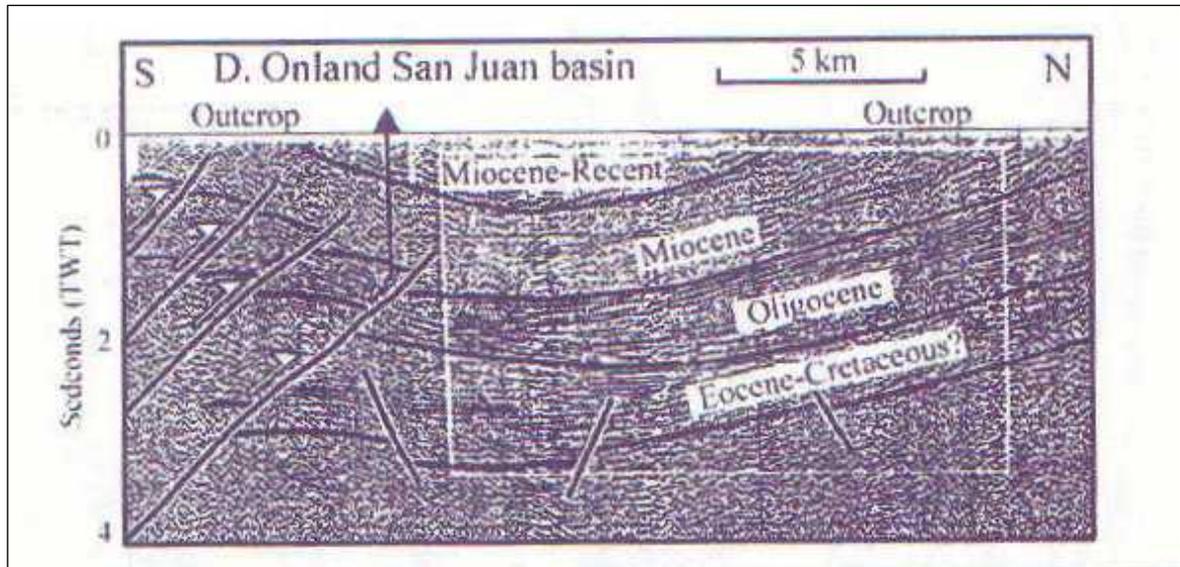


Fig. 3.4.1 Línea sísmica de la cuenca de San Juan. Interpretación de Mann *et al.* 1999, modificada de Nemeč (1980). Ver explicación en el texto

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, cuya representación aparece plasmada en el Mapa Geomorfológico a escala 1:100.000 de Restauración (5971), atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales) se trata en el apartado correspondiente a la estratigrafía de los materiales cuaternarios.

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

En la Hoja aparecen las siguientes unidades morfoestructurales de rango mayor: la Cordillera Central y el valle de San Juan.

La Cordillera Central es el principal sistema montañoso de la isla. La Hoja de Bánica se sitúa en los relieves pertenecientes al denominado macizo del Noroeste de De la Fuente (1976). La Cordillera Central ha sido arrasada en al menos una ocasión y afectada por procesos de peniplanización en los se crearon amplias superficies de erosión, hoy parcial o completamente degradadas. Estas se reconocen en la Hoja de Bánica y se tratan más ampliamente en el apartado de formas poligénicas.

En prolongación de la Llanura Central Haitiana, el valle de San Juan dominicano se extiende entre la Cordillera Central y la Sierra de Neiba.

4.1.1.1. Formas estructurales

La influencia tectónica en el origen y configuración del relieve queda reflejada en las denominadas formas estructurales. La alternancia de capas de roca con diferente respuesta al ataque de los agentes externos propicia la erosión diferencial reflejando en la morfología caracteres geológicos estructurales. Es por tanto la estructura geológica la que controla el relieve. Los agentes externos solo descubren y modelan sobre un patrón preestablecido.

En la Hoja de Bánica son frecuentes los relieves estructurales desarrollados a favor de la diferencia de competencia existente entre los materiales del substrato. Así, los macizos calizos (Loma Longaniza, Loma Pico Prieto) que suelen presentar vagas estructuras monoclinales dan lugar a importantes relieves donde las *líneas de capa* están muy bien representadas. También pueden aparecer *superficies estructurales* cuyos límites pueden ser muy abruptos mostrando *escarpes estructurales* más o menos importantes. Estos se desarrollan gracias a la existencia de una capa dura y no están vinculados necesariamente a la aparición de una plataforma pudiendo aparecer de forma individualizada. En la cartografía se han diferenciado atendiendo a su tamaño.

En la Cordillera Central aparecen diversas morfologías relacionadas con el trazado de fallas, algunas con expresión morfológica clara. Corresponden a *fallas con componente inversa*, más raramente normal, y desgarres cuya longitud puede superar 10 km. También se han identificado *cabalgamientos o fallas inversas con expresión morfológica* como la que afecta a la propia formación Tríos Rivieres en su sector NO, al sur de Los Cedros, o la que marca su límite meridional y la pone en contacto con los materiales más competentes de las formaciones Neiba, Sombrero y Arroyo Blanco (falla del río Tocino-Yacahueque). Sobre esta última formación, la erosión diferencial produce un relieve en cuestas.

En ocasiones, la presencia de rasgos morfológicos parece estar condicionada por una falla, sin que se tenga la total certeza de su existencia; en otras, las fallas parecen encontrarse bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos, habiéndose representado en ambos casos como *fallas supuestas*.

4.1.2. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la Cordillera Central y el valle de San Juan tiene como resultado una expresión geomorfológica sensiblemente diferente. Así, el modelado de la Cordillera es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos (ígneos y tectónicos) acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los 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 y poligénico.

En el caso del valle de San Juan, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica arranca con los procesos de sedimentación y acumulación de los materiales procedentes de la Cordillera Central, iniciados entrado el Cenozoico.

4.1.2.1. Formas gravitacionales

Los movimientos en masa son uno de los procesos geomorfológicos dominantes en los trópicos. Su abundancia en la Cordillera Central es notable, favorecida por los importantes desniveles existentes: Sin embargo, en la Hoja de Bánica no hay deslizamientos de tamaño cartográfico, si bien son frecuentes los de entidad menor. En cualquier caso, se trata de formas efímeras, ya que la propia dinámica de retroceso de las vertientes provoca su permanente evolución.

Más abundantes y con representación cartográfica son los *coluviones*, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial. A pesar a los desniveles existentes en el ámbito de la Cordillera Central, no se trata de formas excesivamente extendidas ni de grandes dimensiones, en buena parte como consecuencia de la propia dinámica de retroceso de las vertientes, que provoca su permanente evolución.

