



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

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

**San José de las Matas
(6074-III)**

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

La presente Hoja y Memoria forma parte del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto 1B, financiado, en consideración de donación, por la Unión Europea a través del programa SYSMIN II de soporte al sector geológico-minero (Programa CRIS 190-604, ex No 9 ACP DO 006/01). Ha sido realizada en el periodo 2007-2010 por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

Ing. Pol Urien (BRGM)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

Ing. Pol Urien (BRGM)

MICROPALEONTOLOGÍA

Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Mans, Francia)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS

Dr. Manuel Abad de Los Santos (INYPSA)

Dr. Fernando Pérez Valera (INYPSA)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Dra. Chantal Bourdillon (ERADATA, Le Mans, Francia)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Ing. Pol Urien (BRGM)

Dr. Javier Escuder Viruete (IGME)

GEOMORFOLOGÍA

Ing. Joan Escuer (GEOCONSULTORES TECNICOS Y AMBIENTALES)

MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

Ing. Eusebio Lopera (IGME)

TELEDETECCIÓN

Ing. Juan Carlos Gumiel (IGME)

INTERPRETACIÓN DE LA GEOFÍSICA AEROTRANSPORTADA

Dr. José Luis García Lobón (IGME)

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Eusebio Lopera (IGME)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DE LA UNIÓN EUROPEA

-Ing. Enrique Burkhalter. Director de la Unidad Técnica de Gestión (TYPGA) del Programa SYSMIN

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

Dr. Andrés Pérez-Estaún (Instituto Ciencias de la Tierra Jaime Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

Ing. Santiago Muñoz

Ing. María Calzadilla

Ing. Jesús Rodríguez

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. 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
- Informe sedimentológico de formaciones arrecifales y no arrecifales

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 de Sedimentología de formaciones arrecifales y no arrecifales
- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas Ígneas y Metamórficas
- Informe de interpretación de Geofísica Aerotransportada

Las fotos están incluidas en la presente memoria.

RESUMEN

La Hoja a escala 1:50.000 de San José de las Matas (6074-III) se encuentra situada en el centro de la República Dominicana, entre la Cordillera Central al Sur y el Valle del Cibao al Norte.

Los dominios tectosedimentarios son de Norte a Sur: (1) La Cuenca del Cibao (2) Amina-Maimón, (3) Magua-Tavera y (4) La Cordillera Central, representado por la terminación NO del Batolito de El Bao. Los depósitos cuaternarios ocupan un sector reducido relacionado con la abertura de la Llanura de inundación del Río Yaque, en la esquina NE la hoja.

El dominio Amina-Maimón, situado regionalmente únicamente al norte de la Falla de la Española, aflora en el centro sur de la hoja, a favor de una ventana de erosión en medio de las formaciones neógenas del Grupo Yaque. La Fm Amina-Maimón (atribuida al Cretácico Inferior) está constituida por una serie vulcanosedimentaria bimodal básica-ácida, generada, como la Fm Los Ranchos del Este de la Isla, en un arco isla submarino primitivo. Los protolitos son muy deformados en la facies esquistos verdes. Esta formación es probablemente la fuente del oro concentrado en las formaciones detríticas o los aluviones recientes que la rodean.

El dominio de Magua-Tavera, inmerso en la zona de Falla de la Española, corresponde a una faja alargada en el borde meridional de la hoja, con facies de conglomerados, lutitas, areniscas, y calizas de la Fm Magua (Paleoceno - Eoceno Superior). Hacia el Este, la Fm Magua está cubierta en discordancia por la Fm Jánico - (Oligoceno superior a Mioceno Medio) con facies de areniscas, margas y calizas en alternancias turbidíticas.

Las facies sedimentarias de la Cuenca del Cibao (Mioceno medio-Plioceno superior) ocupan la mayor parte de la hoja; corresponden a una potente sucesión de sedimentos terciarios marinos a deltaicos, con de muro a techo:

- el Conglomerado de la Fm Bulla, de origen fluvial a deltaico, (Mioceno medio),
- las asociaciones de facies marinas someras de la Fm Cercado (Mioceno superior),
- las margas y calizas margosas de cuenca de la Fm Gurabo (Plioceno inferior),
- las calizas coralinas (armazón y talud) de la Fm Mao Adentro (Plioceno medio),
- las secuencias conglomeráticas a lutíticas de la Fm Mao (Plioceno medio superior).

La estructura más destacada de la hoja es la Zona de Falla La Española (ZFLE), ubicada en la esquina SO de la hoja, que con dirección ESE-ONO marca el límite entre el dominio de la

Cordillera Central al Sur y los dominios de Amina-Maimón y Cuenca del Cibao al Norte. El borde septentrional de la ZFLE, que separa la Fm Magua de la Fm Amina-Maimón, está subrayado por dos exposiciones reducidas de rocas ultramáficas serpentinizadas, perteneciendo al conjunto de la Peridotita de Loma Caribe. Hacia el SE, esta falla está ocultada por los depósitos del Neógeno.

El borde meridional de la ZFLE, separa la Fm Magua del Batolito de El Bao, en la esquina SO de la hoja.

Al Norte de la hoja, la falla de Mao, de dirección E-O, limita la Meseta de San José de las Matas al Sur y el Valle del Río Yaque al Norte. Esta falla, relacionada con la Falla Septentrional, situada más al Norte, fuera de la hoja, actúa desde el Plioceno medio hasta la actualidad, con evidencias de rellenos de canyones submarinos al Plioceno Medio (Fm Mao Adentro) y mega deslizamientos sub históricos.

Al Este de la Hoja, el sistema de fallas extensionales de dirección NNO-SSE, marca la transición de la Meseta de San José de Las Matas al Valle del Río Yaque.

ABSTRACT

The 1:50.000 scale sheet of San José de las Matas (6074-III) is located in the center-northern sector of the Dominican Republic, between of the Central Cordillera at south and the Valley of the Cibao at north. This foothill is marked by the trace of the Española Fault Zone (EFZ).

In the present map, the tectonosedimentary domains of Amina-Maimón, Magua-Tavera and Cibao Basin are represented, with the EFZ trace along the southern limit of the map with very reduced exhibition of the El Bao Batolith, belonging to the intrusive units of the Central Cordillera. The quaternary deposits occupy a reduced sector related to the opening of the flood plain of the Yaque River in the north-east corner the map.

The Amina-Maimón domain located, regionally, solely to the north of EFZ, arises by a window of erosion in the middle of the neogene formation of Grupo Yaque in center of the map. The Amina-Maimón Formation (attributed to the lower Cretaceous), is constituted by basic-acid bimodal volcano sedimentary series, generated, like the Ranchos Formation known the eastern part of the Island, in a primitive arc submarine island. The protolith is highly deformed in the green schist facies. This formation is probably the original source of gold concentrated in the clastic formations or alluviums of the vicinity. The Magua-Tavera domain, confined in the EFZ corridor, corresponds to a strip extended in the southern edge of the map. The Magua Formation (Paleocene – Upper Eocene) is exposed in the western part of the strip with facies of conglomerates, lutites, sandstones and limestones. In the eastern zone of the strip, the Magua Fm is covered in unconformity with the Jánico Formation (Upper Oligocene to Middle Miocene) with facies of sandstones, marls and limestones in turbiditic alternances.

The sedimentary facies of the Cibao Basin occupy most of the surface of the map. They correspond to a thick marine tertiary sedimentary sequence. The sediments unconform over the former materials; have a time range from Middle Miocene to Upper Pliocene, with from base to top:

- The Bulla Conglomerate (Middle Miocene) with fluvial to deltaic origin.
 - The shallow to coastal marine alternances of the Cercado Formation (Upper Miocene).
 - - The marls and marly limestones of the Gurabo Formation (Lower Pliocene).
-

-
- The Formation Mao Adentro (Middle Pliocene) with coralline limestones of platform and slope.
 - The Formation Mao (Upper Pliocene) with successive sequences of conglomerates, sandstone and litotes.

The most outstanding structure of the map is the ESE-ONO oriented Española Fault Zone located in the southern edge. It establishes the limit between the Central Cordillera at south and the Amina-Maimón domain and Cibao Basin at north. The northern edge of the Española Fault Zone separates the Magua Formation from the Amina-Maimón Formation. The fault is hidden by the neogene deposits in the eastern end of the map.

Small occurrences of ultramafic rocks in belonging to the Loma Caribe Peridotite punctuate the northern limit of the fault.

The northern part of the map is crossed by a set of faults (Fault of Mao) oriented E-W. These are related to the Septentrional Fault Zone Fault located at 10km in the North.

This set of faults limits the Plateau of San Jose of Matas (South) and the Valley of Rio Yaque (North). This fault acts from Middle Pliocene (Fm Mao Adentro) means to present with evidences of canyon sedimentary tectonic sedimentation.

In the East of the map, another system of faults oriented NNO-SSE materializes the transition of the Plateau of San Jose de las Matas to the Valley of the Yaque River. This system extends in the neighbouring map of Santiago.

INDICE

San José de las Matas.....	1
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Metodología.....	15
1.2. Situación geográfica.....	15
1.3. Marco geológico	21
1.4. Antecedentes	27
2. ESTRATIGRAFIA Y PETROGRAFIA	30
2.1. La rocas intrusivas	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Peridotitas de Loma Caribe serpentinizadas (1) (Zona de Falla de La Española).....	30
2.1.2. Batolito de El Bao. Tonalita horblendítica, variablemente biotítica, de grano medio-grueso, facies común (2) (Dominio Cordillera Central)	33
2.2. Cretácico inferior	35
2.2.1. Fm Amina-Maimón. Cretácico Inferior (Dominio Amina-Maimón).....	35
2.3. Paleoceno-Mioceno medio (Dominio Magua-Tavera).....	46
2.3.1. Fm Magua-Tavera (Eoceno superior-Oligoceno)	46
2.3.2. Fm Jánico (Oligoceno superior-Mioceno Medio)	53
2.4. Mioceno medio-Plioceno Superior (Dominio de la Cuenca del Cibao).....	58
2.4.1. Fm Conglomerado Bulla (Mioceno medio-superior).....	60
2.4.2. Fm Cercado - (Mioceno superior)	73

2.4.3. Fm Gurabo - (Plioceno inferior-medio).....	101
2.4.4. Fm Mao Adentro (Plioceno inferior-medio).....	109
2.4.5. Fm Mao (Plioceno medio-superior)	123
2.5. Cuaternario (Dominios Cordillera Central y Valle del Cibao)	134
2.5.1. Deslizamiento de laderas - Masas y bloques de calizas con cantos, arenas y limos (18) Cuaternario)	134
2.5.2. Terrazas altas - gravas y arenas en matriz rojiza-16- (Cuaternario Holoceno).....	134
2.5.3. Coluviones. (20). Cantos y arenas con matriz arcillosa. Holoceno	138
2.5.4. Terrazas bajas - gravas y arenas (21) Holoceno	141
2.5.5. Abanicos de baja pendiente - Arcillas y arenas (22) Holoceno.	142
2.5.6. Llanura aluvial y de inundación - limos, arcillas y arenas (23) Holoceno....	143
2.5.7. Aluviones de fondo de valle - Gravas arenas y arcillas (24) Holoceno.....	145
2.5.8. Cuaternario antrópico - Vertedero de desechos sólidos (25) Actual	146
3. TECTONICA.....	147
3.1. Contexto geodinámico de la Isla La Española.....	147
3.2. Marco tectónico de la hoja.....	153
3.2.1. Introducción.....	153
3.2.2. Dominio de la Cordillera Central.....	154
3.2.3. Dominio de Magua-Tavera- Zona de Falla de La Española (ZFLE).....	154
3.2.4. Dominio Amina-Maimón	155
3.2.5. Dominio Cuenca del Cibao	159
3.2.6. La Zona de Falla de La Española (ZFLE).....	160
3.2.7. El Sistema de la Falla Mao (FM)	162
3.2.8. Fallas de Bosua - Lopez (BLZF).....	162
3.2.9. Fallas NE-SO	163

4. GEOMORFOLOGIA	164
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	164
4.2. FORMAS GEOMORFOLOGICAS.....	164
4.2.1. Estructurales.....	164
4.2.2. Fluviales y de escorrentía superficial.....	165
4.2.3. Formas gravitacionales	166
4.2.4. Formaciones poligénicas o de difícil adscripción	168
4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES	169
4.3.1. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial	169
4.3.2. Formaciones gravitacionales	170
4.3.3. Formaciones poligénicas o de difícil adscripción	170
4.3.4. 3.3.3 Formaciones poligénicas	170
5. GEOLOGÍA ECONÓMICA	171
5.1. Hidrogeología.....	171
5.1.1. Climatología.....	171
5.1.2. Hidrografía	171
5.1.3. Descripción hidrogeológica	171
5.2. Procesos activos y riesgos naturales.....	175
5.2.1. Riesgo de erosión hídrica.....	175
5.2.2. Riesgo de inundación	177
5.2.3. Riesgo de deslizamiento.....	177
5.2.4. Riesgo sísmico y asociado.....	177
5.3. Recursos minerales	178
5.3.1. Indicios metálicos.	178
5.3.2. Indicios no metálicos.....	181

6. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO (L.I.G.)	183
6.1. Relación de los L.I.G.	183
6.2. Descripción de los Lugares	184
6.2.1. L.I.G.N° 1: Loma de los Palos y Loma Quemada . Fósiles <i>Kuphus</i>	184
6.2.2. L.I.G.N° 2: Sector de La Guaica: Discordancia y relaciones diversas entre la Fm Magua-Inoa, la Zona de Falla de La Española, el Conglomerado Bulla y los esquistos de la Fm Amina-Maimón	188
6.2.2.3. L.I.G. N° 2c Discordancia del Conglomerado Bulla sobre la Fm Magua-Inoa	191
7. BIBLIOGRAFIA	196
8. ILUSTRACIONES	207

1. INTRODUCCIÓN

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales de la década pasada, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea. El Programa SYSMIN tiene como objetivo primordial favorecer el desarrollo del sector geológico-minero y mejorar las condiciones de vida de la población frente a los fenómenos sísmicos, la contaminación de las aguas subterráneas y la degradación del medio ambiente generada por las explotaciones mineras en la República Dominicana. Como continuación de los proyectos de Cartografía Geotemática desarrollados dentro del programa SYSMIN I, denominados C (1997-2000), K (2002-2004) y L (2002-2004), 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 sido el responsable de la ejecución, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG) y la supervisión de la Servicio Geológico Nacional (SGN), del presente Proyecto 1B.

El objetivo general del Proyecto 1B consiste en la producción de mapas geológicos a escala de 1:50 000 y otros mapas geotemáticos a escala de 1:100 000 siguiendo una normativa precisa en cuanto a su realización. Se trata de continuar la provisión de información geocientífica por el Estado en forma de mapas geológicos y temáticos (mapas geomorfológicos, mapas de recursos minerales, y mapas de procesos activos), bases de datos y otra información que sirve como base para la selección y delimitación de áreas a explorar, la selección de métodos de exploración y para la evaluación de los resultados, así como para el uso de tierras, evaluación de riesgos geológicos y prevención de desastres, entre otros.

Este Proyecto incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 65 hojas geológicas a escala 1:50000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100 000:

- **La Isabela** (5975): Barrancón (5975-I), El Mamey (5975-II), Villa Vázquez (5975-III), El Cacao (5975-IV);
- **Puerto Plata** (6075): Puerto Plata (6075-II), Imbert (6075-III), Luperón (6075-IV);

- **Santiago (6074):** San Francisco Arriba (6074-I), Santiago (6074-II), San José de las Matas (6074-III), Esperanza (6074-IV);
- **La Vega (6073):** La Vega (6073-I), Jarabacoa (6073-II), Manabao (6073-III), Jánico (6073-IV);
- **Sabaneta de Yásica (6175):** Sabaneta de Yásica (6175-III);
- **Salcedo (6174):** Río San Juan (6174-I), Guayabito (6174-II), Salcedo (6174-III), Gaspar. Hernández (6174-IV);
- **San Francisco de Macorís (6173):** Pimentel (6173-I), Cotuí (6173-II), Fantino (6173-III), San Francisco de Macorís (6173-IV);
- **Nagua (6274):** Nagua (6274-III), Cabrera (6274-IV);
- **Sánchez (6273):** Sánchez (6273-I), Palmar Nuevo(6273-II), Cevicos (6273-III), Villa Riva (6273-IV);
- **Samaná (6373):** Las Galeras (6373-I), Sabana de la Mar (6373-III), Santa Bárbara (6373-IV);
- **Las Lisas (6472):** La Vacama (6472-I), El Salado (6472-II);
- **Enriquillo (5969):** Enriquillo (5969-I), Isla Beata (5969-II), Oviedo (5969-III), Arroyo Dulce (5969-IV);
- **Barahona (5970):** La Ciénaga (5970-II), Polo (5970-III);
- **Cabo Rojo (5869):** Cabo Rojo (5869-I), Punta Cimanche (5869-II);
- **Pedernales (5870):** Puerto Escondido (5870-I), Pedernales (5870-II).

