

## **Precisiones estratigráficas sobre el Neógeno de la cuenca de Azua (República Dominicana)**

### **Stratigraphic precisions about the Neogene of the Azua basin (Dominican Republic)**

J.A. DÍAZ DE NEIRA y F.J. SOLÉ PONT

*Depto. de Geología. Informes y Proyectos S.A. (INYPESA). C/ Velazquez, 60. 28011 Madrid.. adn@inypsa.es*

#### RESUMEN

La cuenca de Azua ocupa el extremo oriental de las cuencas neógenas de La Española, cuya historia ha seguido una marcada tendencia somerizante, evolucionando desde condiciones marinas profundas, a comienzos del Mioceno, hasta facies continentales a finales del Plioceno. Esta evolución fue condicionada directamente por la elevación y el avance de la Cordillera Central hacia la cuenca de Azua, lo que provocó, además de un ingente aporte de materiales terrígenos, una restricción del área de sedimentación, con compartimentación de la cuenca inicial, individualizándose las cuencas de Enriquillo y San Juan-Azua durante el Plioceno.

Dentro de este esquema general, el sector de Azua presenta diversas peculiaridades derivadas de su posición marginal y de los procesos geodinámicos allí acontecidos desde finales del Plioceno. Su serie neógena está integrada, de muro a techo, por las formaciones: Sombrerito (Mioceno), no aflorante; Trinchera (Mioceno Superior) depositada bajo influencia deltaica; Quita Coraza (Plioceno), reflejando un contexto de bahía; Arroyo Blanco (Plioceno) sedimentada en ambientes litorales y aluviales; y Arroyo Seco/Vía (Plioceno-Pleistoceno), generada bajo un régimen exclusivamente continental de tipo aluvial. Los afloramientos miocenos que orlan la bahía de Ocoa, tradicionalmente atribuidos a la Fm Sombrerito, son el resultado de una aloctonía de varios cientos de kilómetros, por lo que deben tratarse independientemente de la serie autóctona.

*Palabras clave:* Estratigrafía. Cuenca de Azua. Cordillera Central. Cresta oceánica de Beata. Formación Sombrerito. La Española.

#### ABSTRACT

The Azua basin is located at the eastern end of the Hispaniola Neogene basins, which had a marked shallowing and coarsening upwards history, evolving from deep marine conditions in Early Miocene time, to continental environments in Upper Pliocene. This evo-

lution was conditioned directly by the uplift and advance of the Cordillera Central over the Azua basin, providing a great contribution of terrigenous deposits and the restriction of basin surface, with initial basin division, forming the Enriquillo and San Juan-Azua basins during Pliocene time.

In this setting, the Azua sector exhibits some peculiar features caused by its marginal location and geodynamic processes from Upper Pliocene time onwards. The Neogene section is composed of the following formations: Sombrerito (Miocene), not outcropping; Trinchera (Upper Miocene-Pliocene) deposited under deltaic influence; Quita Coraza (Pliocene), showing a bay context; Arroyo Blanco (Pliocene) developed in connection with littoral and alluvial environments; and Arroyo Seco/Vía (Pliocene-Pleistocene), deposited in continental ambits. The Miocene outcrops surrounding the Ocoa bay are the consequence of allochthonous processes of several hundred kilometres, which should be treated separately from the autochthonous series.

*Keywords:* Stratigraphy. Azua basin. Cordillera Central. Beata ridge. Sombrerito Formation. Hispaniola.

---

### EXTENDED ABSTRACT

The eastern sector of the Azua basin exhibits some distinctive characteristics in comparison with the southwestern Neogene basins of Hispaniola (San Juan-Azua-Enriquillo). The evolution began in Miocene times in a deep and extensive open marine setting, located to the southwest of an incipient cordillera Central domain which conditioned the sedimentary evolution. The continuous advance of the orogene over the basin provided a great contribution of terrigenous sediments and caused a continuous shallowing and coarsening upwards trend, besides restricting the basin surface until the establishment of the Enriquillo and San Juan-Azua basins during Pliocene time when continental environments arrived.

In the study area, Sombrerito, Trinchera, Quita Coraza, Arroyo Blanco and Arroyo Seco/Vía Formations have been identified, showing some peculiar features. In addition, an interpretation of the regional paleogeography has been produced, despite the difficulties created by the extensive neotectonic processes.

Outcrops attributed to Sombrerito Formation (Lower-Upper Miocene), located surrounding the Ocoa bay, indicate the displacement of the complex, southwestern Hispaniola terrain over several hundred kilometres, finished with the Beata ridge indenter; these outcrops should be treated independently of the autochthonous Sombrerito Formation, penetrated by exploratory wells drilled near Azua, and composed of carbonate rocks. Three lithological units have been identified in the Sombrerito Fm: the lower one, with more than a 60 m thick section, composed of marls and interbedded turbiditic sandstones; the medium unit is the thickest, with about 500 m of shallow shelf limestones, indicating sudden shallowing; the upper unit consists of more than 350 m, outcropping deficiently and presenting difficulties in the identification of its origin.

The Trinchera Formation (Upper Miocene-Pliocene) outcrops show 450 m of sands with minor marls beds and massive conglomerates, interpreted as a submarine fan setting evolving to deltaic context, with transverse contributions to the basin. The Quita Coraza Formation (Pliocene) is composed of 420 m of marls sedimented in a bay environment, interrupted suddenly by the invasion of the Arroyo Blanco Formation (Pliocene), composed of 750 m conglomerates and sandstone, related to alluvial and littoral ambits. The Neogene evolution finished with Arroyo Seco/Vía Formation, a thick level of a 450 m gravel beds intercalated with some lutites, deposited in alluvial fan.

The main differences between the lithostratigraphic units of the Azua region in contrast with the San Juan basin section, are the shallow characteristics and the proximity to the coastline of its facies, indicated by: deltaic influence of Trinchera Formation, littoral and alluvium setting of Arroyo Blanco Formation, and exclusiveness of continental facies in Arroyo Seco Formation.

Based on lithostratigraphic and regional attitudes, we suggest the following changes for the Neogene sediments of San Juan-Azua basin: differentiation between autochthonous and allochthonous Sombrerito Formation outcrops, proposing the term Punta Vigía Formation for the latter, and Pueblo Viejo Member for the lower marls; the presently defined Quita Coraza and Florentino Formations should be reclassified as members of the Trinchera Formation; the Arroyo Seco Formation Term should be used to name the gravels of the uppermost part of the Neogene serie, term commonly accepted and used in regional literature.

## INTRODUCCIÓN

Las cuencas neógenas del suroeste dominicano (San Juan-Azua-Enriquillo) han sido objeto de numerosos estudios de diversa índole (buena parte de ellos relacionados con su potencial interés petrolífero), que han permitido conocer con cierto detalle sus principales aspectos geológicos. Buena parte del conocimiento estratigráfico acumulado acerca de dichas cuencas aparece expuesto en McLaughlin et al. (1991), en un trabajo que puede considerarse una referencia obligada en relación con ellas, en el cual se describen las principales características litológicas, paleontológicas y paleogeográficas de las formaciones neógenas.

Aunque las recientes investigaciones efectuadas en la zona en relación con el Proyecto de Cartografía Geotemática en la República Dominicana (Díaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2000) han confirmado la validez general del trabajo de McLaughlin et al. (1991), también han sugerido ciertas precisiones estratigráficas y paleogeográficas relativas a la serie neógena en la cuenca de San Juan-Azua.

La información recopilada durante la elaboración de la cartografía geológica de la Hoja a escala 1:50.000 de Azua (6071-II), el levantamiento de secciones estratigráficas de los materiales neógenos (Río Vía, Arroyo San Francisco y Punta Vigía) y el estudio paleontológico y petrológico de muestras, ha permitido su descripción en el marco de la sistemática litoestratigráfica más comúnmente aceptada para la región, objetivo inicial del presente trabajo. Las interpretaciones sedimentológicas derivadas de los datos anteriores, junto con la estructura regional, señalan una paleogeografía neógena algo diferente de la general de la cuenca de San Juan. Finalmente, en función de los datos bibliográficos, de la información aquí aportada y de consideraciones de sistemática estratigráfica, se realiza una propuesta de nomenclatura litoestratigráfica para la región.

### Marco geológico

La zona de estudio se localiza en el extremo oriental de una extensa y heterogénea región de La Española situada al suroeste de la cordillera Central, región que ha sido objeto de diversas subdivisiones en dominios y zonas, con notables diferencias en función del enfoque de los distintos trabajos. Desde un punto de vista morfotectónico, Lewis (1980) y Lewis y Draper (1990) han diferenciado en dicha región (Fig. 1 A) la zona montañosa de Presqu'île del Noroeste-Montañas Negras-Cadenas de

Matheaux-Sierra de Neiba (5 en Fig. 1 A) que, con una dirección ONO-ESE, se interpone entre las depresiones del Plateau Central-Valle de San Juan (al norte) y del Llano de Cul de Sac-Valle de Enriquillo al sur (6 en Fig. 1 A), que convergen hacia el este, llegando a juntarse en el ámbito del Llano de Azua. Completando este esquema, al sur de la depresión meridional se eleva la zona del Macizo de la Selle-Macizo de la Hotte-Sierra de Bahoruco (7 en Fig. 1 A) con una directriz E-O.

