



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

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

**MAO**

**(5974-I)**

**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). Ha sido realizada en el periodo 2002-2004 por Informes y Proyectos S:A. (INYPSA), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional.

Han participado los siguientes técnicos y especialistas:

#### CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Dr. Enrique Bernárdez Rodríguez (INYPSA)

#### COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Enrique Bernárdez Rodríguez (INYPSA)

#### SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

- Ing. Lluís Ardévol Oró ( GEOPREP)

#### MICROPALAEONTOLOGÍA

- Dr. Luis Granados (Geólogo Consultor)
- Dr. Joseph Serra Kiel (Universidad de Barcelona)

#### PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

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

#### GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Dr. Enrique Bernárdez Rodríguez (INYPSA)

#### GEOMORFOLOGÍA

- Ing. Joan Escuer (GEOCONSULTORES TÉCNICOS Y AMBIENTALES)

#### MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

- Ing. Pedro Florido Laraña (IGME)

#### TELEDETECCIÓN

- Dra. Carmen Antón Pacheco (IGME)

#### INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

- Ing. Jose Luis García Lobón (IGME)

#### 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 Jaume Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

## SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

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

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

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

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

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

- Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 correspondiente, y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría del Proyecto K. 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 de Mao está situada en el noroeste de la República Dominicana perteneciendo su totalidad al dominio del Valle de Cibao.

Los materiales Pre-Cuaternarios que afloran en la hoja van desde el Mioceno Superior hasta el Plioceno Superior. La formación Cercado del Mioceno Superior está representada en la hoja por margas de cuenca, exceptuando el miembro superior, Calizas de Ahuyamas, con asociaciones de facies marinas someras. La formación Gurabo (Mioceno terminal- Plioceno Medio) presenta facies de cuenca marina en la mayor parte de la hoja, sin embargo, en el borde occidental pasan a facies de talud, y la parte superior de las margas y areniscas de Las Caobas muestran asociaciones de facies mareales y transicionales. Las calizas de la formación Mao-Adentro (Plioceno Inferior-Medio) muestran asociaciones de facies arrecifales y se interdigita con las facies de cuenca de la parte superior de la formación Gurabo. La formación Mao (Plioceno Medio-Superior) muestra facies de talud en un contexto sintectónico.

Aunque los materiales cuaternarios aflorantes en la hoja están mayoritariamente representados por la llanura de inundación del Rio Yaque, éstos están muy diversificados y representan más de la mitad de la superficie de la hoja, incluyendo abanicos aluviales, glaciais, terrazas, coluviones y depósitos de fondo de Valle.

La actividad tectónica del área de la hoja ha sido continua desde al menos el Mioceno Superior hasta la actualidad. Esta actividad ha condicionado la sedimentación de los materiales del Neógeno, y claramente se observa que afecta a los del Plioceno e incluso en menor escala a los actuales. El accidente Gurabo-Cana es una falla normal o un sistema de fallas de dirección N-S, sin expresión cartográfica clara, que condicionó la sedimentación desde el Mioceno Superior hasta el Plioceno Medio. La falla principal en la hoja es la falla de Mao, con una traza aproximada E-O, cuya actividad condicionó la sedimentación de la Formación Mao. Una densa red de fallas de menor tamaño afecta a los materiales pre-Holocenos de la hoja.

## **ABSTRACT**

The Mao sheet is located in the north-western area of the Dominican Republic and belongs to the Cibao Valley domain.

Pre-Quaternary materials cropping out in the Sheet range in age from Upper Miocene to Middle-Upper? Pliocene. The Upper Miocene Cercado Fm is represented in the sheet by basinal marls, excepting by the upper member (Ahuyamas chalks), with shallow marine facies associations. The uppermost Miocene to Middle Pliocene Gurabo Fm shows marine basinal facies in most of the sheet area, although giving way on the western side to talus-like facies, and the uppermost Las Caobas marls and Las Caobas sandstone Member show tidal to transitional facies associations. The lower to Middle Pliocene Mao-Adentro limestones shows reefal to perireefal facies associations and interdigitate with the basinal facies of the upper Gurabo Fm. The Middle to Upper? Pliocene Mao Formation shows talus facies in a sintectonic setting.

Quaternary materials cropping out in the sheet, although largely dominated by the Yaque river floodplain, are highly diversified, and account for more than half of the sheet area. They include alluvial fans, terraces, colluviums, and valley floor deposits.

Tectonic activity in the sheet area has been continuous from at least the Upper Miocene to recent times. This activity has conditioned the sedimentation of Neogene materials and clearly affects the Pleistocene ones, and, to a lesser extent, even the recent deposits. The Gurabo-Cana structure is an approximately N-S normal fault or fault system, without any clear cartographical expression, which has conditioned sedimentation from the Upper Miocene to Middle Pliocene times. The main fault in the sheet is the Mao fault, with an approximately E-W alignment, whose activity has conditioned the deposition of the Mao Fm. A dense network of minor faults affects all pre Holocene materials in the sheet.

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Metodología</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2 Situación geográfica</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. Marco Geológico</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4. Antecedentes</b> .....	<b>11</b>
<b>2. ESTRATIGRAFIA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Terciario</b> .....	<b>13</b>
<u>2.1.1 Neógeno</u> .....	<u>16</u>
2.1.1.1 Formación Cercado. Margas con pasadas de calizas bioclásticas. (1). Calizas de Ahuyamas, calizas arenosas y margas bioclásticas (2). Mioceno Superior. N <sub>1</sub> <sup>3</sup> .....	16
2.1.1.2 Formación Gurabo. Margas masivas de cuenca (3). Mioceno Superior-Plioceno Medio. N <sub>1</sub> <sup>3</sup> -N <sub>2</sub> <sup>2</sup> .....	18
2.1.1.3 Formación Gurabo. Areniscas y Margas de Las Caobas (4,5). Plioceno Inferior. N <sub>2</sub> <sup>1</sup> .....	19
2.1.1.4 Formación Mao Adentro (6,7). Calizas coralinas. Plioceno Inferior-Medio. N <sub>2</sub> <sup>1</sup> -N <sub>2</sub> <sup>2</sup> .....	21
2.1.1.5 Formación Mao (8) Conglomerados, areniscas, limolitas arenosas y lutitas calcáreas. Plioceno Medio-Superior. N <sub>2</sub> <sup>2</sup> -N <sub>2</sub> <sup>3</sup> .....	23
<b>2.2 Cuaternario</b> .....	<b>25</b>
<u>2.2.1 Terrazas altas: Conglomerados (9). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub></u> .....	<u>25</u>
<u>2.2.2 Terrazas medias: Conglomerados y arenas (10). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub></u> .....	<u>25</u>



---

<u>2.2.3 Abanicos aluviales antiguos: Brechas calcáreas, conglomerados, arenas, limos y paleosuelos (11). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub>.....</u>	<u>26</u>
<u>2.2.4 Glacis de cantos: brechas calcáreas con escasa matriz arcillosa (12). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub>.....</u>	<u>27</u>
<u>2.2.5 Terrazas bajas: arenas y conglomerados ( 13). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>28</u>
<u>2.2.6 Llanura aluvial con canales y meandros abandonados: Limos, arenas y cantos (14). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>28</u>
<u>2.2.7 Depósitos de fondo de valle, Cantos, arenas y limos (15). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>29</u>
<u>2.2.8 Depósitos antrópicos: Deshechos urbanos (16). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>29</u>
<u>2.2.9 Coluviones: Brechas y bloques (17). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>29</u>
<u>2.2.10 Abanicos aluviales modernos: Brechas, conglomerados y arenas (18). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>30</u>
<u>2.2.11 Glacis: Gravas, arenas y limos (19). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>30</u>
<u>2.2.12 Aluvial-coluvial: Brechas, conglomerados, arenas y arcillas (20). Holoceno. Q<sub>4</sub>.....</u>	<u>30</u>
<b>3.TECTONICA.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1 Introducción. Contexto Geodinámico.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 Tectónica y evolución tectosedimentaria.....</b>	<b>36</b>
<b>4. GEOMORFOLOGÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....</b>	<b>42</b>
<u>4.1.1 Estudio morfoestructural.....</u>	<u>42</u>
4.1.1.1 Formas estructurales.....	42
<u>4.1.2 Estudio del modelado.....</u>	<u>43</u>
4.1.2.1 Formas gravitacionales.....	43
4.1.2.2 Formas fluviales y de escorrentía superficial.....	44
4.1.2.3 Formas poligénicas.....	45
4.1.2.5 Formas antrópicas.....	46

---

<b>4.2 EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA .....</b>	<b>46</b>
<b>5. HISTORIA GEOLÓGICA .....</b>	<b>48</b>
<b>6. GEOLOGÍA ECONÓMICA .....</b>	<b>51</b>
<b>6.1. Hidrogeología .....</b>	<b>51</b>
6.1.1. <u>Hidrología y climatología.....</u>	<u>51</u>
6.1.2. <u>Hidrogeología .....</u>	<u>51</u>
<b>6.2. Recursos minerales .....</b>	<b>52</b>
6.2.1. <u>Rocas Industriales y Ornamentales .....</u>	<u>53</u>
6.2.2. <u>Potencial Minero .....</u>	<u>53</u>
6.2.3. <u>Listado de indicios .....</u>	<u>54</u>
<b>7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO .....</b>	<b>55</b>
<b>7.1. Introducción.....</b>	<b>55</b>
<b>7.2. Relación de los L.I.G. ....</b>	<b>55</b>
<b>7.3. Descripción de los Lugares.....</b>	<b>56</b>
7.3.1 <u>L.I.G. N° 1. Formación Mao en Gurabo Adentro.....</u>	<u>56</u>
7.3.2 <u>L.I.G. N° 2. Yacimiento paleontológico en la Formación Gurabo en el río Gurabo</u>	<u>57</u>
7.3.3. <u>L.I.G. N° 3. Formación Mao en la carretera Mao-Los Quemados. ....</u>	<u>58</u>
7.3.4 <u>L.I.G. N° 4. Interdigitación de las calizas de Mao Adentro con la Formación Gurabo</u> <u>en la carretera Mao-Los Quemados. ....</u>	<u>59</u>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Para invertir la evolución desfavorable del sector geológico minero y dotar de una infraestructura cartográfica y temática a la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través del Servicio Geológico Nacional (SGN), ha establecido la política de completar el levantamiento geológico y minero del país.

A tal fin, 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. (INYPESA) ha realizado, bajo el control de la Unión Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), este Proyecto "K", Zona Noroeste, de Cartografía Geotemática de la República Dominicana incluido en el Programa SYSMIN, referenciado 7 ACP DO 024 y financiado en régimen de donación por la Unión Europea.

Dicho Proyecto, realizado entre Julio 2002 y Julio 2004, 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 (Figura 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
	Arroyo Limón	5973-III
	Jicomé	5973-IV

---

Mao	(5974)	Mao	5974-I
		Monción	5974-II
		Santiago Rodríguez	5974-III
		Martín García	5974- IV

## 1.1 Metodología

Todos los trabajos se efectuaron de acuerdo con la normativa del Programa Nacional de Cartas Geológicas a escala 1:50.000 y Temáticas a escala 1:100.000 de la República Dominicana, elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana e inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA).

Como apoyo a los trabajos de campo, se interpretaron las imágenes disponibles de satélite (Landsat TM y radar SAR), los datos de la geofísica aeroportada (magnetismo y radiometría) del Proyecto SYSMIN (1996), y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1984) o a escala 1:60.000 (1966).

Todos los puntos de observación y recorridos fueron grabados diariamente en un GPS, descargados y documentados en una base de datos, trazados en un sistema de información geográfica (SIG) y confrontados a las informaciones anteriormente descritas (topografía, imágenes de satélite, datos geofísicos, etc.) ya incorporadas en el SIG.

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras (petrológicas, paleontológicas, sedimentológicas, geoquímicas y dataciones), datos de tipo estructural y fotografías.

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, el desarrollo de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las restantes, con frecuentes visitas a sus territorios

## 1.2 Situación geográfica

La hoja a escala de 1:50.000 de Mao (5974-I) está ubicada en el sector Noroeste de la República Dominicana en la parte Centro-occidental de el Valle del Cibao (Figura 1), a unos 180 Km en línea recta de la capital, Santo Domingo, y unos 210 Km por carretera. La vía de acceso la más cómoda en vehículo, es de Santo Domingo a Santiago (150 Km) por la autopista Duarte (2h) y de Santiago a Mao (60 Km) por carreteras secundarias (1h).

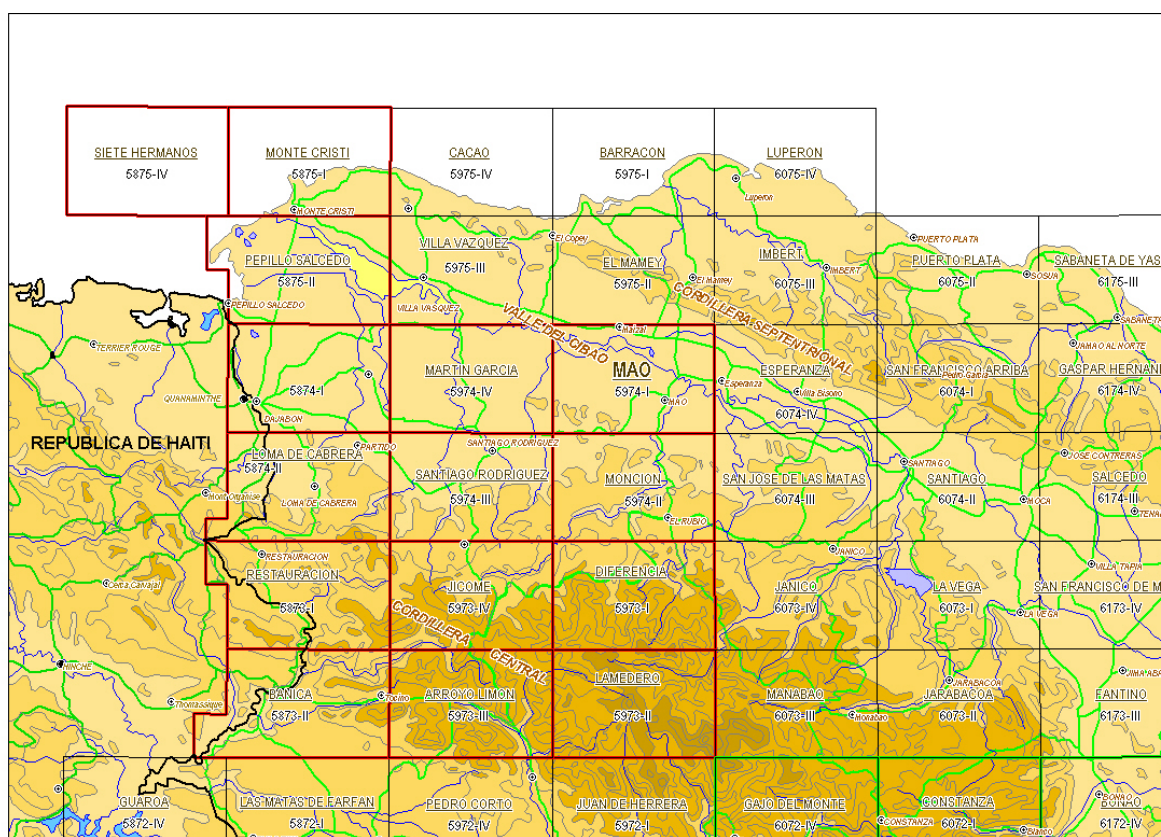


Figura 1.1 – Ubicación de la hoja Mao (5974-I) en el marco del proyecto K

La totalidad de la Hoja, incluyendo la ciudad de Mao, pertenece a la Provincia de Valverde, con los municipios de Mao, Esperanza, y Laguna Salada.