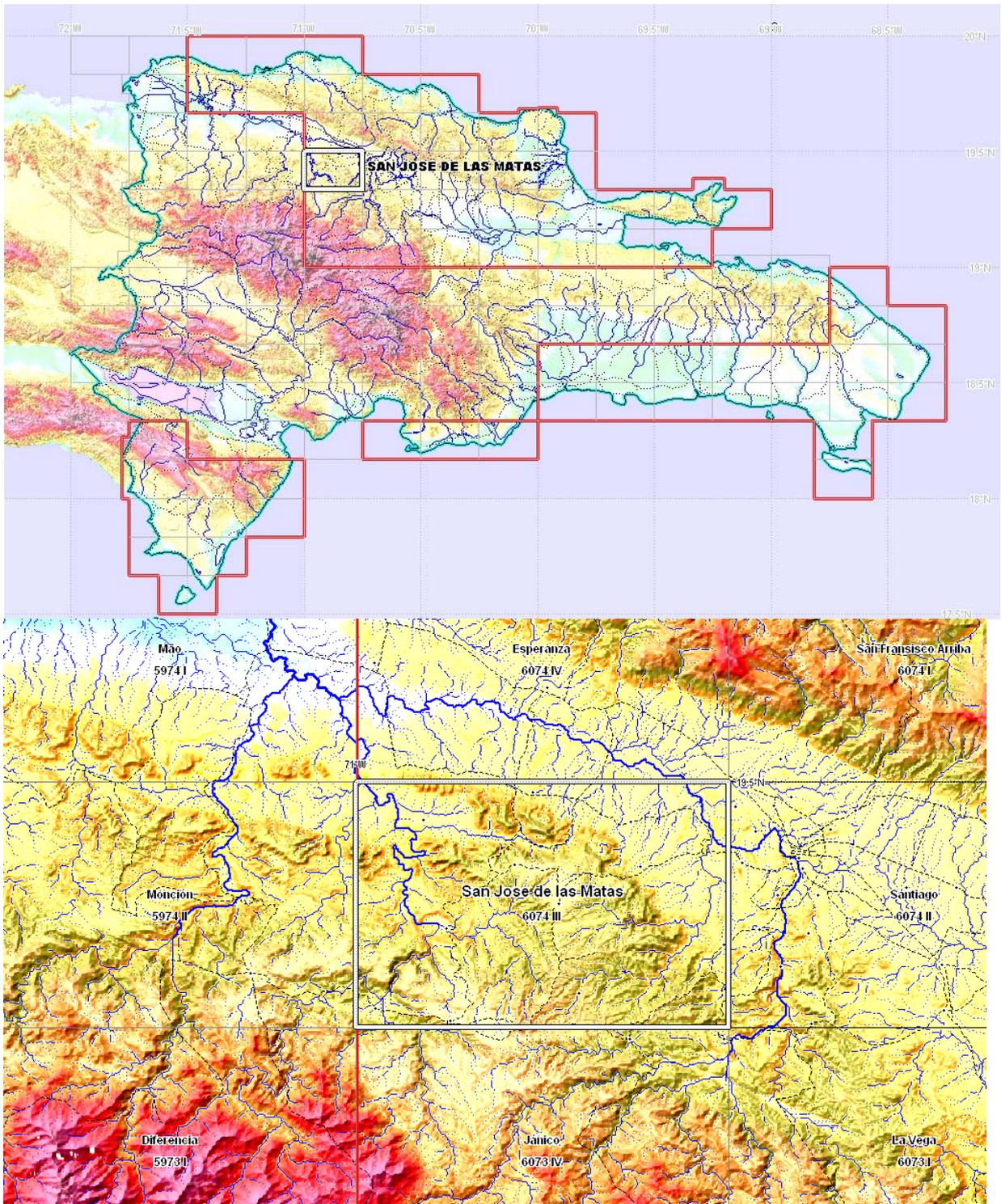


Fig. 1: Ubicación de la Hoja San José de las Matas (6074-III) con las hojas adyacentes

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 aerotransportada (magnetismo y radiometría; CGG (Compagnie Generale de Geophysique), 1999), los datos y fotos disponible de la herramienta Google Earth© y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA o a escala 1:60.000 (1966).

Todos los puntos de observación y recorridos fueron grabados diariamente vía un GPS, descargados y documentados en una base de datos, ploteados en un sistema de información geográfica (SIG) y confrontados a las informaciones ya descritas (topografía, imágenes de satélite, datos geofísicos y espectrométricos, etc.) ya incorporadas en el SIG. Cabe señalar que las coordenadas de latitud y longitud citadas en el texto están en grados decimales en el datum WGS84.

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 de San José de las Matas (6074-III) está ubicada en el sector Noroeste de la República Dominicana, a unos 145 Km. en línea recta al NO de la capital Santo Domingo y 190 Km. por carretera, cuyos 150 Km. por la autopista Duarte hasta Santiago. La superficie del cuadrante totaliza 485 km² (Fig. 1). Su territorio pertenece principalmente a los municipios de San José de Las Matas, Jánico y Santiago (Fig. 2) en la Provincia de

Santiago, salvo 61 km² en el sector de Potrero, los cuales pertenecen al municipio de Mao en la Provincia de Mao Valverde.

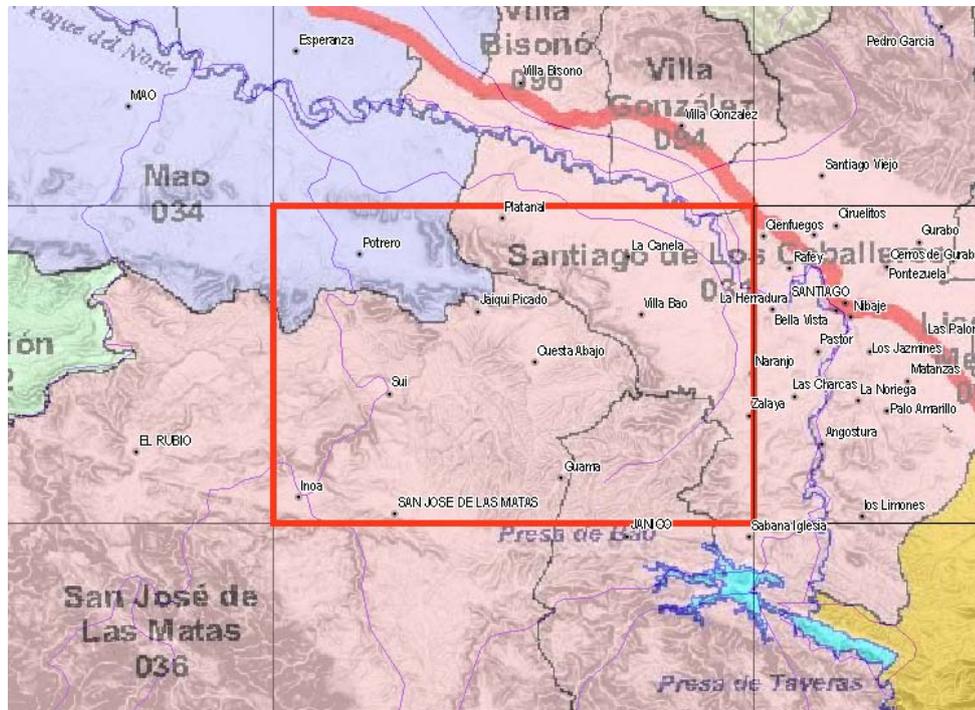


Fig. 2: Ubicación de la Hoja San José de las Matas (6074-III) en el marco administrativo nacional.

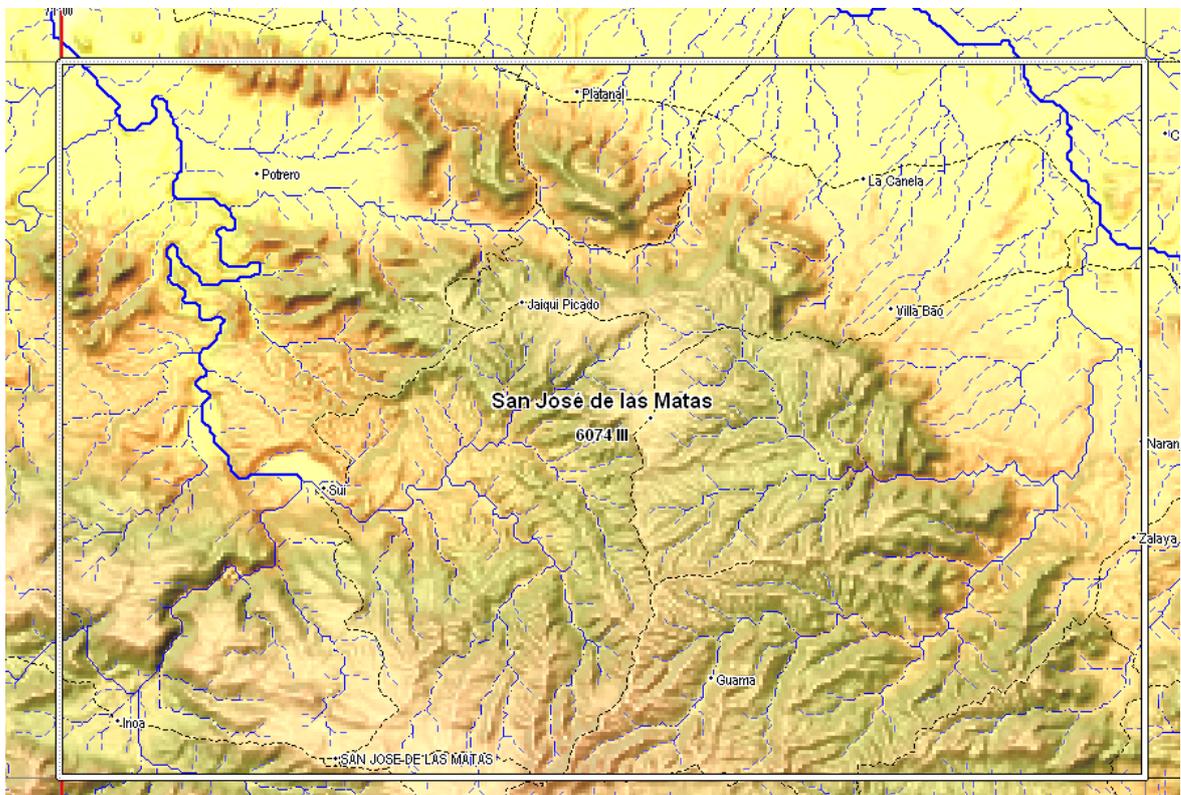


Fig. 3: Morfología de la Hoja San José de las Matas (6074-III) con la red de accesos y de drenajes.

Desde el punto de vista fisiográfico, la hoja se ubica en el flanco Sur del valle del Cibao ocupada por el valle aluvial del Río Yaque del Norte, el cual intersecta la hoja en el sector Noreste. La parte Norte de la hoja presenta una faja estrecha ocupada por este valle. Las elevaciones mínimas se ubican en el límite Norte de La hoja: 92m en sector Noreste del Río Amina y 110 m en el Sector Noreste en el Río Yaque del Norte.

La parte oriental está constituida de una planada suave de forma triangular, bajando hacia el Río Yaque.

Las partes central y suroeste están ocupadas por una meseta poco inclinada hacia el Norte, cuya elevación varía desde 642m al Sur hasta 400m al Norte. Los ríos y arroyos se encajonan fuertemente en la parte meridional de la Meseta en valles de laderas muy abruptas, dando a la morfología aspecto despedazado.

La esquina suroeste esta ocupada por una depresión de 360m de elevación, alargada del Oeste-Noroeste hacia el Este-Sureste, correspondiendo a la Zona de Falla de la Española. En Esta depresión se juntan los ríos Amina e Inoa, proviniendo de la Cordillera Central. El Río Amina sigue su curso río abajo hacia el Norte encajonándose fuertemente en la meseta ya descrita.

La red principal de drenaje está constituida del Río Yaque del Norte, con sus tributarios izquierdos en las partes Norte y Este de la hoja y del Río Amina con sus tributarios en la parte Oeste. El arroyo Sui es el principal tributario derecho del Río Amina y su cuenca ocupa la mayor parte del centro de la Hoja. Por otro lado la cuenca del Arroyo Dicayagua, tributario izquierdo del Río Yaque ocupa la parte oriental. Estas cuencas, con laderas muy abruptas, erosionan fuertemente la meseta dejando una divisoria de agua localmente estrecha, salvo en la zona de Cuesta Abajo.

El clima está determinado por la influencia combinada de las cordilleras Septentrional y Central. La Cordillera Septentrional protege el sector norte de la hoja de las depresiones principales llegando del Noreste, mientras la Cordillera Central, bordeando la hoja al Sur, bloquea las colas de estas depresiones, estableciendo un clima templado más húmedo en la meseta.

Los promedios mensuales de las precipitaciones, días húmedos, temperaturas, transparencia, insolación y velocidad de viento aparecen en la Fig. 4. Se presentan los datos de la ciudad de Santiago, que corresponden a la parte norte y este de la hoja. En cuanto a la meseta, el promedio de las temperaturas puede disminuir de 4°C, debido al cambio de altura.

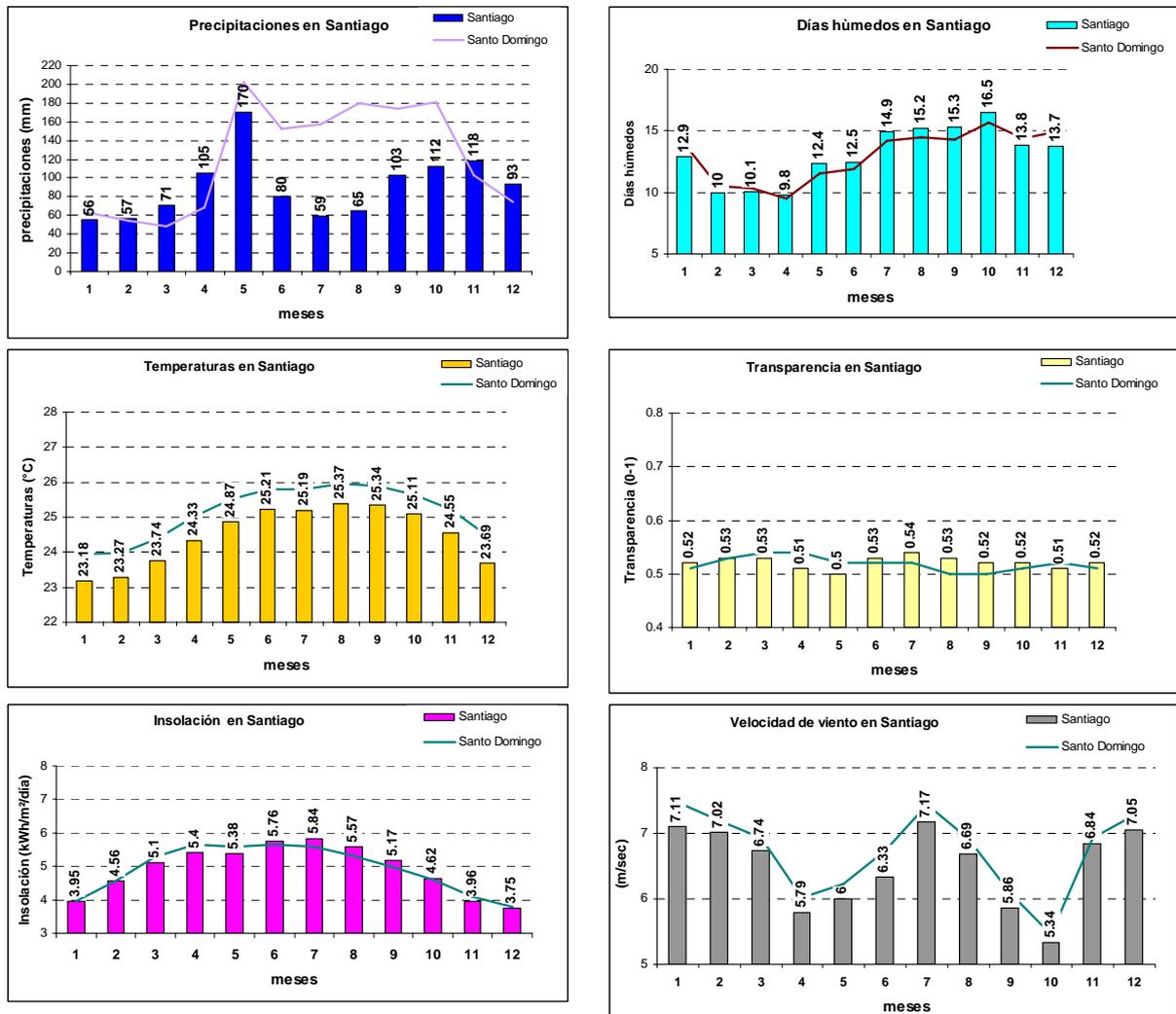


Fig. 4: Gráficos climáticos de los promedios mensuales en Santiago (no disponible en San José de las Matas).