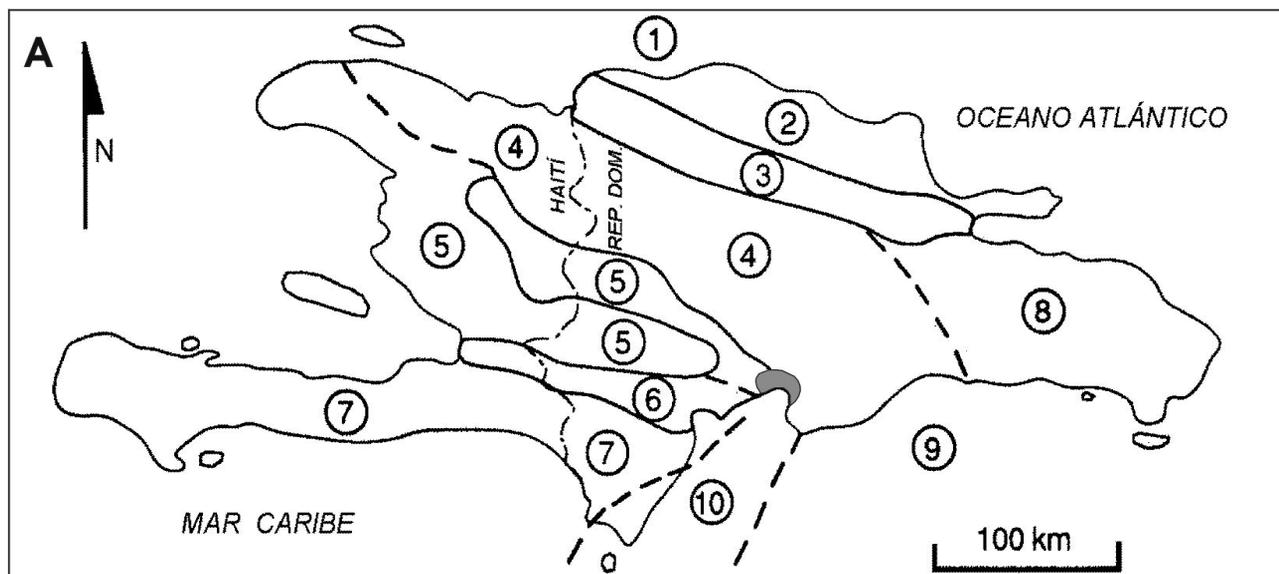
Por otra parte, desde un punto de vista estructural, esta misma región ha sido dividida por Mann et al (1991a) en dos terrenos tectónicos separados por la falla de Enriquillo-Plantain Garden (Fig. 1 B), de dirección E-O: el terreno de Presqu'île del Noroeste-Neiba, al norte (11 en Fig. 1 B), y el de Hotte-Salle-Bahoruco, al sur (12 en Fig. 1 B).

La cuenca de Azua forma el extremo suroriental de la cuenca de San Juan-Azua; ésta es una depresión de tipo ramp valley orientada según NO-SE y rellena por depósitos neógenos y cuaternarios (Mann et al., 1991b). La individualización de las cuencas de San Juan y Azua, es totalmente arbitraria, considerándose la primera como la porción limitada al sureste por la sierra de Neiba y la segunda, la restante; no obstante, la serie neógena del sector de Azua presenta una serie de rasgos rasgos sedimentológicos propios.

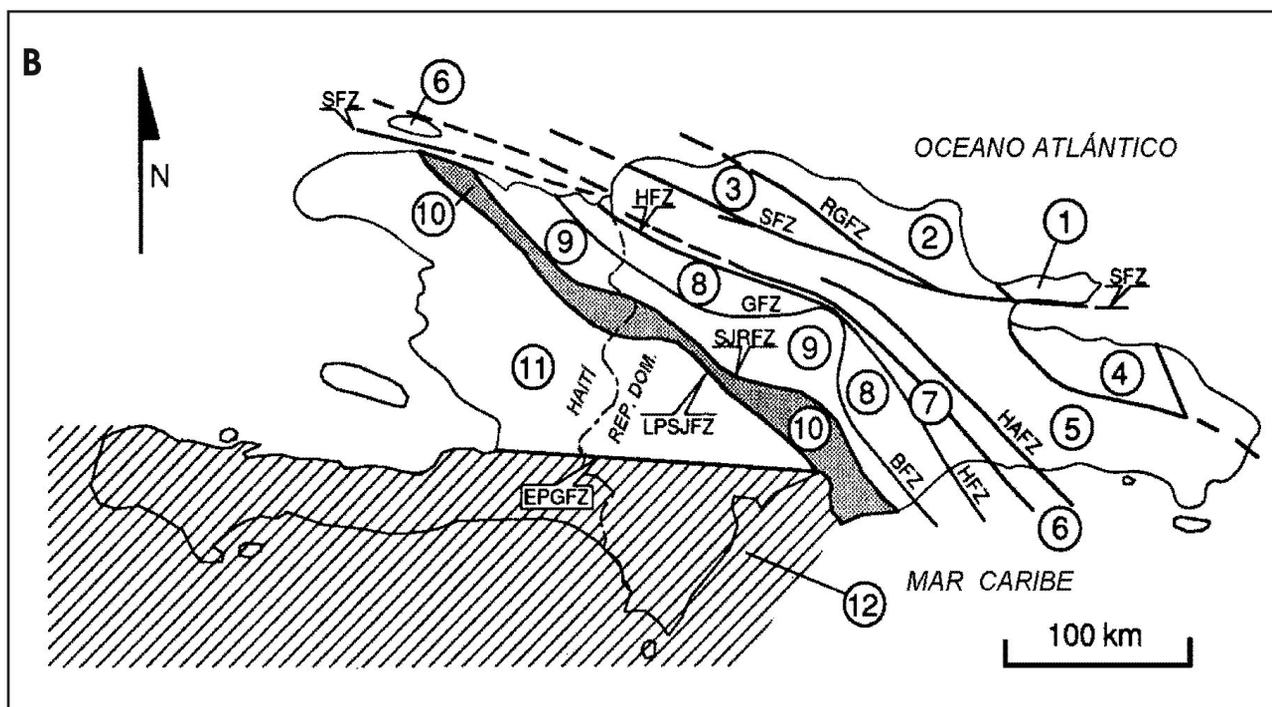
Al noreste, la cuenca de San Juan-Azua se encuentra limitada por los relieves del Cinturón de Peralta (Dolan et al., 1991), que cabalgan sobre ella mediante la zona de falla de San Juan-Los Pozos; también su límite suroccidental es neto hacia el oeste, coincidiendo con el cabalgamiento de la sierra de Neiba; pero no ocurre lo mismo hacia el este (cuenca de Azua), donde tiene un carácter más difuso, estableciéndose de forma imprecisa en función de las variaciones de los materiales pliocenos y cuaternarios a ambos lados de la sierra de Martín García, fundamentalmente.

El presente trabajo se ha centrado en el sector localizado al este del Río Jura (Fig. 2), donde, pese a existir unas condiciones de afloramiento y accesibilidad aceptables, escasean las descripciones e interpretaciones de los materiales neógenos aflorantes.

Las primeras aportaciones sobre la estratigrafía de la cuenca de San Juan-Azua (Vaughan et al., 1921), agrupaban la mayor parte de la serie neógena bajo la denominación de Grupo Yaque (Tabla 1), que más tarde, Dohm (1941, 1942) subdividió en diversas formaciones cuya denominación ha persistido hasta nuestros días a pesar de la proliferación de términos de carácter local, que alcanzó su máxima expresión en los trabajos de Ber-



■ Zona de Estudio



múdez (1949), basados de forma prioritaria en criterios paleontológicos. Posteriormente, Cooper (1983) establece las bases estratigráficas del Neógeno de la región de Fondo Negro, diferenciando de muro a techo las formaciones Sombrerito, Fondo Negro, Bao y Arroyo Blanco (Tabla 1).

La subdivisión estratigráfica propuesta por Breuner (1985) para la sierra de Neiba, se basa en una compleja definición de la Fm Arroyo Blanco, intercalada entre las formaciones Sombrerito y Arroyo Seco, y subdividida en seis miembros: Trinchera, Florentino, Arroyo Blanco Inferior, Arroyo Blanco Superior, Bao y Loma de Yeso. Es-

ta propuesta no ha gozado de excesiva aceptación a juzgar por las divisiones de la serie neógena de la cuenca de San Juan propuestas por Mercier de Lepinay (1987) y García y Harms (1988) (Tabla 1).

McLaughlin et al. (1991) señala que el relleno neógeno de la cuenca de San Juan-Azua lo constituye una serie sedimentaria cercana a los 4.000 m de espesor; que se inició durante el Mioceno Inferior mediante el depósito de carbonatos de ambientes marinos profundos, que evolucionaron con el paso del tiempo hacia materiales detríticos progresivamente más someros y culminó con la implantación de un régimen continental. Según este autor, su estratigrafía queda definida por la superposición de las formaciones Sombrerito, con su miembro Gajo Largo a techo, Trinchera, Quita Coraza, Arroyo Blanco y Arroyo Seco (o Vía, según la zona) (Tabla 1). Los datos bioestratigráficos ponen en evidencia una notable heterocronía en cuanto al depósito de dichas formaciones, que en su conjunto fueron depositadas entre el Mioceno y el Pleistoceno (McLaughlin et al., 1991).

A lo largo del Plioceno se produjo la individualización de las cuencas de Enriquillo y San Juan-Azua, por elevación de las sierras de Neiba y Martín García, así como la instalación de un régimen de sedimentación continental que ha persistido hasta la actualidad. En todo este intervalo de tiempo, la región permaneció tectónicamente activa, existiendo diversas discordancias en el seno de la serie neógena.

La estructuración del sector suroccidental de la cordillera Central jugó un papel decisivo en la evolución de la cuenca de San Juan-Azua a lo largo del Neógeno, al

emplazarse una serie de cabalgamientos vergentes hacia ella, generando relieves que actuaron como área fuente de la que se nutrirían los diversos dispositivos sedimentarios. Los sondeos existentes en el ámbito de Azua (campos Maleno e Higuero) señalan espesores de 2.000 a 4.000 m para la serie neógena, valores en concordancia con los medidos en afloramientos. También ponen de manifiesto la dificultad para separar los términos carbonatados basales de los carbonatos paleógenos infrayacentes; otro tanto puede decirse de los términos más altos, al existir una extremada similitud litológica entre los conglomerados continentales somitales y las gravas cuaternarias recientes, individualizadas fundamentalmente por criterios geomorfológicos.

Pese a su enfoque estructural, es preciso señalar el interés de los trabajos de Mann et al. (1991b) y Ramírez (1995), en los que se realizan aportaciones sobre los materiales neógenos de la región de Azua. En ambos casos se mantiene el esquema estratigráfico propuesto por McLaughlin et al. (1991).

## LA SUCESIÓN NEÓGENA DE LA REGIÓN DE AZUA

Actualmente, el sector oriental de la cuenca de Azua (Fig. 2) constituye una planicie dispuesta a modo de forma de enlace entre la bahía de Ocoa, al sur, y los relieves de la cordillera Central, al norte y al este; está integrada por depósitos cuaternarios entre los que sobresalen pequeñas elevaciones de afloramientos neógenos, bien de forma aislada (Loma de la Vigía, cerros Fermina y El Peñón) o bien conformando una estrecha banda que orla de

Figura 1. A. Dominios morfotectónicos de La Española (tomada de Lewis, 1980, y Lewis y Draper, 1990). 1: Fosa de las Bahamas; 2: Cordillera Septentrional y Península de Samaná; 3: Valle de Cibao; 4: Macizo del Norte y Cordillera Central; 5: Dominio Noroccidental y Meridional, incluyendo el Valle de San Juan, el Llano de Azua, la Sierra del Número, la Sierra de Neiba, la Sierra de Martín García; 6: Isla de Gonave, Llano de Cul de Sac, Valle de Enriquillo; 7: Península Meridional; 8: Península Oriental, Cordillera Oriental y Seibo; 9: Cuenca de San Pedro y Fosa de los Muertos; 10: Cresta oceánica de Beata y Península Meridional. B. Terrenos tectónicos de La Española (tomada de Mann et al., 1991a). 1: Samaná; 2: Puerto Plata, Pedro García, Río San Juan; 3: Altamira; 4: Oro; 5: Seibo; 6: Tortuga, Maimón, Amina; 7: Loma Caribe, Tavera; 8: Duarte; 9: Tireo; 10: Trois Rivières, Peralta, Garden (punteado); 11: Presqu'île du nordouest, Neiba; 12: Hotte, Salle, Barhouco. Fallas: RGFZ: Río Grande; SFZ: Septentrional; GFZ: Guácara; HAFZ: La Española; BFZ: Bonao; SJRFZ: San José-Restauración; LPSJFZ: Los Pozos-San Juan; EPGFZ: Enriquillo-Platain.