La población se concentra principalmente alrededor de la ciudad de Mao (43.300 habitantes) siendo el segundo núcleo urbano de importancia Laguna Salada, con unos 6.700 habitantes.

Las principales vías de comunicación son:

- la carretera de Santiago a Montecristi, que cruza la hoja de Este a Oeste en su parte Norte y en la que se sitúan los núcleos de población de Maizal, Cruce de Guayacanes, Laguna Salada y Jaibón.
- la carretera de Mao a Santiago Rodríguez, con la población de Los Quemados.
- la carretera de Cruce de Guayacanes a Mao con el pueblo de Guayacanes.
- la carretera de Mao a Guayubin, con las poblaciones de Pueblo-Nuevo-Gurabo y Piloto.

En este momento, en la zona rural del tercio Sur de la hoja, muchas casas, incluso aldeas enteras, como Gurabo Adentro, están abandonadas, testigo de una "desertificación" rural.

La principal actividad económica de la zona es la agricultura, con cultivos principalmente dedicados al arroz, el banano y el tabaco, desarrollándose fundamentalmente en las vegas que ocupan la llanura de inundación del río Yaque del Norte. Esta agricultura está muy escasamente mecanizada y basa su viabilidad económica en el empleo de una mano de obra barata constituida por trabajadores fundamentalmente de origen haitiano.

La red fluvial está dominada por el río Yaque, que recorre la hoja de Este a Oeste por su parte central y cuya llanura de inundación y terrazas ocupan la mitad de la superficie de la hoja. Dentro de la hoja los únicos afluentes del Yaque con cauce permanente proceden del Sur y son los ríos Amina y Mao, procedentes de la Sierra Central y con longitudes respectivas de 74 y 105 Km.

Geomórficamente, la hoja de Mao esta caracterizada por la presencia de una amplia llanura, con altura de entre 40 60 m, correspondiente al valle del Yaque, que cruza la hoja de Este a Oeste, y un área con relieves moderados (hasta 360 m) ocupando su mitad meridional. Orlando el borde norte de la hoja hay una estrecha franja con relieve muy moderado que corresponde a las estribaciones de la Cordillera Septentrional.

El clima dominante es tropical, con una temperatura media anual en torno a los 26°C. La precipitación anual es de 750-1.000 mm y la vegetación predominante es bosque seco tropical, excepto en la vega del Yaque, ocupada por diversos cultivos y con una importante red de canales de riego.

### 1.3. Marco Geológico

El Proyecto K de Cartografía Geotemática en la Republica Dominicana se caracteriza por la gran diversidad de materiales y medios sedimentarios representados: desde conglomerados continentales a abanicos turbidíticos, desde coladas de lavas y brechas vulcanosedimentarias a calizas micríticas, desde plataformas siliciclásticas a calizas pelágicas etc. 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. Esta diversidad de materiales puede apreciarse en el esquema geológico de la Isla que se muestra en la figura 1.2.

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 vulcanosedimentarios, y por otro la abundancia de rocas ígneas intrusivas en las series volcánicas y vulcanosedimentarias. La propia naturaleza de las rocas extrusivas, unida a la escasa anchura de las plataformas 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 de desgarre transpresivo, que ha afectado a isla desde su formación, y de forma más evidente 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 dará lugar asimismo a

la presencia de frecuentes depósitos sintectónicos y a la yuxtaposición en el espacio de materiales originalmente depositados a distancias considerables.

La repartición espacial de este conjunto de materiales es muy heterogénea, pudiendo diferenciarse, dentro del área abarcada por el proyecto, una serie de dominios tectosedimentarios con características diferenciadas (Fig. 1.3). La naturaleza de estos dominios es desigual, ya que mientras unos representan terrenos alóctonos emplazados a favor de grandes fallas de desgarre, otros corresponden a diferenciaciones menores dentro de un mismo terreno y otros corresponden a materiales de cobertera posteriores a las principales etapas de deformación.

De Norte a Sur los dominios tectosedimentarios representados dentro del área del Proyecto K son los siguientes:

- 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 en el proyecto K, discordantemente sobre materiales marinos profundos del Cretáceo 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.
- Dominio del Valle del Cibao, que abarca un conjunto de materiales de cobertera limitado al Sur por su discordancia basal. Las facies y litologías representadas son bastante variadas yendo 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 sector central, en las proximidades de 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, dispuestas de forma escalonada, 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 del Yaque.
- El dominio de Amina-Maimón aflora bajo la discordancia basal del dominio del Valle del Cibao y probablemente constituye, en gran parte al menos, su zócalo. El límite Sur de



este dominio coincide con el extremo Norte de la Zona de Falla de La Española. Los materiales representados, pertenecientes al Complejo de Amina Maimón son depósitos vulcanosedimentarios, de edad Cretáceo Inferior, que presentan una intensa deformación y no se encuentran nunca al Sur de la Falla de La Española.

-El dominio de Tavera tiene su área de afloramiento limitada a la Zona de Falla de La Española, y esta ocupado por una serie compleja, al menos en parte sintectónica, y con espesor de difícil evaluación que incluye materiales volcánicos y vulcanosedimentarios, brechas de talud, turbiditas, calizas de plataforma y conglomerados fluviales, todo ello con un rango de edades comprendido entre el Eoceno Inferior y el Oligoceno Inferior.

-El dominio de la Cordillera Central se caracteriza por su gran complejidad y está limitado al Sur por la Falla de San José-Restauración. Los materiales más antiguos que afloran en este dominio son depósitos volcánicos y vulcanosedimentarios, de edad Jurásico Superior-Cretáceo Inferior, que presentan una deformación polifásica y son denominados Complejo Duarte. Sobre este "zócalo" se depositó una potente serie vulcanosedimentaria a la que siguen depósitos de talud y calizas pelágicas, todavía durante el Cretáceo Superior, y finalmente calizas de plataforma de edad Eoceno. Todos estos materiales están afectados por deformaciones de carácter transpresivo de intensidad variable según zonas y, además, se encuentran afectados por numerosas intrusiones, principalmente de carácter ácido, y diversos grados y tipos de metamorfismo.

- 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 Cenomaniano y el Mioceno Inferior. Los materiales y facies representados son muy diversos, con predominio de turbiditas y calizas pelágicas, pero incluyendo también materiales vulcanosedimentarios, calizas de plataforma, e importantes depósitos sintectónicos.

- El dominio de la Cuenca de San Juan ocupa la esquina Suroeste del área del proyecto K. Los materiales representados, en parte sintectónicos, abarcan un rango de edades desde el Oligoceno superior al Plio-Pleistoceno. Constituyen en conjunto

una serie de relleno de cuenca pasándose de facies turbidíticas gradualmente hasta depósitos fluviales.

Además de estos materiales hay que señalar la presencia de una gran diversidad de materiales cuaternarios que en algunos casos, como el presente, llegan a ocupar la mayor parte de la superficie de la hoja cartografiada.

Dentro de la presente hoja los materiales representados y que se describen a continuación corresponden en su totalidad al dominio del Valle del Cibao.

## Figura 1.2. Esquema geológico de la Isla

### Figura 1.3 Estratigrafía general de los dominios

#### 1.4. Antecedentes

La abundancia, diversidad y buena conservación de los fósiles terciarios, principalmente moluscos, del Valle del Cibao llamaron la atención de los geólogos ya desde mediados del siglo XIX dando lugar a una serie de publicaciones por autores anglosajones entre las que destacan las de Sowerby (1850), Moore (1850), Lonsdale (1853), Heneken (1853), Gabb (1873), Pilsbury y Johnson (1917) y Pilsbury (1922). Mención aparte entre estos pioneros de la geología dominicana merece la figura de la Doctora Carlota Joaquin Maury, quien condujo en 1916, durante la invasión estadounidense de la isla, una expedición en el transcurso de la cual fue recolectado un abundante material en base al cual fueron descritas más de 400 especies de invertebrados. Esta expedición dio lugar a una serie de publicaciones (Maury, 1917a, 1917b, 1919, 1922, 1929, 1931) en las que además de situar por primera vez los yacimientos paleontológicos se realiza un primer esbozo de la división estratigráfica de los materiales neógenos del Valle del Cibao. Durante los años 40 y 50 del siglo XX vieron la luz una serie de trabajos sobre la estratigrafía y paleontología del Valle del Cibao, generalmente con un carácter muy local, pero entre los cuales destaca el de Bermúdez (1949), primer trabajo micropaleontológico sobre los materiales neógenos de la isla y en el que se datan numerosos yacimientos y se revisa la estratigrafía de la zona. En la década de los 70 convergen en la región de Mao dos equipos estudiando la estratigrafía y las faunas del Neógeno; por una parte el grupo de la universidad de Tulane (USA) y por otra un equipo europeo con representantes de Francia Inglaterra y Suiza. A finales de los 70 ambos grupos se fusionan y dan lugar a la formación de un equipo internacional que continúa sus trabajos de forma coordinada en la actualidad y que ha dado lugar a un gran número de publicaciones, en su mayor parte de carácter puramente paleontológico, pero entre las que hay que destacar la de Saunders *et al* (1986), en la que se revisa la estratigrafía del Neógeno y se realizan los primeros estudios sedimentológicos, y la de Vokes (1989), en la que realizan importantes precisiones sobre la estratigrafía y bioestratigrafía de la zona.

Una de las principales dificultades con que se encontraron los autores precedentes a la hora de definir unidades litoestratigráficas fue la falta de cartografías geológicas con el detalle suficiente, que permitieran visualizar la extensión lateral de las unidades propuestas y comprobar su validez. El primer mapa geológico abarcando la hoja de Mao parece ser el realizado en 1943 por la compañía petrolera Dominican Seabord Oil Company, que

permanece inédito y no ha sido posible utilizar en el presente trabajo. Eberle y Mollat (1991) publican un mapa de síntesis a escala 1: 250.000 en el que los materiales del Neógeno del Cibao se presentan agrupados en cuatro unidades; conglomerados tipo Bulla, a los que se atribuye una edad Mioceno medio-superior, formaciones Cercado y Gurabo, indiferenciadas y a las que se atribuye una edad Mioceno medio-Plioceno, una unidad carbonatada que agrupa los afloramientos de las Calizas de Ahuyamas y la formación Mao-Adentro, y una unidad conglomerática, que equivaldría a la Formación Mao, y a la que se atribuye una edad Plioceno terminal-Pleistoceno. Draper y Lewis (en Mann *et al.* 1991a) publican un mapa a escala aproximada 1:150.000 en el que diferencian las formaciones Cercado y Gurabo, introduciendo además el nuevo término de Calizas de Ayahamas.

Por lo que se refiere a estudios de carácter tectónico los únicos que abarcan la hoja de Mao son los de Edgar (1991) y el de Erikson *et al.* (1998), ambos con un carácter muy general y sin referencia a datos estructurales de campo.

## 2. ESTRATIGRAFIA

### 2.1 Terciario

Los primeros datos geológicos sobre el Terciario del Valle del Cibao proceden de los materiales recolectados por el capitán de la marina británica T.S. Heneken y estudiados por Sowerby en 1850. El trabajo de Sowerby fue seguido por el de Gabb (1873) que atribuyó todos los fósiles y materiales marinos del Cibao a una única "Formación Miocena". La primera división estratigráfica de los materiales neógenos del Cibao se debe a los trabajos de Carlota Maury, quien en 1916, durante la invasión americana, condujo una expedición científica a la isla. Maury (1917a) diferenció dos "formaciones" nombradas como *Aphera islacolonis* y *Sconsia laevigata*, rectificando en 1919 estos nombres como Formación Cercado y Formación Gurabo. Cooke (1920) introduce los términos de Conglomerado Bulla y Baitoa dentro de la Formación Cercado y Caliza de Mao Adentro y Arcilla de Valverde dentro de la Formación Gurabo. Vaughan et al (1921) modifican el nombre original de Arcilla de Valverde como Arcilla de Mao, denominación que será seguida por los autores subsiguientes. Bermúdez (1949) eleva a rango de Formación los conglomerados de Bulla y de Baitoa, y propone la Formación Mao que incluiría las Calizas de Mao Adentro, la Arcilla de Mao y un Miembro superior no nombrado compuesto por "una potente sección de limos arenas y conglomerados". Palmer (1979) introduce el término de Caliza de Monción, considerándola parte del Grupo Tabera; como se verá más adelante en realidad esta caliza se sitúa dentro de la Formación Bulla.

Saunders *et al.* (1986) revisan la litoestratigrafía y bioestratigrafía del Neógeno del Cibao en base a numerosas muestras y columnas parciales tomadas fundamentalmente en los ríos Gurabo y Cana. Estos autores dividen la serie en cuatro formaciones que de más antigua a más moderna serían Baitoa, Cercado, Gurabo y Mao. La Formación Baitoa, de edad Mioceno Inferior-Medio, no aflora en el área del Proyecto K, y la Formación Bulla no es discutida por estos autores, tal vez por considerarla equivalente de la Formación Baitoa siguiendo a Bermúdez (1949). Para las formaciones Gurabo y Cercado, cuyo estratotipo no había sido formalmente definido por Maury estos autores proponen lectoestratotipos en el río Gurabo, pero como ha podido comprobarse en la cartografía realizada en el presente

---

proyecto el contacto entre ambas formaciones en el punto propuesto como límite no es cartográficamente trazable, por lo que deberá ser redefinido.

Vokes (1989) realiza algunas precisiones sobre la litoestratigrafía señalando la no equivalencia de las formaciones Baitoa y Bulla, y planteando la equivalencia lateral entre las formaciones Cercado y Gurabo tal como habían sido redefinidas por Saunders *et al* (1986) y señalando la continuidad litológica y faunística por encima y por debajo del supuesto límite. Este autor señala también la identidad litológica entre la Arcilla de Mao y las facies profundas de la Formación Gurabo, rebajando, además, la edad propuesta por Saunders *et al*. (1986) para la localidad tipo de dicha arcilla, y señalado su equivalencia en edad con las arcillas intercaladas con la base de la "Caliza de Mao Adentro" en su sección tipo.

Draper & Lewis En su mapa geológico de la Republica Dominicana central (en Mann *et al* 1991a) introducen el termino de Miembro Ayahamas, sin definición formal en el texto y que según la leyenda del mapa sería la parte superior de la Formación Gurabo constituido por calizas limosas. El topónimo Ayahamas es desconocido en la región mientras que la Loma de Ahuyamas esta enteramente constituida por esta calizas, con lo que la denominación original parece derivar de una errata y parece conveniente renombrarlo como miembro Ahuyamas. En realidad en la cartografía de estos autores dicho miembro se dispone entre las formaciones Gurabo y Cercado. Por otra parte el afloramiento del río Mao denominado por Maury (1917a,b) como "bluff 1" y considerado originalmente como perteneciente a la Formación Cercado se sitúa inmediatamente por debajo de las calizas del miembro Ahuyamas.

La cartografía realizada en el marco del proyecto K ha permitido redefinir las unidades litoestratigráficas del Neógeno del Valle del Cibao, modificando la concepción de unidades previamente establecidas y definiendo otras nuevas.

De más antigua a más moderna las unidades cartografiadas son:

- Formación Bulla, incluyendo en su parte media la Caliza de Monción.