4.1.2.2. Formas fluviales

Son las formas con mejor representación en la Hoja. Su cartografía permite asimismo una detallada caracterización de la red de drenaje. La red de drenaje puede ser clasificada basándose en la densidad de corrientes, textura y forma, factores todos ellos deducibles a

partir de fotointerpretación, aplicando la clasificación de Way. Los terrenos de la Cordillera Central presentan una densidad de drenaje fina a media con una textura de drenaje de tipo dendrítico. El río Artibonito, principal eje de drenaje de la Hoja, presenta un marcado contraste entre la mitad norte y la mitad sur de la Hoja. En la mitad norte aparece encajado en *cañones* profundos mientras que en la mitad sur, aguas abajo de Pedro Santana, presenta un buen desarrollo de *terrazas*. Dicho contraste es reflejo directo de los cambios en el substrato geológico y su estructura a lo largo del curso fluvial.

Los *fondos de valle* aparecen mejor representados en el valle de San Juan que en la Cordillera Central. Estas formas suelen quedar delimitadas por rupturas de pendiente, más o menos pronunciadas, cóncavas, en ambas orillas a lo largo de su curso. Pueden presentar drenaje en su parte media o no. Cuando el drenaje incide el fondo de valle se ha cartografiado como *incisión lineal*. Es frecuente que los fondos de valle hayan sido habilitados para el cultivo por lo que muestran cierta antropización que se traduce en márgenes que protegen los campos. Esta forma implica por sí misma un cierto depósito. A pesar de su aparente falta de funcionalidad forman parte de la red de drenaje concentrando, en caso de fuertes precipitaciones, la arroyada. Son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de los principales elementos de la red fluvial actual.

Se han identificado niveles de *terrazas*, especialmente en el río Artibonito a su paso por el valle de San Juan, aunque su tamaño y distribución, así como la escala de trabajo, han condicionado que no se separen cartográficamente en niveles; no obstante, se han reconocido: terrazas Inferiores +5-10m, medias +20-25 m y superiores +40-50 m sobre el cauce actual.

Entre las formas erosivas se han reconocido: barrancos de *incisión lineal*, ampliamente representados en el dominio de la Cordillera Central y *aristas divisorias*. Estas formas son las más frecuentes de la zona, especialmente en el dominio montañoso. El proceso erosivo ha dado lugar a *gargantas*, *cañones* y *rápidos*, como los que muestra el Artibonito al cruzar la Cordillera Central; *aristas*, que poseen una notable representación; y *cárcavas*, poco frecuentes debido a la elevada proporción de materiales competentes, pudiendo aparecer aisladas o en áreas acarcavadas, habiéndose conservado en algunas ocasiones su cabecera.

También tienen representación los *conos de deyección* y *abanicos aluviales* dispuestos al pie de los relieves calizos que orlan la planicie de Sabana Mula. Su depósito se produce 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. Las dimensiones máximas de estos abanicos no superan los 3-4 km².

4.1.2.3. Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso morfogenético. En este grupo se incluyen los piedemontes y las superficies de erosión que aparecen en la Hoja.

Es llamativa la *superficie de erosión* que, disectada en retazos, afecta a los materiales de la formación Trois Rivieres en el sector NO de la Hoja, al sur de Los Cedros. La superficie presenta una variación de cotas entre los 400 y 450 msnm, cuyo origen no es evidente; la explicación de este hecho se atribuye a varios factores: la existencia de más de una superficie; el efecto de deformaciones tectónicas posteriores a la elaboración de la/las superficies (fracturas, basculamientos); la existencia de desniveles previos importantes (existencia de un paleorrelieve); o, evidentemente, la acción de retoques erosivos posteriores.

Los piedemontes cartografiados como *glacis* (junto a aluviales-coluviales) en el valle de San Juan (entre ellos los de la planicie de Sabana Mula), constituyen la transición entre zonas elevadas, donde la erosión es el proceso predominante, y las áreas de bajo relieve en las que imperan el transporte y sedimentación. Por tanto son morfologías mixtas con carácter tanto mixto como deposicional.

La diferenciación de *glacis* y *abanicos aluviales* (y en este caso también de aluviales-coluviales) es un caso común en trabajos de geomorfología. Un abanico puede convertirse en un *glacis* como consecuencia del descenso del nivel de base y un aumento de la erosión que provoca su degradación y, a su vez, éste puede quedar fosilizado por aportes posteriores formando un claro abanico. En la Hoja de Bánica se ha optado por diferenciar aquellos abanicos que se presentan con claridad como tales, y agrupar los *glacis* con los aluviales-coluviales cuando presentan las características mixtas mencionadas, fundamentalmente en áreas semillanas.

4.2. Evolución e historia geomorfológica

En la evolución e historia geomorfológica de la Hoja de Bánica intervienen fundamentalmente dos etapas: la primera, durante el Paleógeno-Neógeno, en la que el avance del dominio de la Cordillera Central hacia el sur y posterior colisión con el dominio suroccidental de La Española estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día; y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando la incisión fluvial fue configurando la geometría actual.

La superficie de erosión que afecta a amplias zonas del margen meridional de la Cordillera Central es sin duda post cretácica ya que bisela la formación Trois Rivières de esta edad. La ausencia de otras superficies en la Hoja afectando a materiales más modernos impide precisar más esta edad, pero si se considera la Cordillera en su conjunto, quizá su edad se pueda llevar al menos hasta el periodo Mioceno-Plioceno, cuando parece que se pliega y levanta el bloque de Trois Rivières respecto a la cuenca de San Juan al sur. En este sentido se desconoce la edad del cabalgamiento que afecta a dicha superficie en el sector NO de la Hoja, al sur de Los Cedros. En cualquier caso, esta superficie de erosión, una vez exhumada, sirvió de punto de partida para la progresiva instalación de la red fluvial actual, con toda probabilidad a lo largo de todo el Cuaternario. No se conoce con precisión la fecha de inicio de esta incisión aunque es, sin duda, posterior a la deposición de la serie neógena que aparece más al sur; momento que debe situarse a finales del Plioceno.

Es evidente que el balance erosivo se mantiene prácticamente hasta la actualidad. Durante este periodo se generan los relieves estructurales por erosión diferencial de la serie neógena, como es el caso de los desarrollados sobre los materiales sedimentarios de la Cuenca de San Juan. A partir del Plioceno, la evolución del relieve ha estado presidida por el comportamiento de la red de drenaje, con fuertes erosiones en la zona montañosa, donde, el encajamiento ha sido simultáneo con la argilización de los materiales volcánicos y sedimentarios, la arenización de los cuerpos intrusivos, el retroceso de las vertientes con desarrollo de coluvionamientos y de movimientos en masa, así como con cambios de orientación de la red por adaptación a fracturas y contrastes litológicos.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La Historia Geológica de la Hoja de Bánica se resume en el cuadro de la Fig. 5.1.1. Arranca con el depósito de la Fm Tireo cuya paleogeografía y evolución volcano-sedimentaria en el dominio de la Cordillera Central, se puede consultar con más detalle en las memorias de las Hojas contiguas realizadas en este mismo Proyecto. La Fm Tireo representa el arco de islas desarrollado durante el Cretácico Superior sobre una meseta oceánica de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior correspondiente, en sentido amplio, al Complejo Duarte. El vulcanismo de la formación Tireo es submarino, probablemente de aguas bastante profundas, y evoluciona desde un quimismo de tipo toleitico a otro de tipo calcoalcalino a lo largo del Cretácico Superior. En parte de modo contemporáneo al depósito de los materiales vulcanosedimentarios de la formación Tireo, tiene lugar el emplazamiento de batolitos de distinta naturaleza, algunos de los cuales, de composición tonalítica, afloran en los sectores próximos al N y NE de la Hoja.