Figure 1. A. Morphotectonic zones of Hispaniola (from Lewis, 1980, and Lewis and Draper, 1990). 1: Bahamas Trench; 2: Eastern belt and Samaná Peninsula; 3: Cibao Valley; 4: Northern Massif and Central belt; 5: Northwestern and Southern Domain, including San Juan Valley, Azua Plane, Número Mountains, Neiba Mountains, Martín García Mountains; 6: Gonave Island, Cul de Sac Plane, Enriquillo Valley; 7: Southern Peninsula; 8: Eastern Peninsula, Eastern belt, and Seibo; 9: San Pedro Basin and Muertos Trench; 10: Beata ridge, and southern Peninsula. B. Tectonic terranes of Hispaniola (from Mann et al., 1991a). 1: Samaná; 2: Puerto Plata, Pedro García, Río San Juan; 3: Altamira; 4: Oro; 5: Seibo; 6: Tortuga, Maimón, Amina; 7: Loma Caribe, Tavera; 8: Duarte; 9: Tireo; 10: Trois Rivières, Peralta, Garden (pointed); 11: Presqu'île du nordouest, Neiba; 12: hotte, Salle, Barhouco. Faults: RGFZ: Río Grande; SFZ: Northern fault; GFZ: Guácara; HAFZ: Hispaniola; BFZ: Bonao; SJRFZ: San José-Restauración; LPSJFZ: Los Pozos-San Juan; EPGFZ: Enriquillo-Platain.



Figura 2. Principales rasgos fisiográficos de la zona de estudio.

Figure 2. Main localities and places mentioned in text.

Tabla 1. Correlación entre unidades litoestratigráficas de la Cuenca de San Juan – Azua

Table 1. Correlation among the different litoestratigraphic units of the San Juan-Azua basin.

VAUGHAN ET AL. (1921)	DOHM (1941)	COOPER (1983)	BREUNER (1985)		M. DE LEPINAY (1987) GARCÍA Y HARMS (1988)	McLAUGHLIN ET AL. (1991)	DÍAZ DE NEIRA Y HERNAIZ (2000)
GRUPO	FM. VÍA	FM. ARROYO	FM. ARROYO		FM. ARROYO	FM. ARROYO	FM. ARROYO
	FM. ARROYO SECO		SECO		SECO	SECO / VÍA	SECO / VÍA
YAQUE	FM. ARROYO	BLANCO	FM. ARROYO	MB. ARROYO	FM. ARROYO	FM. ARROYO	FM. ARROYO
	BLANCO			BLANCO SUPERIOR	BLANCO	BLANCO	BLANCO
	FM.	FM. BAO	DE YESO	MB. BAO	FM.	FM. QUITA CORAZA	FM. QUITA CORAZA
	TRINCHERA	FM. FONDO	MB. ARROYO	BLANCO INFERIOR		TRINCHERA	FM.
		NEGRO	BLANCO	MB. FLORENTINO	MB. ARROYO		TRINCHERA
MB. TRINCHERA				MB. ARROYO	TRINCHERA		TRINCHERA
SOMBRERITO	FM.	MB. GAJO LARGO	SOMBRERITO	FM.	FM.	MB. GAJO LARGO	FM.
	SOMBRERITO	FM. SOMBRERITO		SOMBRERITO	SOMBRERITO	FM. SOMBRERITO	SOMBRERITO

forma discontinua los relieves de la cordillera (Loma Vieja, Loma de los Cacheos y Los Portezuelos); en el conjunto de ambos grupos de afloramientos neógenos se han reconocido las principales unidades litoestratigráficas de la cuenca de San Juan-Azua (Fig. 3).

Los afloramientos neógenos de la zona de estudio se distribuyen y estructuran de una forma muy sugerente en cuanto a su paleogeografía, con dos dominios separados por la falla de la Loma de los Cacheos (Fig. 4), probable terminación oriental de la falla de Enriquillo-Plantain Garden, desgarre sinistro que ha dado lugar, durante el Mioceno, a un desplazamiento del bloque suroccidental de La Española cercano a 400 km hasta su posición actual (Mann et al., 1991a). Por una parte, las formaciones Trinchera, Quita Coraza, Arroyo Blanco y Arroyo Seco afloran exclusivamente en el sector noroccidental, al norte de dicha falla, donde se encuentran bien caracterizadas, especialmente en el corte del Río Vía; aparecen estructuradas a modo de anticlinal subparalelo a la directriz de la cordillera, con una marcada vergencia hacia el suroeste

Tan sólo la Fm Vía ha sido reconocida al sur del desgarre de la Loma de los Cacheos, en afloramientos de extensión muy reducida, de forma que en el ámbito de la llanura está representada casi exclusivamente la Fm Sombrerito, cuya caracterización resulta problemática, debido principalmente a la limitación de sus afloramientos, que se encuentran desconectados entre sí y ampliamente espaciados, evocando un arco estructurado a modo de anticlinorio subparalelo a la bahía de Ocoa, con vergencia centrífuga; su geometría muestra una clara conexión con la cresta oceánica de Beata, evidenciando que la aloctonía debida a éste supera, en cualquier caso, los 20 km con relación a la Sierra de Martín García (Fig. 4); este hecho y, especialmente, el desplazamiento del bloque suroccidental de La Española, invitan a una revisión estratigráfica y paleogeográfica de estos materiales.

Aunque en las cuencas suroccidentales se han descrito numerosas discordancias, en la zona de estudio tan sólo se ha reconocido la discordancia basal de la Fm Arroyo Seco, si bien parece bastante probable que entre la Fm Sombrerito y la Fm Trinchera exista otra. En el resto de la serie, las reactivaciones del borde de la cuenca son detectables por rasgos puramente sedimentarios, principalmente por bruscos incrementos granulométricos

#### *Formación Sombrerito*

Su denominación se atribuye a Olsson (en Bermúdez, 1949) en referencia a la alternancia de niveles calcáreos

y margosos aflorantes en el arroyo del mismo nombre, habiendo sido empleada por la mayor parte de los autores que han trabajado en la región. Debido a su disposición con relación a la cresta de Beata y a la falla de Enriquillo-Plantain Garden, en la zona se puede hablar de una Fm Sombrerito alóctona, representada por sus materiales aflorantes, y de una Fm Sombrerito autóctona, reconocida en el subsuelo bajo la Fm Trinchera gracias a diversos sondeos, y que presumiblemente posee características semejantes a las exhibidas en el ámbito de la Sierra de Neiba.

La Fm Sombrerito autóctona aflora en el ámbito del valle de San Juan y la Sierra de Neiba como una monótona sucesión rítmica de niveles decimétricos de calizas y margas. El sondeo Maleno pone de manifiesto que su sustrato está integrado por carbonatos paleógenos afines a los de dicha sierra, de los que resulta difícil de separar; el techo lo constituyen las areniscas de la Fm Trinchera, en un brusco cambio litológico que, junto con las importantes variaciones de espesor de ésta, sugieren que se trata de una discordancia, si bien en los distintos afloramientos de la región suroccidental de La Española aparece tectonizado.

En la Fm Sombrerito alóctona se han reconocido tres tramos: un tramo calcáreo presente en la práctica totalidad de los afloramientos, intercalado entre dos tramos de naturaleza margosa, deficiente y escasamente representados. La tectonización de sus contactos hace que existan dudas acerca de sus relaciones, así como de su espesor total, cuyo valor mínimo sobrepasa los 900 m, de los que más de la mitad corresponden al tramo calcáreo.

#### *Tramo margoso inferior*

Está compuesto por margas con intercalaciones de areniscas, que constituyen un nivel "blando" que contrasta en el relieve, integrando una litofacies muy peculiar de la Fm Sombrerito en la zona, pero no así en algunas áreas occidentales, donde las intercalaciones de niveles margosos son una de sus características. Se ha reconocido exclusivamente en la vertiente septentrional de la Loma de la Vigía (Fig. 4), donde constituye el flanco suroriental de un anticlinal de orientación NE-SO, ofreciendo un interesante corte en el camino antiguo de las salinas de Punta Vigía.