- Formación Cercado, modificada para incluir a techo el miembro informal Calizas de Ahuyamas. Mientras el contacto entre los lectoestratotipos propuestos por Saunders *et al* (1986) se ha revelado como no trazable cartográficamente el techo de la Formación así



redefinido sí lo es, pudiendo incluso prolongarse al Oeste del límite de afloramiento de las calizas de Ahuyamas, donde se manifiesta con un neto cambio en el color de alteración de los materiales de la Formación Cercado (pardo-anaranjado) al de los de la Formación Gurabo, blanquecinos. Vokes (1989) ha señalado la existencia de un profundo cambio faunístico coincidente con este límite en la sección del río Gurabo. Se ha distinguido, además, dentro de la Formación un miembro informal inferior, predominantemente detrítico y otro superior (o medio) de carácter más margoso.

- Formación Gurabo, redefinida en su base como se ha indicado anteriormente e incluyendo a techo en el área de Las Caobas los miembros Areniscas de Las Caobas y Margas de Las Caobas. Las Areniscas de las Caobas habían sido consideradas por Saunders *et al.* (1986) como la base de la Formación Mao, pero con la redefinición de esta Formación parece más conveniente integrarlas dentro de la Formación Gurabo. La denominada Arcilla de Mao, anteriormente considerada como un Miembro de la Formación Mao, se ha revelado como una facies particular de la Formación Gurabo no diferenciable cartográficamente, y, por tanto, sin validez como unidad litoestratigráfica.

- Formación Mao Adentro, por elevación de rango del Miembro Calizas de Mao Adentro, consideradas como una unidad distinta de la Formación Mao, con la que no presentan relación estratigráfica observable. En el futuro debería ser definido formalmente el lectoestratotipo de la Formación, probablemente en el corte del río Cana, donde se presentan sus mejores afloramientos, aunque, por el momento, no puede descartarse la localización de mejores afloramientos al Este del área del proyecto K, donde parecen existir otros afloramientos de esta unidad.

- Formación Mao, restringida al anteriormente considerado miembro superior de dicha Formación. En el futuro sería necesario definir un lectoestratotipo, posiblemente fuera del área del proyecto K, ya que aquí los mejores afloramientos, en el cauce del río Gurabo, son muy incompletos.

### 2.1.1 Neógeno.

2.1.1.1 Formación Cercado. Margas con pasadas de calizas bioclásticas. (1). Calizas de Ahuyamas, calizas arenosas y margas bioclásticas (2). Mioceno Superior. N<sub>1</sub><sup>3</sup>

La Formación Cercado se apoya en contacto conforme o paraconforme sobre la Formación Bulla o en contacto discordante sobre las Formaciones Tabera y Amina-Maimón. La potencia máxima de la Formación es de unos 400 m en las hojas de Mao y Monción disminuyendo hacia el Oeste hasta casi desaparecer en las proximidades de Pepillo Salcedo. Dentro de la Formación se diferencian tres miembros informales, uno inferior predominantemente detrítico, un miembro medio de predominio margoso y un miembro superior carbonatado (Calizas de Ahuyamas).

El miembro detrítico inferior se desarrolla preferentemente al Oeste del río Cana no estando presente en la hoja de Mao. La relativamente rápida desaparición del miembro, por cambio lateral a facies más profundas al Este del Río Cana, se puede relacionar con la presencia de un escalón estructural a favor de una falla normal sinsedimentaria afectando a los materiales del zócalo (Accidente de Cana-Gurabo). Este accidente, con una traza Norte Sur o tal vez Noroeste- Sureste, va a representar un factor de control fundamental en la estructuración de la cuenca como se verá más adelante.

El miembro medio (1) aflora dentro de la hoja de Mao, ocupando un área de muy reducidas dimensiones, en la zona del río Gurabo, en el sector Sur-oeste de la hoja, donde presenta como litología predominante margas, de tonos verdosos en fresco y anaranjados en superficie, con algunas intercalaciones de areniscas finas y calizas bioclásticas arenosas. El accidente de Cana-Gurabo continua controlando la sedimentación con presencia de facies más someras y menos potentes al Oeste de dicho accidente. La tectónica sinsedimentaria se manifiesta en la vecina hoja de Martín García con la presencia de diques clásticos y alguna pequeña falla extensional sinsedimentaria y en la sección del río Gurabo con la presencia de niveles de sismoevento al techo del miembro ya notados por Saunders *et al* (1986).

El miembro Superior, calizas de Ahuyamas (2), aflora en la hoja de Mao en la zona del río Gurabo y en el arroyo de Los Guanos, en el borde Sur-oeste de la hoja. Con una potencia máxima del orden de los 120 m está constituido fundamentalmente por calizas

arenosas intensamente bioturbadas y calizas nodulosas, presentando en su parte media una intercalación de carácter más margoso. Los tramos basales son ricos en corales, a veces en posición de vida, y muestran geometrías progradantes en "onlap" sobre las margas del miembro medio. En el corte del río Gurabo la serie está constituida fundamentalmente por calcarenitas con bioturbación intensa y estratificación cruzada a gran escala, en parte difuminada por la bioturbación, pudiendo interpretarse en este punto como barras de "foreshore-shoreface". Al Oeste del río Gurabo la potencia de la unidad decrece rápidamente llegando a desaparecer a la altura del río Cana bajo la paraconformidad basal de la Formación Gurabo, visible en el corte del arrollo de Los Guanos, donde esta representada por una superficie de fondo endurecido (*hard ground*) con fuerte bioturbación y sobre la que se desarrolla un depósito decimétrico de "lag" transgresivo con paraconglomerados de matriz carbonatada y bioturbación intensa. Más al Oeste, ya fuera de la hoja, en relación con esta superficie se pueden apreciar en algunos puntos niveles de conglomerados que representan un depósito de "lag" transgresivo. Los estudios petrológicos realizados en estas calizas en la hoja de Mao permiten caracterizarlas como calizas biocásticas con textura "packstone-rudstone" y ligera contaminación terrígena en torno al 5-8%. El cemento, micrítico, oscila entre el 32 y el 58%, obteniéndose los valores máximos al techo de la unidad, en el arrollo de Los Guanos, donde se aprecia también una ligera silicificación, en una muestra tomada inmediatamente por debajo de la superficie erosiva del techo.

En conjunto la Formación representa una secuencia transgresiva-regresiva con los niveles de máxima profundización situándose en la parte alta del miembro medio, y llegándose a producir una emersión al techo de la serie, con erosión total de las calizas de Ahuyamas al Oeste del río Cana.

La base de la Formación ha sido datada en la sección del río Gurabo, ya en la hoja de Monción, como Mioceno Superior (NN11) por Saunders *et al.* (1986), manteniéndose en el Mioceno Superior el techo de la Formación. Las muestras tomadas en el curso del presente proyecto confirman dicha edad, sin aportar precisiones, habiéndose obtenido en las muestras tomadas en esta hoja asociaciones de foraminíferos planctónicos entre las destacan las especies *Orbulina universa*, *Globigerinoides trilobus*, *G. cf. conglobatus* y *Globigerina bulloides*. La macrofauna de las calizas de Ahuyamas es muy abundante y contiene abundantes corales, pectínidos, ostréidos, gasterópodos, briozoos, etc. Es de destacar que en el afloramiento situado sobre la carretera Mao-Santiago Rodríguez, inmediatamente al Oeste del puente sobre el río Gurabo, se ha encontrado un diente de

*Carcharocles megalodon*, que constituye la primera cita de un seláceo fósil en la República Dominicana.

#### 2.1.1.2 Formación Gurabo. Margas masivas de cuenca (3). Mioceno Superior-Plioceno Medio. $N_1^3$ - $N_2^2$

La Formación Gurabo se apoya en contacto paraconforme o con ligera discordancia cartográfica sobre la Formación Cercado, excepto en el extremo Oeste de su área de afloramiento donde lo hace discordantemente sobre materiales de las Formaciones Magua y Amina-Maimón. La potencia máxima de la Formación no parece superar los 150 m al oeste del río Cana, mientras que en la hoja de Mao podría llegar a superar los 300. Al igual que sucedía con la formación Cercado el depósito de esta Formación está controlado por la actividad tectónica del accidente de Cana-Gurabo, con facies muy distintas a uno y otro lado de dicho accidente. Al Este del río Gurabo, ocupando la mayor parte de su área de afloramiento en esta hoja, la Formación está compuesta de modo casi exclusivo por margas de cuenca con abundantes foraminíferos planctónicos, y colores gris verdosos en fresco, con alteración blanquecina. La macrofauna en esta facies es prácticamente inexistente y se reduce a algunas hiladas milimétricas de acumulaciones de bivalvos de concha fina y pequeños gasterópodos planctónicos, mientras que los foraminíferos planctónicos son muy abundantes. Al Oeste del río Cana, fuera de la hoja, la Formación presenta litologías más variadas y propias de ambientes más someros, con predominio todavía de margas pero entre las que se intercalan calizas arrecifales, calizas nodulosas y limolitas calcáreas. En la sección del río Gurabo la macrofauna es muy abundante y se detectan dentro de las margas abundantes intercalaciones bioclásticas, e incluso algunos lentejones de conglomerados y calizas "rudstone" alóctonas, con características de depósitos de transporte en masa gravitacional, lo que permite interpretar estas facies como de prodelta-talud, en relación con la actuación del accidente de Cana-Gurabo. La abundante fauna, principalmente de invertebrados, recolectada en el río Gurabo ha sido objeto de numerosos estudios entre los que destacan los de Anderson (1996) sobre bivalvos, Jung (1986, 1994), Vokes (1989), Jung y Petit (1990) y Nehm (2001) sobre gasterópodos, Budd (1986, 1987) y Cairns y Wells (1987) sobre corales, Van den Bold (1988) sobre ostrácodos, y Nolf y Stringer (1992) sobre otolitos. Vokes (1989) ha llamado la atención sobre el neto cambio faunístico que se produce en esta sección a la altura del puente de la carretera Mao-Santiago Rodríguez, coincidiendo con la falla que aquí separa las formaciones Gurabo y Cercado y las zonas C y D de Maury (1917b).

El muestreo micropaleontológico realizado por Saunders *et al* (1986) a lo largo del río Gurabo ha permitido situar el límite Mioceno-Plioceno en la parte más baja de la Formación en este corte, estando el resto de la sección dentro del Plioceno Inferior. El techo de la unidad, en la localidad estratotípica de la Formación Mao Adentro (situada en la margen Este del río Mao en las proximidades de la Loma La Estancia) ha sido datado por Akers en Vokes (1989) como N20 (parte baja del Plioceno Medio), obteniendo este autor la misma edad en el afloramiento estratotípico de la “arcilla de Mao” de Bermúdez (1949), que estaría situado varias decenas de metros por debajo del contacto Gurabo-Mao Adentro. Estas dataciones indican claramente una diacronía de el techo de la Formación, con edades progresivamente mas altas hacia el Este y hacia el Norte. Por otra parte, una muestra tomada en el arrollo de Los Guanos, cerca del límite Oeste de la hoja, y situada muy pocos metros sobre la base de la Formación ha proporcionado una asociación de foraminíferos con *Orbulína inversa*, *Globigerinoides trilobus*, *G. conglobatus*, *Elphidium crispum*, *Heterolepa (Eponides) praecincta*, *Florilus (Nonion) boueanum* y *Anomalinoides ornatus*, entre otros que indican ya una edad Plioceno. La misma edad ha sido obtenida en una muestra tomada inmediatamente a techo de la Caliza de Ayahamas en el mismo arrollo, ya dentro de la hoja de Martín García. Estas edades, mas altas al Oeste del río Gurabo, indican una disposición en “onlap” de la base de Formación Gurabo sobre la Formación Cercado, disposición que probablemente esta en relación con un levantamiento relativo del bloque Oeste en relación con el accidente de Cana-Gurabo.

Los datos paleobatimétricos obtenidos por Saunders *et al.* (1986) en la sección del río Gurabo indican para la Formación profundidades del orden de los 200 m, en tanto que en la sección del río Cana, ya en la hoja de Martín García las faunas indicarían un ambiente marino muy somero. La muestra estudiada por estos autores en la localidad estratotípica de la “Arcilla de Mao” indicaría una facies marina profunda sin más precisiones.

#### 2.1.1.3 Formación Gurabo. Areniscas y Margas de Las Caobas (4,5). Plioceno Inferior. N<sub>2</sub><sup>1</sup>

En las proximidades de el río Gurabo se ha identificado a techo de la serie dos miembros informales denominados como areniscas y margas de Las Caobas.

Las areniscas de Las Caobas (4) presentan una base erosiva iniciándose su depósito con niveles de conglomerados de espesor variable a los que siguen areniscas, a menudo con niveles conglomeráticos basales, con estratificaciones cruzadas de bajo ángulo e

intercalaciones de limolitas. La potencia máxima de la serie podría alcanzar los 70 m. Las areniscas presentan en campo coloraciones amarillentas o verdosas y en su composición abundan los fragmentos de rocas, pudiendo superar el 45%, y entre las que predominan los fragmentos de rocas metamórficas, responsables junto con los fragmentos de rocas volcánicas, mucho menos abundantes de la coloración verdosa que suelen presentar las areniscas en corte fresco. El cemento calcáreo-dolomítico puede alcanzar el 25% en muestras frescas, si bien en el campo suelen presentarse bastante decalcificadas. Algunas capas de arenisca presentan bioturbación de escasa a moderada, y son frecuentes los "ripples" y las laminaciones onduladas laxas. En algunas capas son frecuentes los restos vegetales y los moldes de hojas. Todas estas características permiten interpretar el medio sedimentario como una sucesión de canales fluviales y depósitos de "levee" que podrían situarse en una llanura deltaica. Aunque la unidad carece de fósiles de interés bioestratigráfico puede atribuírsele una edad Plioceno Inferior en base a su posición en la serie general.

Las Margas de Las Caobas (5), con una potencia máxima del orden de los 50 m, están constituidas por una serie de lutitas mas o menos calcáreas entre las que se intercalan algunos niveles delgados de areniscas de grano fino a medio sin mostrar una ciclicidad clara. En la parte media de la serie se ha identificado un ciclo de escala métrica, con tendencia positiva, constituido por areniscas de grano fino con estratificación "wavy", que alternan con limolitas calcáreas en proporción de 1 a 3. Cada tres o cuatro capas se agrupan en conjuntos separados por superficies erosivas que cortan las estratificaciones del conjunto infrayacente. Estas facies podrían ubicarse en una llanura mareal areno-fangosa. Las margas, de tonos beige claros en el campo, presentan frecuentemente restos de fauna marina somera, principalmente pectínidos, ostréidos y moldes de gasterópodos sin utilidad bioestratigráfica. Una muestra micropaleontológica tomada en la Hoja de Mao ha proporcionado una asociación de foraminíferos planctónicos conteniendo entre otras especies *Globorotalia menardii cultrata*, *Globigerinoides obliquus obliquus*, *G. obliquus extremus*, *G. trilobus* y *Orbulina inversa*. Esta asociación da una edad indeterminada Plioceno Inferior a Medio, pero en base a su posición estratigráfica puede atribuirse la unidad al Plioceno Inferior.