El promedio anual de pluviosidad es de 1089mm en Santiago. La alta pluviosidad se reparte en dos temporadas de dos meses, abril-mayo y octubre-noviembre. Los días húmedos están a un por medio de 10 entre Febrero y Abril y presentan un máximo de 18.6 en Octubre. Estos promedios son equivalentes a los de la Capital Santo Domingo, salvo por la pluviosidad que, en la zona norte de la hoja, son netamente inferiores a los de Santo Domingo entre junio y octubre.

La temperatura promedio mensual presenta variaciones moderadas a lo largo del año, con temperaturas superiores a 25°C de Junio a Noviembre; los promedios de temperaturas, transparencia del aire e insolación corresponden, en San José de las Matas, a los promedios de Santo Domingo.

La vegetación de la zona es de dos tipos, nativa o antrópica. La vegetación nativa, poca representada, se limita a las zonas de pendientes abruptas o farallones, en el límite de la meseta calcárea. Está compuesta de bosque espinoso y matorrales de acacias muy tupidos y cactáceos de varios tipos. Al Sureste, en las partes más elevadas de la meseta (500m) se desarrolla el pino criollo, cuya cultura está organizada encima de suelos esquistosos de la Fm Amina-Maimón. La vegetación antrópica presenta varias formas: en las zonas con relieve suave se desarrolla una vegetación herbosa de pasto; en los suelos aluviales y llanuras de inundación (valles del Río Yaque del Norte y zonas de riego), la vegetación está constituida por arrozales y plantaciones de plátanos o guineos. En las faldas del Norte de la meseta se desarrollan cultivos de tabaco en zonas de acceso fácil.

Los datos demográficos están detallados a continuación (Fig. 5 y Fig. 6), con las variaciones nacionales a partir de los datos de los censos de 1993 y 2002 y las proyecciones para los años 2007 y 2008. Se nota, al nivel de la provincia, una densidad muy alta, debido a la influencia de la ciudad y de la zona de actividad de Santiago.

	Densidad 1993 hab./km2	Densidad 2002 hab./km2	Densidad 2007 hab./km2	Densidad 2008 hab./km2
Provincia de Santiago	250	320	359	377
Municipio de San José	NA	29	NA	NA
Republica Dominicana	150	176	190	199

Fig. 5: Densidades de población en la Provincia de Santiago y el Municipio de San José de las Matas

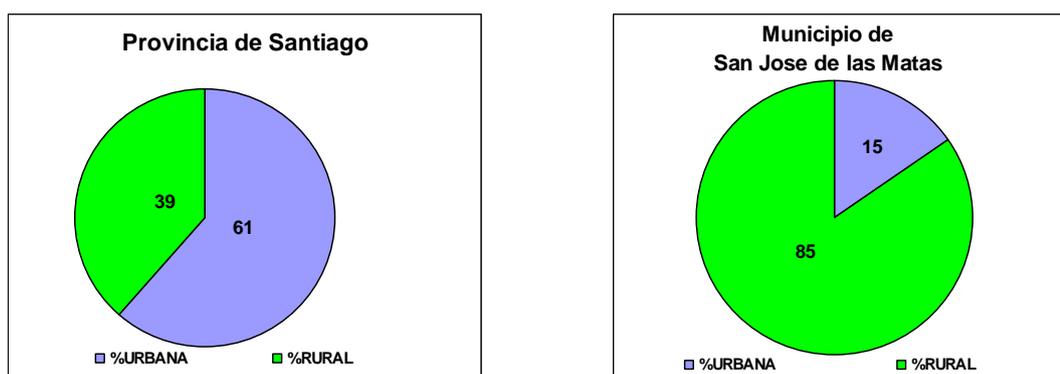


Fig. 6: Ratios de población urbana vs. rural

En el perímetro de la hoja la densidad de población, es muy contrastada según la vecindad de la ciudad de Santiago. Las fuertes densidades se concentran en el Noreste, a lo largo del Valle del Río Yaque, donde la actividad agrícola de cultivos es más intensa (sectores de Villa Bao, La Canela y Platanal). Al contrario, en las alturas de la meseta, que corresponden al Municipio de San José de Las Matas, la densidad es muy baja, debido al relieve muy

encajonado de los valles y a la actividad agrícola poco desarrollada. Los sectores noroeste y central (Sui, Potrero) aparecen actualmente despoblados, debido a la dificultad de acceso y al potencial agrícola muy bajo.

La actividad tradicional de la zona es esencialmente agrícola, con una ganadería familiar de vacuna, en los sectores de lomas accesibles. Los cultivos (plátanos y arroz) se desarrollan en grandes fincas a lo largo de la llanura de inundación o de riego del Río Yaque. Desde una década, favorecida por el desarrollo de la actividad agro-industrial alrededor de Santiago, se ha desarrollado la crianza avícola en las alturas de la meseta de Cuesta Abajo y Jaiqui Picado, con numerosas granjas de pollo, así como el cultivo de tabaco, que ha renacido a lo largo la zona de piedemonte al pie de la Loma Come-Gente, al limite norte de la hoja. En el sector suroeste, colindante con la zona forestal de la Cordillera Central, existe una pequeña actividad industrial forestal con una producción artesanal de muebles. La ubicación estratégica del Municipio de San José de las Matas lo convierte en centro de abastecimiento comercial, de servicios y de gestión para las comunidades rurales que lo rodean. Una creciente población emigrante mantiene un flujo de remesas invertidas en la economía local. La vecindad del Parque Armando Bermúdez tal como de la ciudad de Santiago y las infraestructuras existentes permiten desde unos años un desarrollo de las infraestructuras turísticas ligadas al ecoturismo. Cabe señalar una pequeña actividad marginal, actualmente actualizada como el lavado de oro en los arroyos muy erosivos, proviniendo del contacto de la Fm Amina-Maimón con los niveles conglomeráticos de la Fm Cercado, en la zona de Sui, La Mansión, y Cebú.

La red de carreteras pavimentadas se limita a la presencia de la carretera Santiago-San José de las Matas, vía los pueblos de Hato del Medio, Villa Bao, Cuesta Abajo, la cual atraviesa la hoja del Noroeste al Suroeste. En la zona sureste, otra carretera une Santiago a Jánico, ubicada al Sur de la hoja. En la zona norte, una tercera carretera une Santiago a la ciudad de Mao vía Hato del Medio, La Canela y Platanal. Debido al relieve fuerte y despedazado, la red secundaria de camino de tierra se encuentra poco densa. Cabe señalar la presencia del camino en mal estado que atraviesa la hoja de San José de Las Matas hacia Platanal vía Jaiqui Picado y Potreros. En cuanto a la zona oeste del Río Amina los accesos existen entrando en la hoja vecina de Monción vía el poblado de la Catalina. El sector de Cuesta Abajo posee una red de camino de tierra densa debido a la actividad avícola muy desarrollada.

1.3. Marco geológico

La geología de la Republica Dominicana se caracteriza por una gran heterogeneidad de materiales sedimentarios y volcánicos representados, a la que hay que añadir, además, la presencia de numerosos cuerpos intrusivos acompañados por importantes cortejos filonianos. Esta diversidad de materiales puede apreciarse en el esquema geológico de la Isla de la Española (Fig. 7).

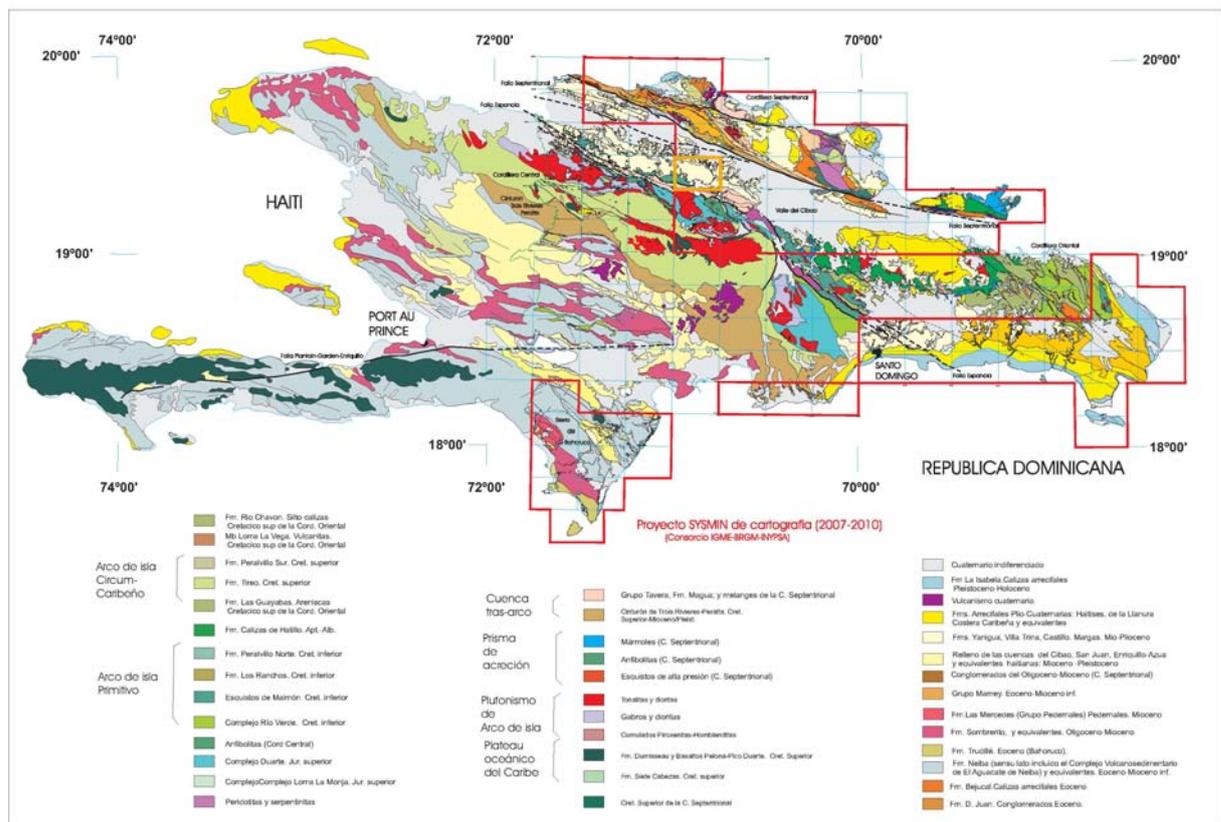


Fig. 7: Esquema geológico de la Isla de La Española, con la ubicación de la hoja de San José de Las Matas.

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

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

propia naturaleza de las rocas extrusivas, unida a la escasa anchura de las plataformas marinas da lugar a frecuentes y rápidos cambios de facies.

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

-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. Esta tectónica va a dar lugar a

- 1) una elevada tasa de denudación,
- 2) la formación de cuencas profundas y compartimentadas, donde podrán acumularse potentes series sedimentarias. Esta intensa actividad tectónica dará lugar, a su vez, 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 desigual, pudiendo diferenciarse, dentro de la Isla de La Española, una serie de dominios, unidades morfotectónicas y terrenos tectonoestratigráficos con características diferenciadas (Fig. 8 y Fig. 9). 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. Las atribuciones estratigráficas de los distintos dominios aparecen en la Fig. 10.



Fig. 8: Principales dominios morfotectónicos de La Española según Lewis y Draper (1991).



Fig. 9: Mapa de los terrenos tectonoestratigráficos de La Española según Mann et al. (1991):

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

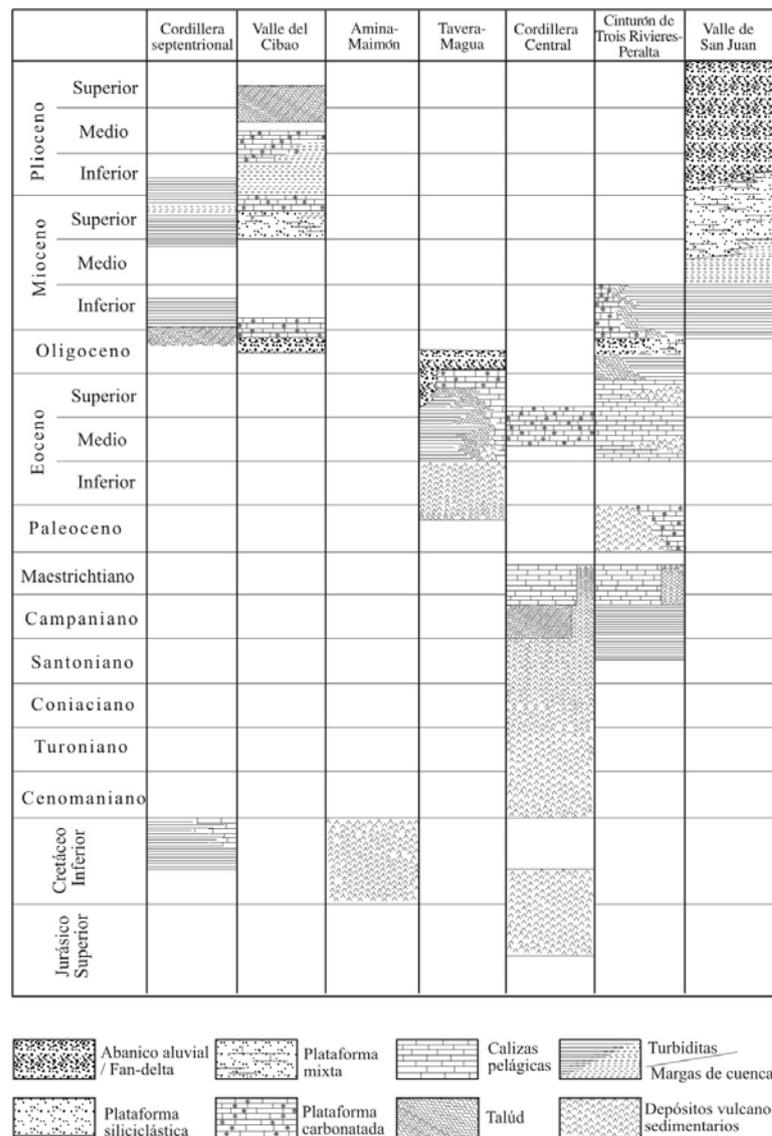


Fig. 10: Cuadro estratigráfico sintético de los distintos dominios

De Norte a Sur los dominios tectonosedimentarios son los siguientes:

- Dominio de la **Cordillera Septentrional y Península de Samaná**, limitado al Norte por el Océano Atlántico y al Sur por la Falla Septentrional. Los materiales representados en la Cordillera Septentrional pertenecen a diversos dominios sedimentarios depositados sobre distintos complejos de basamento. Por un lado, en la parte más septentrional, se encuentran diversos complejos dominados por rocas que han sufrido un metamorfismo de alta presión y que pertenecían a la Placa de Norteamérica. Actualmente se encuentran desmembrados, formando diversos macizos (Samaná, Río San Juan y Puerto Plata). En la parte meridional, los complejos de basamento están dominados por rocas volcánicas y vulcanosedimentarias,

con algunas intrusiones plutónicas, y pertenecían a los diferentes complejos de arco de isla desarrollados en la placa del Caribe (Complejos de Pedro García, Palma Picada y El Cacheal). Por encima de todos estos complejos se encuentran potentes series 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 Mioceno medio 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 Cretácico Inferior. Presentan una intensa deformación y metamorfismo, y no se encuentran nunca al Sur de la Falla de La Española.

-El dominio de **Magua-Tavera** tiene su área de afloramiento limitada por el sur por la Zona de Falla de La Española, y está ocupado por una serie compleja, al menos en parte sintectónica, y con espesor de difícil evaluación que incluye materiales volcánicos y vulcanosedimentarios, brechas de talud, series turbidíticas, calizas de plataforma y conglomerados deltaicos y 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-Cretácico Inferior, que presentan una deformación polifásica y son los incluidos dentro del

Complejo Duarte. Sobre este “zócalo” se depositó una potente serie vulcanosedimentaria a la que siguen depósitos de talud y calizas pelágicas, todavía durante el Cretácico 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, han experimentado numerosas intrusiones, principalmente de carácter ácido, y diversos grados y tipos de metamorfismo.

- El dominio del **Cinturón de Trois Rivières-Peralta** está limitado al norte por la Zona de Falla de San José-Restauración, y por el sur por la Falla de San Juan-Los Pozos e incluye una potente serie con un rango de edades entre el Cenomaniense 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 pelágicas y de plataforma, e importantes depósitos sintectónicos.

- El dominio de la **Cuenca de San Juan** se sitúa inmediatamente al sur de la Zona de Falla de San Juan-Los Pozos. 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.

- La **Sierra de Neiba**, al sur de la Cuenca de San Juan, forma parte del denominado terreno de Presqu'île du Nord-Ouest-Neiba, unidad definida con poca precisión y que en su descripción original también incluye la cuenca de Enriquillo (Mann et al., 1991b). Con directrices cambiantes de ONO-ESE a NO-SE o a E-O, determinadas por la sucesión, en relevo, de pliegues de gran radio y relativamente discontinuos en dirección, esta sierra está formada casi enteramente por litologías calcáreas de edad Eoceno-Mioceno Inferior y, en menor proporción, por litologías margo-calcáreas de edad Mioceno. El límite sur de la Sierra de Neiba, con la cuenca de Enriquillo, corresponde a un límite tectónico formado por una zona de cabalgamientos de relativo alto ángulo con vergencia sur, retocados o asociados a desgarres.