A finales del Cretácico Superior se constituye la cuenca trasera de Trois Rivières-Peralta, adyacente al sur a la cadena de arcos de isla y teniendo como sustrato, al menos en sus partes más septentrionales, a la Fm Tireo. En la Hoja de Bánica, la cuenca trasera comienza su relleno durante el Campaniano, y posiblemente ya desde el Santoniano, con el depósito de las facies turbidíticas de la Fm Trois Rivières (unidad de Aguamite), mientras que sobre el margen meridional de la Cordillera Central se depositan facies equivalentes de talud (Hoja de Arroyo Limón), y algo más al norte (Hoja de Jicomé), facies de plataforma. Tres paleocorrientes medidas por Dolan (1989) en la Hoja de Bánica indican una procedencia noroeste de los aportes. Durante el Campaniano Superior y el Maestrichtiano tiene lugar el depósito de las calizas pelágicas de la unidad de Bois de Laurence, coincidiendo probablemente con un ascenso relativo del nivel del mar. En el arco de isla, mientras tanto, prosigue la actividad volcánica, al menos hasta el Maestrichtiano Inferior.

Sin que se conozca bien su edad u origen, ni su relación con las formaciones adyacentes, a comienzos del Paleógeno, se produjo un vulcanismo de tipo basáltico asociado a facies marinas someras (Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho).

Los primeros materiales terciarios bien datados en la región pertenecen a la formación Neiba, de edad Eoceno Medio-Oligoceno, que en términos generales se depositaron en un

medio de plataforma distal tipo rampa. En la Hoja de Bánica, la plataforma carbonatada registra la llegada de fauna retrabajada desde la plataforma interna en acontecimientos relacionados con tormentas, así como erosiones de la misma durante episodios de alta energía. En las Hojas contiguas al norte de Restauración y Jicomé, facies coetáneas de plataforma carbonatada somera, supuestamente equivalentes a las anteriores (calizas de la Nalga de Maco), se depositaron directamente sobre la Fm Tireo.

Una discordancia separa a los materiales de la plataforma anterior de la unidad de Catanamatías, cuya edad se restringe al Oligoceno Superior. El depósito de esta unidad supone una notable y rápida profundización de la cuenca, con depósito de fangos y llegada de depósitos y fauna retrabajados desde la plataforma carbonatada. En su parte alta, la unidad acusa los primeros síntomas de inestabilidad con la llegada de frecuentes intercalaciones de conglomerados y brechas calcáreas, precursoras de las que caracterizan la Fm Sombrerito suprayacente.

La deformación la resuelven, en un régimen transpresivo o de convergencia oblicua regulado por desgarres, grandes fallas con movimiento direccional e inverso que separan los principales dominios o bloques. Dentro de ellos, se generan cabalgamientos o fallas inversas de alto ángulo y un plegamiento asociado que, al menos en la mitad meridional de Hoja, se propaga de norte a sur.

Los cabalgamientos y pliegues que afectan a la unidad de Catanamatías (y al margen meridional de la Fm Neiba) los fosiliza, cerca del tránsito Oligoceno-Mioceno, una discordancia en la base de un abanico de capas de conglomerados pertenecientes la parte inferior de la Fm Sombrerito (unidad 12), en una configuración que recuerda a los sistemas de abanicos adosados a la emersión de cabalgamientos frontales. Los conglomerados corresponden a la erosión del bloque superior del cabalgamiento, al mismo tiempo que lateralmente se produce una sedimentación profunda con llegada ocasional de elementos de plataforma carbonatada retrabajados e importantes aportes siliciclástico desde deltas (unidad 13). El abanico de capas se interpreta como una discordancia progresiva cuya discordancia angular es fosilizada por conglomerados en claro retroceso hacia el norte. Este proceso de retroceso y denudación del frente, estuvo acompañado por la instalación de barreras arrecifales (14), que se llegan a apoyar sobre él, y por la somerización del surco situado por delante del mismo en donde, a pesar de registrar una sedimentación tranquila fangosa con la llegada de facies carbonatadas someras retrabajadas, ocurren episodios de

colonización y desarrollo arrecifal, así como otros con formación de barras litorales (15). En los sectores más orientales, una profundización pudo anegar esta plataforma carbonatada y favorecer de nuevo la llegada de aportes turbidíticos.

Los abanicos deltaicos, con medios de playa, bahías y arrecifes costeros de la Fm Arroyo Blanco se disponen en discordancia sobre los depósitos de la Fm Sombrerito en el límite septentrional de la Cuenca de San Juan. En sectores más al sur, centrales, de la cuenca, su relleno comienza, a partir del Mioceno Medio, con la Fm Trinchera, de facies más profundas, de prodelta y submareales. De acuerdo con lo observado en la Hoja de Bánica, la Fm Trinchera pasa lateralmente, en su parte alta, a la Fm Arroyo Blanco. La progradación del relleno es sincrónica con el basculamiento hacia el oeste de la cuenca y el inicio en la formación del sinclinal de Bánica. El crecimiento del anticlinal de María Isabel debe ser un poco posterior, quizá de edad Mioceno Superior-Plioceno Inferior, ya que sobre él se observa la progradación hacia el este de los arrecifes y estratos de la Fm Arroyo Blanco. La progresiva formación del sinclinal de Bánica con su eje inclinado al oeste, produce la migración del depocentro sedimentario en esa misma dirección y su relleno culmina, en su sector más occidental, con facies continentales fluviales de la Fm Arroyo Seco. Al sur, el apretamiento y elevación del anticlinal de María Isabel a favor de la falla de la Clavellina produce un abanico de capas en las Fms Arroyo Blanco y Arroyo Seco.

La intrusión o extrusión del cuerpo de rocas basálticas de la Loma de Sinasal debe ocurrir muy probablemente ya en el Pleistoceno, después de la sedimentación de la Fm Arroyo Seco o de la mayor parte de ella, ya que no acusa el basculamiento de ésta. Posterior o, en parte, simultáneamente a este evento volcánico, un sistema de abanicos aluviales rellena el margen septentrional de la planicie de Sabana Mula. Este conjunto fue erosionado y desmantelado por un sistema de drenaje que se desarrolló, bien por una elevación de la región por causas tectónicas, por cambios en el nivel de base, o por la acción combinada de ambos procesos. Las terrazas más antiguas muestran una dinámica fluvial capaz de mover y acumular gran cantidad de material en relación con cursos precursores de los actuales.