#### 2.1.1.4 Formación Mao Adentro (6,7). Calizas coralinas. Plioceno Inferior-Medio. N<sub>2</sub><sup>1</sup>-N<sub>2</sub><sup>2</sup>

Dentro de esta unidad se han diferenciado en la cartografía dos facies, una de calizas porosas bien estratificadas (6) y otra de calizas masivas (7). La base de la Formación se interdigita con la Formación Gurabo en la mayor parte de la Hoja de Mao mientras que cuando se apoya sobre los miembros de Margas y Areniscas de las Caobas presenta en su base un tramo de unos 3-5 m de espesor de calizas arenosas conglomeráticas con intensa bioturbación entre la que destacan los tubos verticales del bivalvo *Penicillus*; esta facies puede interpretarse como correspondiente a una superficie de inundación marina con retrabajamiento de materiales de la Formación precedente. Al Oeste del Río Cana la unidad reposa sobre la formación Gurabo, probablemente mediante una paraconformidad que dada la escasez y mediocre calidad de los afloramientos no ha podido ser observada en el campo.

Los afloramientos de la Formación, que se presenta muy recubierta por vegetación, son por lo general muy mediocres, siendo el mejor con diferencia el del río Cana, en la vecina hoja de Martín García, al que Saunders *et al* (1986) atribuyen una potencia de 340 m. El afloramiento estratotípico original en Mao Adentro se encuentra en la actualidad prácticamente cubierto y comprendía únicamente unos 20 m de la base de la Formación en tránsito a la Formación Gurabo. Vokes (1989) ha propuesto como estratotipo alternativo de la unidad un corte en la carretera de Mao a Los quemados que en realidad representa una interdigitación dentro de la Formación Gurabo. El techo de la Formación no aflora en ningún punto, siendo el contacto con la suprayacente Formación Mao siempre de naturaleza tectónica. En base a los datos de campo y los cortes geológicos se puede estimar una potencia máxima aflorante de unos 400-450 m.

Las calizas porosas (6), de tonos beige en afloramiento, están constituidas fundamentalmente por fragmentos de corales y algas rodoíceas, y, en mucha menor proporción, restos de gasterópodos y bivalvos, que por lo general aparecen en forma de moldes. Se presentan estratificadas en capas de potencia decimétrica con estratificación gradada positiva estando formadas las bases de las capas por "rudstones" bioclásticos que pasan a techo a "grainstones" de grano progresivamente más fino y que suelen presentar un mayor grado de contaminación detrítica. El cemento de las calizas es fundamentalmente micrítico si bien estas se presentan frecuentemente recristalizadas. En las secuencias de la base de la Formación, en el tránsito con la Formación Gurabo, la parte superior de los ciclos

está ocupada por margas semejantes a las de dicha Formación. Este tránsito es bien visible en la carretera de Mao a Los Quemados donde afloran sobre margas de la Formación Gurabo una serie de cuerpos calcareníticos bioclásticos de debritas coralinas que se intercalan con las margas y se acuñan en "onlap" hacia el sur. La composición bioclástica de los cuerpos y su interdigitación con margas de cuenca sugiere un sistema de canales en un talud recifal y la regular inclinación y paralelismo de las superficies de truncación apunta a una génesis inicial por fracturación extensional, posiblemente en relación con movimientos precursores de la falla de Mao. En general esta facies puede interpretarse como depósitos de talud recifal progradante hacia el Este y hacia el Norte. La proporción de contaminantes terrígenos parece aumentar hacia el Oeste, donde, además, presentan con cierta frecuencia intercalaciones de margas arenosas con ostréidos. Estas facies situadas más al Oeste podrían representar facies de "fore reef" en relación con arrecifes costeros de escasa altura y con un escaso desarrollo del talud recifal.

Las calizas masivas (7) presentan condiciones de afloramiento muy deficiente, estando intensamente cubiertas por vegetación y difícilmente accesibles en la hoja de Mao. Parecen estar constituidas básicamente por calizas arrecifales con corales en posición de vida y cemento micrítico sin contaminantes terrígenos, y entre las que puede intercalarse algún tramo bioclástico de facies pararrecifales. En conjunto puede interpretarse esta facies como un arrecife progradante hacia el Este sobre las facies de talud arrecifal.

Las muestras micropaleontológicas tomadas en el marco del presente proyecto han resultado banales desde el punto de bioestratigráfico proporcionando asociaciones con *Amphistegina* sp., *Rotalia* sp., *Globigerina* sp. y *Globigerinoides* sp. entre otros, que no permiten precisiones más allá de certificar su edad pliocena. La base de la formación ha sido datada por Saunders *et al* (1986) como Plioceno Inferior en las secciones de los ríos Cana y Gurabo mientras que Vokes (1989) en el río Mao (Mao Adentro) identifica el tránsito Plioceno Inferior-Plioceno Medio en los niveles de tránsito con la Formación Gurabo. Las dataciones más altas realizadas en la unidad por Saunders *et al* (1986), en el río Cana, a unos 30 m. bajo el techo aparente de la unidad, indicarían una edad próxima al límite entre las biozonas de *Globorotalia margaritae* y *Globorotalia miocenica*, todavía en el Plioceno Medio. Los datos paleobatimétricos obtenidos por Saunders *et al.* (1986) para las facies de talud en base a paleoecología de foraminíferos indican una profundidad superior a los 100 m, mientras que las facies arrecifales se situarían como mucho en torno a los 20-30 m de profundidad.



### 2.1.1.5 Formación Mao (8) Conglomerados, areniscas, limolitas arenosas y lutitas calcáreas. Plioceno Medio-Superior. N<sub>2</sub><sup>2</sup>-N<sub>2</sub><sup>3</sup>

La formación Mao esta constituida fundamentalmente por un conjunto siliciclástico heterogéneo en que las litologías predominantes son areniscas conglomerados y limolitas con algunas intercalaciones de arcillas y de limos calcáreos. La base de la formación no es visible en ninguna localidad, estando en contacto tectónico (Falla de Mao) con las infrayacentes formaciones Mao Adentro y Gurabo. El techo es siempre la discordancia basal de los materiales cuaternarios. La potencia de la formación es imposible de evaluar únicamente con los datos de campo, pero sobre la base de los cortes geológicos y datos regionales supera ampliamente los 1000 m, pudiendo incluso alcanzar potencias del orden de los 3500. Bowin (1966) atribuyó una potencia de 3600 m a la formación Mao en un sondeo indeterminado que según Edgar (1991) seria Licei 2, al Este de Santiago.

En el campo, los afloramientos de la unidad, muy discontinuos, presentan colores parduscos y están intensamente afectados por fracturas en parte sinsedimentarias.

Los mejores afloramientos (que en ningún caso permiten observar mas de 25-30 m de serie continua) se encuentran en el cauce del río Gurabo, en la hoja de Mao. Aquí es posible observar la presencia de frecuentes niveles de aspecto caótico, "slumps" y cicatrices de deslizamientos, así como fallas extensionales sinsedimentarias con estructuras de "roll-over" asociadas. El carácter sinsedimentario de los pliegues de "roll-over" puede apreciarse, entre otros puntos, en la carretera de Mao a Los Quemados, donde un anticlinal está afectado por un intenso diaclasado, paralelo al plano axial, con relleno sinsedimentario de diques milimétricos de arenisca.

Los conglomerados y areniscas son en general bastante inmaduros y mal calibrados con abundantes fragmentos de rocas volcánicas, metamórficas e incluso ígneas. Saunders *et al.* citan la presencia de cantos de caliza, pero estos no han podido ser identificados en la sección del río Gurabo ni en ningún otro punto del área cartografiada. Erikson *et al.* (1998) presentan en su figura 3 una fotografía de un supuesto contacto Gurabo-Mao en el río Gurabo. En realidad lo que puede apreciarse en la foto, y ha sido visto en el campo, es un depósito de terraza con abundantes cantos de las calizas de Mao Adentro y claras estructuras de depósitos de barra de meandro. Esta confusión entre la formación Mao y los depósitos cuaternarios en el río Mao podría explicar la supuesta presencia de cantos

carbonatados en la formación Mao indicada por estos autores. La totalidad de los cantos presentes en esta formación pueden identificarse como procedentes de la región situada al Sur, perteneciendo fundamentalmente a las formaciones Amina-Maimón, Tireo, Duarte y en algunos casos a granitoides de la cordillera central. Los limos suelen tener una participación arenosa importante y en ocasiones presentan fauna marina, siendo más general la presencia de abundantes restos vegetales, que a veces incluyen hojas y frondes relativamente bien conservados. Los niveles de limos y lutitas calcáreas ocasionalmente contienen una fauna marina bentónica abundante que parece haber sido reelaborada o resedimentada desde zonas más someras, con predominio de especies propias de facies de tipo estuarino.

Saunders *et al.* (1986) han interpretado la unidad como formada por aportes turbidíticos y de talud en ambiente marino relativamente profundo. En la carretera de Mao a Los Quemados se puede ver un afloramiento de facies menos caóticas con niveles arenoso-conglomeráticos separados por niveles decimétricos de lutitas lateralmente continuas, presentando el conjunto una estratificación cruzada laxa de gran escala que permite interpretar el afloramiento como un depósito de “fan delta” por debajo del nivel de oleaje.

En conjunto la formación puede interpretarse como un talud de “fan delta” con aportes procedentes del Sur y que crecería a favor de un sistema de fallas sinsedimentarias relacionado con la Falla de Mao. Las facies margosas presentes en la hoja de Martín García podrían interpretarse como facies de prodelta o como situadas en el talud en una zona al abrigo de los aportes detríticos groseros.

El alto porcentaje de fósiles reelaborados dentro de la formación hace problemática la datación de la unidad. Así, Saunders *et al.* (1986) datan una muestra dentro de la unidad como Plioceno Inferior (NN15) en base a nannofósiles y como Plioceno Medio (top de la subzona de *Globorotalia exilis*) en base a foraminíferos. Muestras de nannofósiles tomadas en las facies margosas de la hoja de Martín García indican una edad Plioceno Inferior. Las muestras de foraminíferos tomadas en la Hoja de Mao han proporcionado edades imprecisas Plioceno o Plioceno Inferior- Medio, excepto una muestra tomada en el cauce del río Gurabo que ha proporcionado una asociación de foraminíferos planctónicos (*Globigerinoides trilobus*, *G. helycinus*, *G. sacculifer*, *G. obliquus*, *Globorotalia tumida*, *Orbulina inversa* entre otros) indicativa del intervalo Plioceno Medio- Superior. Dada la edad Plioceno Medio aceptada para la Formación Mao Adentro cabe suponer que las

asociaciones indicativas de edades Plioceno Inferior son reelaboradas y que se puede atribuir para la Formación Mao una edad Plioceno Medio- Superior.

## **2.2 Cuaternario**

### 2.2.1 Terrazas altas: Conglomerados (9). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub>

Materiales atribuibles a depósitos de terrazas altas afloran en dos pequeñas áreas situadas sobre la Loma de Las Caobas en la zona Suroeste de la hoja, dispuestos sobre la Formación Mao Adentro a una altura próxima a los 340 m. Se trata de conglomerados constituidos por cantos poco redondeados de materiales fundamentalmente volcánicos y vulcanosedimentarios, probablemente procedentes en su mayor parte de las formaciones Tireo y Duarte. El tamaño de canto no sobrepasa los 10 cm estando por lo general comprendido entre los 2 y los 5 cm. Los escasos afloramientos son de mala calidad, encontrándose los materiales lavados y probablemente alterados sin que se haya podido localizar ningún corte que permita observar su estructuración interna.

### 2.2.2 Terrazas medias: Conglomerados y arenas (10). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub>

Materiales atribuibles a depósitos de terrazas medias se encuentran en la hoja repartidos fundamentalmente en dos sectores, en el área centrooriental de la hoja, y en el zona del río Mao.

En el primer sector son de naturaleza fundamentalmente arenosa con algunas escasa intercalaciones conglomeráticas y de barras de gravas. Diversos afloramientos, en las proximidades del monumento a los héroes de La Barranquilla y a lo largo del canal que circula paralelo al arroyo Buey, permiten observar frecuentes cuerpos fundamentalmente arenosos con estratificaciones cruzadas planas y en surco que probablemente representan depósitos de barras laterales. No se han observado cuerpos atribuibles a depósitos de "point-bar", y es probable que el medio fluvial tuviera en este momento un carácter trenzado. Los depósitos en este sector llegan a alcanzar una cota de unos 20 m sobre el cauce del río Yaque, con el que se debe relacionar su génesis. Han sido objeto de algunas pequeñas explotaciones actualmente abandonadas o con un aprovechamiento intermitente de carácter artesanal.

En el sector del río Mao los depósitos de terrazas medias están constituidos fundamentalmente por conglomerados, que en algunos afloramientos pueden incorporar

bloques de hasta más de un metro. Dentro de la hoja la cota de la base de los depósitos va descendiendo desde el límite sur de la hoja, donde se sitúan a unos 50 m sobre el cauce del Mao, hasta las proximidades de Mao, donde lo hacen a apenas 5 m sobre el cauce. El espesor alcanzado por estos depósitos en el área inmediatamente al sur de Mao, donde se localizan los mejores afloramientos, es de al menos 30 m. En este área, en el acantilado sobre el río Mao, y algunas pequeñas graveras abandonadas en las proximidades del campo de béisbol, pueden observarse diversas estructuras correspondientes a barras de gravas y depósitos de "point-bar" con fuerte acrección lateral, indicativos de un medio fluvial meandriforme. Algunos de estos depósitos de terrazas se encuentran a cotas distintas en áreas muy próximas, lo que en principio podría indicar la existencia de varios subniveles de aterramiento, pero el hecho de que alguno de estos depósitos estén claramente desplazados por fallas parece favorecer la hipótesis de que estas diferencias de cota tengan un origen tectónico.

### 2.2.3 Abanicos aluviales antiguos: Brechas calcáreas, conglomerados, arenas, limos y paleosuelos (11). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub>

Estos materiales afloran en las proximidades del límite norte de la hoja, entrándose fallados y netamente erosionados por la red hidrográfica actual, sin que se conserve la forma original del depósito. La base de la unidad no aflora en ningún punto dentro de la hoja y su potencia no puede ser estimada aunque no sería en ningún caso inferior a los 100 m. Esta constituida por una serie heterogénea de depósitos clásticos, fundamentalmente groseros, con predominio de brechas y conglomerados entre los que intercalan cuerpos más arenosos. Los cuerpos de brechas están constituidos por cantos y bloques de hasta 60 cm, predominantemente de naturaleza calcárea y calcarenítica aunque también son frecuentes los de rocas volcánicas, poco rodados con facies desorganizadas o con gradación positiva poco marcada, presentando por lo general una abundante matriz arenoso-lutítica, propios de depósitos de flujos de derrubios y flujos de fangos. Los conglomerados se presentan en cuerpos canalizados sin estructuración aparente y están formados por cantos bien rodados, probablemente reelaborados, con tamaños en torno a los 3-10 cm. Los depósitos de arenas se presentan en cuerpos por lo general de continuidad lateral superior a los 100 m, presentando frecuentemente depósitos de "lag" de cantos y con laminaciones paralelas o cruzadas y claras gradaciones positivas que pueden culminar con limos. Todas estas características permiten interpretar estas facies como pertenecientes a depósitos de abanico aluvial, estando representadas tanto facies de orla de abanico como depósitos de abanico

más proximal. Los materiales que constituyen este depósito tienen su origen en la Cordillera Septentrional, a partir de formaciones de edad al menos en parte paleógena. Los cantos con macroforaminíferos bentónicos son relativamente frecuentes, y en uno de ellos se ha identificado una asociación con las especies *Lepidocyclina* sp. y *Operculinoides* sp. indicativa de una edad Eoceno Superior-Oligoceno, que indicaría un probable origen a partir de la Formación Altamira de Zoeten y Mann (1991,1999). Estos son los materiales más antiguos que incorporan clastos procedentes de la Cordillera Septentrional hacia el Valle del Cibao, constituyendo el primer testimonio de la emersión de dicha cordillera.