- La **Cuenca de Enriquillo** se extiende con una dirección ONO-ESE entre las sierras de Neiba y Bahoruco, y al sur de la sierra de Martín García. El dominio se prolonga también por el norte de esta sierra, donde conecta con la Cuenca de Azua, que a su vez conecta con la de San Juan, de tal forma que las tres comparten buena parte de su evolución. La cuenca

de Enriquillo está rellena por materiales del Mioceno al Cuaternario que, en conjunto, conforman una macrosecuencia somerizante de más de 4.000 de espesor, con ambientes marinos en la base y continentales a techo. Es destacable la presencia en esta cuenca de formaciones evaporíticas de importante espesor.

- La **Sierra de Bahoruco** constituye el dominio geológico más meridional de La Española, y forma parte del terreno Hotte-Serre-Bahoruco. Está constituido por un basamento volcánico de edad Cretácico superior, que representa una porción aflorante de la meseta caribeña. Sobre estos materiales volcánicos y sedimentarios pelágicos se encuentra una secuencia principalmente carbonatada, con diversas unidades representadas por calizas de plataforma somera hasta facies de plataforma más externa, de edad Eoceno-Plioceno, que muestran una evolución sedimentaria controlada fundamentalmente por el eustatismo hasta el Plioceno, donde se registra el efecto de la falla transfer de Beata que contribuye, en parte, a la elevación de la Sierra de Bahoruco, producto de una situación geodinámica de convergencia oblicua y transpresión generalizada en toda la isla.

Dentro de la presente hoja los materiales representados y que se describen a continuación corresponden exclusivamente a los dominios del **Valle del Cibao**, de **Amina-Maimón**, de **Magua-Tavera** y, muy poco representado, de la **Cordillera Central**.

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 Joaquín 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 sobre la base del cual fueron descritas más de 400 especies de invertebrados. Esta expedición dio lugar a una serie de publicaciones (Maury, 1917b; 1917a; 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 continua 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* (Saunders *et al.*, 1986), en la que se revisa la estratigrafía del Neógeno y se realizan los primeros estudios sedimentológicos (Fig. 11), y la de Vokes (1989), en la que se realizan importantes precisiones sobre la estratigrafía y bioestratigrafía de la zona.

Table 1.—Stratigraphy of the Cibao Valley, northern Dominican Republic, as interpreted by authors of pertinent papers.

authors	Mauzy 1917 b	Mauzy 1919	Cooke 1920 1921	Vaughan et al. 1921	Mauzy 1929 1931	Weyl 1940	Bermudez 1949	Butterlin 1954	Ramirez 1956	Weyl 1966	van den Bold 1968	van den Bold 1969	van den Bold 1972	Bowin 1975	Seiglie 1978	Dorreen 1979	Vokes 1979	present paper	
age																			
Pleistocene																			
Pliocene													Mao						
													Gurabo						late middle
Miocene																			
																			early
Oligocene																			

Fig. 11: Comparación de las sucesivas divisiones estratigráficas del Neógeno del Valle del Cibao Saunders y *al* (1986)

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 Seaboard 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 Fm. Mao, y a la que se atribuye una edad Plioceno terminal-Pleistoceno. Draper y Lewis (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 Ahuyamas.

Por lo que se refiere a estudios de carácter tectónico, los únicos 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.

El primer trabajo importante, sobre rocas ígneas y metamórficas de los dominios Central, Amina-Maimón y Magua-Tavera, es la tesis de Bowin (1960) de la Universidad de Princeton, Geología de la Parte Central de la República Dominicana, no publicada hasta 1966 con el subtítulo de "La historia de parte de un arco de isla". En ella define las formaciones Duarte, Maimón y Tireo dentro del Cinturón Intermedio (Median Belt), además de otras como Peralvillo y Siete Cabezas que no entran en este Proyecto. Posteriormente Palmer realiza su tesis en 1963, también de la Universidad de Princeton, Geología del Área de Monción-Jarabacoa, publicada en Nagle *et al.*, 1979. Palmer define las formaciones de Amina y Magua. A la Fm. Amina la correlaciona con la Fm. Maimón, definida previamente por Bowin. Considera que Amina estaría debajo de Duarte, por las relaciones estructurales y el metamorfismo, aunque el contacto entre ambas formaciones es siempre por falla, a la que reconoce que puede suponer una traslación lateral muy importante y no ser válida la relación anterior. La Fm. Magua estaría formada por una secuencia dominante de conglomerados con brechas basálticas, calizas, areniscas y un miembro local de lavas basálticas (Basaltos de Rodeo). En cuanto a la edad de esta formación se inclina por Paleoceno a Eoceno Superior, por la presencia de rudistas.

Una contribución general sobre todos los aspectos geológicos de la isla se encuentra en el Special Paper de Mann et al., (1991), destacando los trabajos allí incluidos de Draper y

Lewis, sobre cinturones metamórficos; Lewis y Jiménez, sobre el C. Duarte; Lewis et al., sobre la Fm. Tiro y Dolan et al., sobre cuencas sedimentarias.

Por último, se debe subrayar todos los trabajos desarrollados en este Proyecto SYSMIN durante etapas anteriores: proyectos C, K y L, de Cartografía Geotemática, 1996-2004), y E, de Prospección Magnética y Radiométrica Aereoportada del Territorio de la República Dominicana (CGG,1995-96) y las publicaciones a que dieron lugar: Pérez-Estaún *et al.*, Lewis *et al.*, Escuder-Viruet *et al.*, Díaz de Neira & Solé Pont, Hernáiz Huerta *et al.*, y Locutura *et al.*, en Acta Geológica Hispánica, (2002).

2. ESTRATIGRAFIA Y PETROGRAFIA

La mayor parte de hoja de San José de las Matas pertenece al Dominio de la cuenca del Cibao. En la esquina SO de la hoja, la erosión de las formaciones de dicho dominio deja aparecer el substrato, constituido de rocas metavolcanosedimentarias, perteneciendo al Dominio Amina-Maimón. Al Sur, el Dominio de Magua-Tavera está inmerso en la Zona de Falla de la Española, que limita el Dominio de la Cordillera Central correspondiendo a la terminación NE del batolito de El Bao. Dos lentejones de peridotitas serpentinizadas subrayan la traza septentrional de la ZFLE.

En este capítulo se describen las formaciones perteneciendo a los diferentes dominios, en el siguiente orden:

- Las peridotitas de Loma Caribe en la ZFLE,
- El batolito de El Bao del Dominio de la Cordillera Central,
- Los mica esquistos del Dominio Amina-Maimón (Cretácico Inferior),
- Los conglomerados y calizas de las formaciones Magua y Jánico del Grupo Tavera, perteneciendo al Dominio de Magua-Tavera (Eoceno superior a Oligoceno),
- El dominio del Valle del Cibao (Mioceno medio a Plioceno Superior) representado por el Grupo Yaque, compuesto cronológicamente del Conglomerado Bulla, de la Fm Cercado, de las Calizas de Ahuyamas de la Fm Gurabo y de la Fm Mao,
- El Cuaternario, representado principalmente en el Valle del Río Yaque.

2.1. Las rocas intrusivas

2.1.1. Peridotitas de Loma Caribe serpentinizadas (1) (Zona de Falla de La Española)

Regionalmente, la Peridotita de Loma Caribe consiste en más 6 Km. de espesor de harzburgitas, dunitas y lherzolitas con espinela intensamente serpentinizadas, con pequeños

cuerpos de cromita podiformes e intrusiones de diques de gabros y doleritas (Lewis et al., 2002, 2006). Las doleritas son especialmente abundantes en la parte más alta de la peridotita donde forman sills de potencia métrica a decamétrica. La Peridotita de Loma Caribe constituye un fragmento del manto del océano proto-Caribeño, que ha experimentado una compleja historia de fusión (Lewis et al., 2006), y que ha sido levantada tectónicamente por la Zona de Falla de La Española.

La Peridotita de Loma Caribe está compuesta principalmente de harzburgitas con espinela, harzburgitas con clinopiroxeno, dunitas, lherzolitas y pequeños cuerpos de cromititas podiformes aparecen también (Lewis et al., 2006, 2008). Las peridotitas normalmente están extensamente serpentinizadas y variablemente cizalladas, en particular hacia el contacto estructural superior. Sobre las harzburgitas serpentinizadas se ha desarrollado una importante alteración laterítica rica en Ni. Las reservas de Níquel han sido estimadas por la compañía Falconbridge Dominicana en 1-2Mt con un grado de 1.2% Ni.

Los principales tipos petrográficos de rocas peridotíticas menos serpentinizadas descritos en la Peridotita de Loma Caribe son:

- harzburgitas masivas con espinela
- dunitas con espinela
- venas websteríticas
- harzburgitas serpentinizadas y serpentinitas foliadas especialmente las deformadas por la Zona de Falla de La Española.

En la hoja de San José de Las Matas, dos lentejones de peridotitas de Loma Caribe serpentinizadas subrayan la traza septentrional de la ZFLE.

El primero afloramiento está ubicado en el borde SO de la Hoja, a 150m al Norte de la Carretera de El Rubio, en el contacto fallado entre los conglomerados de Inoa al Sur y los esquistos de Amina-Maimón al Norte. Los bloques de serpentinitas están aislados en las siltitas negras milonitizada de la zona de falla.

El segundo afloramiento decamétrico, está ubicado en la extremidad este de los afloramientos de esquistos Amina-Maimón, en la carretera sin asfaltar de Guiaca a Loma el Verde (Punto 24PU9339 Lat.: 19°34565 / Long.: -70°89621).

Se trata de una brecha con cantos de conglomerados rojizos laminados por la falla en una matriz de peridotitas serpentinizadas, al contacto entre los conglomerados de Inoa al Sur y los esquistos de la Fm Amina-Maimón al Norte.

La potencia visible es de 2 metros. En el mapa aeromagnético no se destaca una anomalía, lo que confirma la ausencia de extensión de estas peridotitas por debajo de la cobertera sedimentaria miocena (Conglomerados de Bulla).



Fig. 12: Falla La Española ZFLH Vista de la inyección de Peridotita en los conglomerados de Inoa en el limite Norte de la falla

Camino de Guaiaca a la Loma el Verde 24PU9339 Lat.: 19°34565 / Long.: -70°89621

2.1.2. Batolito de El Bao. Tonalita hornblendítica, variablemente biotítica, de grano medio-grueso, facies común (2) (Dominio Cordillera Central)

El dominio de la Cordillera Central se caracteriza por una gran complejidad litológica. Está limitado al Norte por la Zona de Falla de La Española y al Sur por la Falla de San José-Restauración, englobando los terrenos de Loma Caribe, Tavera, Duarte y Tireo (Bowin, 1975; Lewis, 1982; Groetsch, 1983; Boisseau, 1987; Mann et al., 1991; Lewis y Draper, 1991; Draper y Lewis, 1991; Draper et al. 1994; Dupuis et al., 1996; Lapierre et al., 1997, 1999; Lewis et al., 2002). En parte equivale al *Median Belt* de Bowin (1975). La Zona de Falla de La Española constituye un límite estructural de primer orden, ya que yuxtapone dos dominios corticales originalmente distantes que fueron desplazados lateralmente posiblemente cientos de kilómetros desde, al menos, el Paleógeno (Pérez Estaún et al., 2006). Estos importantes movimientos transcurrentes, condicionan cualquier intento de correlación de las unidades geológicas más antiguas a uno y otro lado de la falla, o de establecer una historia geológica común para el conjunto de los materiales.

En la cartografía de la Cordillera Central se han reconocido siete grandes unidades litoestratigráfico-geoquímicas formando parte de una gran secuencia magmática de edad Jurásico Superior-Cretácico Superior, que de base a techo son (Contreras et al., 2004; Escuder Viruete et al., 2004, 2006, 2007, 2008; Joubert et al., 2004; Stein et al., 2004; Urien et al., 2004):

- (1) Peridotita serpentinizada de Loma Caribe;
- (2) Asociación volcano-plutónica oceánica de Loma La Monja;
- (3) Chert de El Aguacate;
- (4) Complejo Duarte;
- (5) Rocas extrusivas y subvolcánicas del Grupo Tireo;
- (6) Basaltos de la Fm Pelona-Pico Duarte;
- (7) Basaltos y sedimentos de la Fm Magua.

La secuencia está intruida por los batolitos gabro-tonalíticos de Loma Cabrera, Loma del Tambor, Macutico, El Bao, El Río, Jumunuco y Arroyo Caña, incluyendo complejos ultramáficos asociados, y plutones subconcordantes de leucotonalitas foliadas.

Todas las unidades fueron heterogéneamente deformadas y metamorfozadas en condiciones de la facies de prehnita-pumpellita, esquistos verdes y anfibolitas, pero preservándose a menudo las texturas ígneas. Desde un punto de vista evolutivo, estas unidades se pueden agrupar en tres conjuntos: el oceánico pre-arco Cretácico Inferior, el volcanismo de arco Cretácico Superior, y el magmatismo intraplaca Cretácico Superior más alto.

La forma romboedra, sigmoidea, del batolito de El Bao, con el gran eje NNO-SSE, está relacionada con el juego de las dos fallas regionales transcurrentes: la falla de la Española, que lo limita al Norte, y la falla de La Meseta al Sur, que lo separa del batolito de Jumunucu.

El Batolito de El Bao ha sido objeto de estudio por Palmer (1963) y Lewis et al. (1991). Kesler *et al.* (1991) obtuvieron 6 edades: K-Ar en biotitas de 33 ± 2 y 49 ± 2 Ma, y sobre hornblendas de $68,4\pm 0,9$ y $70,5\pm 0,8$ Ma, que pueden indicar la presencia de al menos dos eventos térmicos durante la historia de erosión del Batolito.

En el marco del Proyecto SYSMIN se han obtenido tanto edades U-Pb en circones como edades basadas en análisis del calentamiento incremental $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en hornblendas de intrusiones tonalíticas del Batolito del Bao.

Las observaciones en el campo y los datos petrológicos permiten establecer en el Batolito de el Bao una secuencia intrusiva general, en la que los primeros magmas en cristalizar fueron los acumulados ultramáficos, gabros y dioritas, así como sus equivalentes metamórficos, posiblemente formando una serie ígnea comagmática. Posteriormente, intruyó el importante volumen de magma cuarzo-diorítico a tonalítico, que engloba y asimila gran parte el complejo gabroico-ultramáfico, que sólo queda preservado como pasillos de enclaves y megaenclaves de rocas meta-ultramáficas y anfibolíticas. Esta intrusión masiva tuvo lugar durante una etapa de deformación dúctil que produce fábricas en estado magmático y subsólido en las tonalitas, y bandas de cizalla anfibolíticas en las rocas gabroicas. Las tonalitas con hornblenda evolucionan composicionalmente a leucotonalitas con hornblenda y biotita, que forman típicamente facies apicales y diques más competentes a la erosión en todo el sector de Mata Grande. Los diques máficos intruyen en la tonalita en un estadio muy tardío, desarrollando frente a ella contactos netos y bordes enfiados.

En la hoja de San José de Las matas, el Dominio Cordillera Central solo está representado por la extremidad NO del Batolito de El Bao, que ocupa una superficie muy reducida (0.6km²) en la esquina Suroeste de la hoja, al Sur de la ZFLE. El batolito se extiende más al Sur en la hoja Jánico, así que en las hojas colindantes de Diferencia y Monción.

Solo se ha distinguido la facies común, correspondiendo a las tonalitas horblendíticas, variablemente foliadas de grano medio-grueso (ver las descripciones petrográficas en la memoria de la hoja de Jánico 6073-IV).

2.2. Cretácico inferior

2.2.1. Fm Amina-Maimón. Cretácico Inferior (Dominio Amina-Maimón)

2.2.1.1. Generalidades

La Fm Maimón fue descrita por Bowin (1960, 1966) y la Fm Amina por Palmer (1963, 1979). Consiste en un conjunto de rocas esquistosas, de protolito esencialmente volcánico con intercalaciones sedimentarias, que presentan un variable grado de deformación y metamorfismo, desde rocas relativamente indeformadas con una gran proporción de minerales ígneos relictos, hasta rocas completamente recrystalizadas con una bien definida fábrica planar.