Fig. 5.1.1
Cuadro de Historia Geológica

6.GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. Hidrogeología

6.1.1. Climatología e hidrología

En el conjunto del valle de San Juan, el clima se puede considerar árido, con una evapotranspiración potencial de referencia ETPo de 1679 mm que, al este, en el sector de San Juan es de 1656 mm, y en el sector de Macasía-Tocino, de referencia para la Hoja de Bánica, es de 1701mm. La evapotranspiración es mayor que la precipitación en todos los meses del año, tendencia que, sin embargo, se invierte en las zonas altas más húmedas. El promedio de lluvia anual es de 1077 mm, con medias de 967 mm para el sector de San Juan y de 1174 mm, para el sector de Macasía-Tocino. La variación mensual de la precipitación presenta un régimen de tipo bimodal con época lluviosa en la primavera (en términos generales en el mes de mayo) y en verano-otoño (desde agosto hasta noviembre) y con sequía en el invierno y en julio. Pero si la variación intra-anual es bastante homogénea en todo el territorio examinado, los meses máximos y mínimos relativos tienen una elevada variabilidad de un lugar al otro, y también entre estaciones bastante cercanas. La temperatura media del aire presenta valores anuales que fluctúan entre menos de 19 °C y más de 26 °C, en el sector de San Juan, y entre menos de 20 °C y más de 25 °C, en el sector de Macasía-Tocino (algunos grados menos en los relieves más altos del norte de la Hoja). La variación intra-anual de la temperatura media oscila entre 3 y 4 °C; el período de mayores temperaturas corresponde a los meses de julio-agosto y lo de mínima a los meses de diciembre-febrero.

Igual que en el resto del sector occidental del valle de San Juan, en la Hoja de Bánica la red hidrográfica drena fundamentalmente de E a O a favor de varios ríos principales (Joca, Tocino) y o secundarios (arroyo de Los Garlitos) que desembocan en el distributario principal, el río Artonito, que fluye con una dirección “anómala” N-S procedente de los relieves de la Cordillera Central. En el sector SO de la Hoja algunos arroyos también fluyen N-S, para acabar alimentando, al sur de ella, el río Yacahueque, distributario del Macasía y que a su vez entronca con el Artibonito cerca de la frontera la SO de la zona de estudio.

6.1.2. Hidrogeología

En el cuadro adjunto (Fig. 6.1.1) se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja de Bánica, 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 San Juan realizado por ACUATER (2000) para el Estudio Hidrogeológico Nacional a partir de las cartografías geológicas preexistentes (Fig. 6.1.2)

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 que pueden ser localmente muy productivos: si tienen recargas laterales: depósitos de abanicos y conos aluviales, y terrazas.*
- *Formaciones porosas discontinuas, sede de acuíferos de permeabilidad variable y productividad media (localmente alta) en condiciones freáticas o confinadas: parte superior del relleno de la Cuenca de San Juan (Fm Arroyo Seco).*
- *Formaciones, de permeabilidad moderada o baja por el predominio de términos lutíticos, localmente porosas en los tramos conglomeráticos, sede de acuíferos locales y discontinuos poco productivos: parte inferior del relleno de la Cuenca de San Juan (Fms. Trinchera y Arroyo. Blanco).*
- *Formaciones porosas o cársticas fisuradas, de permeabilidad media-alta, sede de acuíferos que pueden ser productivos pero de poca continuidad lateral: términos conglomeráticos o arrecifales de la Fm Sombrero.*
- *Formaciones cársticas y fisuradas, sede de acuíferos extensos y productivos, de permeabilidad normalmente alta: calizas fracturadas y carstificadas de la Fm Neiba*
- *Formaciones de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos: formaciones volcánicas (Tireo, Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho, vulcanismo cuaternario), pelítico-margosas con intercalaciones de areniscas o calcareníticas*

subordinadas (Fm Trois Rivieres, unidad de Catanamatías, Fm Sombrerito turbidítica), y cuaternarios predominantemente arcillosos.

En términos generales, las principales fuentes de alimentación de los acuíferos están representadas por una combinación variable de: a) recarga pluvial directa; b) recarga lateral de los relieves marginales; c) alimentación directa a partir de los ríos; d) y, en menor medida, recarga por flujo de retorno de aguas de riego (exceso de riego) e infiltración en canales. Los aportes laterales desde las sierras calcáreas donde aflora la Fm Neiba pueden ser importantes hacia formaciones porosas contiguas ya que la fracturación y la amplia carstificación de las calizas de la Fm Neiba determinan condiciones muy favorables tanto para la infiltración superficial como para el tránsito de las aguas subterráneas. Las circulaciones de agua en esta formación pueden involucrar a circuitos profundos, y su ascenso se produce a favor de las fallas y cabalgamientos que limitan los márgenes del valle de San Juan.

Según ACUATER (2000), el tipo hidroquímico más difundido de las aguas subterráneas es el típico, o sea el tipo bicarbonato-alcalino-térreo aunque hay cierta presencia de aguas de tipo bicarbonato-alcalino. En general, en los acuíferos las aguas presentan condiciones adecuadas de potabilidad que localmente se ven alteradas por valores altos de residuo fijo y nitritos/nitratos.

El modelo hidrogeológico que se contempla para esta zona de enlace entre el margen meridional de la Cordillera Central y la Cuenca de San Juan se sintetiza en la figura 6.1.3 tomada de ACUATER (2000).