Al norte de Laguna Salada se desarrollan, intercaladas en estos materiales, facies más distales, representadas por niveles potentes de limos blancuzcos entre los que aparecen esporádicamente niveles de paleosuelos carbonatados, con intensa bioturbación de raíces, y niveles de arcillas verdosas, que en ocasiones contienen restos muy alterados de nódulos de yeso. Estas facies representan probablemente depósitos de playa en una cuenca endorreica. Es posible que en estas facies hayan llegado a desarrollarse depósitos evaporíticos de cierta importancia, lo que explicaría el nombre de la localidad, probablemente por haberse desarrollado en tiempos históricos una laguna de tales características a partir del lavado de estos depósitos. La presencia de una pequeña cuenca de carácter endorreico asociada a estos abanicos podría hacer pensar en la inexistencia del río Yaque como tal en el momento de su depósito, pero aunque esto parece bastante probable, no se puede descartar por el momento que la pequeña cuenca endorreica se situara en una depresión puramente local generada entre dos abanicos individuales.

Durante la realización de esta hoja se han tomado dos muestras para micromamíferos en las facies limosas de Laguna Salada, que lamentablemente han resultado estériles, careciéndose por el momento de ningún elemento datador para esta unidad que en principio cable atribuir al Pleistoceno.

#### 2.2.4 Glacis de cantos: brechas calcáreas con escasa matriz arcillosa (12). Pleistoceno. Q<sub>1-3</sub>

Esta unidad aflora fundamentalmente en la parte central del extremo occidental de la hoja, existiendo otro retazo aislado próximo a la esquina Sureste del mapa. La continuidad lateral de los depósitos fue de al menos 25 Km, siendo su máxima extensión frontal preservada de cerca de 7 Km , en el extremo Oeste de la hoja. Los depósitos están constituidos básicamente por bloques y cantos apenas rodados de calizas procedentes de la Formación Mao Adentro, con cuyos relieves están genéticamente ligados. El tamaño de clasto por lo general oscila entre los 10 y los 30 cm, siendo raramente visible la matriz, probablemente

ausente por lavado, y que únicamente en algunos puntos se presenta como un relleno arcilloso dejando abundantes huecos entre los cantos. Es frecuente en la mayoría de los afloramientos la presencia sobre el depósito de una ligera costra carbonatada por lo general de unos pocos centímetros de potencia.

#### 2.2.5 Terrazas bajas: arenas y conglomerados ( 13). Holoceno. Q<sub>4</sub>

Las terrazas bajas se reconocen en todos los ríos, con especial desarrollo en el Yaque del Norte. Su altura relativa respecto al curso no rebasa dentro de la hoja los 5 metros de desnivel, destacando la situada al Norte del Yaque por su escasa elevación respecto a la llanura aluvial, de apenas medio metro. En las terrazas asociadas a los ríos Mao y Amina en la composición litológica de estos niveles predomina la fracción gruesa, las gravas, si bien suelen presentar materiales de grano más fino cubriendo la fracción gruesa. Las terrazas asociadas al río Yaque presentan condiciones de observación muy deficientes, pero en afloramientos temporales a favor de pequeñas zanjas para carreteras y cultivos, la litología parece ser predominantemente de arenas y fangos con algunos cantos dispersos. La composición litológica depende del área fuente. En el caso del río Yaque la composición es fundamentalmente siliciclástica, mientras que en el río Mao el carácter polimíctico es muy acusado.

#### 2.2.6 Llanura aluvial con canales y meandros abandonados: Limos, arenas y cantos (14). Holoceno. Q<sub>4</sub>

El río Yaque del norte presenta una amplia llanura de inundación en su recorrido por la hoja de Mao. El aspecto esta llanura es el de una banda de anchura kilométrica, con un máximo de siete kilómetros en la transversal de Jaibón, constituida por limos entre los que se intercalan niveles de arenas con algunos cantos residuales. Dentro de la llanura se reconocen estrechas bandas alargadas serpenteantes temporalmente inundadas, correspondientes a cauces y meandros abandonados, que muestran un cierto contenido lutítico. Su espesor es difícil de determinar ante la ausencia de cortes, pero se estima que es de orden métrico a decamétrico, sin que, en razón de la intensa neotectónica de la zona, pueda descartarse la posibilidad de potencias mucho mayores. El proceso de abandono de canales no se debe, al menos en la mayoría de los casos a fenómenos de migración y captura de meandros, sino que se ha realizado de forma catastrófica por procesos de avulsión durante crecidas excepcionales. Algunos de estos procesos de avulsión han tenido

lugar durante épocas históricas, como testimonia la toponimia de alguno de estos canales abandonados, así, el río Viejo en esta hoja, o el Caño de Los Indios en la de Pepillo Salcedo.

Los ríos Mao y Amina desarrollan asimismo llanuras de inundación de reducidas dimensiones en los tramos más bajos de sus cursos.

#### 2.2.7 Depósitos de fondo de valle, Cantos, arenas y limos (15). Holoceno. Q<sub>4</sub>

Los depósitos de fondo de valle pueden reconocerse en numerosos cursos fluviales menores, pero la escala de trabajo solo ha permitido la representación cartográfica de los más representativos. Son depósitos muy heterométricos cuya litología está controlada por el área fuente. La potencia máxima observada llega a ser en algún caso superior a los 3 m, y en al menos un caso están afectados por fallas. Se incluyen en el Holoceno.

#### 2.2.8 Depósitos antrópicos: Deshechos urbanos (16). Holoceno. Q<sub>4</sub>

Corresponde a la acumulación de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Mao. Están asentados sobre un substrato impermeable (margas masivas de la Formación Gurabo), aunque sin contención y en las proximidades de un pequeño afluente del río Mao. Otra pequeña acumulación de residuos se sitúa en una cantera abandonada en materiales de la Formación Mao. Su edad es evidentemente holocena.

#### 2.2.9 Coluviones: Brechas y bloques (17). Holoceno. Q<sub>4</sub>

En general se trata de depósitos muy heterométricos, con acumulación caótica de bloques y cantos de calizas con escasa matriz limosa. La forma de los cantos es angulosa, excepto cuando ya están rodados en el área fuente. Su potencia y características internas son variables, no pudiendo precisarse aquélla por ausencia de cortes de detalle, aunque se deducen potencias de orden métrico. En cuanto a su edad, se asignan al Holoceno. Aparecen fundamentalmente al pie de los escarpes formados en superficies estructurales calizas de la Formación Mao Adentro. En ocasiones estos materiales gradan distalmente a depósitos de glacis moderno.

---

#### 2.2.10 Abanicos aluviales modernos: Brechas, conglomerados y arenas (18). Holoceno. Q<sub>4</sub>

Los abanicos aluviales modernos se desarrollan en dos contextos: en el extremo norte de la hoja se reconoce un conjunto de abanicos coalescentes encajados en el sistema de abanicos antiguos que se dispone al pie de la Cordillera Septentrional. Los abanicos modernos tienen menor extensión que los anteriores y gradan a los depósitos de terraza baja del río Yaque del norte. Otro conjunto se desarrolla en la vertiente norte de Loma de Las Caobas, en la desembocadura de torrentes de escaso recorrido. Estos abanicos pasan lateral y distalmente a depósitos de terraza baja o conectan con la llanura aluvial a través de un escarpe.

#### 2.2.11 Glacis: Gravas, arenas y limos (19). Holoceno. Q<sub>4</sub>

Diversos niveles de glacis se localizan dispersos en el tercio suroriental de la hoja. Se trata por lo general de glacis desarrollados en la base de relieves estructurales, aunque también se reconocen glacis que recubren pendientes homogéneas en casi toda su extensión (Sabana Grande). La litología consiste fundamentalmente en mantos de limos alternado con otros de gravas y arenas con abundante matriz limosa que a veces, probablemente por lavado se concentra en algunos niveles.

#### 2.2.12 Aluvial-coluvial: Brechas, conglomerados, arenas y arcillas (20). Holoceno. Q<sub>4</sub>

Los depósitos mixtos de origen aluvial-coluvial afloran en extremo meridional de la hoja constituyen la terminación de afloramientos más extensos que se desarrollan en la vecina hoja de Monción. Suelen situarse en el fondo de valles amplios y suaves recubriendo ambas vertientes o en vertientes onduladas formando depósitos discontinuos. En ocasiones, puede considerarse estos depósitos como la suma de pequeños glacis adyacentes no representados como tales por cuestiones de escala. Los rellenos son multiepisódicos y con arquitecturas internas caóticas, con bases erosivas y heterometrías muy marcadas, alternando tramos de litologías gruesas con otros fundamentalmente limosos.



### 3.TECTONICA

#### 3.1 Introducción. Contexto Geodinámico



**Figura 3.1** Contexto geodinámico de la placa del caribe (Según G Draper y G. Gutierrez-Alonso, 1997)  
Localización de la zona de estudio (Proyecto K de cartografía geotemática de la República Dominicana, zona Noroeste)

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 (Figura 3.1). 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). Existe un común acuerdo en que todos los segmentos de este Gran Arco de Islas son litológicamente similares y que todos ellos se empezaron a formar en el área del 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 Cretáceo Superior y parte del Terciario, hasta alcanzar su posición actual en la región del Caribe (Pindel y Barret 1990, Pindel 1994). Los procesos relacionados con el desarrollo y evolución de este arco en el segmento de la Cordillera Septentrional de la isla de La Española y, especialmente, en sus estadios finales, son los que conforman el cuerpo fundamental de este capítulo. En la figura 3.2 se presenta un esquema geológico sintético del área del Proyecto K, y en las figuras 3.3 y 3.4 los cortes geológicos más representativos de la estructura de la zona.

Figura 3.2 síntesis proyecto K

### Figura 3.3 Cortes cordillera central

Fig 3.4 Corte Montecristi-Dajabon

La Española, junto con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo 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;). 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 subducción intraoceánica durante el Cretáceo Inferior, en los terrenos actualmente situados al Norte de la Falla de La Española, una gran falla de desgarre que separa los dominios de Amina-Maimón y de la Cordillera Central, daría lugar a la formación de un arco isla primitivo, durante el Aptiense-Albiense (Draper *et al.*, 1996), así como un cambio composicional desde series N-MORB hacia series toleíticas (Lewis *et al.*, 1995.)

En el Cretáceo Superior, en los terrenos situados al Sur de la Falla de la Española, la subducción hacia el Sur produce un importante magmatismo que da lugar por una parte a un nuevo arco volcánico (Arco II, representado por la Formación Tireo) y numerosas intrusiones gabro-diorítico-tonalíticas, así como un engrosamiento de la corteza oceánica y formación de una meseta oceánica, representada por la Formación Siete Cabezas con una edad equivalente a la de la Meseta Caribeña (Lewis *et al.*, 2002). Las rocas ígneas del segundo arco volcánico ("Arco II") pertenecen a series toleíticas de arco primitivo pasando en el tiempo a series calco-alcalinas, típicas de un estadio más maduro, con gran espesor de la corteza.

El margen meridional de la Isla de la Española y Puerto Rico ha pasado desde comportarse como una trasera de arco al comienzo del Eoceno, a constituir en la actualidad un margen activo con subducción de la corteza oceánica del Caribe bajo el arco de islas Circum-Caribeño (Burke *et al.*, 1978; Burke, 1988; Dolan *et al.* 1991).

La colisión con la plataforma de Las Bahamas, con componente oblicua, comenzó en el Eoceno medio en Cuba (Pardo, 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 de desgarre comenzó, en este margen Norte de la placa, a partir del Eoceno con la apertura del Surco del Caimán (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 Medio cesa la actividad magmática en el sector del arco correspondiente a las Antillas Mayores, pero continúa la deformación producida por importantes fallas con desgarres sinistros, principalmente, con apertura de cuencas locales e intensa fracturación hasta la actualidad. En cambio, en las Antillas Menores la actividad magmática continúa hasta la actualidad, debido a la subducción del fondo oceánico atlántico en la Fosa de Barbados (Pindell y Barret, 1990a,b; Pindell, 1994).

El movimiento relativo hacia el Este de la Placa Caribeña respecto a la Placa Norteamericana, se acomoda en el margen septentrional de la isla de La Española 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 de desgarre senestro, en la segunda (Dolan y Mann, 1998; Dolan *et al.*, 1998).

### **3.2 Tectónica y evolución tectosedimentaria.**

En el mapa geológico y los cortes que lo acompañan se puede apreciar la división de la hoja en dos partes bien diferenciadas. La parte Norte de la hoja esta ocupada exclusivamente por materiales cuaternarios, lo que, junto con la inexistencia de datos de sondeos o perfiles sísmicos, hace que no pueda representarse en los cortes geológicos la estructura profunda de los materiales que constituyen el subsuelo de la hoja en este sector. En la mitad Sur de la hoja, por el contrario, hay amplios afloramientos de materiales neógenos, divididos a su vez en dos sectores por una gran falla que cruza la hoja de Este a Oeste: la Falla de Mao, al norte de la cual afloran exclusivamente materiales pertenecientes a la formación Mao, quedando el área situada al sur ocupada por las Formaciones Mao Adentro, Cercado y Gurabo. Esta falla, con desplazamiento normal en el área de la hoja, es un gran accidente sinsedimentario, al menos en parte, con el depósito de la Formación Mao. Toda la mitad sur de la hoja está afectada, además, por numerosas fallas.

La tectónica de la hoja, desarrollada en gran parte durante el Neógeno, ha condicionado la sedimentación de los materiales de dicha edad, por lo que a continuación se describe la evolución tectoestratigráfica de la zona en orden cronológico.

### Figura 3.5 Esquema facies cibao

El depósito de la Formación Bulla durante el Oligoceno Superior- Mioceno Inferior, con relleno de valles excavados en dirección N-S y aportes procedentes del Sur, podría ser coincidente o inmediatamente posterior a los episodios transpresivos que dieron lugar a la elevación y emersión definitiva de la Sierra central. Es de destacar la aparente coincidencia en edad de estos depósitos con los materiales y discordancias internas sintectónicas de la Formación Sombrerito en el borde Sur de la sierra (Hojas de Bánica y Arrollo Limón).

La ausencia en el área estudiada de materiales pertenecientes a la parte alta del Mioceno Inferior y al Mioceno medio (equivalentes de la Formación Baitoa, depositada más al Este), podría indicar el inicio del cambio de estructuración de la cuenca, que pasaría de tener una direccionalidad S-N a otra predominantemente O-E. Esta direccionalidad de la cuenca, con aportes procedentes del O, parece ya clara durante el depósito de la Formación Cercado como viene indicado por los cambios de facies y potencia en relación con la falla o zona de falla del accidente de Gurabo-Cana (Véase figura 3.5). La actividad tectónica en este momento no se limita a este accidente sino que, al menos al Oeste de este hubo una actividad tectónica de cierta importancia como atestiguan numerosas evidencias de campo ("slumps", diques clásticos, pequeñas fallas sinsedimentarias...) y cartográficas (afloramientos del "zócalo" en la Formación Cercado).