Estos esquistos representan, con la Fm Duarte, una de las dos bandas más metamórficas de la parte central de la Española (Bowin,1960,1966; Palmer,1963,1979), formando el flanco septentrional del Cinturón Metamórfico Intermedio o *Median Belt* de Bowin (1960, 1966) y por extensión de la Cordillera Central. Afloran en dos segmentos distintos de la República Dominicana, pero nunca se han reconocido al S de la Zona de Falla de La Española:

- El segmento Amina, al NO (Hojas 1:50.000 de San José de las Matas, Monción, Santiago Rodríguez, Martín García y Dajabón, con una dirección ONO, limitado al sur por la Falla Española, y cubierto al NE por las formaciones discordantes del Terciario-Cuaternario
- El segmento Maimón, al SE (Hojas 1:50.000 de Fantino, Hatillo y Villa Altagracia), con una dirección NO, limitado al sur por la Falla de La Española y la Peridotita de Loma Caribe, y al NE por el Cabalgamiento de Hatillo con vergencia NE, superponiendo los esquistos sobre diferentes formaciones del Cretácico y Paleógeno.

Palmer, (1963, 1979) fue el primero en correlacionar las formaciones Amina y Maimón. Posteriormente Draper y Lewis (1982) y Kessler *et al.* (1991a) consideran que estos dos

segmentos pertenecen a la misma formación. Draper y Lewis (1982) sugirieron incluir también las rocas metamórficas descritas en la Île de la Tortue (Haití).

Los protolitos de los esquistos Amina-Maimón son principalmente rocas vulcanoclásticas y volcánicas submarinas, estratificadas, y raras intrusiones someras (Bowin, 1966; Boisseau, 1987; Mercier de Lepinay, 1987). Los datos de campo y análisis geoquímicos indican que tanto los protolitos de la Fm Amina como los de la Fm Maimón son rocas orto como paraderivadas (Draper y Lewis, 1991; Kesler *et al.*, 1991b). En las rocas menos deformadas de ambas unidades se han reconocido niveles de lavas coherentes y abundantes depósitos volcánicos fragmentarios (metavolcanitas), incluyendo pequeñas intrusiones someras y depósitos de sulfuros masivos, tramos epiclásticos de grauvacas (meta-grauvacas), pizarras carbonosas, brechas y conglomerados poligénicos (meta-brechas y meta-conglomerados) y, ocasionalmente, calizas recristalizadas y mármoles (Bowin, 1966; Draper y Lewis, 1991; Kesler *et al.*, 1991b; Lewis *et al.*, 2000). Draper y Lewis (1991) y Kesler *et al.* (1991b) describen el volcanismo de la Fm Maimón como composicionalmente bimodal, con una característica alteración hidrotermal de fondo oceánico, espilitica, que modifica los contenidos en álcalis y otros elementos.

Los principales depósitos de sulfuros masivos son: Loma Pesada, Loma Barbuito y Cerro Maimón, en el segmento Maimón; en el segmento Amina los *gossans* auríferos de Cerro Verde (Hoja de Dajabón) y Los Almaceyes-Los Pinitos (Hoja de Martín García) han sido también objeto de intensas investigaciones mineras.

Los datos obtenidos en el Proyecto C de Cartografía Geotemática (2000), han permitido elaborar las siguientes conclusiones (Escuder-Viruet *et al.*, 2002). Los términos máficos (<60% SiO₂) se pueden separar en función de su contenido en TiO₂. Las rocas máficas con bajos contenidos en TiO₂ además suelen tener altos contenidos en MgO y Ni, resultando en una asociación afín a la observada en las primeras rocas de un arco isla primitivo denominadas boninitas. Estas rocas gradan a composiciones con contenidos más altos en TiO₂ asimilables a términos toleíticos más típicos de arcos isla. Las rocas félsicas suelen ser ácidas en composición (>68% SiO₂) con un contenido en Na₂O típicamente superior al 5%. Pese a este carácter ácido la composición de sus elementos traza para muchos de los elementos HFS es muy similar a los tipos N-MORB. Estas características son similares a las observadas en lavas riolíticas de arcos isla del Pacífico Occidental. Sin embargo, la geoquímica de este Proyecto muestra una mayor variedad de series geoquímicas, con

boninitas, toleitas (IAT pobres en LREE y Ti), toleitas félsicas, y más raramente esquistos máficos de afinidad calco alcalina.

La edad de los esquistos de Amina-Maimón es desconocida. Los niveles de chert han resultado azoicos y los restos (espinas) muy deformados de equinodermos sólo permiten sugerir una posible edad Cretácico Inferior (Donovan, 1995, com. pers. en Draper y Gutiérrez, 1997). Las relaciones cartográficas en el segmento Maimón, sugieren una edad pre-Albiano (Draper *et al.*, 1995, 1996; y Draper y Gutiérrez, 1997), con la caliza de Hatillo bien datada como Albiano, que se encuentra discordante sobre los Esquistos de Maimón y la Fm Los Ranchos.

La Fm Amina-Maimón y su equivalente lateral la Fm Los Ranchos, representan el volcanismo toleítico bimodal de edad Cretácico Inferior (pre-Aptiano/Albiano), relacionado con la formación del Primitivo Arco Isla Caribeño (PAIC); (Donnelly *et al.*, 1990) y presente en todo el actual arco de isla de las Antillas Mayores (Lewis y Draper, 1990; Horan, 1995; Lewis *et al.*, 1995; Lewis *et al.*, 2002). Además, según datos de este Proyecto, estaría representado el cambio de afinidad toleítica a calco alcalina, común en la evolución de los sistemas de arco.

Estas rocas han sido variablemente deformadas y metamorfizadas en condiciones de la facies de los esquistos verdes de prehnita-pumpellita (Bowin, 1966). Las asociaciones minerales asociadas a las fábricas dúctiles miloníticas y deformativas en rocas máficas de cada zona metamórfica, son (Escuder-Virueite *et al.*, 2002):

- Zona I: prehnita, pumpellita, clorita, epidota, albita, mica blanca, cuarzo, calcita.
- Zona II: clorita, actinolita, epidota, albita, mica blanca y cuarzo.

La intensa deformación heterogénea producida por una zona de cizalla dúctil de escala regional, es muy característica de las rocas de la Fm Amina-Maimón, con adquisición de microestructuras deformativas y fábricas protomiloníticas (Draper y Lewis, 1991; Draper *et al.*, 1995 y 1996; y Draper y Gutiérrez, 1997). Se observan todos los estadios intermedios entre la preservación de las texturas ígneas del protolito y su transposición completa por una penetrativa fábrica plano-linear (Sp-Lp) (Escuder-Virueite *et al.*, 2002).

2.2.1.2. Descripción particular a la Hoja

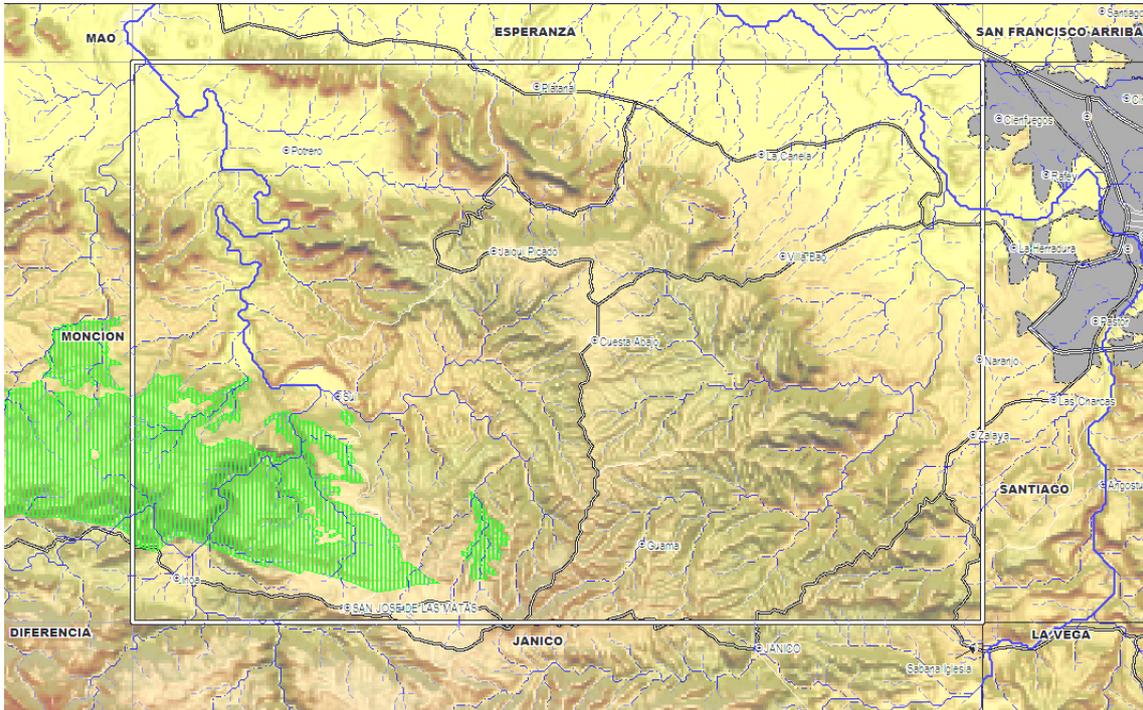


Fig. 13: Fm Amina-Maimón - Esquema de ubicación en la hoja con fondo del talud de pendiente del SRTM.

La formación Amina-Maimón corresponde a una banda de 12 Km. de largo y hasta 6.5 Km. de anchura, ubicada en esquina suroeste de la hoja, exclusivamente al Norte de la Zona de Falla de La Española. Su dirección ONO-ESE es la misma que la de las estructuras regionales. Al Este y Norte esta banda se acuña debajo de la cobertura miocena constituida por la Fm Conglomerado Bulla y la Fm Cercado, quedándose visible en unas pequeñas ventanas de erosión.

La formación constituye una meseta de 500m de elevación (Fig. 14), liviamente inclinada hacia el NNE, que domina el valle de Inoa (350m). La parte Norte de la Meseta está cubierta por las formaciones miocenas del Conglomerado Bulla y de la Fm. Cercado. La Meseta está entallada por la red hidrográfica del Río Amina (Fig. 15) que se sobre impone creando un desfile muy encajonado (300m). La vegetación de la meseta es principalmente constituida de pinales cultivados (Fig. 14) salvo en la parte este que esta cubierta por extensas praderas con relieve suave (Fig. 16).



Fig. 14: Esquistos de la Fm Amina-Maimón .Vista hacia el Norte de la meseta de La Fm Amina-Maimón cubierta de pinos de cultura.

El Caimito-La Celestina en la hoja de Monción 24PU9384 Lat.: 19°39'29.5" / Long.: -71°00'47.2"



Fig. 15: Esquistos de la Fm Amina-Maimón .Relieve suave y pasto muy particular en el sector de La Mansión, al Noreste de San José.

Camino de Sajoma hacia Sui 24PU9151 Lat.: 19°34'56" / Long.: -70°9'26.11"



Fig. 16: Esquistos de la Fm Amina-Maimón .Vista hacia el Sur del Río Amina en su valle encajonado en la meseta

22MJ9083_1_Sajoma_11_16_11_07 075

Dentro esta formación Amina-Maimón se han distinguido los siguientes términos:

- Meta-andesitas, ocupando 5.8% de la superficie de la hoja,
- Meta-riodacita ocupando 1.12% de la Hoja

Este conjunto está cortado por diques y vetas de cuarzo.



Fig. 17: Esquistos de la Fm Amina-Maimón en alternancias bimétricas de meta basaltos (verdosos oscuros) y metadacita o metatobas (niveles claro).

Piso del camino de Palmarito a Las Caobas 24PU9380 Lat.: 19°39'53" / Long.: -70°9'43"

Las características principales comunes a las dos facies de esquistos son el color verde intenso oscuro a claro o satinado, el grano fino a medio y una fábrica plano-linear (Sp-Lp) muy penetrativa de características miloníticas. Se observan frecuentemente pliegues intrafoliares, venas de cuarzo de segregación sin-Sp y un bandeo composicional de espesor milimétrico a kilométrico. Al afloramiento el protolito de la roca es difícilmente determinable. Salvo en las zonas muy hidrotermalizadas y cloritizadas, el color más claro o más verdoso

indica el carácter ácido, intermedio o básico de dicho protolito (Fig. 17). No se observaron calizas como las descritas en el segmento de Maimón.

2.2.1.2.1. Diques y vetas de cuarzo (3)

Los diques y vetas de cuarzo, de potencia centimétrica a decamétrica y de extensión métrica a kilométrica, son muy frecuentes en los esquistos de la Fm Amina-Maimón (Fig. 18). Los más importantes han sido cartografiados.

Estos cuarzos precoces, están plegados, como la foliación regional y la dirección general es N110-120°E. Originan anomalías de oro en la Fm Amina-Maimón y en la zona de contacto discordante con las formaciones suprayacentes.



Fig. 18: Diques y vetas de cuarzo blanco en los esquistos de la Fm Amina-Maimón,

22MJ9015 Lat.: 19°3804436/ Long.: -70°9860103

2.2.1.2.2. Fm. Amina-Maimón. Meta-andesitas (4) Cretácico Inferior (K1)

Las meta-andesitas (y/o subintrusivos) de la Fm. Amina-Maimón constituyen los términos intermedio-básicos más representados dentro de la formación. Estas rocas aparecen en varias bandas, de potencia métrica a plurikilométrica. Las facies más básicas se caracterizan por un color verde oscuro meteorizado a rojizo. Están más representadas en la parte norte, en el sector de las Caobas-Palmarito (24PU9376 Lat.:19°40625 / Long.: -70°9923) o en la orilla derecha del Río Blanco, en Inoa. El color verdoso corresponde a la clorita abundante. Las meta-andesitas se prolongan al Oeste en la hoja vecina de Monción.



Fig. 19: Esquistos de la Fm Amina-Maimón

22MJ9031 Lat.:19°3531701 / Long.: --70°969593



Fig. 20: Esquistos de la Fm Amina-Maimón

22MJ9031 Lat.:19°3531701 / Long.: -70°969593

A la meso escala, la roca es de color gris verdoso claro, de grano medio a fino, localmente porfídica, rica en anfíboles y plagioclasas de grano medio-grueso y de fábrica planar Sp poco penetrativa. La meteorización subraya un bandeo centimétrico, claro y verde. El protolito fue una roca volcánica de composición intermedia a básica y textura porfídica/micro porfídica.

Al microscopio, las texturas son nematoblásticas y granoblásticas poco elongadas, decusadas. La fábrica Sp está definida por la orientación irregular de prismas de anfíbol y los lepidoblastos de sericita/clorita paralelos. La roca es muy rica en anfíboles y clorita, con agregados de epidota y albita. Los minerales principales son: actinolita, clorita, albita, epidota, mica blanca (moscovita) y, con cuarzo, apatito, circón, ilmenita, pirita y opacos como accesorios. La asociación es sin cinemática con la poco penetrativa fábrica dúctil planar (Sp) principal. Se trata de una roca meta volcánica de composición intermedia/básica (andesítica a basáltica) y de probable textura porfídica/micro porfídica, ya que se observan escasos fenocristales relictos de ferromagnesianos. La poca deformación interna de la roca ha permitido la preservación de los fenocristales, que son de clinopiroxeno, anfíbol y muy escasas plagioclasas relictos ígneos, que no obstante están casi completamente reemplazados por minerales metamórficos. El resto de la mineralogía y texturas del protolito han sido transpuestas por la recristalización metamórfica. La roca consiste en un agregado, variablemente alargado paralelamente a la Sp, compuesto por prismas de actinolita, pequeñas epidotas, agregados lepidoblásticos de clorita y mica blanca, y porfiroblastos de albita. Los anfíboles son de sub-idio a idiomorfos y definen una lineación mineral preferencialmente grosera. La clorita y la mica blanca moscovita forma delgados

lepidoblastos y agregados paralelos a la Sp. Los relictos aparecen rodeados y aplastados por la Sp.

2.2.1.2.3. Fm. Amina-Maimón. Meta-riodacita (5) Cretácico Inferior (K1)

Se ha cartografiado, en esta facies, las rocas esquistozadas con un tono verde claro a beige, de composición riolítica a dacítica (con presencia de cuarzos milimétricos redondos). Localmente se observa la erosión diferencial de los nivelillos de meta-riodacitas o metatobas acidas en relieve dentro de una matriz de meta-cineritas o tufitas de grano más fino (Fig. 21, Fig. 22, Fig. 23, Fig. 24).

Estas facies ácidas presentan frecuentemente vetas y diques de cuarzo pre a sin deformación dúctil. Los límites son contornados y frecuentemente deformados en la última fase plicativa.

En la parte occidental de la hoja, aforan unas facies de meta-pórfido riolítico de color beige homogéneo, de grano medio, constituido de cuarzos riolíticos milimétricos y feldespatos de secciones cuadradas. Esta facies presenta una esquistosidad discreta. Corresponden a los neises descritos en la hoja de Monción.



Fig. 21: Esquistos de la Fm Amina- Maimón en facies de alternancias cm muy esquistozada con pliegues, de meta-cineritas o meta- tufitas con diferenciaciones y niveles de metatobas y/o micro-dacitas en lentejones.