Se trata de una monótona sucesión de margas grises y oscuras entre las que se intercalan, de forma rítmica, niveles tabulares de areniscas de orden decimétrico a

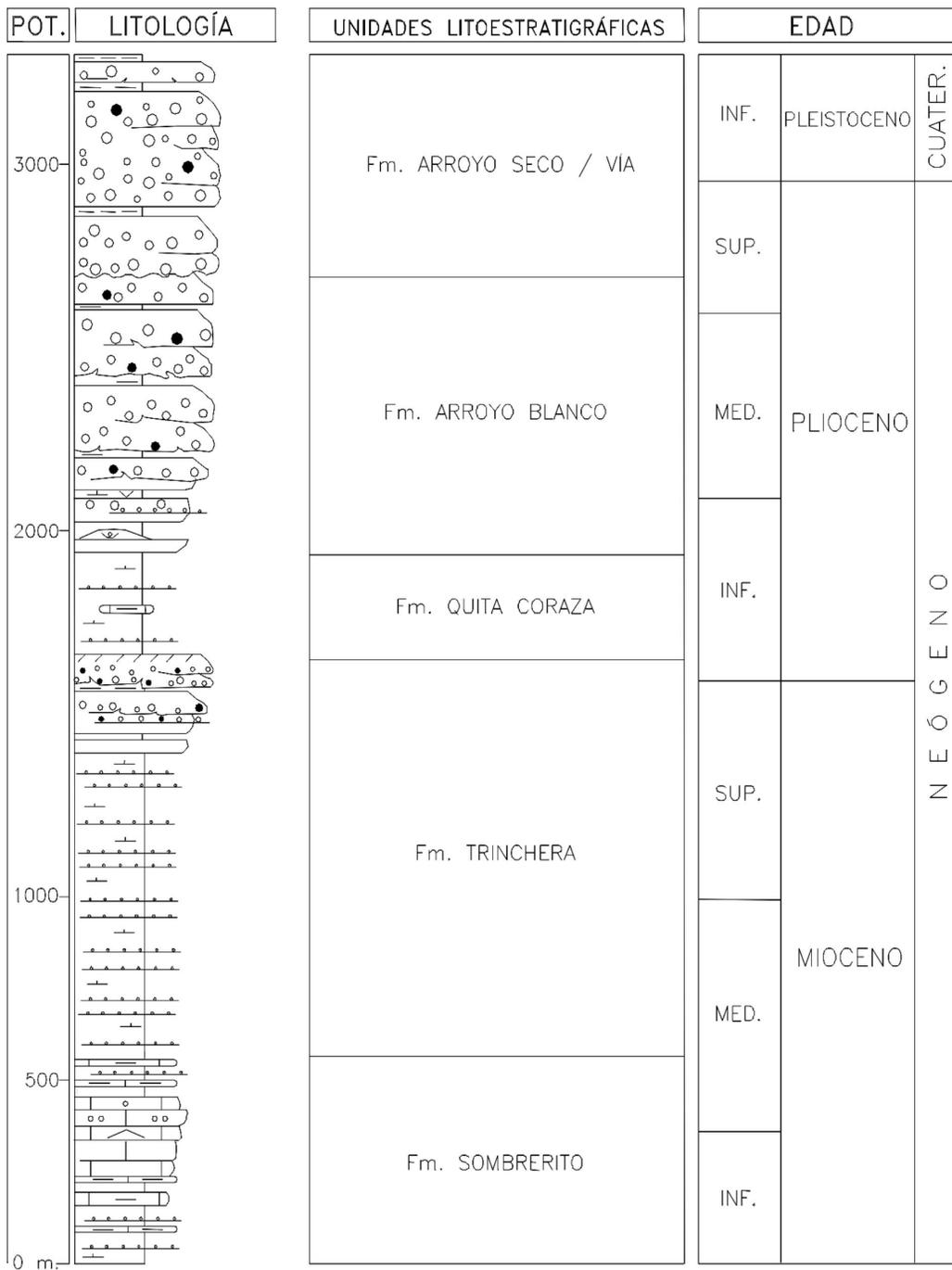


Figura 3. Unidades litoestratigráficas de la región de Azua (modificada de Díaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2000).

Figure 3. Lithostratigraphic units of Azua región (modified from Díaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2000).

métrico; que poseen bases erosivas con flutes y cantos blandos, y se organizan en secuencias de Bouma; en ocasiones tienen aspecto desorganizado (*debris flow*).

Los componentes de las areniscas son de origen calcáreo, silíceo y volcánico, e incluyen restos de gasterópodos y corales.

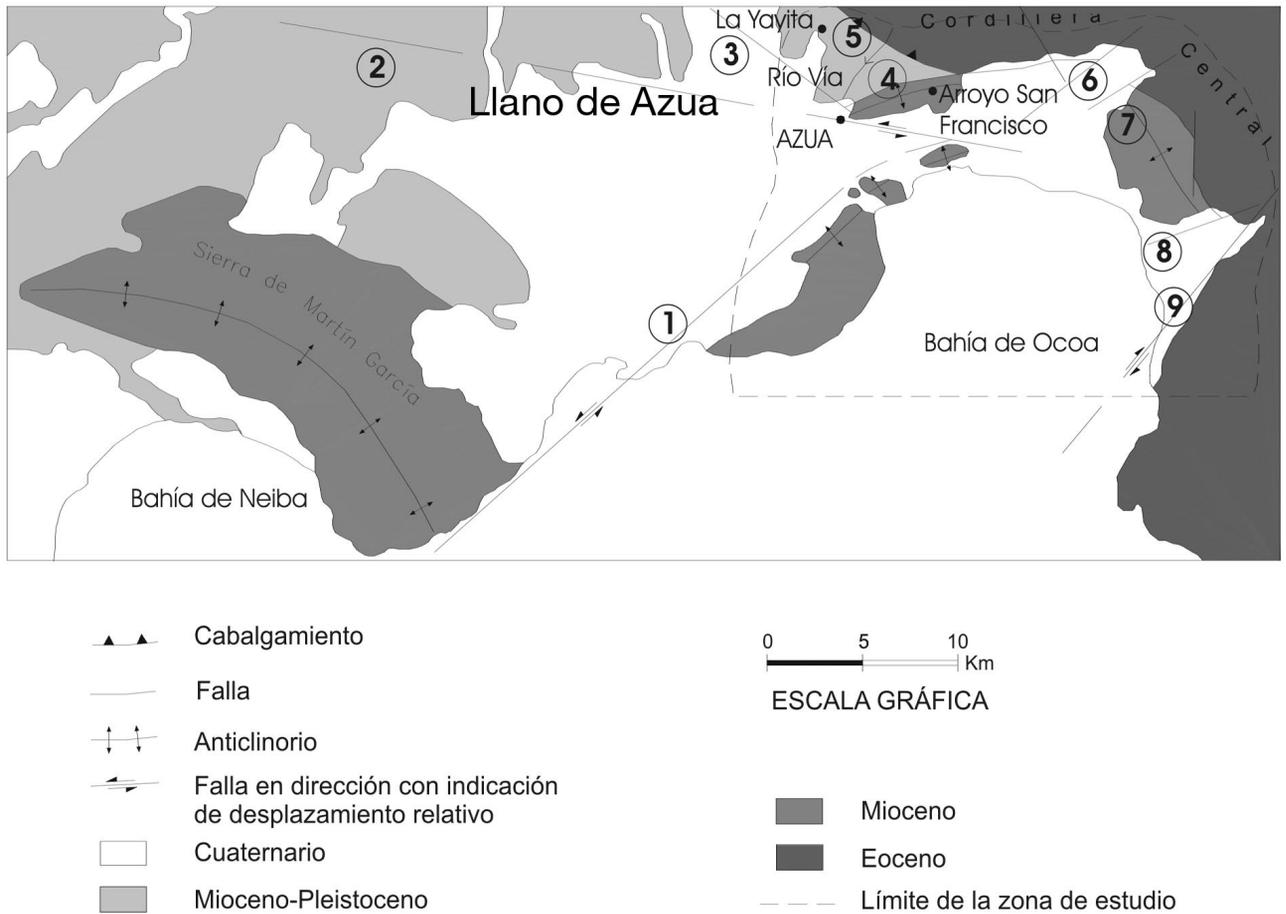


Figura 4. Principales estructuras tectónicas y unidades relacionadas con la zona de estudio. 1: Falla de la Loma Vígía; 2: Falla de Enriquillo-Platain Garden; 3: Falla de Azua; 4: Falla de la Loma de los Cacheos; Cabalgamiento Frontal del Cinturón de Peralta (Falla de San Juan-Los Pozos); 6: Falla de los Quemados; 7: Falla del Aguacate; 8: Falla del Arroyo Guanábana; 9: Falla de Hatillo.

Figure 4. Main tectonic structures and geological units in the study zone. 1: Loma Vígía fault; 2: Enriquillo-Platain Garden fault; 3: Azua fault; 4: Loma de los Cacheos fault; Cinturón de Peralta Frontal Thrust (San Juan-Los Pozos fault); 6: Los Quemados fault; 7: Aguacate fault; 8: Arroyo Guanábana fault; 9: Hatillo fault.

No aflora su base, pero criterios regionales sugieren que debería apoyarse sobre carbonatos paleógenos semejantes a los de la Sierra de Bahoruco; en cuanto a su techo, aparentemente es un cambio neto a los niveles calcáreos del tramo intermedio, si bien trabajos previos (DGM-BGR, 1991) han sugerido que la relación observable entre ambos en la Loma de la Vígía se debe a causas tectónicas, suposición que no han respaldado las vi-

sitas efectuada a los afloramientos. Su espesor es desconocido, pero en cualquier caso sobrepasa los 60 m.

Las margas contienen foraminíferos, principalmente globigerínidos y rotálidos. Se han reconocido formas re-sedimentadas del Senoniense (*Globotruncana* sp., *Heterohelix* sp.) y Paleógeno. Tan sólo la posible presencia de *Globigerina angulisuturalis* BOLLI, junto con *G. sp.*, *Aca-*