FIG 6.1.1. CUADRO RESUMEN DE LAS UNIDADES O AGRUPACIONES HIDROGEOLÓGICAS
HOJA DE BÁNICA

EDAD	UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES CARTOGRÁFI CAS AGRUPADAS	LITOLOGÍAS	GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD	TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES
PLEISTOCENO- HOLOCENO	Aluv-col., glacia, dep. endorréicos y coluviones	22,24 y 25	Limos, arcillas y arenas con cantos y bloques	Baja	Sin acuiferos significativos
	Abanicos aluviales, conos de deyección, terrazas	21, 23 y 26	Conglomerados y gravas esencialmente calcareas, con niveles de arenas y limos	Alta por porosidad intergranular	Acuif. libres de productividad puntualmente alta en algunos conos y terrazas.
	Vulcanismo cuaternario	20	Basaltos	Baja	Sin acuiferos significativos
MIOCENO MEDIO- PLEISTOCENO-(PREIST)	Fm. Arroyo Seco	19	Conglomerados, areniscas y lutitas	Medio por porosidad intergranular	Acuiferos libres, puntualmente, o confinados, en los tramos congl. potentes o amalgamados con productividad media-baja
	Fm. Arroyo Blanco	17 y 18	Alternancias de conglomerados, areniscas y lutitas, con niveles de calizas arrecifales	Baja-medio (en congl.)- por porosidad intergranular y fisuración	Sin acuiferos significativos (o en todo caso muy puntuales) por la escasa continuidad de los tramos conglomeráticos y de calizas arrecifales
	Fm. Trinchera	16	Margas con niveles de limolitas, areniscas y conglomerados	Baja	Sin acuiferos significativos
OLIGOCENO- MIOCENO INFERIOR	Fm. Sombrenito arrecifal	14	Calizas arrecifales y calcarenitas	Alta por carsificación y fisuración	Acuiferos libres o confinados de escasa continuidad con circulación cárstica limitada
	Fm. Sombrenito conglomerática	12	Conglomerados, brechas y areniscas	Alta por por. intergr., fract. y carst.	Acuiferos libres o confinados de escasa continuidad
	Unidad de Catanamatías y Fm. Sombrenito	11,13 y 15	Margas con interc. de calcarenitas, areniscas, conglomerados y brechas	Baja. Muy localmente alta por fisuración	Sin acuiferos significativos
EOCENO O OLIGOCENO	Fm. Neiba	9 Y 10	Calizas tableadas o en bancos con niveles de basaltos	Alta por carsificación y fisuración	Acuif. libres o confinados con circulación cárstica, muy extensos y de gran productividad. Área de recarga regional y de alimentación a posibles acuiferos contiguos al sur. Sus límites tectónicos pueden controlar salidas de aguas profundas.
	Fm. Trois Rivières. Un. Bois de Laurence	7	Calizas y margas	Baja. Localmente alta por fracturación o carsificación	Permeabilidad baja por la transformación de la litología original a una roca de falla
	Fm. Trois Rivières. Un. de Aguamite y rocas filonianas Fm Tiroo y CVS de El Cucurucho	1,2, 4,5 y 6 3 y 8	Lutitas, margas y areniscas Rocas volcánicas	Baja Baja	Sin acuiferos significativos Sin acuiferos significativos

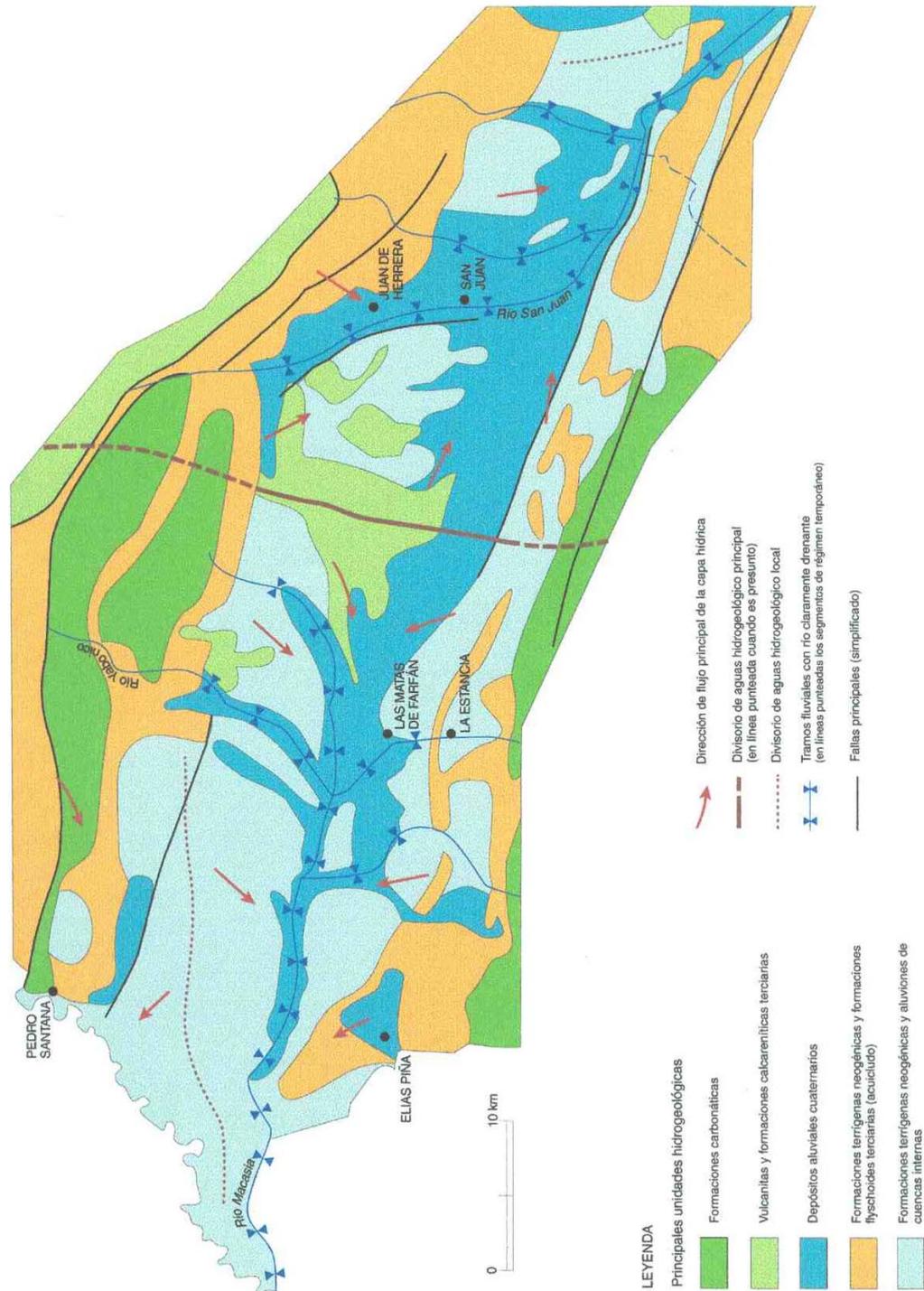


Fig. 6.1.2 Esquema hidrogeológico del valle de San Juan (según Acuater, 2000)