24PU9310 Lat.: 19°36315 / Long.: -70°89478

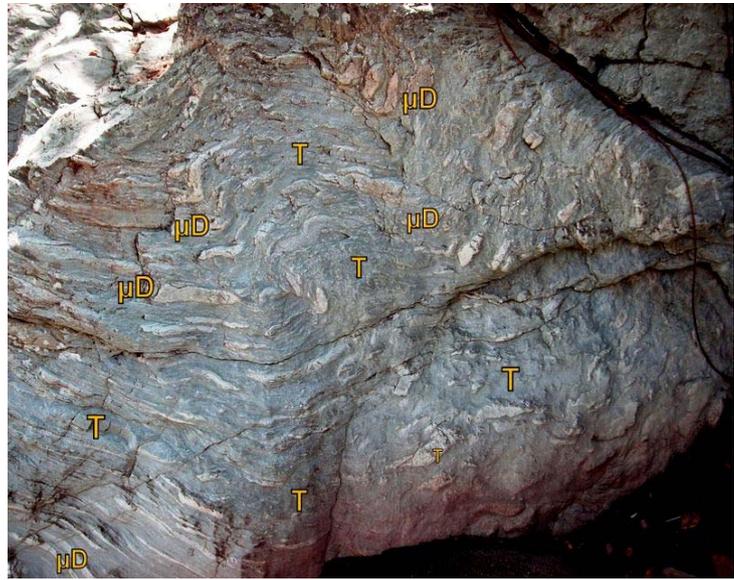


Fig. 22: Esquistos de la Fm Amina-Maimón en facies de alternancias cm, muy esquistozada, con pliegues de meta-cineritas o meta- tufitas (T) con niveles de metatobas y/o micro-dacitas(μD) en lentejones.

24PU9310 Lat.: 19°36315 / Long.: -70°89478



Fig. 23: Esquistos de la Fm Amina-Maimón. Detalles de los pliegues de meta-cineritas o meta-tuffitas (T) y niveles de metatobas y/o micro dacitas (μ D) en lentejones

Fig. 24: Esquistos de la Fm Amina-Maimón
22MJ9053 Lat.: 19°372261/ Long.: -70°945594

24PU9310 Lat.: 19°36315 / Long.: -70°89478



Fig. 25: Esquistos de la Fm Amina-Maimón

22MJ9027 Lat.: 19°3570027/ Long.: -70°9596053



Fig. 26: Esquistos de la Fm Amina-Maimón – meta pórfido riolítico o meta-microgranito poco deformado con cuarzos redondos azules y feldespatos alterados a amarillento y biotita alterada

Camino a Las Caobas desde La Catalina (Monción)
24PU9384 Lat.: 19°39'29.5" / Long.: -71.00472

A la mesoescala, la milonitización no facilita la identificación de las estructuras volcánicas o volcanoclásticas. Las brechas con elementos centimétricos son raras. En general la roca presenta un aspecto de toba fina de color verde oscuro, sin que se pueda precisar si se trata de piroclastitas o epiclastitas o, a veces, de una lava milonitizada.

Al microscopio, las texturas son granonematoblásticas y granolepidoblásticas algo microbandeadas, blastomiloníticas. (Lamina 14MJ9068). La roca es de composición dacítica y los minerales principales son: actinolita-tremolita, epidota, albita, clorita, biotita, mica blanca (moscovita) y cuarzo, con ilmenita, pirita, circón, y opacos como accesorios.

La asociación es sin cinemática con la fábrica Sp-Lp dúctil principal e indicativa de la facies de los esquistos verdes de baja-T. El protolito fue una roca volcánica de composición intermedia, probablemente de tipo dacítico, en la que la mineralogía y texturas han sido completamente traspuestas por la intensa deformación y el metamorfismo sincinemático.

Por encima de la superficie de la meseta, ante descrito, la Fm Amina-Maimón presenta una alteración de tipo laterítico, probablemente contemporánea de la lateritización pre-Mioceno, conocida más al Este, en Bonao y La Vega. Esta fase de lateritización enriquece en níquel las alteritas de la peridotita de Loma Caribe. Este fenómeno de edad miocena está descrito en detalle con las formaciones miocenas de la cuenca del Cibao. Corresponde a capas superficiales de arcillas beige a rojizas con conservación u obliteración de la estructura original de la roca



Fig. 27: Arcillas lateríticas en la facies arcillas moteadas sin criterios visibles de la roca original



Fig. 28: Esquistos de la Fm Amina-Maimón – Facies de arcillas abigarradas de alteración laterítica sobre impuesto a metandesitas

2.3. Paleoceno-Mioceno medio (Dominio Magua-Tavera)

2.3.1. Fm Magua-Tavera (Eoceno superior-Oligoceno)

2.3.1.1. Generalidades

Denominada en un principio Fm Magua (Palmer, 1979) por el Río Magua, en el cual aparecen los mejores afloramientos. Esta formación se extiende a lo largo de toda la zona del Proyecto dentro de la Zona de Falla de La Española, con anchura comprendida entre 1 y 2 Km.; fuera de esta zona existen algunos afloramientos locales al N y NO de Monción.

Se trata de una cuenca muy ligada a la actuación de la Zona de Falla de La Española entre el Paleoceno y el Oligoceno, por el tipo y distribución de sus depósitos, limitados a surco de la zona de falla o en sus inmediaciones. Esta cuenca está rellena por cuatro tipos de materiales:

- Volcanismo básico (basaltos y brechas basálticas),
- Volcanitas ácidas (tobas y cineritas),
- Calizas,

- Conglomerados.

El sustrato de esta formación corresponde a rocas del Complejo Duarte, de la Fm Amina-Maimón y/o de la Fm Tireo, indistintamente, según los sectores. Los contactos observados siempre son por medio de fallas. Debe existir una discordancia angular con las formaciones sobre las que se asienta; en Magua no existe una esquistosidad regional.

El término basal de la formación corresponde a los denominados **Basaltos de El Rodeo** (Palmer, 1979), frecuentemente vacuolares y con fenómenos de espilitización. Sobre estos basaltos se depositan coladas de brechas, también de composición basáltica, tanto de los fragmentos como de la matriz. La potencia de este volcanismo básico es difícil de precisar, por la intensa fracturación, pero se estima que puede llegar a sobrepasar los 1000 metros. No existe ninguna datación de este volcanismo pero por su posición estratigráfica se atribuye al Paleoceno-Eoceno Inferior. Son basaltos alcalinos emitidos en zonas de intraplaca (Ver capítulo de Geoquímica).

El **volcanismo ácido** de esta formación tiene un desarrollo muy irregular, con manifestaciones muy locales y reducidas que responden a una actividad volcánica poco intensa que da lugar, sobre todo, a productos piroclásticos finos, como cineritas, pero también algunas tobas de composición riolítica. Parecen existir diversas pulsaciones de la actividad piroclástica ácida; una se localizaría entre los basaltos y las brechas basálticas, pero la más importante se localiza a techo del volcanismo básico, en transición a las calizas, formándose a veces rocas mixtas, vulcano-sedimentarias, silíceo-carbonatadas.

Las **calizas de Magua** pueden ser masivas, en bancos o lentejones de escasa potencia, por lo general de varios metros a decenas de metros, pero lo más común son alternancias de niveles calizas interestratificadas con limos o lutitas y margas, hasta los mayores lentejones calcáreos métricos y decamétricos. En algunos afloramientos y clastos rodados de calizas se han visto fragmentos de rudistas; este mismo hecho fue puesto de manifiesto por Palmer (1979). Las calizas presentan abundante fauna de foraminíferos planctónicos que ofrecen edades comprendidas entre Eoceno y Oligoceno, con mayor probabilidad del Eoceno Medio Superior. Una interpretación lógica es que los rudistas fueran alóctonos, heredados del desmantelamiento de un Tireo más generalizado sobre Duarte, pero sin descartar que las propias Calizas de Magua comprendan desde el Cretácico Superior terminal (Maastrichtiano), opinión defendida por Palmer (1979).

Los **conglomerados** son muy heterogéneos y se disponen en diversos tramos o niveles. Son constituidos casi exclusivamente de cantos de tonalita en una matriz arcósica; otros se componen de grandes clastos de Duarte, de basaltos de Magua, e incluso los hay formados casi exclusivamente por cantos de calizas; lo más normal es que estén formados por cantos bien redondeados y de distinta composición: basaltos, tonalitas, gabros, chert, cuarzo, etc. Son conglomerados poligénicos con gran influencia detrítica. Por lo general el cemento o matriz y los cantos suelen ser de una composición muy parecida. Entre los paquetes conglomeráticos se sitúan niveles o tramos de microconglomerados con areniscas o grauvacas, y más localmente niveles limoso-lutíticos, idénticos a los que se intercalan con calizas, de posible origen turbidítico.

Todos estos tipos de conglomerados están presentes dentro de la Fm Magua-Inoa mientras que los conglomerados poligénicos predominan de forma casi exclusiva en el caso del principal afloramiento, entre las fallas de Inoa y Amina, conocido en la literatura geológica como Conglomerado de Inoa y asignado al Grupo Tavera (Palmer,1979); sin embargo, localmente existen dentro de él olistolitos de rocas volcánicas, lentejones calcáreos y conglomerados más homogéneos, idénticos todos ellos a los representados en el resto de la Fm Magua-Inoa. Consideramos, por ello, que corresponden a la misma formación.

2.3.1.2. Descripción particular a la Hoja

La Fm Magua ocupa 19.3 km² en el borde SO de la hoja, equivalente a 4% de la superficie total. Este paquete bastante potente de conglomerados lutíticos, alcanzando 2000m en la hoja vecina de Jánico, son de color característico, variando del morado al rojo oscuro, localmente gris al Sur de Monción.

El límite meridional de la formación no aparece en esta hoja. Se extiende con una dirección ONO-ESE desde las hojas de Santiago Rodríguez, Monción, San José de Las Matas, hasta la hoja de Jánico, donde termina a nivel del pueblo de Jánico.

La Fm Magua, tal como la Fm Jánico al Este, se destaca con valores altos en el mapa espectrométrico del potasio (Fig. 29).

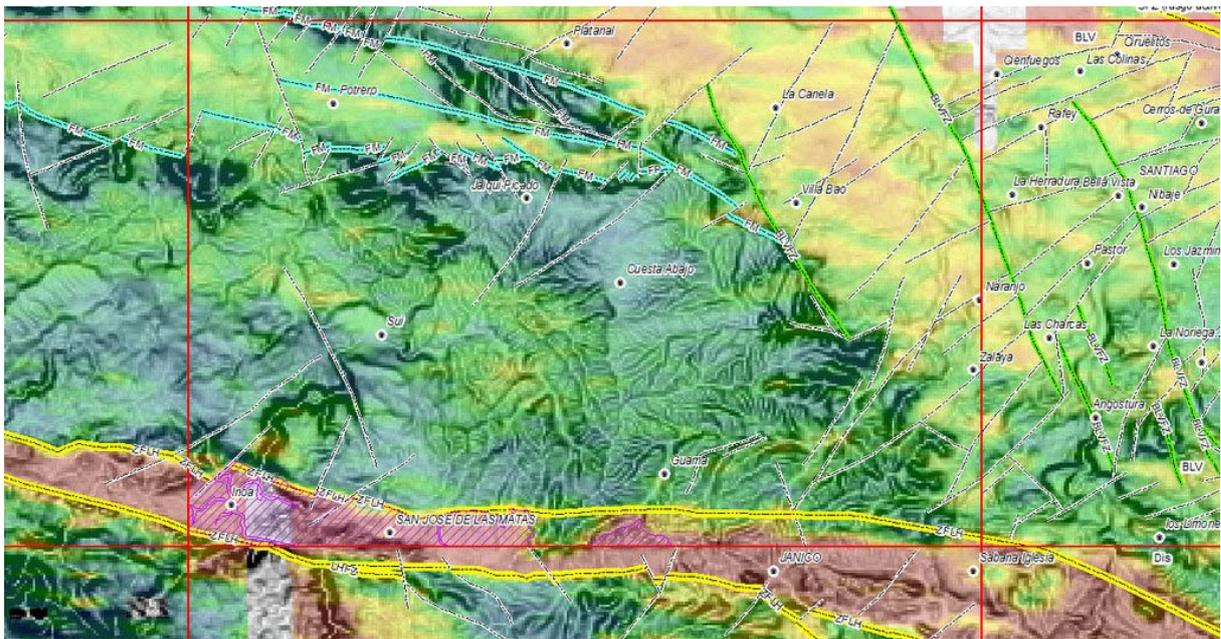


Fig. 29: Fm Magua- Esquema de ubicación en la hoja (rayado) el Mapa espectrométrico del Potasio y el fondo del talud de pendiente del SRTM.

En la hoja afloran principalmente los conglomerados con lutitas. Las facies volcánicas (basaltos y brechas basálticas) observadas en un punto de extensión no cartografiable están descritas con los conglomerados.

Unas escasas ocurrencias de calizas y conglomerados calizas están integradas a techo de esta formación por las edades que revelan. La presentación es muy similar a la de las calizas de la base de la Fm Velazquitos, muy representadas en la hoja Jánico (Damajagua Sur). También las edades son coherentes con las atribuidas a las Calizas de Monción, cuya descripción figura en el capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

2.3.1.2.1. Fm. Magua : Conglomerados rojizos (Inoa) con niveles arenosos y lutíticos (6) (Paleoceno-Oligoceno inferior)

El conglomerado de Inoa, de color rojizo, localmente gris, es la facies más llamativa de la formación. Generalmente poco consolidado, los cantos son bien redondeados, predominantemente entre 10 y 30 cm., pero pueden llegar hasta 1 m. Son de composición variable, principalmente de rocas ígneas básicas, pero también de granitoides, chert, cuarzo, calizas, etc. Los cantos presentan frecuentemente una costra calcárea milimétrica de caliche

La estratificación es discreta, pero localmente subrayada por la organización de los cantos o por los niveles o lentejones arenosos o lutíticos (Fig. 30, Fig. 31). Existe también facies de

transición entre los conglomerados y las lutitas, con variaciones importantes del porcentaje y de la granulometría de la matriz. Se observan también facies de areniscas y grauvacas.

El tono rojizo correspondería a depósitos subaéreos, mientras que el gris sería marino, poco profundo (Palmer, 1979; Dolan *et al.*, 1991). Los cambios de color son a veces bruscos e irregulares en detalle; podrían deberse, en parte, a cambios en las condiciones de depósito entre oxidantes y reductoras.

El Conglomerado de Inoa, datado por foraminíferos en los niveles arenosos del conglomerado grisáceo de Monción, es Oligoceno Inferior (Palmer, 1979) que corresponde a rango de edad determinada en las calizas intercaladas del Oligoceno a Mioceno basal

En los conglomerados y lutitas de Inoa existe una ocurrencia de basaltos porfíricos, no cartografiable por sus dimensiones reducidas, pero visible en la cantera de Guiaca, al Norte de la carretera de Jánico a San José de las Matas. Estos basaltos se presentan pinzados a lo largo de una caja de falla de potencia métrica (Fig. 32).

A nivel regional, la Fm Magua, inmersa en la ZFLE, está ondulada, plegada y fallada; las relaciones con las otras formaciones son tectónicas.

El contacto con el Conglomerado Bulla suprayacente (Mioceno medio-superior), es claramente discordante. Se observa muy bien en el talud de la carretera, en La Guaiaca, a 500 m al ONO del cruce de las carreteras San José de Las Matas-Pedregal-Jánico. (Fig. 35).

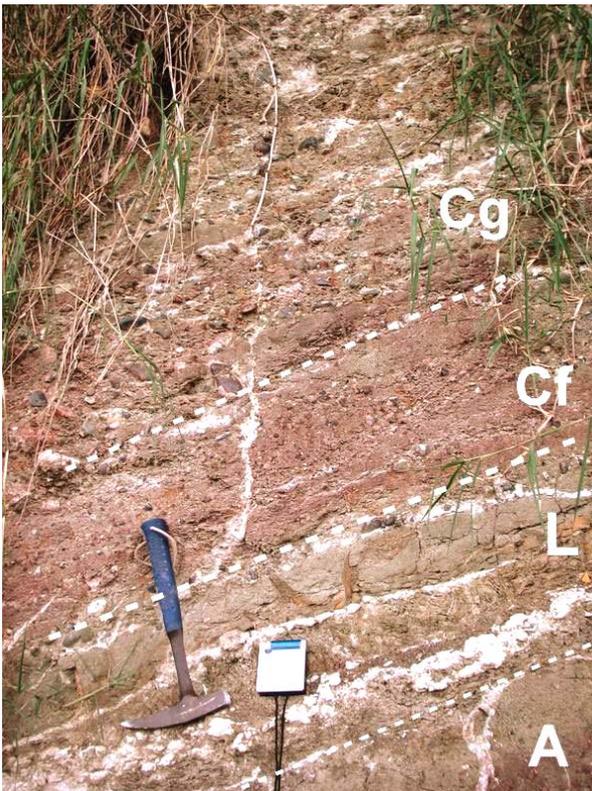


Fig. 30: Fm Magua-Inoa : Presentación común de las alternancias amalgamadas de conglomerado de grano grueso (Cg) o fino (Cf), de lutitas (L) y de areniscas (A)

Guaiaca en la carretera San José-Jánico 24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556

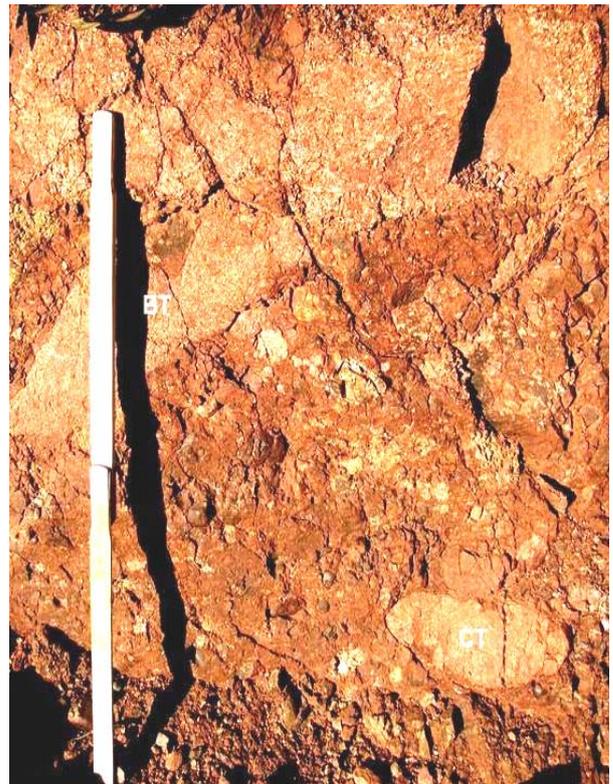


Fig. 31: Fm Magua-Inoa : Conglomerado brechoso, no clasificado, polimictico, heterométrico.