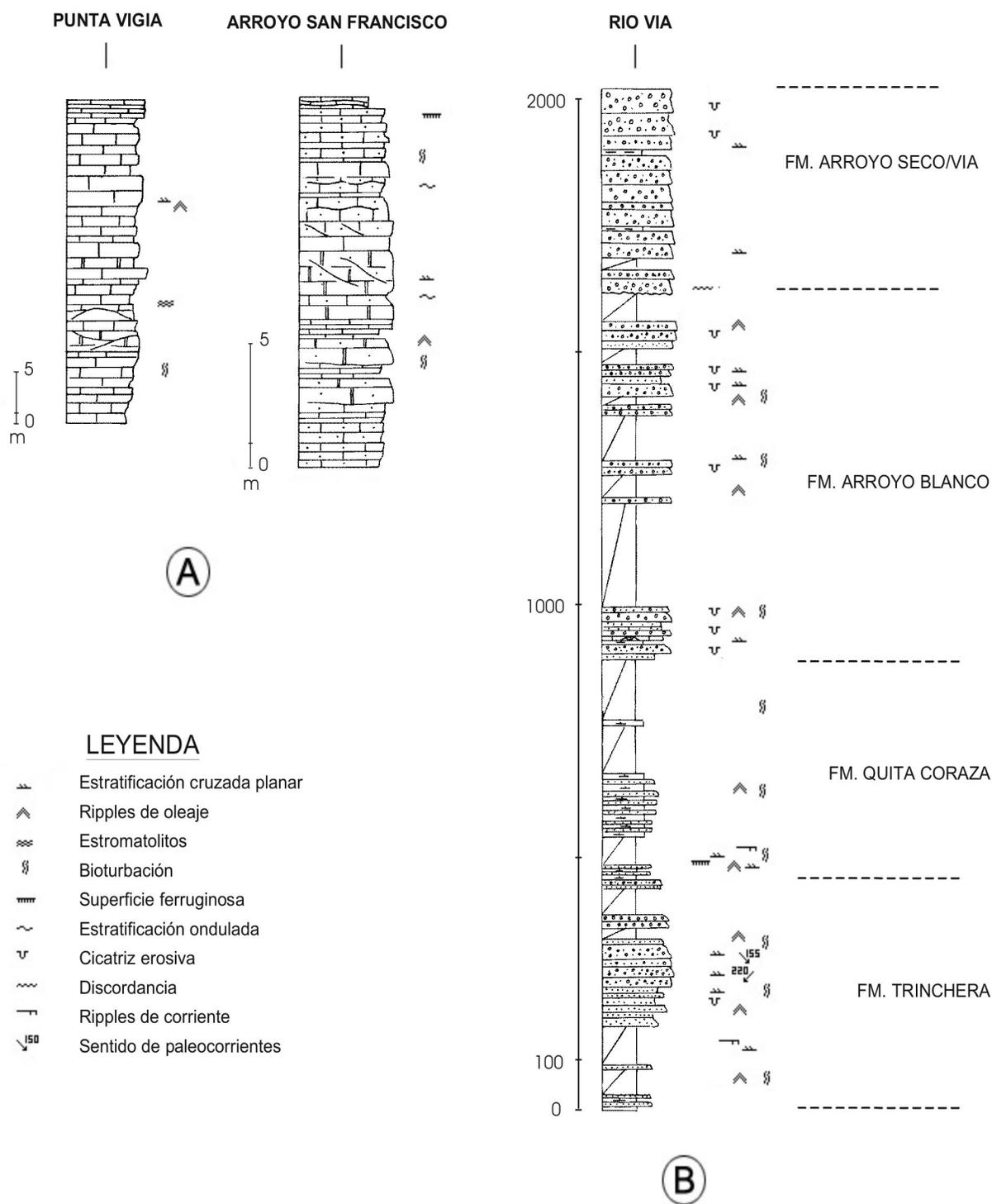


Figura 5. Secciones estratigráficas esquemáticas. A: Formación Sombrero. B: Formaciones Trinchera, Quita Coraza, Arroyo Blanco y Arroyo Seco.

Figure 5. Schematic stratigraphic columns. A: Sombrero Formation. B: Trinchera, Quita Coraza, Arroyo Blanco and Arroyo Seco Formations.

*rinina* sp. y *Morozowella* sp. ha sugerido una edad Oligoceno Superior-Mioceno Inferior para estos materiales.

Las estructuras, propias de corrientes turbidíticas, y la fauna planctónica contenida en las margas, señalan su depósito como corrientes de turbidez en un medio marino relativamente profundo.

#### *Tramo calcáreo intermedio*

Es el conjunto más característico de la Fm Sombrerito en la zona, cuyos afloramientos, en general de mala calidad, configuran una serie de lomas de dimensiones muy variables diseminadas por el Llano de Azua, que orlan de forma discontinua la bahía de Ocoa (Fig. 4). Sus mejores cortes, en cualquier caso muy parciales, se localizan en los acantilados de la Loma de la Vigía, especialmente en Punta Vigía.

Su aspecto más general es el de una sucesión monótona de calizas tableadas de color blanco y, menos frecuentemente, rosado; localmente, las calcarenitas pueden llegar a ser la litología dominante. Este aspecto varía hacia el oeste, donde la Fm Sombrerito está integrada por una alternancia de calizas y margas.

Su límite inferior (no visible) parece corresponderse con un cambio neto con respecto al tramo margoso inferior, que solamente ha sido reconocido en el ámbito de la Loma de la Vigía. Tampoco es visible su relación original con el tramo suprayacente, aflorante exclusivamente al sureste de la Loma Vieja, ya que el contacto aparece mecanizado. Por todas estas razones, su espesor resulta desconocido, pudiendo estimarse un valor mínimo de 500 m.

En Punta Vigía (Fig. 5 A), el tramo está integrado por una sucesión de calizas micríticas tableadas, frecuentemente recristalizadas, con abundantes laminaciones criptoalgales (estromatolitos y oncoides), caracterizando un tidal flat con laminaciones de tipo algal mat; algunos horizontes presentan nódulos de sílex. En el Arroyo San Francisco se observan niveles lenticulares métricos de calcarenitas grises y amarillentas junto con calizas esparíticas, que incluyen abundantes restos de fauna nerítica, bioturbación y estructuras tractivas (ripples de oleaje, estratificación ondulada y cruzada).

Petrográficamente, la sección de Punta Vigía se caracteriza por una alta proporción de calizas bioclásticas (rudstones y bindstones, con algas rojas y verdes, corales, equinodermos, pelecípodos y ostrácodos) con cierto equilibrio entre aloquímicos y ortoquímicos, cuya proporción varía entre 40 y 60%. Entre los primeros, el

abundante contenido fosilífero oscila entre 35 y 55%, en tanto que el de pellets no alcanza el 5%; por lo que respecta a los segundos, se aprecia un claro predominio de micrita (40-50%) sobre esparita (hasta 10%). Como accesorios pueden aparecer sulfuros y óxidos de hierro (1%). También son frecuentes las biomicritas (wackestones), con un contenido micrítico del 70-80% y fosilífero del 20-25%; se observa hasta un 5% de intraclastos y cantidades accesorias de óxidos de hierro.

Su contenido fosilífero, en parte resedimentado, incluye algas, lamelibranquios, equinodermos, rotálidos, miliólidos, corales, gasterópodos y ostrácodos, que tan sólo han permitido señalar el intervalo Eoceno Superior-Mioceno para su depósito. No obstante, la atribución al Oligoceno Superior-Mioceno Inferior del tramo infrayacente, acota la posible edad del presente tramo calcáreo intermedio al Mioceno Medio-Superior.

El tramo calcáreo intermedio muestra unas facies muy peculiares dentro de las reconocidas para la Fm Sombrerito en la región, habiendo sido interpretado como depósitos de plataforma marina somera, marcando una clara tendencia somerizante en relación con el tramo anterior. Esta interpretación difiere sensiblemente de la más generalizada, según la cual el depósito de la Fm Sombrerito tuvo lugar en condiciones pelágicas (García y Harms, 1988; McLaughlin et al., 1991), explicándose este hecho por la aloctonía de los materiales situados al sur de la falla de Enriqueillo-Plantain Garden, entre los que se encuentran los afloramientos atribuidos a la Fm Sombrerito que orlan la bahía de Ocoa.

#### *Tramo margoso superior*

Se trata de un conjunto eminentemente margoso con intercalaciones de areniscas y calizas de escasa entidad, que aflora exclusivamente al sureste de la Loma Vieja (Fig. 4), en afloramientos deficientes, donde no ha podido estudiarse ninguna sección, por lo que todos los rasgos relativos a su composición y sedimentología se deben a observaciones puntuales. Su atribución provisional al techo de la Fm Sombrerito ha sido sugerida por su disposición aparente sobre el tramo calcáreo anterior y por la edad apuntada por su contenido fosilífero.

Con respecto a su espesor, se estima un valor mínimo de 350 m, pero ha de observarse que tanto su límite inferior como el superior están tectonizados.

Las margas son de coloración variable, aunque predominan las grises y ocre, e intercalan niveles tabulares

decimétricos de calizas y, en menor proporción, areniscas. Las calizas son wackestones que contienen fragmentos bioclásticos, glauconita y cuarzo.

Su contenido paleontológico es abundante, habiéndose reconocido restos de equinodermos, coralaris, algas, gasterópodos y foraminíferos (rotálidos, gypsínidos y globigerínidos). El hallazgo de *Orbulina universa* D'ORBIGNY, *Spheroidinellopsis seminulina* (SCHWAGER), *Globigerinoides obliquus* BOLLI, *G. af. trilobus* (REUSS), *G. af. ruber* (D'ORBIGNY), *Globorotalia af. miozeaconoidea* WALTERS, *G. af. scitula* (BRADY) y *Globoquadrina* sp., en el Arroyo Toro, ha señalado su pertenencia al Mioceno Superior.

El tramo margoso superior se presenta con disposición monoclinial hacia el noreste, a modo de pinzadura entre el tramo calcáreo intermedio y el frente del Cinturón de Peralta, pudiendo decirse poco de su extensión paleogeográfica, ya que en el resto de la zona podría encontrarse oculto bajo depósitos cuaternarios o bien cobijado o laminado por el desgarre de los Cacheos, que pone en contacto el tramo calcáreo con la Fm Trinchera.

De cualquier forma, su reducido y deficiente afloramiento, así como su edad, implican serias dudas acerca de su origen. Por una parte, podría formar parte del conjunto alóctono de la Fm Sombrerito y, por otra, corresponder a un conjunto autóctono, intensamente deformado por la colisión de la Loma Vieja con motivo del indenter del ridge de Beata. En el primer caso, la interpretación dada como techo de la Fm Sombrerito parece la más probable, en tanto que en el segundo caso, tampoco sería descartable su equivalencia con la Fm Trinchera, si bien bajo facies diferentes de las mostradas por ésta en el Río Vía.

### Formación Trinchera

Su denominación fue utilizada en primer lugar por Dohm (1941), siendo empleada posteriormente por la mayor parte de los autores, aunque en ocasiones con distintas acepciones (Tabla 1). Así, en unos casos, el término Fm Trinchera ha abarcado el conjunto de areniscas y margas limitado a muro y techo por las Fms. Sombrerito y Arroyo Blanco, respectivamente (Mercier de Lepinay, 1987; García y Harms, 1988), mientras que en otros, los términos superiores de dicho conjunto han sido individualizados como Fm Quita Coraza (McLaughlin et al., 1991); cuando estos términos superiores poseen composición carbonatada han recibido la denominación de Fm Florentino. Entre los equivalentes de la Fm Trinchera ha-

llados en la literatura regional cabe destacar el de Fm Fondo Negro (Cooper, 1983). Por último, es preciso señalar que Breuner (1985) considera esta unidad como el miembro basal de una amplísima Fm Arroyo Blanco.

Sobre el terreno se caracteriza por sus tonos ocres; cuando no se encuentra bajo depósitos cuaternarios dibuja una pequeña alineación morfológica en el relieve, destacando con respecto a la suprayacente Fm Quita Coraza, al contrario de lo que ocurre con respecto a la Fm Sombrerito. El corte del Río Vía (Fig. 5 B) alberga la mejor sección de la unidad en la zona, aunque diversos arroyos y cañadas del sector noroccidental permiten apreciar puntualmente su aspecto general, como el Arroyo de Bichi (Fig. 4). Su litofacies más común es una sucesión rítmica de niveles decimétricos de areniscas y margas de aspecto turbidítico, con claro predominio de las primeras, que frecuentemente presentan aspecto desorganizado. Los conglomerados predominan hacia la parte alta de la formación y entre ellos se intercalan niveles de areniscas y margas de pequeña entidad.