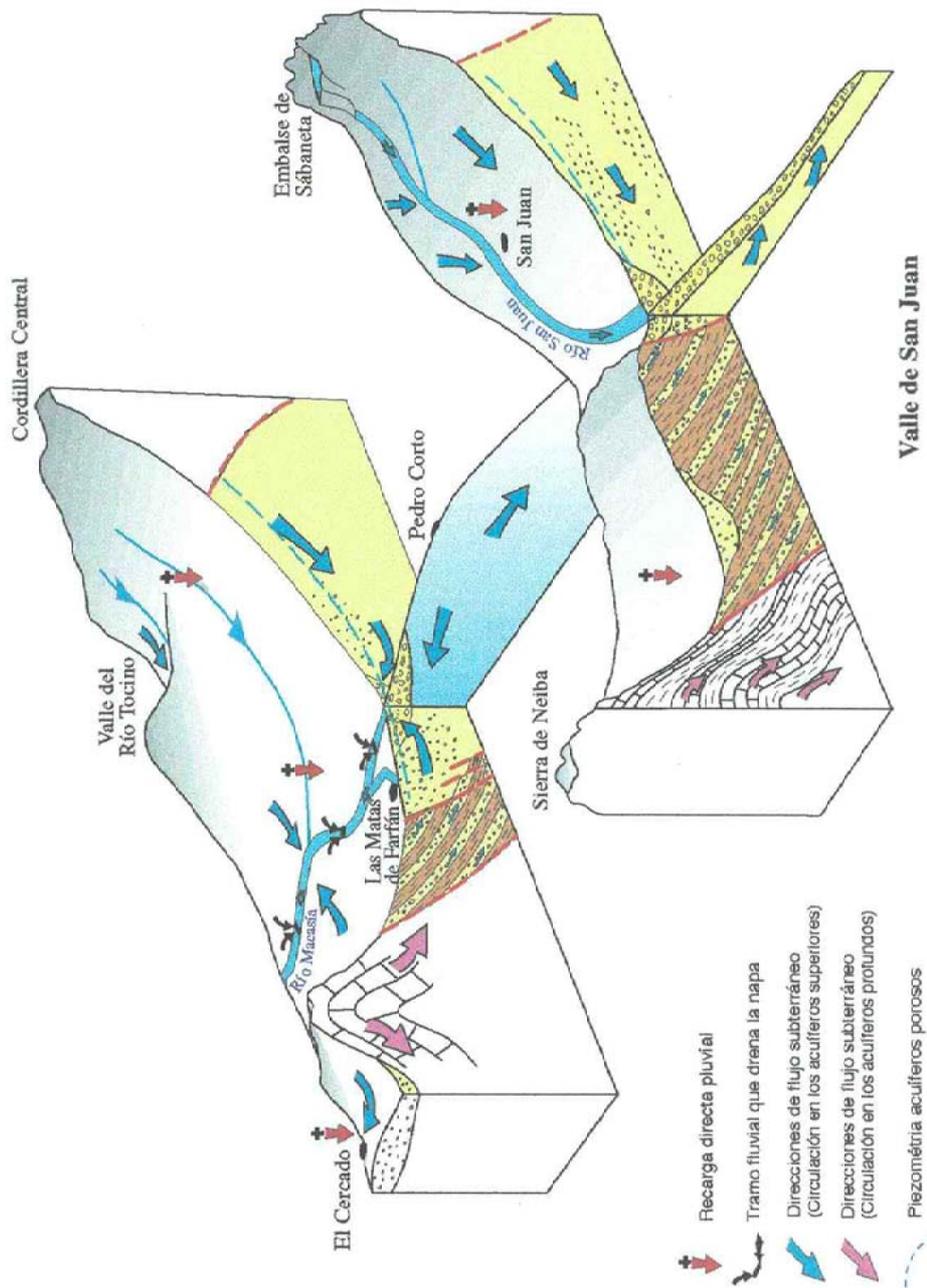


Fig. 6.1.3. Modelo hidrogeológico del valle de San Juan (según Acuater, 2000)

6.2. Recursos minerales

La Hoja de Bánica está exenta de cualquier interés minero digno de reseñar, salvo alguna pequeña cantera abandonada o de uso intermitente. En sectores más al sur, la Cuenca de San Juan ha sido objeto de diversas investigaciones petrolíferas, desde las primeras incursiones de la Dominican Seaboard Company en los años 40, hasta las más recientes llevadas a cabo a finales de los 70 y principio de los 80 por la compañía Anschutz, con apoyo de campañas sísmicas, que incluso llevaron a la perforación de dos pozos exploratorios, Comendador y Candelón-1. Sin embargo, a partir de ese momento, toda investigación quedó paralizada. Información sobre estos trabajos, aunque muy limitada, se puede consultar en Norconsult (1983).

Por lo que concierne a las rocas industriales, apenas hay actividad. En el Mapa Geológico se ha reseñado una única cantera, prácticamente abandonada, a las afueras de Pedro Santana (X: 0216700; Y: 2113800), cuyo material volcánico se ha extraído en otros tiempos para uso como áridos de carretera. Igual uso se le han dado a pequeñas explotaciones o rípios circunstanciales que aparecen a lo largo de diferentes caminos, ninguna de ellas con categoría para ser catalogadas como canteras.

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 Bánica se han inventariado dos Lugares de Interés Geológico: Carretera Internacional y Recorrido por el Sector Meridional. Más que Lugares en el sentido estricto se trata de itinerarios en los que se pueden hacer tanto observaciones puntuales a escala de afloramiento como visualizaciones del paisaje que, en conjunto, permiten adquirir una perfecta idea de la geología de la zona. Su acceso es relativamente fácil siempre y cuando se trate de épocas secas, ya que con lluvias los caminos quedan frecuentemente cortados. Esta circunstancia aconseja que cualquier visita se prepare considerando la climatología.

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).

- Carretera Internacional

Este L.I.G. es un itinerario básico por la mitad septentrional de la Hoja, con acceso relativamente bueno ya que se trata de la carretera Internacional que discurre paralela a la frontera con Haití. Su interés principal es estratigráfico, estructural y geomorfológico. Por su posible utilización se puede catalogar como científico y, en menor medida, turístico, en tanto que su ámbito de influencia es regional.

El recorrido supone una transversal completa del bloque de Trois Rivieres por su sector más occidental y, fundamentalmente, atraviesa los materiales cretácicos de la formación que lleva este mismo nombre. El recorrido se puede hacer en el sentido que se propone a continuación o, si se entra en la Hoja desde Restauración, en sentido contrario.

El itinerario parte desde Pedro Santana hacia el norte. Pero antes de tomar la carretera Internacional, nos podemos desviar brevemente al este por la pista que lleva a Cajulito para pasar junto a la única cantera reseñable en la Hoja donde aflora bien el Conjunto Volcanosedimentario de El Cucurucho. En la cantera están representados los términos volcanoclásticos de tamaño medio a grueso o muy grueso (tobas y brechas), sin organización aparente y composición basáltico-andesítica; entre ellos, puntualmente también se identifican posibles niveles de lavas de igual composición. Más adelante, en distintos puntos del mismo camino, se pueden observar las intercalaciones de calizas que forman una alternancia decimétrica con las tobas y brechas. Continuando por el mismo camino, se atraviesan varias veces los afloramientos de la unidad de Bois de Laurence con su aspecto fuertemente tectonizado, transformada parcialmente a una cataclasita o harina de falla. Si se considera oportuno, se puede llegar hasta la garganta del río Tocino (inmediatamente antes de El Cajulito), punto en el que aflora una buena serie de la Fm Neiba de más de 500 m de espesor. En ella se ha levantado una

columna sedimentológica de detalle que ha permitido caracterizar bien las facies de rampa carbonatada más típicas de esta formación.