Camino a Guaiaca la Loma de la Ciénaga 24PU9292 Lat.: 19°34237 / Long.: -70°91103

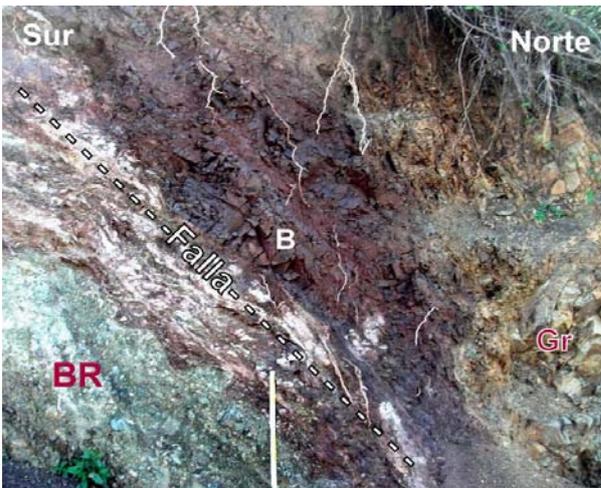


Fig. 32: Fm Magua-Inoa: Cantera. Falla inversa con basaltos (B) brechas angulosas (BR) y gravacas (Gr)

Camino al Norte de Guaiaca hacia el Verde 24PU9336 Lat.: 19°34048 / Long.: -70°90154

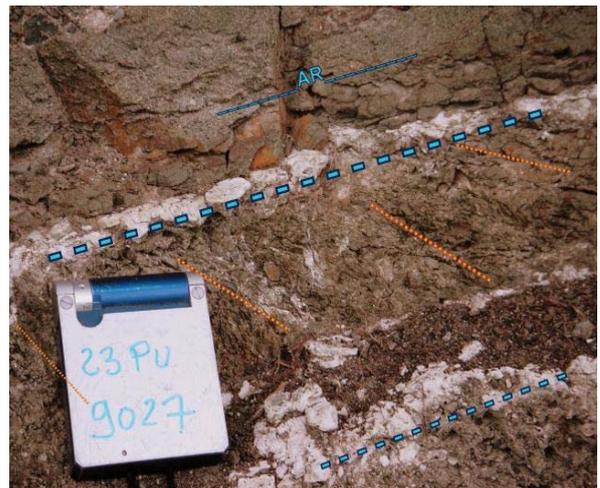


Fig. 33: Fm Magua-Inoa - Caja de falla en un nivel de lutitas en areniscas. Deformación frágil y carbonatación de los niveles porosos (detalle de la Fig. 30).

Guaiaca en el camino San José-Jánico 24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556



Fig. 34: Fm Magua-Inoa : Fracturación y carbonatación en vetillas de las areniscas y conglomerados.

Guaiaca en el camino San José-Jánico 24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556



Fig. 35: Fm Magua-Inoa : Lutitas con intercalaciones conglomeráticas y calcáreas, por debajo de la discordancia con el Conglomerado Bulla. S0 variable entre 102/70 a 102/10

Guaiaca en el camino San José-Jánico 24PU9030 Lat.: 19°33579 / Long.: -70°89323

2.3.1.2.2. Fm. Magua: Calizas conglomeráticas (7) Oligoceno-Mioceno inferior.

Las calizas conglomeráticas se observan en escasos puntos, a lo largo de toda la franja septentrional de la Fm Magua. Los afloramientos aparecen poco estructurados, encima de los conglomerados rojizos de la misma formación. El máximo espesor puede alcanzar 50m de potencia.

Estas ocurrencias se ubican en Arroyo Blanco, a 1.6 Km. al NE de Inoa y en Guaiaca, 3.6 Km. al Este de San José de Las Matas.

En la Guaiaca se trata de un lentejón potente de 30 m, orientado ONO-ESE, constituido de calizas finas de color crema, o gris claro con la meteorización y de aspecto carstificado. Se trata de calizas micríticas con microfósiles, presentando un alto porcentaje de clastos y cantos.

La Muestra 24 PU9324 (Long.: -70°90217/Lat.: 19°34091), estudiada en lamina delgada, corresponde a una bioliticrita de estructura brechosa y intrabrechificada, con extraclastos redondeados (2mm) de sedimentos silíceos con radiolaritas y rocas volcánicas microlíticas. Contiene granos de feldespatos (0.3mm).

De fauna, contiene algas frecuentes y foraminíferos planctónicos recristalizados (Globigerinidae) y béticos, en grandes especímenes de plataforma *undosa* (*Lepidocyclina Eulepidina*, CUSHMAN, Peneroplidida y miliolides). La fauna corresponde al intervalo Oligoceno-Mioceno basal. El material de medio costero medio litoral es probablemente retrabajado en medio más distal, correspondiendo a la zona infralitoral.

2.3.2. Fm Jánico (Oligoceno superior-Mioceno Medio)

2.3.2.1. Generalidades

La Fm Jánico, definida por Palmer (1979), corresponde a la parte alta del Grupo Tavera. En Dolan et al. (1991) se pueden encontrar una breve descripción e interpretación, aunque está basada en los datos de Palmer (1979). Saunders (1986) hizo unas descripciones y muestreos detallados.

La Fm Jánico se compone de unos 700 m de potencia aproximada con alternancias de areniscas, lutitas, margas y en menor proporción, conglomerados. Corresponde a un paso lateral y vertical de la Fm Represa, bien definido en la cartografía existente y también sugerido anteriormente en los trabajos de Palmer (1979) y Groetsch (1980 y 1983). El sentido del paso lateral se observa muy bien en la hoja de La Vega, y tiene una dirección ESE-ONO, de manera que en el ESE es donde mayor proporción de conglomerados existe. Este cambio lateral además, está corroborado por las medidas de paleocorrientes efectuadas tanto en los tramos conglomeráticos que entran en la Fm Jánico (imbricación de cantos), como en las medidas de marcas de muro de los niveles areniscosos de tipo turbidítico, que se encuentran alternando con niveles más finos lutítico-margosos. Además de las paleocorrientes tomadas para este estudio, se han comparado con los datos de Dolan et al., (1991) que se basan en los de Groetsch (1983), siendo comparables.

Las secciones realizadas en el marco de este proyecto (Abad y Pérez, 2009) en la Fm Jánico muestran sectores bien diferenciados, de forma que los afloramientos de Río Yaque, en las cercanías de Baitoa (hoja de La Vega) corresponden a una sección situada en una zona próxima al cambio de facies con la Fm Represa, mientras que la sección al Oeste de Jánico (hoja de Jánico) se encuentra en una posición más occidental y, por tanto, se trata de una serie con facies más distales dentro del sistema, a la vez que posiblemente sean de la parte más alta de la serie.

Por encima de la Fm Jánico existe una discordancia, bien visible en el meandro del Río Yaque del Sur, en Baitoa (límite de las hojas de Santiago y La Vega), sobre la cual se depositan sedimentos de la Fm Cercado (sensu lato, con el conglomerado Bulla a la base).

En el sector del Río Yaque del Sur (hoja de La Vega) la Fm Jánico, observada en 400 m de potencia, está constituida por una alternancia de areniscas, desde arenas microconglomeráticas a arenas finas, con granoclasificación positiva y laminación HRF, con lutitas arenosas laminadas, grises.

Además, se intercalan paquetes métricos de conglomerados con diversa organización y facies (desde grano fino con granoclasificación positiva, amalgamados, hasta conglomerados de grano grueso con imbricación, e incluso desorganizados con abundante matriz).

Se presentan también, numerosos niveles de redepósito de fauna marina somera, en especial, de corales, los cuales constituían en determinados momentos, auténticos arrecifes redepositados en la base de *mega capas*, y en ocasiones, dispersos en el techo, “flotando” en facies arenosas. En general, se observan varias de estas mega capas, que muestran un espesor métrico, granoclasificación positiva, con laminación fina y bioturbación a techo (*Planolites*, *Thalassinoides?*, *Rhizocorallium*), aunque la mayor parte de los niveles muestra geometrías complejas, con amalgamación y superposición de diferentes procesos. Además, se han observado numerosos niveles con signos de fluidificación que terminan con niveles tractivos con sedimento y fauna de la plataforma redepositada

La tendencia vertical es estratodecreciente, de manera que hacia la parte alta se observan exclusivamente alternancias de areniscas (de tipo turbidítico), margas y lutitas grises, con una proporción superior de esta última facies respecto a las intercalaciones centimétricas de arenas, que muestran espaciados decimétricos a métricos. Justo por encima de este tramo se encuentra la discordancia de la Fm Cercado (base del Grupo Yaque).

Las características sedimentológicas de los materiales de la Fm Jánico, observadas en la hoja de La Vega, así como su distribución y relación con la Fm Represa permite interpretar los materiales de esta formación como depositados en partes dístales de sistemas deltaicos (prodeltas de la Fm Represa), en transición a sistemas turbidíticos, desarrollándose una sedimentación de tipo mixto (mixed depositional systems, Mutti et al., 2003).

Las variaciones en los aportes, eustatismo y la influencia de factores locales, especialmente climáticos, a la vez de la tectónica, influyen en los diferentes tipos de depósitos y

organización reconocidos para la Fm Jánico, especialmente en la transición con la Fm Represa. De esta manera, la alternancia entre niveles de arenas y conglomerados con lutitas, refleja la sedimentación debida a flujos de sedimentos, en ocasiones de alta densidad, con sedimentación autóctona, de tipo hemipelágico.

En la sección del Río Yaque dominan los procesos de sedimentación de alta densidad, con gran cantidad de elementos someros retrabajados (principalmente corales) formando mega capas que se reconocen de forma cíclica y que muestran organizaciones secuenciales en muchos casos de tipo thickening upward. En otras ocasiones, se depositan capas de arena fina, producidas por corrientes de turbidez de baja densidad, y los tramos conglomeráticos parecen obedecer a diferentes tipos de procesos, pues muestran gran cantidad de facies diferentes, pudiéndose interpretar al menos depósitos de debris flows y grain flows. Es destacable la abundancia de niveles deformados, que muestran una asociación de facies genéticamente relacionadas y que podrían interpretarse como sismitas o huracanitas.

Hacia el oeste (en la Hoja de Jánico) y hacia arriba en la vertical (serie del Río Yaque), las características de los materiales parecen más acordes con sistemas de cuenca turbidítica, con depósitos mayoritariamente producidos por corrientes de baja densidad, por lo que la secuencia sería transgresiva en su conjunto, desde los materiales fluviales de la Fm Represa (sección de La Gina en la Hoja de La Vega) hasta la parte alta de la Fm Jánico. Además, la presencia de sistemas carbonatados de plataforma marina somera, con concentraciones de macro foraminíferos bentónicos (*Lepidocyclina*) en una situación intermedia entre la Fm Represa y la Fm Jánico (Loma de Juana Núñez, Hoja de La Vega), indica también el desarrollo efímero de una plataforma carbonatada en el paso vertical de la Fm Represa a la Fm Jánico, evidenciando la tendencia general transgresiva.

En cuanto a las edades las dataciones de fauna realizadas en el marco del presente proyecto, particularmente en la hoja de Jánico, revelan faunas retrabajadas desde el Oligoceno hasta el Mioceno Medio así que a la Fm Jánico se puede atribuir una edad Oligoceno a Mioceno medio terminal.

2.3.2.2. Descripción particular a la hoja

La Fm Jánico está expuesta en una faja estrecha, al Sureste de la hoja, al límite de las hojas de Jánico y Santiago. Ocupa 3.4 km² o 0.7% de la superficie de la hoja. Corresponde a la

parte alta de la Fm Jánico. Esta bien visible a lo largo de la carretera de San José de Las Mata-Jánico, en el tramo Majagua-Jánico.

2.3.2.2.1. Fm Jánico: Areniscas, margas y calizas en alternancias turbidíticas con conglomerado matriz soportado subordinado (8) Oligoceno superior-Mioceno Medio.

La Fm Jánico está constituida de alternancias decimétricas rítmicas muy regulares de areniscas, margas siltosas y calizas arcillosas (Fig. 38). El color es marrón a beige cuando están meteorizadas. Localmente como lo observado en la hoja de Jánico, al Sur, las areniscas pueden ser de grano más grueso a conglomerático y contener clastos centimétricos de margas finas.

La transición lateral y vertical con la Fm Represa no se observa en el marco de la hoja. El contacto por discordancia angular con el Conglomerado Bulla de la Fm Cercado supra yaciente no está tan bien expuesto que en la hoja adyacente de Santiago. Sin embargo se deducen, por las medidas estructurales, ambos lados del límite de las dos formaciones. El ángulo de discordancia es de 20° con la Fm Cercado, inclinada de 10° hacia el Norte y la Fm Jánico inclinada de 35° hacia el NE. No se observan pliegues u ondulaciones marcados. El límite norte de la Fm Jánico corresponde a una falla limitando al Norte la Zona de Falla La Española.

Una muestra de biocalcarenita fina ubicada al limite meridional de la hoja (24PU9045 Long.: - 70.84637 Lat.: 19.33405) revela una fauna retrabajada del Oligoceno superior al Mioceno inferior, sugiriendo una edad posiblemente Mioceno inferior a medio del depósito. El cual se integra con las edades determinadas en la hoja de Jánico, más al Sur, y detalladas en el capítulo anterior.



Fig. 36: Fm Jánicó. Secuencias de 30 cm con niveles dm de areniscas finas, feldespáticas, calcáreas, laminadas, bien diferenciadas, intercaladas en niveles de 20cm de margas beige amarillentas.

Carretera Sajoma-Jánico 24PU9046 Lat.: 19°33409 / Long.: -70°84637



Fig. 37: Fm Jánicó. Calcarenitas beige (20%) compactadas, en niveles de 5cm intercalados en arcillas arenosas (80%) de grano medio, marrón a gris negro, con fósiles vegetales; figuras de slumps.

Carretera Jánicó-Sajoma La Majagua 24PU9425 Lat.: 19°33351 / Long.: -70°83507



Fig. 38: Fm Jánicó. Alternancias regulares de niveles semi dm de margas marrones 40% y de calcarenitas 60% finas, marrones.

Carretera Jánicó Sajoma La Majagua 24PU9423 Lat.: 19°32963 / Long.: -70°83034



Fig. 39: Fm Jánicó. Alternancias regulares de niveles semi dm de margas marrones 40% y de calcarenitas 60% finas de color marrón-caqui.