Aunque regionalmente se apoya sobre la Fm Sombrerito, el contacto entre ambas no es visible, estando constituido por la falla del Cerro de los Cacheos. En ausencia de corte, su límite superior parece transicional, manifestándose por un aumento del contenido margoso a expensas del de conglomerados y areniscas; no obstante, en el Río Vía este límite está constituido por una superficie ferruginizada, que coincide con la desaparición de los conglomerados y la aparición de margas, cambio reflejado en el terreno por el contraste entre una alineación de resaltes morfológicos y una banda deprimida. El espesor medido en dicho corte alcanza 455 m, que deben tomarse como un valor mínimo al no aflorar su base; como dato orientativo pueden señalarse los cerca de 1.000 m cortados por el sondeo Maleno, si bien algunos kilómetros al oeste de la zona de estudio, en el ámbito de Fondo Negro, el excelente corte de la carretera que une Azua y Barahona permite observar más de 2.500 m.

Las arenas muestran una clasificación mala a moderada, con notables variaciones en el tamaño de grano. Aunque sus constituyentes son muy variados, se aprecia una mayor abundancia de plagioclasa y fragmentos de roca, pudiendo alcanzar cierta entidad el contenido de cuarzo; los tipos más comunes son arcosas y litarenitas feldespáticas. Los conglomerados muestran una gran semejanza con los de la Fm Arroyo Blanco, de carácter polimíctico y tonos oscuros; entre los cantos también se observa una gran variedad composicional, siendo frecuentes los derivados de rocas volcanoclásticas, plutó-

nicas, carbonatadas y areniscosas, que indican su procedencia de la Fm Tireo y el Grupo Peralta (Díaz de Neira y Hernaiz Huerta, 2000).

En los tramos de alternancias de margas y areniscas predominan las morfologías tabulares, si bien pueden incluir intervalos de areniscas de aspecto masivo y morfología canalizada muy laxa. Presentan estructuras sedimentarias típicas de medios turbidíticos, como bases netas y planas con estructuras tractivas frecuentemente deformadas por carga (flute, grove, bounce y crescent cast), *lags* de cantos blandos o microconglomeráticos, laminación paralela y convolucionada, ripples de corriente, a veces de tipo *climbing* y *burrows* de escape. Las facies desorganizadas intercaladas engloban slumps, *debris flows* y, localmente, olistolitos de pequeña envergadura constituidos por calizas arrecifales miocenas.

En el tránsito a los conglomerados y areniscas superiores se observa una menor cantidad de estructuras, consistentes en estratificación cruzada, laminación ondulada, ripples de oleaje, deformación por carga y bioturbación. Las areniscas superiores presentan laminación paralela, estratificación hummocky y ripples de oleaje, intensificándose el grado de bioturbación; por lo que respecta a los conglomerados, se asocian con areniscas que poseen escasas estructuras, entre ellas bases canalizadas, estratificación cruzada, laminación ondulada y ripples de oleaje, enmarcándose en un contexto de llanura deltaica.

La Fm Trinchera alberga un elevado contenido paleontológico, destacando la alta proporción de foraminíferos planctónicos en los tramos margosos. En particular, la asociación de *Orbulina universa* D'ORBIGNY, *O. bilobata* (D'ORBIGNY), *Globorotalia* af. *menardii* (D'ORBIGNY), *G.* af. *merotumida-pleiotumida* BANNER y BLOW, *G.* af. *scitula* (BRADY), *Hastigerina* af. *siphonifera* (D'ORBIGNY), *Globoquadrina altispira* BOLLI, *Globigerinoides* af. *ruber pyramidalis* (VAN DEN BROECK) y *Globigerina* sp., hallada en la sección del Río Vía, ha señalado su pertenencia al Mioceno Superior, edad acorde con la atribución al Mioceno Superior-Plioceno Inferior de trabajos anteriores (McLaughlin et al., 1991).

Las litofacies más típicas de la Fm Trinchera en la cuenca de San Juan sugieren su depósito en relación con sistemas turbidíticos de cierta batimetría (McLaughlin et al., 1991), pero los afloramientos del sector de Azua muestran una clara variación ambiental, indicando una menor profundidad y una mayor proximidad a la línea

de costa. En conjunto, el depósito de la Fm Trinchera muestra una tendencia somerizante acorde con la evolución sedimentaria neógena en la cuenca de San Juan-Azua, marcada por la progradación de las facies deltaicas sobre las turbidíticas, con progresiva somerización de aquéllas. Las paleocorrientes muestran cierta dispersión, aunque se concentran en torno a S-SO; éstas, junto con la distribución regional de facies y la composición de los componentes clásticos, señalan a la cordillera Central como área fuente de los aparatos deltaicos. Las variaciones de espesor de la Fm Trinchera en la región, sus relaciones con la Fm Sombrerito y su notable cambio composicional con respecto a ésta sugieren que previamente el depósito de aquélla, la cuenca sufrió episodios de inestabilidad por los que habría perdido su uniformidad.

### Formación Quita Coraza

El término Formación Quita Coraza fue utilizado por primera vez por Beall (1945) en referencia a un miembro del Grupo Yaque establecido previamente por Vaughan et al. (1921), siendo redefinido posteriormente por Bermúdez (1949) como Fm Bao; entre los trabajos más recientes (Tabla 1), Cooper (1983) adopta ésta última denominación, en tanto que McLaughlin et al. (1991) recuperan el término Fm Quita Coraza. Localmente, en una posición estratigráfica equivalente se reconoce el tramo carbonatado conocido como Fm Florentino.

En el terreno, esta Formación conforma una banda deprimida de tonalidades amarillentas, dispuesta entre los resaltes morfológicos producidos por las Fms. Trinchera y Arroyo Blanco. Aunque en general sus afloramientos son de mala calidad, las mejores secciones estratigráficas se encuentran en el Río Vía y en el Arroyo San Francisco (Fig.5 A).

Puntualmente, resulta difícil su diferenciación de la Fm Trinchera, de la que se diferencia por su mayor contenido margoso en relación al de areniscas. No se ha reconocido en el flanco nororiental de la cuenca de San Juan, lo que unido a la existencia de tramos semejantes en el seno de la Fm Trinchera, sugiere que se trata de una facies peculiar relacionada con ésta y que el rango de formación es excesivo para ella, debiendo ser considerada como un Miembro de la parte superior de la Formación Trinchera.

Su aspecto es el de una monótona sucesión de margas grises y azuladas que intercalan niveles decimétricos de

areniscas y calizas margosas. En el corte del Río Vía (Fig. 5 B), su límite inferior coincide con una superficie neta marcada por una costra ferruginosa, pero en ausencia de corte el contacto parece de carácter gradual, estando indicado por la progresiva disminución en la proporción de los niveles de areniscas en favor de los de margas; el techo está mejor definido y coincide con la aparición del primer nivel de conglomerados o calizas arrecifales de la Fm Arroyo Blanco. Su espesor varía considerablemente en la región, habiéndose medido 420 m en dicho corte.

La composición de las areniscas es semejante a la correspondiente a la Fm Trinchera, clasificándose como arcosas y litarenitas. Entre los rasgos sedimentarios observados cabe señalar laminación paralela, ripples de oleaje y estructuras de carga y colapso de pequeña escala.

Su contenido paleontológico es relativamente escaso y aparece mal conservado. La asociación de *Sphaeroidinellopsis* sp., *Globorotalia* af. *tumida* (BRADY), *G.* sp., *Globigerinoides* sp. y *Sphaeroidinella dehiscens* (PARKER y JONES) hallada en el afloramiento del Arroyo San Francisco sugiere su depósito en el Plioceno Inferior.

Se interpreta en un contexto de plataforma abierta de tipo bahía que, con el paso del tiempo, evolucionaría hacia ambientes más someros. Probablemente su depósito tuvo lugar durante uno de los escasos periodos de estabilidad tectónica de la región, abortado por el impulso que provocó el comienzo de la sedimentación de la Fm Arroyo Blanco.

### Formación Arroyo Blanco

Constituye uno de los conjuntos de mayor representación del Neógeno de la región, siendo tal vez el que posee una mayor heterogeneidad litológica, así como una mayor dificultad para su individualización cartográfica. Es citado por primera vez por Dohm (1942) quien señala la prioridad de Arick (1941) y Olsson (en Bermúdez, 1949). Equivale total o parcialmente a las Fms. Angostura y Las Salinas de la cuenca de Enriquillo.

En afloramientos puntuales puede presentar una gran semejanza con las Fms. Trinchera y, especialmente, Arroyo Seco; no obstante, proporciona un destacado resalte morfológico al terreno, facilitando su separación cartográfica de ésta y de la Fm Quita Coraza. Su mejor corte se localiza en el Río Vía, pudiendo efectuarse observaciones de interés en Las Yayitas y en el ámbito del Arroyo San Francisco (Fig. 5).

Su litología más frecuente son conglomerados polimícticos oscuros que intercalan lutitas, areniscas y, como rasgo más característico, calizas arrecifales, en ocasiones resedimentadas. La base de la unidad, de carácter neto, se establece por la aparición de areniscas o conglomerados sobre las margas de la Fm Quita Coraza. El techo es más difícil de precisar por la semejanza litológica entre los conglomerados de las Fms. Arroyo Blanco y Arroyo Seco; la presencia de fauna marina o litoral es el mejor criterio de reconocimiento de la Fm Arroyo Blanco frente a la Fm Arroyo Seco, pero la ausencia de fauna no implica la certeza de estar ante ésta, pudiendo utilizarse también como criterios de apoyo para su individualización la mayor deformación de la Fm Arroyo Blanco y los tonos más oscuros de sus conglomerados, generalmente ordenados en niveles de menor espesor.

En el corte del Río Vía (Fig. 5 B) se han medido 745 m, apreciándose una tendencia conjunta de carácter granocreciente. Aquí, la unidad comienza a través de un nivel métrico de corales resedimentados y prosigue mediante una sucesión de areniscas estratificadas en capas de orden métrico entre las que se intercalan niveles de lutitas de menor entidad; sobre ellas, integrando la mayor parte de la formación, aparecen conglomerados polimícticos agrupados en bancos de orden métrico, constituidos por cantos redondeados de hasta 25 cm de diámetro, entre los que predominan los de composición ígnea y volcánico-sedimentaria de edad cretácica.