De vuelta a Pedro Santana, se inicia aquí el recorrido por la carretera Internacional. Nada más cruzar el río Artibonito, en los primeros afloramientos se reconoce con claridad un clivaje de plano axial asociado a las charnelas de pliegues menores, pero que en su conjunto se distribuye en bandas de anchura deca a hectométrica, afectando con cierta heterogeneidad a la alternancia de lutitas, margas y areniscas de la unidad de Aguamite de la Fm Trois Rivières. Ocasionalmente en algunos afloramientos, también se identifica un clivaje transversal (N-S) y subvertical, sobreimpuesto al anterior. En este tramo meridional de la carretera, se atraviesa un primer sinclinal en cuyo núcleo se han separado cartográficamente las facies algo más margosas de la unidad de Aguamite (6). Desde el punto de vista morfológico, esta parte del recorrido coincide con una zona relativamente plana que llama la atención en el paisaje: es una antigua y extensa superficie de erosión, sin depósito, sobre la que se encaja la red de drenaje actual. En una panorámica hacia el norte, se ve bien que esta superficie está truncada, al sur de Los Cedros, por una falla (inversa) de movimiento reciente a la que se asocia un fuerte escarpe al pie de los relieves y, ya en el territorio de Haití, facetas triangulares. En la carretera Internacional, la zona de falla se presenta como una banda triturada de varias decenas de metros con profusión de pequeñas fallas inversas y alguna harina de falla y venas de calcita. El resto del recorrido hasta el límite con la Hoja de Restauración no presenta más novedades respecto a lo ya descrito, salvo el fuerte encajamiento del río Artibonito en sus meandros y excelentes vistas panorámicas del paisaje.

- Recorrido por el Sector Meridional de la Hoja

Este L.I.G. es otro itinerario básico, en este caso por la mitad meridional de la Hoja, complementario del anterior. Su acceso es también relativamente bueno, siempre por pista. Su interés principal es estratigráfico y estructural y, de forma subordinada, geomorfológico. Por su posible utilización se puede catalogar como científico y, en menor medida, turístico, en tanto que su ámbito de influencia es regional.

En este recorrido, hay menos afloramientos y de peor calidad que en el anterior pero, en todo caso, suficientes para tener una idea de la geología de esta parte de la Hoja. El recorrido puede comenzar en su extremo SE, en la pista que va desde Ranchito Sabana

Mula. En este trayecto inicial se atraviesa la parte superior de la Fm Sombrero (15) en una zona donde se observa el paso desde las facies más turbidíticas situadas al este, a las de plataforma con cada vez más frecuentes al oeste intercalaciones de niveles de calizas arrecifales, retrabajadas, primero e *in situ*, después. Desde Sabana Mula se puede subir por una pista que discurre paralela al arroyo Charco Colorado, al final de la cual hay una buena vista del contacto entre las calizas arrecifales masivas del Fm Sombrero y los conglomerados infrayacentes.

Desde Sabana Mula se continúa la pista hacia Los Memisos, atravesando la planicie cubierta por los depósitos cuaternarios de abanicos aluviales, terrazas y depósitos endorreicos, todos ellos frecuentemente encostrados. Desde Los Memisos hay dos opciones; una, dirigirse directamente hacia Bánica por la pista de María Isabel o Las Cañitas; o continuar hacia el sur hasta El Palital y desde ahí, tomar la pista hacia Sabana Cruz y, luego, Bánica. En uno y otro caso se atravesarán afloramientos parciales de la Fm Arroyo Blanco, casi todos ellos de los términos lutíticos y conglomeráticos y más raramente de los niveles de calizas arrecifales. Al este de Espinosa, en un meandro del río Artibonito, hay un buen afloramiento de la Fm Trinchera, constituido por la típica alternancia de margas, limolitas calcáreas y calcarenitas. Al norte de Bánica, también junto al cauce del mismo río, hay un interesante afloramiento de la Fm Arroyo Seco que se caracteriza por los tonos muy rojos de la matriz de las brechas y conglomerados polimícticos de esta formación, así como de sus intercalaciones limolíticas, que bien pudieran derivarse de la denudación de suelos lateríticos originalmente existentes en el área madre.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACUATER (2000):** Estudio Hidrogeológico Nacional. Valle de Neiba. Mapas y Memoria. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- ARICK, M.B., (1940):** Dominican Seaboard Oil Company, Inc.; Annual report of Geological Department. Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 34 p.
- BARNETT JR., J.F., (1941):** Report of semi-detailed Geology mosaics No.20, No.28, and No.29, Dominican Republic. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company, 15 p.
- BERMÚDEZ, P.J., (1949):** Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication, 25, 322p.
- BERMÚDEZ, P.J., (1951):** The Oligocene-Miocene problem in Hispaniola. Unpublished reports. Dominican Seaboard Oil Company, 11p.
- BERNARDEZ Y SOLER. (2004):** Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Hoja a E.1:50.000 nº 5973-III (Arroyo Limón). Programa SYSMIN, Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- 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.
- BOISSON, D., (1987):** Étude géologique du Massif du Nord d'HAiti (Hispaniola Grandes Antilles); Un édifice de nappes Crétacé polyphase: Paris, France, Université Marie et Pierre Curie, 173 p.
- BOLD, W. VAN DEN, (1974):** Neogene of Central Haiti. American Assoc. Petr. Geol., Bull., 58: 533-539.
- BOURGOIS, J., R., TAVARES, I., VILA, J.M., (1979):** L'Eocene a blocs d'Ocoa (Republique Dominicaine, Grandes Antilles); Témoin d'une Tectonique tangentielle a vergence sud dans l'île d'Hispaniola. Bull. Soc. Geologique de France, 7, 759-764.
- BREUNER, T.A. (1985).** The Geology of the Eastern Sierra de Neiba. Tesis doctoral, Universidad de Washington (inédito), 120 pp.
- 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.
- BURKE, K., (1988):** Tectonic evolution of the Caribbean. Annales Rev. Earth and Planetary Science Letters, 16, 201-230.

- BUTTERLIN, J. (1960):** Geologie generale et regionale de la République d'Haiti; 194 pp. Travaux et Memories de l'Institut des hautes Etudes de l'Amerique Latine, 6, Paris.
- BYRNE, D.B.; SUAREZ, G., McCANN, W.R., (1985):** Muertos Trough subduction-Microplate tectonics in the northern Caribbean. Nature, 317, 420-421.
- CEPEK, P., (1991):** Catálogo Paleontológico de la República Dominicana. Dirección General de Minería. (Inédito).
- CONTRERAS, F., (2004):** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5973-IV (Jicomé) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo
- DE LA FUENTE, S. (1976):** Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 p.
- DIAZ DE NEIRA, J.A., (2000 a):** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-III (Padre Las Casas) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo
- DIAZ de NEIRA, J.A., (2000 b):** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-II (Azua) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo
- DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNAIZ HUERTA, P.P., (2000):** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6072-II (Sabana Quéliz) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- DIRECCION GENERAL De MINERIA (DGM) y BUNDESANSTALT FUR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR); COOPERACION MINERA DOMINICO-ALEMANA, (1991):** Mapa Geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.
- DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (DGM), (1984):** Léxico Estratigráfico de la República Dominicana. Formaciones del Suroeste de la República Dominicana. Santo Domingo, 500 p.
- DIXON, T., FARINA, F., DE METS, C., JANSMA, P. AND CALAIS, E., (1998):** Relative motion between the Caribbean and North American plates and related boundary zone deformation based on a decade of GPS measurements. J. Geophys. Res., 103: 15, 157-15,182.