La máxima profundización de la cuenca, dentro de la formación Cercado, se produciría en su tercio superior, tras la cual tiene lugar una relativa somerización, especialmente importante al Oeste del accidente Cana- Gurabo, que da lugar al depósito de las calizas de Ahuyamas y culmina con una discontinuidad que provoca su erosión al Oeste de dicho accidente durante la parte alta del Mioceno Superior. En el Mioceno terminal tiene lugar una nueva profundización de la cuenca que posibilita el depósito de la Formación Gurabo. Aunque las evidencias de campo indicativas de actividad tectónica sinsedimentaria son escasas (algunos "slumps" y depósitos de "debris flow" en la sección del río Gurabo) el accidente de Cana-Gurabo sigue controlando la sedimentación y estructuración de la cuenca tal como pone de manifiesto la distribución de facies y potencias (ver figura 3.5). Si bien el cambio de potencia puede a primera vista parecer pequeño, hay que tener en cuenta la muy diferente tasa de compactación de los materiales a un lado y otro del accidente, presentando las margas hemipelágicas, dominantes hacia el Este, una tasa de compactación, y por tanto, una potencia original, mucho mayor. En la parte final del Plioceno Inferior tiene lugar una nueva caída relativa del nivel del mar que da lugar a discontinuidad basal de la Formación Mao Adentro y al depósito de los miembros de las Caobas. Esta



caída relativa no parece afectar a los materiales situados al Este del Accidente Cana-Gurabo, lo que indicaría que, o bien su origen es puramente tectónico, con elevación relativa de el bloque Oeste, o bien se trata de un fenómeno eustático de baja intensidad que en el bloque Este ha sido totalmente compensado por la tasa de subsidencia tectónica. Durante el depósito de la Formación Mao Adentro la estructuración E-O de la cuenca se mantiene en líneas generales tal como indica la distribución de facies, si bien en las proximidades del límite Plioceno Inferior Medio parece iniciarse una tendencia al cambio de estructuración de la cuenca, al menos en las proximidades de la falla de Mao, con desarrollo de canales y clinofomas dirigidas hacia el Norte.

El inicio de la sedimentación de la Formación Mao, probablemente en la parte alta del Plioceno Medio, marca un cambio radical en la estructuración de la cuenca, que pasa a tener una direccionalidad N-S controlada por la actuación sinsedimentaria de la Falla de Mao, al Sur de la Cual se desarrollarían probablemente facies marinas someras, de tipo estuarino o de llanura deltaica, de las que no ha quedado registro. La falla de Mao recorre la hoja del mismo nombre con un trazado cartográfico de dirección aproximada entre E-O y N70O, penetra en la de Martín García manteniendo esta última dirección hasta las inmediaciones del río Cana, donde gira hacia el Norte adoptando un trazado de dirección aproximada N30O, y alcanzando la llanura del Yaque donde es cortada por otra falla de dirección aproximada N70O. Esta geometría y su carácter sinsedimentario permiten asimilar la falla de Mao a el sistema de fallas, probablemente enraizado con la zona de falla de la Falla Septentrional que habría dado lugar durante el Plioceno Superior y parte alta del Medio a un sistema de sub-cuencas en relevo en las que se produciría el depósito de la Formación Mao. La disposición en relevo de estas cuencas puede deducirse de los mapas aeromagnéticos del valle del Yaque, los cuales muestran una serie de anomalías negativas de formas groseramente romboidales, cuyos mínimos coincidirían con los depocentros de las cuencas o subcuencas. En relación con esta tectónica sinsedimentaria parece estar el gran sinclinal que puede deducirse de la distribución de buzamientos en la hoja de Mao y que podría representar un gran sinclinal de “roll-over” extensional.

Otra falla de cierta importancia, y con un recorrido groseramente paralelo al de la falla de Mao, se sitúa en el límite Norte de la Hoja de Monción llegando a penetrar en la hoja de Mao en su extremo Oeste donde desaparece en las proximidades del río Gurabo. Esta terminación lateral de la falla podría estar en relación con una transferencia de desplazamiento al accidente de Cana-Gurabo, aunque no cabe descartar otras

posibilidades. La falla, con un recorrido muy dislocado, pone en contacto las formaciones Gurabo y Cercado con un desplazamiento normal del orden de los 100 m, siendo el bloque hundido el bloque norte. Dada la traza más o menos paralela a la de la falla de Mao es posible que este genéticamente relacionada con ella y su edad sea similar, aunque podría haber tenido rejugos más tardíos durante el Cuaternario.

Con posterioridad a los movimientos de carácter sinsedimentario respecto a la formación Mao los materiales neógenos del valle del Cibao están afectados por una densa red de fallas cuya actividad ha continuado al menos hasta el pleistoceno superior, ya que llegan a afectar con seguridad a las terrazas medias y posiblemente a las terrazas bajas del río Yaque, como parece deducirse de la interpretación los lineamientos de las fotos de satélite en la hoja de Mao. Todas estas fallas, con planos subverticales y de desplazamientos entre métricos y decamétricos parecen tener un carácter extensional o al menos lo tienen en todos los casos en que se han podido observar criterios cinemáticos de campo (arrastres y estrías de falla). Esta tupida red de fallas parece organizarse según 5 sistemas principales:

- Un sistema de dirección aproximada N60O, coincidente con la dirección de las principales fallas de Desgarre en el zócalo, de las que probablemente representa un rejuego tardío.
- Un sistema de dirección aproximada N60E que por lo general corta a las fallas del sistema anterior.
- Un sistema de dirección aproximada N30E que, al menos en ocasiones, conecta fallas del sistema anterior.
- Un sistema de dirección aproximada N30O. La dirección de este sistema, junto con las anteriores parece compatible con la de los desgarres asociados a los principales del zócalo, y es posible interpretar estos sistemas como rejuegos normales tardíos de las fracturas de desgarre del zócalo.
- Un sistema de dirección variable entre N10O y N20E, frecuentemente N-S, sin relación geométrica evidente con los anteriores y que parece haber condicionado el recorrido de la mayor parte de los valles de la zona.

En las proximidades del borde Norte de la hoja aflora una serie de materiales con características de abanico aluvial a los que se ha atribuido una edad pleistocena y que están afectados por una fracturación relativamente densa, aunque con desplazamientos en principio poco importantes, con direcciones predominantes N40E, N80E y N30O,

probablemente en relación con movimientos de la Zona de Falla Septentrional, cuyo trazado no puede precisarse dentro de esta hoja.

En las imágenes de satélite de la hoja de Mao se aprecia un lineamiento de dirección N45O que no parece guardar relación con el resto de las fracturas de la región y parece afectar a materiales holocenos, estando probablemente en relación con movimientos asociados a la Falla Septentrional. El mapa geomagnético permite igualmente deducir la existencia en profundidad, bajo el Valle del Yaque, de una serie de fallas con dirección aproximada N30O que probablemente están en relación con la zona de falla de la Falla Septentrional.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

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

#### 4.1.1 Estudio morfoestructural

En la hoja aparece representada una única unidad morfoestructural de rango mayor: el Valle del Cibao. Este último se subdivide clásicamente en dos unidades: el Cibao Oriental al Este y el Cibao Occidental al Oeste.

##### 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.

Las formas estructurales tienen una importancia morfogenética notable en la Hoja de Mao. La estructura de Loma de Zamba separa el Valle del Yaque de los materiales de la Cordillera Central y de las estribaciones septentrionales de esta última; cruza la hoja describiendo en planta un trazo levemente arqueado presentando diversas formas estructurales. El contacto entre el Valle del Yaque estricto y la Loma de Zamba viene marcado por una *flexión monoclinas*. Las *superficies estructurales* aparecen ampliamente desarrolladas en relación con esta estructura, preferentemente en su zona alta, y están

definidas por la existencia de superficies regulares controladas por la existencia en el subsuelo de una capa dura, competente, en este caso calizas. En ocasiones la caliza llega a aflorar aunque es más frecuente que exista un recubrimiento edáfico o restos de capas menos competentes sobrepuestas.

Los límites de las superficies estructurales 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.

#### 4.1.2 Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como los relieves estructurales de la Loma de Zamba y la llanura aluvial del río Yaque del Norte tiene como resultado una expresión geomorfológica sensiblemente diferente.

En el caso de la llanura aluvial del río Yaque del Norte, puede considerarse que la creación de su fisonomía básica arranca con los procesos de sedimentación y acumulación de los materiales procedentes de las Cordilleras Central y Septentrional, iniciados entrado el Neógeno, en el Valle del Cibao.

##### 4.1.2.1 Formas gravitacionales

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. Las más frecuentes son los *coluviones*, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial

#### 4.1.2.2 Formas fluviales y de escorrentía superficial

Las fluviales son las formas con mejor representación cartográfica de toda la zona. Su cartografía permite asimismo y de forma complementaria una detallada caracterización de la red de drenaje. Constituyen la práctica totalidad de la superficie de la de la llanura aluvial del río Yaque del Norte, donde destaca la extensión de los cinturones de meandros, sin olvidar la orla de glaciares, abanicos y conos de deyección que se disponen al pie de los relieves. La red de drenaje puede ser clasificada basándose en la densidad de corrientes, textura y forma, factores todos ellos deducibles a partir de fotorinterpretación, aplicando la clasificación de Way. La llanura aluvial del Yaque presenta una densidad de drenaje gruesa con una textura de drenaje desordenada propia de las llanuras aluviales. Los terrenos neógenos del valle del Cibao presentan una densidad de drenaje fina a media con una textura de drenaje de tipo dendrítico. La mayor variedad de formas ligadas a depósitos fluviales se encuentra en el valle del río Yaque del norte, en cuya llanura aluvial se incluyen *llanura de inundación*, *cauces* y *meandros abandonados*.

Los *fondos de valle* aparecen bien representados sobre los materiales neógenos del valle del Cibao y en el enlace de estos con la llanura del río Yaque. 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 considerado 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*, en el río Mao aunque su tamaño y distribución, así como la escala de trabajo ha dificultado su representación cartográfica obligando a agruparlas en conjuntos (inferiores, medias y superiores). Asimismo se ha podido comprobar que algunos de estos niveles, en el sistema de terrazas del río Mao, han sido afectados por fracturas recientes lo cual complica todavía más la identificación de niveles.

Entre las formas erosivas se han reconocido: marcas de *incisión lineal*, y *aristas divisorias*.

También tienen representación *conos de deyección* o *abanicos aluviales*. 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 aquellos pierde su confinamiento, expandiéndose. Las dimensiones de estos conos pueden ser importantes del orden de varios kilómetros cuadrados.

#### 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 que aparecen en la hoja.

Los piedemontes 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, este es el caso de los piedemontes situados al norte de la Loma de Zamba. Por tanto, las formas que se generan en los pedimentos pueden ser de carácter erosivo o mixto como los *glacis* o claramente deposicionales como los *abanicos aluviales*.

Los *glacis* y los *abanicos aluviales* pueden estar íntimamente relacionados por lo que a veces surge un problema para diferenciarlos aunque desde un punto de vista morfogenético los abanicos se incluyen claramente en el sistema fluvial. 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, este puede quedar fosilizado por aportes posteriores formando un claro abanico. Se ha preferido describir los piedemontes que aparecen en la Hoja como *glacis* por diversas razones: en primer lugar para remarcar su origen poligénico; asimismo se ha tenido en cuenta que los *glacis* son propios de áreas con relieve poco contrastado, como es el caso, a diferencia de los abanicos, que son más abundantes en relieves enérgicos; el espesor del depósito es inferior a 1/100 de la longitud de la forma y presenta las mayores potencias, al menos aparentemente, en las zonas más distales, características más propias de los *glacis*; por último el considerar la peculiaridad climática de esta zona semiárida y seca, entorno más típico de los *glacis* que de los abanicos aluviales. De todas formas la adscripción de estas formas a abanicos aluviales de

baja pendiente degradados también podría ser posible aunque por su descripción habría que incluirlos necesariamente en las formas poligénicas.

#### 4.1.2.5 Formas antrópicas

Como agente geomorfológico, el hombre actúa en diferentes sentidos: modificando el paisaje debido a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas (canteras a cielo abierto, minería, trincheras, desmontes), construcción de redes de transporte y asentamientos urbanos o de tipo industrial; localmente, la remoción de materiales y la modificación de la topografía original son intensas, bien allanando, rellenando o ahuecando el terreno.

## 4.2 EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

Aunque evidentemente la morfología de la región está influenciada en última instancia por los procesos sedimentarios acaecidos a lo largo del Neógeno, su fisonomía actual se ha perfilado fundamentalmente en dos etapas de su historia: la primera, durante el Mioceno, en el que la colisión entre el dominio suroccidental de La Española y el resto de la isla estableció la distribución de cordilleras y depresiones visibles hoy día; y la segunda, ya en el Cuaternario, cuando el relleno pliocuaternario de las cuencas fue configurado de acuerdo con la geometría actual.

La superposición de ambas etapas estableció el diseño regional básico sobre el que ha actuado el modelado holoceno, diseño basado en la presencia del Valle del Cibao entre la Cordillera Septentrional y el piedemonte de la Cordillera Central. La evolución holocena ha estado condicionada principalmente por la actividad neotectónica, que ha producido una tendencia regional ascendente, y por los procesos fluviales, que no sólo han llevado a cabo una importante labor de incisión en las áreas montañosas, sino que con sus aportes sedimentarios han provocado la colmatación del Valle del Cibao, especialmente representado por la llanura aluvial del río Yaque del Norte.



Es evidente que el balance erosivo se mantiene prácticamente hasta la actualidad con excepción del Valle del Yaque. Durante este periodo se generan los relieves estructurales por erosión diferencial de la serie neógena, como es el caso del grupo de plataformas estructurales de Loma de Zamba, entre las más significativas. A partir de este momento, la evolución del relieve ha estado presidida por el comportamiento de la red de drenaje, con encajamientos muy moderados en la llanura por su pequeño desnivel con respecto al mar.

Durante el lapso de tiempo entre el inicio de la incisión y la actualidad pueden reconocerse diversas etapas generalizadas de acreción y erosión, un mínimo de dos principales, tal como demuestran los diferentes niveles de terrazas, glacis y abanicos que pueden reconocerse. Estas características se pierden en el Valle del Yaque estricto donde la llanura aluvial denota un proceso de acumulación de materiales que podría remontarse a inicios del pleistoceno y desarrollarse ampliamente durante el holoceno.

## 5. HISTORIA GEOLÓGICA

Si bien los materiales más antiguos que afloran en la hoja de Mao pertenecen a la parte alta del Mioceno superior, su historia geológica ha debido iniciarse con mucha anterioridad, al menos durante el Cretácico Inferior, época en que tendría lugar el depósito de la Formación Amina-Maimón que probablemente constituye el zócalo de gran parte de la hoja. Tanto en esta hoja como en las adyacentes hay una aparente falta de registro, al norte de la Falla de La Española, que abarca desde el Cretáceo Inferior hasta la parte alta del Paleoceno, pero en la hoja de Dajabón se han encontrado en la Formación Tavera olistolitos de calizas con radiolítidos del Cretáceo Superior. Dado que en las unidades situadas al Sur no parecen haberse depositado sedimentos de plataforma carbonatada en esta edad, parece bastante probable que durante el Cretáceo Superior se haya depositado sobre la Formación Amina una plataforma carbonatada con carácter al menos en parte arrecifal.

Durante el intervalo Paleoceno Superior- Oligoceno Inferior tendría lugar la actuación del gran desgarre senestro (Falla de la Española) que va a poner en contacto la Formación Amina-Maimón con los materiales de la Cordillera Central.