La parte inferior de la unidad es bastante heterogénea; en ella se reconocen areniscas en niveles tabulares masivos o alternantes con lutitas, de forma más o menos rítmica, en secuencias estratocrecientes propias de barras de desembocadura; las areniscas presentan abundantes estructuras tractivas, como ripples de oleaje, laminación paralela y ondulada, y estratificación cruzada, flaser y wavy. También aparecen capas de calizas, más o menos masivas, con corales, que pueden constituir diversos tipos de colonias; algunos niveles de orden decimétrico corresponden a resedimentaciones de éstas. La parte superior, de mayor proporción conglomerática, está compuesta por capas subtabulares, a veces canaliformes, que gradan hacia el techo a areniscas; poseen bases netas y ligeramente erosivas, estratificación cruzada planar y bimodal, así como ripples de oleaje.

Pese a que en otras áreas la Fm Arroyo Blanco incluye un rico registro fosilífero, especialmente de ostrácos y foraminíferos planctónicos (McLaughlin et al., 1991), en la zona sólo se ha reconocido un pequeño conjunto de restos mal conservados, hallados en el aflora-

miento del Arroyo San Francisco, entre ellos *Globigerina* sp., *G. af. nephentes* TODD, *Globigerinita* sp., *Gyroldina* sp., *Cibicides* sp., *Globigerinoides* sp. y *Bolivina* sp., que señalan el intervalo Mioceno Superior-Plioceno; no obstante, su límite inferior queda acotado cronoestratigráficamente por la Fm Quita Coraza, atribuyéndose por ello exclusivamente al Plioceno.

En términos generales, esta unidad constituye un ciclo de progradación de los sistemas deltaicos hacia el S-SE, definido por facies de bahía y de frente deltaico a muro, con facies de llanura deltaica con influencias mareales a techo. En la parte inferior se reconocen morfologías propias de barras litorales y deltaicas, aunque el principal dispositivo sedimentario corresponde probablemente a lóbulos deltaicos generados a partir de avenidas multiepisódicas no confinadas; eventualmente, en ausencia de aportes costeros podrían desarrollarse pequeñas bioconstrucciones. En las proximidades de Las Yayitas se han reconocido niveles de areniscas de posible origen eólico. Una gran proporción de las masas conglomeráticas de la región parecen corresponder al depósito de abanicos aluviales.

El dispositivo sedimentario observable hoy día en la región del Llano de Azua y su litoral, evoca la paleogeografía deducida para el depósito de la Fm Arroyo Blanco, con extensos abanicos aluviales que alcanzan el litoral, donde coexisten diversos ambientes (desembocaduras fluviales, playas, arrecifes, lagunas...), con sus correspondientes litofacies, que pasan a ambientes marinos de plataforma somera.

### Formación Arroyo Seco (Vía)

Se trata de la unidad más reciente del relleno neógeno de la cuenca de San Juan-Azua, cuya denominación local (Fm Vía) deriva de la excelente calidad de sus afloramientos en el Río Vía, restringiéndose su uso al sector de Azua; su denominación como Fm Arroyo Seco, empleada originalmente por Dohm (1942), es mucho más empleada en la región, equivaliendo a las Fms. Las Matas, Guayabal y Jimaní.

Puntualmente presenta una extraordinaria similitud con los depósitos de abanicos cuaternarios y con los conglomerados de posible origen continental de la Fm Arroyo Blanco. Su diferenciación de los primeros no reviste una especial dificultad, especialmente por sus diferentes rasgos geomorfológicos, pero no puede decirse lo mismo en relación con los segundos, pese a estar separados por una acusada discordancia.

La formación es esencialmente un monótono conjunto conglomerático con intercalaciones esporádicas de niveles de lutitas y areniscas. Su mejor afloramiento se localiza en el corte del Río Vía (Fig. 5 B), donde se han medido 405 m, que no pueden considerarse su valor máximo, ya que la formación se encuentra cabalgada por los materiales paleógenos del Cinturón de Peralta (Fig.4).

Litológicamente, la formación está constituida por gravas polimícticas de matriz areno-arcillosa agrupadas en niveles de orden métrico, con predominio de cantos redondeados de composición tonalítica, volcano-sedimentaria y calcárea, cuyo diámetro suele estar comprendido entre 5 y 10 cm, aunque no son extraños los mayores de 30 cm. Esporádicamente intercalan tramos lutíticos de tonos rojizos y pardos de orden centimétrico a métrico.

Abundan los niveles de morfología subtabular, a veces canalizada, con gradaciones verticales; también las cicatrices erosivas, las estratificaciones cruzadas de media a gran escala y las imbricaciones de cantos. En los tramos arcillosos son frecuentes las señales de bioturbación y paleosuelos.

Pese a que no se han encontrado restos fosilíferos que permitan la datación de este conjunto, la asignación de la Fm Arroyo Blanco al Plioceno acota su edad. Igualmente, la presencia de cantos de origen volcánico y composición calcoalcalina en diversos afloramientos de la región (ámbito de Los Toros-La Guanábana), precisa algo más la acotación, situándola en menos de 2.8 m.a., edad asignada a los episodios volcánicos más antiguos en la provincia volcánica de Yayas de Viajama. Por ello, la Fm Arroyo Seco se atribuye al Plioceno-Pleistoceno Superior.

Se interpretan como el depósito de sistemas de abanicos aluviales similares a los desarrollados en el Llano de Azua durante el Cuaternario más reciente y que suponen la culminación de la tendencia regresiva seguida por la sedimentación neógena en la región.

### PALEOGEOGRAFÍA

A grandes rasgos, la sedimentación neógena en la cuenca de San Juan-Azua evidencia una tendencia somerizante desde los ambientes marinos profundos en los que se depositó la Fm Sombrerito a comienzos del Mioceno, hasta el régimen continental bajo el que se generó la Fm Arroyo Seco al finalizar el Plioceno. Esta somerización se produjo mediante el concurso de dos factores principa-

les: por una parte, la tendencia a la elevación de la cordillera Central como consecuencia, al menos en parte, de la colisión del bloque suroccidental de La Española contra el resto de la misma; y por otra, la elevada tasa de sedimentación debida a la denudación del orógeno, cuyo registro, superior en algunas zonas a los 5.000 m de espesor, sobrepasó el espacio de acomodación de la cuenca.

En este contexto, el flanco suroccidental de la cordillera actuó como un frente activo cuya elevación se produjo en el marco de un cinturón de pliegues y cabalgamientos vergentes hacia la depresión, dispuesta a modo de extensa cuenca de antepaís. El importante suministro de materiales terrígenos puso fin a la sedimentación carbonatada de los primeros episodios miocenos, heredada de la que ya se había establecido a finales del Paleógeno al suroeste de la incipiente cordillera. El progresivo avance de ésta provocó una restricción de la cuenca, que acabaría compartimentada en las cuencas observables hoy día (Enriquillo y San Juan-Azua), así como una tendencia general granocreciente en el registro sedimentario. A lo largo de este periodo, los sucesivos dispositivos sedimentarios se instalaron en los bordes de la cuenca y progaron hacia el centro, produciéndose la sedimentación simultánea de varias de las formaciones reconocidas.

Dentro de este modelo general, la zona de estudio presenta diversas peculiaridades: unas, puramente sedimentarias, son debidas exclusivamente a su posición marginal en la cuenca; otras, por el contrario, derivan de procesos tectónicos relacionados con la evolución geodinámica durante el Cuaternario, que provocó importantes desplazamientos de los materiales atribuidos a la Fm Sombrero en el ámbito de la bahía de Ocoa, entre otros acontecimientos de notable envergadura.

Existe una gran incertidumbre sobre el lugar en el que debieron depositarse estos materiales, aunque de acuerdo con diversos modelos geodinámicos relativos a la evolución de La Española, debió ocurrir varios centenares de kilómetros hacia el oeste de su posición actual. Sea donde fuere, a finales del Oligoceno y comienzos del Mioceno, el bloque suroccidental de La Española registraría una sedimentación de tipo turbidítico de cierta profundidad, condiciones bajo las que se produjo el depósito del tramo margoso inferior de la Fm Sombrero. Probablemente por causas tectónicas, se produjo una brusca somerización mediante la cual se instalaron las condiciones de plataforma carbonatada somera bajo las que se depositó su tramo calcáreo. Simultáneamente, en la cuenca localizada al suroeste de la cordillera Central, coincidente con las actuales Sierra de Neiba y cuenca de

San Juan, la sedimentación se llevó a cabo en condiciones profundas, reconociéndose ambientes de tipo pelágico, probablemente bajo un régimen de cierta inestabilidad, como denuncian las notables variaciones de espesor de los depósitos suprayacentes.

En el Mioceno Superior la cuenca de San Juan habría comenzado a estructurarse a modo de profundo surco dispuesto entre una incipiente Sierra de Neiba y una cordillera Central bruscamente reactivada (Mann et al., 1991b), provocando un notable cambio en la naturaleza del depósito, ya que la llegada de ingentes aportes terrígenos abortó la sedimentación carbonatada. Bajo esta configuración se desarrollaron los sistemas turbidíticos de la Fm Trinchera, relacionados con abanicos profundos, cuyo sistema principal tuvo origen al norte de San Juan (McLaughlin et al., 1991) y avanzó hacia el sureste "encauzado" entre las elevaciones mencionadas; igualmente, en el margen nororiental del surco, al que pertenecería la zona de estudio, la cordillera constituyó el área fuente de sistemas deltaicos transversales, cuyo tamaño resulta difícil de determinar por el cabalgamiento posterior de la cordillera.

Las potentes acumulaciones de la Fm Trinchera tendieron a nivelar las áreas sedimentarias a la vez que impulsaron una somerización de los ambientes, de tal forma que a comienzos del Plioceno la cuenca se habría transformado en una plataforma poco profunda; en uno de los escasos periodos de estabilidad de la región durante el Neógeno, se instalaron ambientes de bahía correspondientes a la Fm Quita Coraza, precursores inmediatos de la implantación de ambientes litorales y, posteriormente, aún en el Plioceno, continentales.

La tendencia somerizante seguida desde el Mioceno individualizó las cuencas de Enriquillo y San Juan-Azua, con sedimentación de tipo evaporítico en la primera. La estructuración de la segunda se produjo con una orientación semejante a la actual, paralela a la cordillera Central (de orientación NO-SE), aunque su frente se encontraría retrasado varios kilómetros con respecto a su situación presente; la sedimentación pliocena prosiguió en ella a través de la Fm Arroyo Blanco, en la que se reconocen diversos ambientes que sugieren un dispositivo sedimentario similar al del actual Llano de Azua y su litoral.