- DOHM, C.F., (1941):** 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., (1942):** 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
- DOLAN, J. F., MULLINS, H. T., D, J. WALD, (1998):** Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, 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., (1988):** Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Ph.D. Thesis, University of California, Santa Cruz, 235 p.
- DOLAN, J.F., (1989):** Eustatic and tectonic controls on deposition of hybrid siliciclastic/carbonate basinal cycles; discussion with examples. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 73: 1233-1246.
- 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 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, 217-263.
- DOLAN, J.F., MANN, P., (EDS.). (1998):** Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper 326, 174 p
- DUBREUILH, P., (1982):** Contribution a l'étude du basin Neogene du Plateau Central d'Haiti: Bordeaux, France, Université de Bordeaux, 156 p.
- GARCÍA, E., HARMS, F.,(1988):** Informe del Mapa Geológico de la Republica Dominicana escala 1:100.000 San Juan (4972). Santo Domingo, 97 p.
- GARCÍA LOBÓN, J., L., (2004):** Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada del Proyecto "K" de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo
- GÓMEZ SAINZ de AJA, J.A., (2000):** . Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6072-IV (Gajo de Monte) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática

de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo

HERNAIZ HUERTA, P.P., (2000a): Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6172-III (Arroyo Caña) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo

HERNAIZ HUERTA, P.P., (2000b): Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-I (San José de Ocoa) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

HERNAIZ HUERTA, P.P., PEREZ-ESTAUN, 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. , 37 183-205

HERNAIZ HUERTA, P.P., (2004 a): Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5971-IV (Galván) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo

HERNAIZ HUERTA, P.P., (2004 b): Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 5871-I (La Descubierta) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo

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., MANN, P., DOLAN, J., MONECHI, S., (1991): Diachronous uplift and recycling of sedimentary basins during Cenozoic tectonic transpression; northeastern Caribbean plate margin. *Sedimentary Geology*, 70, 1-32.

HEUBECK, C., MANN, P., (1991): Structural Geology and Cenozoic Tectonic History of the Southeastern Termination of the Cordillera Central, Dominican Republic. 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, 315-336.

MERCIER DE LEPINAY, B., (1987): L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). These de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 378 pp. (Inédito).

- LEWIS, J.F., AMARANTE, A., BLOISE, G., JIMÉNEZ, J.G., DOMÍNGUEZ, H.D., (1991):** Lithology and stratigraphy of upper Cretaceous volcanic, and volcanoclastic rocks of Tireo Group, Dominican Republic, and correlations with the Massif du Nord in Haiti. 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, 143-163.
- LLINÁS, R.A. 1971:** Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, República Dominicana. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 83 pp.
- 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. 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, 337-366.
- 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., LEBRON, M., RODRIGUEZ, J. and HEUBECK, C., (1991c):** Geologic maps of the southern Dominican Republic. En P. Mann, G. Draper and J.F. Lewis (Eds.), 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.,(1991d):** Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. 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, 367-390.
- MANN, P., TAYLOR, F.W., EDWARDS, R.L., KU, TL.,(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., CALAIS, E., RUEGG, J.C., DEMETS C., JANSMA, P.E., MATTIOLI, G.S. (2002):** Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations. *Tectonics* 21, 6, 1- 26
- MASSON, D.G., SCANLON, K.M., (1991):** The neotectonic setting of Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*, 103, 144-154.
- MERCIER DE LEPINAY, B., (1987):** L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). These de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 378 pp. (Inédito).
- MICHAEL, R.C., 1978:** Geology of the South central flank of the Cordillera Central and adjacent portions of the San Juan Valley between Río San Juan and Río Yacahueque, Dominican Republic: Washington D.C.; George Washington University, 162 p.
- MICHAEL, R.C. Y LEWIS, J.F. (1980):** Structure an tectonics of the south flank of the Massif de Nord-Cordillera Central and adjacent portions of the plateau Central-San Juan Valley, Hispaniola. (Abstract). 9th Caribbean Geological Conference. Santo Domingo, Republica Dominicana. p 50.
- 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 Dirección General de Minería. Santo Domingo (Inédito).
- PARDO, G., (1975):** Geology of Cuba. En *The Ocean Basins and Margins*, (Nairn, Stelhi eds.) A.E.M. Vol. 3.
- PINDELL, J. L., 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.
- 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.
- PUBELLIER, M., A. MAUFFRET, S. LEROY, J.M. VILA, H. AMILCAR. (2000):** Plate boundary readjustment in oblique convergence: Example of Neogene of Hispanila, Greater Antilles. *Tectonics*, Vol. 19, No. 4, pp 630-648.
- RUTH, M.D., (1989):** Cenozoic geology of the western San Juan Valley, Dominican Republic: Washington, D.C., George washignton Unoversity, 252 p.

-
- SERRA KIEL, J., (2004):** Informe/Catálogo de una selección de Macroforaminíferos de las Hojas Geológicas a escala 1:50.000 de los Proyectos K y L de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo.
- SINTON, C.W., DUNCAN, R.A., STOREY, M., LEWIS, J., ESTRADA, J.J., 1998:** An oceanic flood basalt province within the Caribbean plate. *Earth and Planetary Science Letters*, 155, 221-235.
- SINTON, C.W., SIGURDSSON, H., DUNCAN, R.A., (2000):** Geochronology and petrology of the igneous basement at the Lower Nicaraguan Rise, Site 1001. En Leckie, R.M., Sigurdsson, H., Acton, G.D., Draper, G. (eds.). *Proceedings Ocean Drilling Program. Scientific Results*, 165, 233-236.
- VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P. y 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.
- VESPUCCI, P. (1986):** Petrology and geochemistry of the Late Cenozoic volcanic rocks of the Dominican Republic. Ph.D. Thesis, George Washington University, Washington D. C., 223 p.
- WADGE, G. AND WOODEN, J.L., (1982):** Late Cenozoic alkaline volcanism in the northwestern Caribbean: Tectonic setting and Sr isotopic characteristics. *Earth planet. Sci. Lett.*, 57: 35-46.
- WALLACE, M.H., (1947):** A review of the stratigraphy of the Enriquillo basin, Dominican Republic, Unpublished reports, Dominican Seaboard Oil Company, 12p.
- WITSCHARD, M., DOLAN, J.F., 1990:** Contrasting structural styles in siliciclastic and carbonate rocks of an offscraped sequence; The Peralta accretionary prism, Hispaniola. *Geological Society of America Bulletin*, 102; 792-806.
- WOODRING, W. P., BROWN, J. S. & BURBANK, W. S. 1924:** Géologie de la République d'Haïti. Département des travaux publics, Port-au-Prince, Haïti. p. 1-710
- ZOETEN, R., (1988):** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic: Austin, University of Texas, 299 p.