En algún momento del Oligoceno, tras haber cesado el movimiento de la Falla de la Española, tiene lugar la elevación definitiva de la Cordillera Central en un régimen transpresivo, con deformación probablemente avanzando en el tiempo hacia el Sur, borde en el cual va a dar lugar algo más tarde a la formación, ya en el Oligoceno Superior, de depósitos sintectónicos. El margen Norte de La Cordillera como consecuencia de la elevación se va a ver incidido por una red fluvial que, con sentido Sur-Norte, va a excavar los valles en los que posteriormente se depositaran los conglomerados de la Formación Bulla. El depósito de esta formación tiene lugar durante un ascenso relativo el nivel del mar que va a provocar el relleno de los valles previamente excavados, probablemente de forma simultánea con la formación de los depósitos sintectónicos del borde Sur de la Cordillera. Este ascenso tecto-eustático culmina con el depósito de la Caliza de Monción en la hoja homónima y tras él se produce una caída relativa del nivel del mar que da lugar a una discontinuidad. Los materiales temporalmente equivalentes a esta serie en la hoja de Mao

---

no se conocen, pero probablemente están representados en profundidad por facies marinas someras.

Un nuevo ascenso relativo del nivel del mar tiene lugar durante el Mioceno Superior coincidiendo con un cambio en estructuración de la cuenca, marcado en la zona de estudio por el accidente de Cana-Gurabo, y que va a hacer que la línea de costa, y las facies más someras se sitúen no al Sur, sino al Oeste. A partir de este momento la cuenca parece estar afectada por una serie de fallas normales, perpendiculares a la dirección de la Cordillera Central. El máximo ascenso relativo tiene lugar en la parte alta del Mioceno superior, y tras el se produce una estabilización del nivel relativo del mar durante la cual se depositan las Calizas de Ahuyamas.

Una nueva caída del nivel del mar tiene lugar en la parte más alta del Mioceno Superior, dando lugar a la discontinuidad de techo de la Formación Cercado. Esta caída relativa es más acentuada al Oeste del Accidente de Cana-Gurabo, mientras que al Este está algo más atenuada por la mayor tasa de subsidencia que presenta este sector.

Coincidiendo casi con el límite Mioceno-Plioceno, pero todavía en el Mioceno terminal, tiene lugar un nuevo ascenso relativo del nivel del mar, que da lugar al depósito de la Formación Gurabo. Una caída del nivel relativo del mar en la parte media-alta del Plioceno Inferior da lugar a la discontinuidad existente a muro de la Formación Mao Adentro al Oeste de la Hoja y al depósito de las areniscas y margas de las Caobas en las hojas de Mao y Martín garcía. Esta caída del nivel es totalmente compensada por la subsidencia al Oeste del Accidente Cana-Gurabo, donde el ascenso relativo iniciado con el depósito de la Formación cercado continua hasta alcanzar su máximo en las proximidades del límite Plioceno Inferior-Medio. Este momento coincide por una parte con el desarrollo de facies arrecifales al Oeste del accidente Cana-Gurabo, y por otro con el inicio de un nuevo cambio en la estructuración de la cuenca a favor de la Falla de Mao. En este momento parece iniciarse una nueva estructuración de la cuenca en sentido Sur Norte, de modo que al Este del Accidente Cana-Gurabo las calizas arrecifales de Mao Adentro progadan tanto hacia el Este como al Norte. Este cambio de estructuración se completa en algún momento del Plioceno Medio dando lugar al depósito, al Norte de la Falla de Mao, de las facies de talud, con marcado carácter sintectónico, extensional en dirección Norte dentro de la hoja, de la Formación Mao. Aunque no se han conservado sedimentos coetáneos al Sur de dicha falla es de suponer que se habrían depositado facies marinas someras, con carácter al menos en parte estuarino, en

las que habría vivido la fauna somera que se encuentra resedimentada en la Formación Mao. Este cambio en la estructuración de la cuenca, marcado por el depósito de grandes espesores de sedimentos en cuencas con disposición escalonada, en el Valle del Cibao, podría relacionarse con los movimientos iniciales de la Falla Septentrional y el consiguiente inicio del emplazamiento en la posición actual de los materiales que la conforman.

Las primeras evidencias de la emersión de la Cordillera septentrional se relacionan con la serie de abanicos aluviales que afloran en el borde Norte de la Hoja de Mao. Son estos los depósitos más antiguos (supuestamente pleistocenos) que contienen cantos procedentes de la sierra septentrional en el Valle del Cibao. Es durante el depósito de estos materiales o en un momento próximo cuando el valle del Cibao alcanza su estructuración actual con la situación de la línea de costa hacia el Oeste y la creación del valle actual y el curso del río Yaque. La actividad tectónica en el valle del Cibao, relacionada con movimientos asociados a la Falla Septentrional, ha continuado hasta la actualidad, como atestiguan las numerosas fallas que afectan a materiales de edad cuaternaria, incluyendo la actual llanura de inundación.

## **6. GEOLOGÍA ECONÓMICA**

### **6.1. Hidrogeología**

#### **6.1.1. Hidrología y climatología**

La hoja de Mao presenta una temperatura media anual del orden de los 26°C y precipitaciones medias anuales en el entorno de los 750-1000 mm. La vegetación predominante es de bosque seco subtropical excepto en la vega del Yaque, que recorre la hoja de Este a Oeste y esta ocupada por cultivos con una importante red de canales de riego.

El Yaque es el principal río de la Hoja seguido por sus afluentes Amina, Mao y Gurabo, procedentes de la Cordillera Central. La llanura aluvial del Yaque presenta una red de drenaje gruesa con una textura de drenaje desordenada propia de las llanuras aluviales. Los interfluvios entre los principales afluentes del Yaque por su riberas Sur están ocupados por una densa red de tipo dendrítico de cauces estacionales.

No hay datos de estaciones fluviométricas dentro de la hoja de Mao, pero en la vecina hoja de Esperanza la estación fluviométrica de Jinamagao, sobre el río Yaque, da valores de caudal medio del orden de los 32 m<sup>3</sup>/s. Los valores de evaporación media son probablemente similares a los obtenidos en la vecina hoja de Santiago Rodríguez en la estación de La Antona, con valores próximos a los 2.000 mm.

#### **6.1.2. Hidrogeología**

La Formación Cercado, representada en la hoja principalmente por las calizas de Ahuyamas, presenta una porosidad móldica relativamente elevada en superficie, pero con huecos probablemente rellenos por calcita o aragonito en profundidad. Este hecho, junto con la presencia de numerosos nivelillos arcillosos irregulares se ha tenido en cuenta al asignar a la unidad una permeabilidad media-baja en el esquema hidrogeológico que acompaña al mapa.

Las margas de cuenca de la Formación Gurabo, así como las facies margosas de la Formación Cercado representadas en la Hoja, son prácticamente impermeables, habiéndoseles asignado en el esquema hidrogeológico una permeabilidad baja por fracturación.

Las calizas de la Formación Mao-Adentro presentan en algunos niveles una porosidad elevada, que no obstante se ve reducida en conjunto por la presencia de frecuentes niveles arcillosos. La elevada fracturación que presentan estas calizas contribuye por otra parte a elevar su permeabilidad, que se ha considerado de grado medio. El hecho de los afloramientos de esta formación en la Hoja queden aislados, constituyendo en todo caso un acuífero colgado disminuye el posible interés hidrogeológico de esta unidad dentro de la hoja. No se han localizado manantiales asociados a la base de esta unidad.

La Formación Mao presenta niveles arenosos y conglomeráticos con porosidades intergranulares medias o localmente elevadas, pero la permeabilidad de la unidad en conjunto se ve reducida por la presencia de niveles lutíticos de escasa permeabilidad, pudiendo asignársele en conjunto una permeabilidad media. El posible interés hidrogeológico de la unidad se ve reducido por la irregularidad de la estratificación que impide la formación de acuíferos con un mínimo de continuidad lateral.

La llanura aluvial del Valle del Yaque y los materiales cuaternarios físicamente conectados a ella, principalmente terrazas bajas-Medias, abanicos aluviales y glaciares, constituyen el principal acuífero de la Hoja. No obstante hay que tener en cuenta los posibles problemas de contaminación por pesticidas y desechos urbanos, así como las variaciones piezométricas a que da lugar su relación directa con la red hidrográfica. Otros materiales cuaternarios a pesar de su elevada permeabilidad tienen menor interés hidrogeológico por sus reducidas dimensiones.

## **6.2. Recursos minerales**

Los recursos minerales dentro de la hoja de Mao están representados solamente por graveras para áridos. No existen indicios de minería metálica.

### 6.2.1. Rocas Industriales y Ornamentales

Los niveles explotados por las distintas graveras corresponden en general a formaciones cuaternarias, bien de las Terrazas Medias o de los Abanicos aluviales antiguos de la franja norte de la hoja.

La mas importante de este grupo, activas actualmente, se sitúan al E de Mao (indicio 1) en la margen derecha del Río Mao, donde existen un grupo atomizado de extracciones en torno a una pequeña planta de clasificación. .

El resto de las graveras de las terrazas medias se ubican entre la carretera de Guayacanes a Esperanza, recientemente asfaltada, y el Canal Azúcar y posiblemente hayan sido utilizadas en ambas obras. Actualmente han sido reconvertidas a vertederos unas, abandonadas y colonizadas por vegetación de tipo “cambrón” otras, e incluso alguna funciona actualmente como un humedal con abundante vegetación de ribera.

Aparte de estas graveras existe una explotación de dimensiones medianas, “Arenas Reyes Lugo” situada en el borde sur de la hoja, representada por una cantera en dos bancos de unos 8 m de altura cada uno, que explota una formación de areniscas con lentejones conglomeráticos perteneciente a la formación Areniscas de Las Caobas.

### 6.2.2. Potencial Minero

La transformación reciente que están sufriendo muchas carreteras de la zona, sobre todo de asfaltado, y el hecho de que la carretera Duarte cruce una buena parte de la hoja, puede ser un factor favorable para la actividad extractiva de graveras.

La relativa limitación de la superficie correspondiente a las terrazas medias, puede verse compensada si las condiciones hidrogeológicas permiten explotar los niveles litológicamente favorables de las terrazas bajas.

6.2.3. Listado de indicios

<b>Nº</b>	<b>X-UTM</b>	<b>Y-UTM</b>	<b>SUSTANCIA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TAMAÑO</b>	<b>UTILIZACIÓN</b>
1	284450	2163400	Conglomerados y arenas	Abandonada	Gravera pequeña	Áridos
2	283650	2163400	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera pequeña	Áridos
3	282100	2175050	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera pequeña	Áridos
4	288875	2168400	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera pequeña	Áridos
5	288325	216890 <sup>a</sup> 0	Conglomerados y arenas	Abandonada	Gravera pequeña	Áridos
6	289650	2169525	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera pequeña	Áridos
7	285625	2170150	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera pequeña	Áridos
8	286475	2169825	Conglomerados y arenas	abandonada	Gravera pequeña	Áridos
9	281650	2160925	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera pequeña	Áridos
10	289300	2161325	Conglomerados y arenas	Intermitente	Gravera mediana	Áridos
11	272175	2158275	Conglomerados y arenas	Activa	Gravera mediana	áridos



## **7. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO**

### **7.1. Introducción**

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

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

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

### **7.2. Relación de los L.I.G.**

La hoja de Mao no es especialmente agraciada en cuanto a afloramientos de calidad se refiere, tratándose un área con escaso relieve y abundante cubierta vegetal. Una excepción dentro de la hoja la constituye el conjunto de afloramientos situados en las inmediaciones del cauce del río Gurabo, que ya han sido objeto de estudio por autores precedentes. Dentro de este conjunto de afloramientos 2 son propuestos como Lugares de Interés Geológico

dentro de la hoja. El primero corresponde a un espectacular afloramiento de materiales de la formación Mao, el segundo corresponde a un afloramiento de la parte más alta de la Formación Gurabo en tránsito a la formación Mao-Adentro, una localidad especialmente fosilífera dentro de la Formación Gurabo.

Otra área donde se localizan buenos afloramientos dentro de la hoja corresponde a la carretera de Mao a Los Quemados, donde se proponen un tercer y cuarto LIG. Se trata en el primer caso de un afloramiento de materiales de la Formación Mao y en segundo de una interdigitación de la Formación Mao Adentro en la Formación Gurabo.

### **7.3. Descripción de los Lugares**

Se describen cuatro L.I.G situados dos de ellos en el cauce del río Gurabo y los dos restantes en la carretera de Mao a Los quemados, todos ellos con buenos accesos. Su interés principal es estratigráfico, paleontológico y tectónico. Por su posible utilización se pueden catalogar como didácticos y científicos, en tanto que su ámbito de influencia varía de nacional a regional.

#### **7.3.1 L.I.G. N° 1. Formación Mao en Gurabo Adentro.**

El acceso se realiza por una pista no muy bien conservada desde la localidad de Gurabo Adentro.

El afloramiento se sitúa en un meandro del río Gurabo consistiendo en un acantilado de más de 20 m de altura con una longitud de exposición de unos 200 m.

En este punto afloran materiales de la Formación Gurabo afectados por una intensa tectónica, en parte al menos sinsedimentaria, con fallas normales de bajo ángulo que presentan estructuras de "Roll-over" y de crecimiento estratal sinsedimentario. Se aprecia también el corte la presencia de importantes niveles de sedimentación caótica asignables a sismoeventos. El afloramiento permite, además, observar las facies características de la Formación Mao compuesta con lutitas, areniscas y conglomerados depositados en un talud inestable.

Desde el punto de vista paleontológico la Formación Mao presenta en esta localidad un contenido fosilífero excepcional, siendo la localidad tipo de varias especies, y permitiendo, además, la realización de observaciones tafonómicas sobre las faunas, que incluyen tanto elementos acumulados como resedimentados y reelaborados.

El afloramiento corresponde con la localidad TU-1352 de Saunders et al. (1986) y Vokes (1989) y a las localidades 15833 del Museo de la Naturaleza de Basel, donde se encuentra depositada la mayor parte del material paleontológico recolectado en los últimos años por el equipo internacional multidisciplinar que está actualmente estudiando las faunas neógenas del Caribe. Entre las especies fósiles identificadas en esta localidad cabe citar *Corbula (Carycorbula) sericea*, *Cardiomya distra*, *Haliris jamaicensis*, *Nerita fulgurans*, *Cavonlina* cf. *tridentata*, *Morum (Oniscidia) dominguense*, *Diaphus* aff. *branchicephalus*, *Hildebrandia flava*, *Murex (Hauatellum) messorius*, *Chicoreus (Chicoreus) cf. claussi*, *Chicoreus (Phillonotus) pomum*, *Chicoreus (Siratus) articulatus*, *Chicoreus (Siratus) formosus*, *Typhis (Talityphis) expansus*, *Siphonochelus (Siphonochelus) cercadicus*, *Conus* sp., *Placocyathus alveolus*, *Placocyathus variabilis*, *Scolmia cubensis*, *Stylophora minor* y *Cidaris* sp.

El interés de este punto es fundamentalmente científico y didáctico, con importancia a nivel nacional.

### 7.3.2 L.I.G. N° 2. Yacimiento paleontológico en la Formación Gurabo en el río Gurabo

El acceso al LIG es de dificultad media realizándose en vehículo todo-terreno en época seca por la pista que desde Gurabo adentro sigue el curso del río Gurabo hacia el Sur. En época lluviosa la pista puede resultar intransitable.

En este punto en la margen occidental del río puede observarse una serie fundamentalmente margosa perteneciente a la parte alta de la Formación Gurabo. El contenido paleontológico de las margas de la Formación Gurabo es especialmente abundante en este punto donde, además, pueden realizarse algunas observaciones sedimentológicas y tafonómicas, con presencia de faunas resedimentadas en niveles de "debris flow" conglomeráticos y bioclásticos. El medio de depósito de la Formación Gurabo

en este punto puede interpretarse como perteneciente a un área de talud. En la parte alta del acantilado puede observarse el tránsito entre la Formación Gurabo y las calizas de Mao Adentro.