A lo largo del Plioceno, la cordillera Central actuó nuevamente como área fuente de los sistemas aluviales que avanzaron hacia el sur o suroeste a través de una extensa llanura, con algunos de los cursos fluviales asociados desembocando en la costa en forma de deltas. Uno de los rasgos más característicos del medio costero en la

cuenca de San Juan fue el desarrollo de construcciones arrecifales que actuaron como barreras, en buena parte desmanteladas y acumuladas por las corrientes litorales; las barreras favorecieron la creación de ambientes restringidos, con incipientes y ocasionales desarrollos evaporíticos. En algunas áreas tuvo lugar un persistente intento de colonización del fondo marino por corales, abortado en casi todos los casos por la entrada de aportes terrígenos, aportes de mayor envergadura en la cuenca de Azua, donde los aparatos deltaicos y aluviales fueron los agentes sedimentarios dominantes.

Durante su evolución, los abanicos deltaicos progradaron, ocasionando el retroceso de la línea de costa, hasta el punto de que a finales del Plioceno tan sólo se reconocen facies aluviales, correspondientes a la Fm Arroyo Seco (Fm Vía), que pueden considerarse antecedentes directos de los sistemas de abanicos que en la actualidad ocupan el Llano de Azua. A diferencia de lo ocurrido a lo largo de la sedimentación neógena previa, este tipo de depósitos no sólo se desarrollaron en la cuenca principal, sino que también lo hicieron en cuencas intramontañosas de menor entidad, como la de Guayabal, en el ámbito de Padre Las Casas.

Probablemente, de forma simultánea con la sedimentación neógena y con toda seguridad en sus últimos episodios, se produjo el avance de la cresta oceánica de Beata hacia la bahía de Ocoa, acontecimiento que en primera instancia esbozaría irregularidades en la cuenca y posteriormente, ya en el Cuaternario, produjo la aproximación y colisión contra la cordillera Central del arco de afloramientos de la Fm Sombrerito que orlan la bahía.

El final de la sedimentación de la Fm Arroyo Seco, ya en el Pleistoceno, es considerado el final del ciclo Neógeno en la región. No obstante, pese al cambio en la orientación de los esfuerzos regionales con respecto al Terciario (puesto de manifiesto por el volcanismo plio-cuaternario de las áreas de Yayas de Viajama y San Juan, por los desgarres relacionados con la falla de Enriquillo-Plantain Garden y por la indentación de la cresta de Beata), en el Cuaternario ha continuado el avance de las facies aluviales a modo de culminación de la tendencia somerizante y regresiva del Neógeno.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES: PROPUESTA ESTRATIGRÁFICA

A fin de no complicar aún más la compleja terminología existente en la bibliografía regional, a lo largo del

presente trabajo se ha respetado la nomenclatura establecida por McLaughlin et al. (1991) que de alguna manera sintetiza la expuesta en los trabajos previos sobre las cuencas neógenas suroccidentales de La Española (Tabla 1). No obstante, en función de los datos aquí aportados y del conocimiento estratigráfico existente hasta la fecha en la región, parece oportuno efectuar una serie de propuestas. Éstas pretenden tan sólo sugerir una serie de ideas ante una eventual definición posterior de unidades litoestratigráficas formales para el conjunto neógeno de la cuenca de San Juan-Azua (Tabla 2), en cuyo caso habría que precisar convenientemente diversos factores como corte tipo, edad, descripción litológica, etc.

En cualquier caso, parece prioritaria la discriminación de los conjuntos correspondientes a las Fms. Sombrerito autóctona y alóctona debido a sus diferencias litológicas. Así, para la Fm Sombrerito autóctona, aflorante en el ámbito de la Sierra de Neiba y cortada por diversos sondeos de la cuenca, se sugiere la denominación "Formación de Calizas y margas del Arroyo Sombrerito" e igualmente, la de "Miembro de Calcarenitas de Gajo Largo" para su conjunto calcarenítico superior. En cuanto a la Fm Sombrerito alóctona, para el conjunto de su tramo calcáreo se propone el término "Formación de Calizas de Punta Vigía" y, provisionalmente, el de "Miembro de Margas y areniscas de Pueblo Viejo" para el tramo margoso inferior, en tanto no se determine su entidad real.

La incertidumbre existente con respecto al único afloramiento atribuido al tramo margoso superior de la Fm Sombrerito, impide una asignación de cierta consistencia, pues si bien podría formar parte del conjunto alóctono, en cuyo caso dicha atribución sería correcta, también podría tener carácter autóctono, de forma que podría correlacionarse tanto con la Fm Sombrerito autóctona, como con la Fm Trinchera.

Para el potente conjunto silicilástico de la Fm Trinchera, de amplia representación, parece apropiado el término "Formación de Areniscas y margas de Trinchera". Ya que la Fm Quita Coraza aparece tan sólo en algunas zonas y, pese a su carácter esencialmente margoso, muestra ciertas semejanzas con la Fm Trinchera, así como un espesor sensiblemente inferior, por lo que debe considerarse como un miembro del techo de ésta. Por ello, se sugiere para ella la denominación "Miembro de Margas de Quita Coraza". Otro tanto podría decirse de los afloramientos calcáreos del flanco nororiental de la cuenca de San Juan, para los que propone el término "Miembro de Calizas del Arroyo Florentino". Tal vez, en

Tabla 2. Nomenclatura propuesta para las unidades litoestratigráficas de la zona de estudio.

Table 2. Proposed denomination for the lithostratigraphic units of the study zone.

EDAD	DENOMINACIÓN PROPUESTA	
PLEISTOCENO INFERIOR	MATERIALES AUTOCTONOS	MATERIALES ALOCTONOS
PLIOCENO	Gravas, lutitas y arenas de la Fm Arroyo Seco	
	Conglomerados, areniscas y lutitas de la Fm Arroyo Blanco	
	Miembro Margas de Quita Coraza	
MIOCENO SUPERIOR	Areniscas y margas de la Fm Trinchera	
	Calizas y margas de la Fm Arroyo Sombrerito	
MIOCENO MEDIO		Fm Calizas de Punta Vigia
MIOCENO INFERIOR		Margas y areniscas del Miembro Pueblo Viejo

estudios posteriores sería conveniente definir otros miembros en alusión a los tramos de predominio arenoso o conglomerático, como los observables en la zona de Azua.

El caso de la Fm Arroyo Blanco es parecido al de la Fm Trinchera, ya que en ella se distinguen diversos tramos susceptibles de definición como miembros, si bien en este caso su conocimiento, más impreciso, invita a

una mayor prudencia; en cualquier caso, para su conjunto se sugiere el término “Formación de Conglomerados, areniscas y lutitas del Arroyo Blanco”.

Finalmente, por lo que respecta al conjunto detrítico superior, se propone una definición adaptada a la denominación de Fm Arroyo Seco por ser la más empleada en la región, abandonando los numerosos términos equivalentes definidos, entre ellos el de Fm Vía, utilizado ex-

clusivamente en la zona de Azua; de acuerdo con ello, se sugiere el empleo del término "Formación de Gravas, lutitas y arenas del Arroyo Seco".

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a Javier Gil y Fabián López por su lectura crítica del manuscrito original; a Pere Busquets y Emilio Ramos por su revisión y sugerencias; a Marta Hernández, Elsa Sánchez y Casto Camazón, por su colaboración en la parte gráfica; y muy especialmente a Andrés Pérez-Estaún, cuya energía y saber hacer han sido decisivos en la elaboración de este trabajo y del presente volumen. Este trabajo forma parte de los resultados del Proyecto de Cartografía Geotemática en la República Dominicana, financiado por la Unión Europea a través del programa SYSMIN. Agradecemos la colaboración prestada por la Dirección General de la Minería de la República Dominicana.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arick, M.B., 1941. Annual report of Geological Department, New York, 34 pp.
- Beall, R., 1945. The geology of the Sierra Martín García, Dominican Republic. Standard Oil Company. New Jersey (inédito), 17 pp.
- Bermúdez, P.J., 1949. Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication, 25, 322 pp.
- Breuner, T.A., 1985. The Geology of the Eastern Sierra de Neiba. Tesis doctoral, Universidad de Washington (inédito), 120 pp.
- Cooper, C., 1983. Geology of the Fondo Negro region, Dominican Republic. Tesis doctoral, Universidad de Nueva York, Albany (inédito), 145 pp.
- Díaz de Neira, J.A., Hernaiz Huerta, P.P., 2000. Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Hoja a E. 1:50.000 n° 6071-II (Azua). Proyecto SYSMIN. Dirección General de Minería, Santo Domingo (inédito).
- Dirección General de Minería (DGM) y Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR); Cooperación Minera Dominico-alemana (1991). Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.
- Dohm, C.F., 1941. The geology of the Azua-Enriquillo Basin areas covered by Aerial Mosaics n° 7, 14 and 15. Dominican Republic. Santo Domingo Office (inédito), n° 15, 17 pp.
- Dohm, C.F., 1942. The geology of the Sierra de Neiba and Valles San Juan and Enriquillo in Mosaic Areas 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 32 and 33. Dominican Republic. Santo Domingo Office n° 20, 18 pp.
- 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. In Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, 262, 217-263.
- García, E., Harms, F., 1988. Informe del Mapa Geológico de la República Dominicana escala 1:100.000 San Juan (4972). Santo Domingo, 97 pp.
- Lewis, J.F., 1980. Résumé of geology in Hispaniola. In Field guide to the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic. Amigo del Hogar Publishers, 5-31.
- Lewis, J.F. y Draper, G., 1990. Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. In Dengo, G., Case, J.E. (eds). The Caribbean region. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, Boulder, Colorado, 77-140.
- Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F., 1991a. An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. In Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, 262, 1-28.
- Mann, P., McLaughlin, P.P., Cooper, C., 1991b. Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. In Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, 262, 367-389.
- McLaughlin, P.P., Van Den Bold, W.A., Mann, P., 1991. Geology of the Azua and Enriquillo basins. Dominican Republic; 1, Neogene lithofacies, biostratigraphy, biofacies, and paleogeography. In Mann, P., Draper, G., Lewis, J.F. (eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, 262, 337-366.
- Mercier de Lepinay, B., 1987. L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). Tesis doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie (inédito), 378 pp.
- Pindell, J., Dewey, J.F., 1982. Permo-Triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean region. Tectonics, 1, 179-211.
- Ramírez, M.I., 1995. Neotectonic Structures and Paleostress in the Azua region. South-Central Hispaniola. Tesis doctoral, Universidad Internacional de Florida. Miami, Florida (inédito), 144 pp.
- Vaughan, T.W., Cooke, W., Condit, D.D., Ross, C.P., Woodring, W.P., Calkins, F.C., 1921. A Geological Reconnaissance of the Dominican Republic. In Editora de Santo Domingo. Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Santo Domingo 18 (1983), 268 pp.