Este LIG coincide con las localidades TU1344, USGS8735, y NMB15827 de Saunders *et al.* (1986). El contenido paleontológico del LIG es importante tanto la abundancia y diversidad de especies como por su excelente estado de conservación, predominando los moluscos, pero con buena representación de otros grupos como corales, ostrácodos, foraminíferos y peces óseos. Las especies citadas en este yacimiento, excluyendo microfósiles, incluyen entre otras a *Trigonulina bowdenensis*, *Styliola subula*, *Hyalocylis striata*, *Diacria trispinosa*, *Caulastraea portoricensis*, *Spondylus bostrychites*, *Spondylus gumanocomocon*, *Diaphus* sp. *Argyroteca Johnsoni*, *Nemocardium (Microcardium) hislaispaniolae*, *Dichocoenia tuberosa*, *Porites macdonaldi*, *Porites portoricensis*, *Porites waylandi*, *Porites baracoensis*, *Stylophora granulata*, *Stylophora minor*, *Stylophora monticulosa* y *Dentalium* sp.

El interés del LIG es fundamentalmente científico y didáctico, adquiriendo importancia a nivel nacional.

### 7.3.3.L.I.G. N° 3. Formación Mao en la carretera Mao-Los Quemados.

El acceso al LIG es fácil, al estar situado el afloramiento a pie de carretera.

En este afloramiento puede apreciarse un corte parcial de la formación Mao, constituida fundamentalmente por limolitas y limolitas arenosas, en las que es visible la presencia de una falla extensional subhorizontal que da lugar en el bloque de techo a un sinclinal de acomodación. Unos 100 m más al Norte, en el talud opuesto de la carretera, hay un anticlinal afectado por diaclasas paralelas al plano axial, a favor de las cuales se emplazan diques sedimentarios de areniscas con potencias milimétricas. Estos diques sedimentarios en relación con el anticlinal indican que se trata de un pliegue sinsedimentario que cabe interpretar como una estructura de "roll-over".

El interés del punto es didáctico y científico de carácter tectónico siendo su importancia de orden regional.

---

#### 7.3.4 L.I.G. N° 4. Interdigitación de las calizas de Mao Adentro con la Formación Gurabo en la carretera Mao-Los Quemados.

El acceso al LIG es fácil situándose a pie de carretera en las proximidades de Cerro Gordo.

En este punto se puede observar un corte en el que afloran capas de calizas bioclásticas alternando con margas. Las calizas son fundamentalmente debritas coralinas, en tanto que las margas, con abundante contenido en foraminíferos planctónicos, son margas de cuenca.

La serie se organiza en tres cuerpos de escala métrica con bases cóncavas y acreción lateral hacia el norte que se acuñan hacia el Sur en "onlap". La geometría de los cuerpos corresponde a clinofomas en relación con una zona de pendiente relativamente elevada en aguas relativamente profundas. El origen de estas formas no es de interpretación inmediata y podrían representar un sistema canalizado en una zona de talud correspondiente a la progradación de las calizas de Mao Adentro sobre las margas de cuenca de la Formación Gurabo. El origen de el talud podría aquí estar controlado por una fracturación extensional, tal como parece indicar la regular inclinación y el paralelismo de las superficies de truncación.

El interés del LIG es didáctico y científico con carácter sedimentológico e importancia a nivel regional.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, L.C. (1996):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 16. The Family Corbulidae (Mollusca, Bivalvia). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 110, N° 351, pp. 1-34.
- BERMÚDEZ, P.J. (1949):** Tertiary smaller Foraminifera of the Dominican Republic. *Cushman Laborator of. Foraminiferal Research, Special Publication N° 25*, 322 pp.
- BOLD, W.A. van den (1988):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 7. The subclass Ostracoda (Arthropoda, Crustacea). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 94, N° 329, pp. 1-105.
- BOWIN, C. O. (1966):** Geology of central Dominican Republic; a case history of part of an island arc; Caribbean geological investigations. *Memoir - Geological Society of America*, pp. 11-84.
- BUDD, A.B. (1986):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 3. The Family Poritidae (Anthozoa, Scleractinia). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 90 N° 324, pp. 47-123.
- BUDD, A.F. (1987):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 4 The genus *Stephanocoenia* (Anthozoa, Scleractinia). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 93 N° 328, pp. 5-22.
- BURKE, K., (1988):** Tectonic evolution of the Caribbean. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 16, p. 201-230.
- BURKE, K., FOX, P. J. & SENGOR, A. M. C., (1978):** Buoyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. *Journal of Geophysical Research, A, Space Physics*, 83, p. 3949-3954.
- BYRNE, D. B., SUAREZ, G. & MCCANN, W. R., (1985):** Muertos Trough subduction; microplate tectonics in the northern Caribbean? *Nature (London)*, 317, p. 420-421.
- CAIRNS, S.D. y WELLS, J.W. (1987):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 5. The suborders Caryophyllina and Dendrophyllina (Anthozoa, Scleractinia). *Bulletins of American Paleontology*, vol. 93, N° 328, pp. 23-66.

- 
- CALAIS, E., BETHOUX, N. y MERCIER DE LEPINAY, B. (1992):** From transcurrent faulting to frontal subduction: A seismotectonic study of the northern Caribbean Plate boundary from Cuba to Puerto Rico. *Tectonics*, vol. 11, pp. 114-123.
- COOKE, C.W. (1920):** Geologic reconnaissance in Santo Domingo (Abst). *Geological Society of America, Bulletin*, vol. 31, pp. 217-219.
- DOLAN, J. F. & MANN, P., (1998):** Preface; Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone. *Special Paper - Geological Society of America*, 326, p. v-xvi.
- DOLAN, J., MANN, P., DE ZOETEN, R., HEUBECK, C., SHIROMA, J. & MONECHI, S., (1991):** Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Hispaniola and Puerto Rico. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 217-263.
- DONNELLY T.W., BEETS D., CARR M.J., JACKSON T., KLAVER G., LEWIS J.F., MAURY R., SCHELLENKENS H., SMITH A.L., WADGE G. y WESTERCAMP D. (1990):** History and tectonic setting of Caribbean magmatism. En: Deng, G. and Case, J. E. eds. *The Caribbean region*, Geol. Soc. Am., Boulder, CO, United States (USA), United States (USA)
- DRAPER G., GUTIERREZ G. y LEWIS J. F. (1996):** Thrust emplacement of the Hispaniola peridotite belt; orogenic expression of the Mid-Cretaceous Caribbean arc polarity reversal? *Geology*, vol. 24, pp. 1143-1146.
- DRAPER G. y LEWIS J. F. (1991):** Geologic map of the central Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Hispaniola. *Special Paper - Geological Society of America*, 262.
- EBERLE, W y MOLLAT, H. (1991):** Mapa geológico de la Republica Dominicana a escala 1: 250.000. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- EDGAR, N.T. (1991):** Structure and geologic development of the Cibao Valley, northern Hispaniola. pp. 281-299 en : Mann, P., Draper, G. y Lewis, J.F. eds., Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. *Geological Society of America Special Paper 262*
- ERIKSON, J.P., PINDELL, J.L., KARNER, G.D., SONDER, L.J., FULLER, E. y DENT, L. (1998):** Neogene Sedimentation and Tectonics in the Cibao Basin and Northern

---

Hispaniola: An Example of Basin Evolution near a Strike-Slip-Dominated Plate Boundary. *Journal of Geology*, vol. 106, N° 4, pp. 473-494.

**GABB, W. M. (1873):** On the topography and geology of Santo Domingo. *American Philosophical Society Transactions, new ser.*, vol.15, pp. 49-259.

**HENEKEN, J.S. (1853):** On some Tertiary deposits in San Domingo with notes on the fossil shells by J.C. Moore, Esq. F.G.S.; and on the fossil corals, by Lonsdale, Esq., F.G.S. *Geological Society of London, Quaterly Journal*, vol. 9, pp. 115-134.

**JUNG, P. (1986):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 2 The genus Strombina. *Bulletins of American Paleontology*. vol. 90 N° 324, pp. 1-42.

**JUNG, P. (1994):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 15 The genera Columbella, Eurypyrene, Parametaria, Conela, Nitidella, and Metulella (Gastropòda, Columellidae). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 106 N° 344, pp. 1-45.

**JUNG, P. y PETIT, R.E. (1990):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 15 The Family Cancellaridae (Mollusca, Gastropoda). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 98 N° 334, pp. 83-144.

**LEWIS J. F. (1980):** Granitoid rocks in Hispaniola. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geologica del Caribe*, 9, p. 393-401.

**LEWIS J.F. y DRAPER G. (1990):** Geological and tectonic evolution of the northern Caribbean margin. En: Dengo G. and Case J. E. eds. *The Geology of North America, Volume H, The Caribbean region*, Geological Society of America, Colorado. p. 77-140.

**LEWIS J. F., ESCUDER VIRUETE J., HERNALZ HUERTA P. P., GUTIERREZ, DRAPER G. y PÉREZ-ESTAÚN A. (2002):** Subdivisión geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana: Implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico - Geochemical subdivision of the Circum-Caribbean Island Arc, Dominican Cordillera Central: Implications for crustal formation, accretion and growth within an intra-oceanic setting. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 81-122.

**LEWIS J. F. y JIMENEZ G. J. (1991):** Duarte Complex in the La Vega-Jarabacoa-Janico area, central Hispaniola; geologic and geochemical features of the sea floor during the early stages of arc evolution. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 115-141.



- 
- LEWIS J. F., PERFIT M., HORAN S. & DIAZ DE VILLALVILLA L. (1995):** Geochemistry and petroctectonic significance of early island arc bimodal volcanism in the Greater Antilles arc; Geological Society of America, 1995 annual meeting. *Abstracts with Programs - Geological Society of America*, 27, p. 227.
- LONSDALE, W. (1853):** Notes on the fossil corals of San Domingo. en : Heneken, J.S. On some Tertiary deposits in San Domingo. *Geological Society of London, Quaterly Journal*, vol. 9 pp.132-134.
- MANN, P., CALAIS, E., RUEGG, J.-C., DEMETS, C., JANSMA, P.E. y MATTIOLI, G.S., (2002):** Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations. *Tectonics*, vol. 21, N° 6, pp.
- MANN, P., DRAPER, G., y 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. y LEWIS J. F. (1991b):** An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 1-28.
- MANN, P., PRENTICE, C.S., BURR, G., PEÑA, L.R. y TAYLOR, F.W., (1998):** Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. In: J.F. Dolan and P. Mann (Editors), Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. *Special Papers. Geological Society of America*, Boulder, CO, p. 63-123.
- MASSON, D. G. & SCANLON, K. M., (1991):** The neotectonic setting of Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*, 103, p. 144-154.
- MAURY, C.J. (1917a):** Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontology.*, vol.5, N° 29, pp. 1-251.
- MAURY, C.J. (1917b):** Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontogy.*, vol.5, N° 30, pp. 1-43.
- MAURY, C.J. (1919):** A proposal of two new Miocene formational names. *Science (N.S.)*, vol. 50, N°1304, p. 591.
- MAURY, C.J. (1922):** The recent Arcas of the Panamic Province. *Paeontographica Americana.*, vol.1, N° 4, pp.163-208.

**MAURY, C.J. (1929):** Porto Rican and Dominican stratigraphy. *Science (N.S.)* vol. 70, N° 1825, p.609.

**MAURY, C.J. (1931):** Two new Dominican formational names. *Science (N.S.)* vol. 73, N° 1880, pp. 42-43.

**MESCHEDE, M. y FRISH, W., (2002):** The evolution of the Caribbean plate and its relation to global plate motion vectors: Geometric constraints for an inter-American origin. In: T.A. Jackson (Editor), *Caribbean Geology Into the Third Millennium: Transactions of the Fifteenth Caribbean Geological Conference*. University of the West Indies Press, Mona, Jamaica, p. 1-14.

**NEHM, R.H. (2001):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 15 The genus *Prunum* (Gastropoda, Columellidae). *Bulletins of American Paleontology*. vol. 106 N° 344, pp. 1-45.

**NOLF, D. Y STRINGER, G. (1992):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 14. Otoliths of Teleostean Fishes. *Bulletins of American Paleontology*. vol. 102 N° 340, pp. 45-81.

**PALMER, H.C. (1979):** Geology of the Moncion-Jarabacoa area, Dominican Republic. pp. 29-68 en : Nagle, F., Palmer, H.C. y Antonioni, G.A. *Hispaniola: Tectonic focal point of the Northern Caribbean- Three geological studies in the Dominican Republic*. Miami Geol. Soc. , 96 pp.

**PARDO, G., (1975):** Geology of Cuba. En: Nairn and Stehli F. eds. *The Ocean Basins and Margins*.

**PÉREZ-ESTAÚN A., TAVARES I., GARCÍA CORTÉS A. y HERNAIZ HUERTA P. P.**

**(2002):** Geologic evolution of the Northern margin of the Caribbean Plate, Dominican Republic - Evolución geológica del margen Norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 77-78.

**PILSBRY, H.A. (1922):** Revision of W.M. Gabb's Tertiary Mollusca of Santo Domingo. *Academy Natural. Science Philadelphia, Proceedings*, vol. 73, pp. 305-435,.

**PILSBRY, H.A. y JOHNSON, C.W. (1917):** New Mollusca of the Santo Domingan Oligocene. *Academy Natural. Science Philadelphia, Proceedings*, vol. 69, pp. 150-202.

---

**PINDELL J.L. (1994):** Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. En: Donovan S. K. and Jackson T. eds. *Caribbean geology: An introduction*, University of the West Indies, Kingston, Jamaica. p. 13-39.

**PINDELL J.L. y BARRETT S.F. (1990a):** Caribbean plate tectonic history. En: Dengo G. and Case J. E. eds. *The Caribbean region, Geological Society of America*, Boulder, CO, United States (USA), United States (USA)

**PINDELL J.L. y BARRETT S.F. (1990b):** Geological evolution of the Caribbean region; a plate tectonic perspective. En: Dengo G. and Case J. E. eds. *The Caribbean region, Geol. Soc. Am.*, Boulder, CO, United States (USA).

**SAUNDERS, J.B., JUNG, P. y BIJU-DUVAL, B. (1986):** Neogene paleontology in the northern Dominican republic. 1. Field surveys, litology, environment, and age. *Bulletins of American Paleontology*, vol. 89, Nº 323, 79 pp.

**SOWERBY G.B. (1850):** Descriptions of new species of fossil shells found by J.S. Heneken, Esq. en Moore, J.C., On some tertiary beds in the Island of San Domingo from notes by J.S. Heneken, Esq. with remarks on the fossils. *Geological Society of London, Quaterly Journal.*, vol. 6 pp. 44-53.

**VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P. y CALKINS, F.C. (1921):** A geological reconnaissance of the Dominican Republic. *Geological Survey Dominican Republic Memoirs.*, vol. 1, pp. 1-268.

**VOKES, E.H. (1989):** Neogene paleontology in the northern Dominican Republic. 8. The family Muricidae (Molusca, Gasteropoda). *Bulletins of American Paleontology*, vol. 97, Nº 332, pp. 5-94.

**ZOETEN, R. De. (1988):** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. *Tesis Inédita, Universidad de Texas, Austin*, 298 pp.