Carretera Jánicó Sajoma La Majagua 24PU9423 Lat.: 19°32963 / Long.: -70°83034

2.4. Mioceno medio-Plioceno Superior (Dominio de la Cuenca del Cibao)

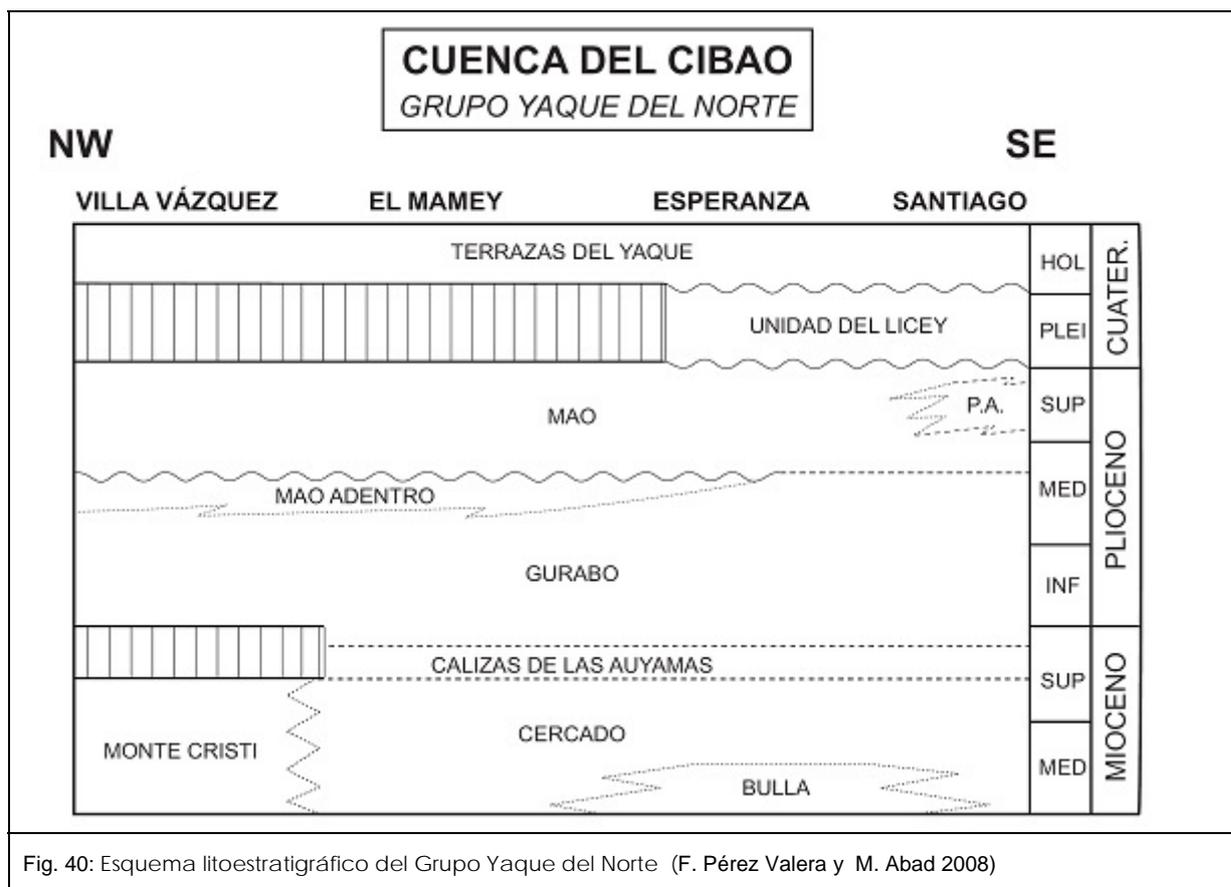
La Cuenca del Cibao posee unos 230 Km. de longitud y aproximadamente 30 Km. de ancho. Se extiende entre la Cordillera Central y la Cordillera Septentrional, en el Norte de la República Dominicana, finalizando hacia el Este en la Bahía de Samaná y al Oeste en el Océano Atlántico. Su límite Norte está definido por la Zona de Falla Septentrional, mientras que al Sur se encuentra delimitada por la Zona de Falla de la Española y los propios materiales de la Cordillera Central sobre los cuales se apoya en discordancia.

La Cuenca del Cibao configura, de forma conjunta con la Cordillera Septentrional, una gran estructura sinforma. De la geofísica se observa que la estructura está formada por pliegues de gran radio y fallas generalmente oblicuas al valle del Cibao. Entre las provincias de Montecristi y Santiago de los Caballeros, la cuenca es atravesada por el Río Yaque del Norte, alimentada por cuatro afluentes (Ríos Gurabo, Cana, Mao y Amina), dejando expuestos varios centenares de metros de materiales neógenos. La potencia estimada de la serie sedimentaria son 5-6 Km., integrada por las Formaciones Cercado, Gurabo y Mao, depositadas en un intervalo de tiempo de 5 a 10 MA según el autor considerado (Mioceno inferior-Pleistoceno?). De forma conjunta, estas formaciones han sido agrupadas dentro del denominado Grupo del Yaque (Erikson et al., 1998), que define una importante cuña de sedimentos, de gran continuidad lateral y geometría progradante hacia el Norte (hacia el mar). Los diferentes depósitos registran profundidades variables entre 0 m y >300 m, con una gran heterogeneidad de facies siliciclásticas, mixtas y carbonatadas, originadas en ambientes sedimentarios que van desde llanuras deltaicas a plataformas marinas o sistemas arrecifales. En conjunto, hasta el inicio de la Fm Mao, el Grupo del Yaque registra una subsidencia continuada, acompañada por un proceso transgresivo, que se registra mediante secuencias grano decreciente y de profundización, sólo interrumpidas por algunos episodios conglomeráticos y arrecifales de potencia variable (Erikson et al., 1991). Los estudios paleontológicos avalan que la profundidad de la cuenca aumenta casi constantemente durante el depósito de este Grupo, a excepción de la parte superior del mismo, donde tiene lugar la somerización brusca de la cuenca (colmatación y retirada del mar) antes de su exposición subárea. Particular a la presente hoja se ha descrito un miembro informal de calizas arcillosas con corales a techo de la Fm Mao que corresponde a la somerización final de la cuenca de Cibao (Miembro de las calizas de Palo Amarillo)

Aunque existen numerosos trabajos destinados a estudiar aspectos parciales de la Cuenca del Cibao, son muy escasos los estudios donde se analice su evolución en conjunto. Un

análisis integrado y estratigráfico completo puede ser encontrado en Erikson et al. (1998). En este último trabajo se analiza la historia sedimentaria de la cuenca y se relaciona con la formación y evolución de las Cordilleras Central y Septentrional. Los dos estudios bio/cronoestratigráficos más completos (Saunders et al., 1986; Volkes, 1989) poseen diferencias importantes en los modelos de edades propuestos. Recientemente, el trabajo de varios grupos de investigación norte-americanos han permitido ajustar de forma mucho más precisa las edades de las formaciones del Grupo del Yaque, principalmente en base a dataciones isotópica en corales y asociaciones de foraminíferos planctónicos (p.e. Maier et al., 2007; Lutz et al., 2008; Denniston et al., 2008)

El **Grupo Yaque del Norte** está constituido, de muro a techo, por el Conglomerado Bulla, la Fm Cercado, la Fm Gurabo y la Fm Mao (Fig. 40), que abarcan una edad del Mioceno medio superior al Plioceno (p.e. Palmer, 1979; Evans, 1986; Sanders et al., 1986, Dolan et al., 1991). Existe debate aún si el techo de la Fm Mao llega a alcanzar el Pleistoceno. A su vez, en la base de la Fm Cercado se ha definido una unidad conglomerática, denominada Conglomerado Bulla, y entre las formaciones de Cercado y Gurabo, así como entre las formaciones de Gurabo y de Mao, se han descrito sendas transiciones sedimentarias constituidas por calizas arrecifales. Estas calizas han sido agrupadas dentro de las unidades llamadas Calizas de las Ahuyamas y de Mao Adentro, respectivamente (Ardèvol, 2004). En nuestra opinión, estas unidades, por su potencia y afinidad ambiental, deberían ser consideradas como miembros de la Fm Cercado y Fm Gurabo que definen transiciones a otros ambientes sedimentarios por cambios en la batimetría y/o en las condiciones paleo ecológicas del medio de sedimentación.



A continuación se describen las formaciones del dominio Cuenca del Cibao propias a la hoja de San José de las Matas, con la cronología siguiente:

- **Fm Conglomerado Bulla**
- **Fm Cercado**, modificada para incluir a su techo el miembro informal de las Calizas de Ahuyamas.
- **Fm Gurabo**, redefinida en su base sin el miembro superior de las Calizas de Mao Adentro ausente en el marco de la presente hoja
- **Fm Mao**, reducida al miembro superior de la formación anteriormente definida y juntando la descripción del miembro informal de las **Calizas de Palo Amarillo** a techo.

2.4.1. Fm Conglomerado Bulla (Mioceno medio-superior)

2.4.1.1. Generalidades

El Conglomerado Bulla fue definido en 1920 por Cooke, frente al poblado de Bulla, en un corte del Río Mao, y considerado, en un principio, como de escaso desarrollo lateral. Con

posterioridad, Marcano (1980) lo cita en Jánico, San José de las Matas, alrededores de Monción, Santiago Rodríguez y Dajabón, así como en la parte sur de la Cordillera Central, en San Juan de la Maguana.

Fue considerado como el miembro basal de la Fm Cercado, al igual que el Conglomerado de Baitoa, pero este último con abundantes fósiles marinos y como parte del anterior (Palmer, 1979). En su descripción del Conglomerado Bulla, Cooke (1922) cita fósiles marinos de aguas someras sólo en su parte superior, en la localidad tipo. Sin embargo Bermúdez (1949) cita fósiles marinos en algunas lentes de arena dentro del conglomerado. Para Marcano (1981) Bulla es azoico y debe considerarse como una formación propia; para este autor el lugar señalado con fauna marina no corresponde al conglomerado Bulla, sino que se ubicaría más al norte, en niveles conglomeráticos de la Fm Cercado. En este trabajo se considera la Fm Conglomerado Bulla como una formación aparte por sus características muy específicas.

El Conglomerado Bulla es de color gris amarillento a pardo-rojizo y está formado por cantos ígneos fundamentalmente, sobre todo de composición ácida (tonalitas y granitoides), pero también de rocas básicas (gabros y basaltos), así como de cuarzo, pizarras y calizas. Se encuentran bloques de orden métrico, muy angulosos a semi-redondeados, hasta cantos centimétricos con matriz arenoso-limosa en proporción variable.

Lo más común es que los cantos ígneos estén muy alterados particularmente los cantos tonalíticos. El Conglomerado Bulla se interpreta como depósitos de abanico aluvial o de fan delta, con tendencia ligeramente retrogradante. Las facies son las típicas de canales en la franja proximal-media del abanico. Los aportes procederían del sur, pero hacia techo existe una inversión de paleocorrientes que podría deberse a un cambio paleo geográfico, o al retrabajamiento marino por deposición de los abanicos en el mar (fan delta).

El espesor observable suele ser de una o varias decenas de metros. Cooke (1920) cita una potencia de 120 m en la localidad tipo, pero pueden llegar a 140m en la Hoja de Jánico. Tienen una disposición subhorizontal, ligeramente buzando al N. Por la distribución y forma de los afloramientos, así como otras características estratigráfico-sedimentológicas, se trata de importantes abanicos aluviales con sus ápices y canales asociados, en gran parte, a la reactivación de fracturas.

La base del conglomerado está marcada por una discordancia, apoyándose sobre diferentes unidades como son el Complejo Duarte y las formaciones de Jánico, Amina-Maimón y Magua, incluyendo el Conglomerado de Inoa.

La morfología de abanicos aluviales es apreciable en la cartografía, Al oeste de Monción y norte de Gurabo, en un conglomerado se intercalan lentejones formados por cantos predominantemente calizos, muy coralinos, que terminan constituyendo lentejones de calizas masivas que se intercalan en la serie conglomerática (Calizas de Monción).

En las cartografías previas disponibles, las Calizas de Monción correspondían a un afloramiento único de aproximadamente 3 Km. de longitud y 1 Km. de anchura. En la cartografía de la hoja Monción del proyecto Sysmin 2004 se ha podido constatar la existencia de dos tipos diferentes de calizas en el mismo afloramiento, separadas entre sí por un paquete de conglomerados de tipo Bulla; las calizas inferiores pertenecen a la Fm Magua, de edad Eoceno-Oligoceno; en cambio, las calizas superiores se disponen de forma subhorizontal o ligeramente basculadas hacia el NNE, han sido datadas como Oligoceno Superior-Mioceno Inferior y son las que deben considerarse como Calizas de Monción, de forma exclusiva.

Generalmente se considera que el Conglomerado Bulla pasa lateral y transicionalmente a las facies más comunes de la Fm Cercado, llegando a desaparecer el conglomerado basal; otras veces el contacto es neto, coincidiendo con superficies de interrupción de la sedimentación.

La edad atribuida anteriormente de forma generalizada era Mioceno inferior. En el curso del proyecto actual, varias dataciones de la Fm Jánico infrayacente al Conglomerado Bulla revelan para esta formación Jánico edades desde el Oligoceno superior al Mioceno medio. Estas últimas dataciones limitan el Conglomerado Bulla a un espacio más restringido en el intervalo Mioceno medio terminal a Mioceno superior basal. Las partes altas de la unidad, por encima de la Caliza de Monción o de su discontinuidad equivalente, pasan lateralmente a la Fm Cercado de edad Mioceno medio terminal a Mioceno superior.

2.4.1.2. Descripción particular a la Hoja

El conglomerado Bulla aflora en una faja discontinua en el sector Sur y Suroeste de la hoja Particularmente en una meseta al Noreste de San José de las Matas. Ocupa 38k m² o 7.7% de la superficie de la hoja (Fig. 41).

Esta muy bien expuesto en la carretera de Cuesta Abajo a San José de las Matas, entre los poblados de Loma Quemada y Pedregal. Está limitado al compartimento septentrional de la Zona de Falla de la Española salvo una ocurrencia que se extiende más al Sur, en la hoja de Jánico. Topográficamente corresponde a lomas con faldas abruptas poco alineadas con vegetación de pasto.

En el mapa topográfico el conglomerado presenta un aspecto o textura cerebroide con las curvas de nivel en lomas alargadas, sin estructuración orientada bien marcadas en el paisaje (Fig. 42 y Fig. 43).

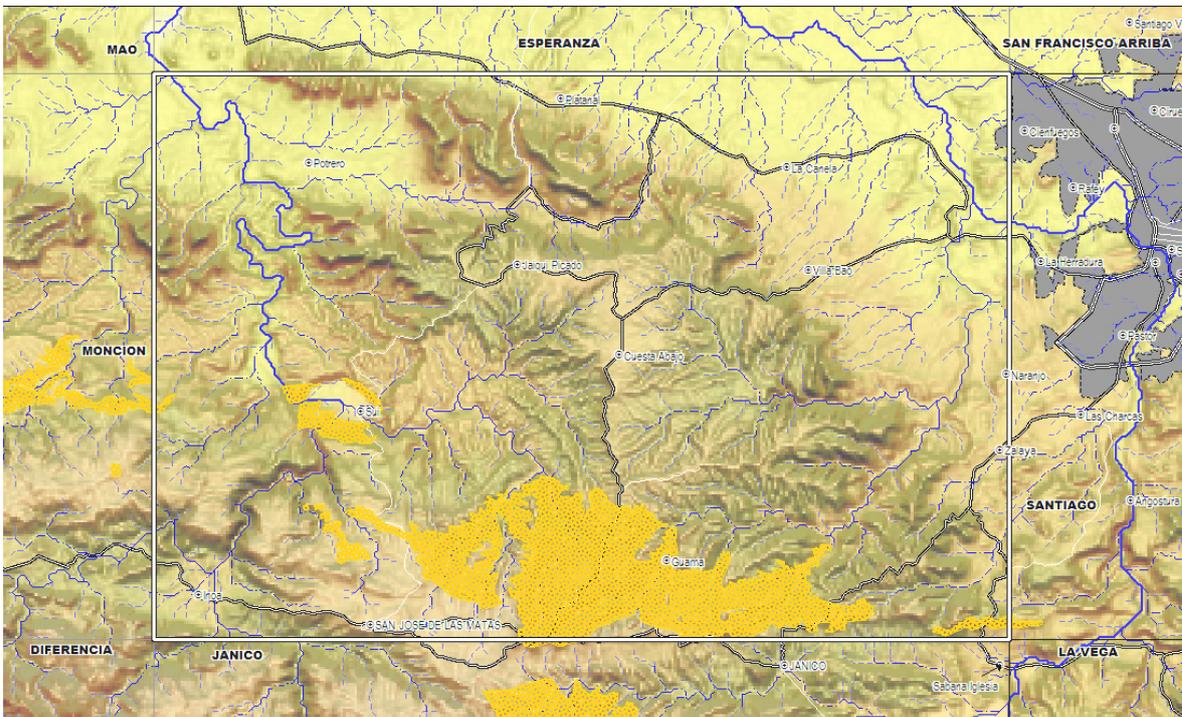


Fig. 41: Fm Conglomerado Bulla: Esquema de ubicación en la hoja con fondo del talud de pendiente del SRTM.



Fig. 42: Fm Conglomerado Bulla: Vista del paisaje de los conglomerados ,con la planicie de Loma Quemada al ultimo plano

Foto hacia el Este desde 24PU9346 Lat.: 19°36'20.3" / Long.: -70°88'55.3" con la carretera Sajoma Cuesta Abajo en ultimo plano.



Fig. 43 Fm Conglomerado Bulla: Vista del paisaje de los conglomerados con la planicie de Loma Quemada al último plano.

Foto hacia el Este desde 24PU9346 Lat.: 19°36'20.3" / Long.: -70°88'55.3" con la carretera Sajoma Cuesta Abajo en ultimo plano.

2.4.1.3. Fm Conglomerado Bulla: Conglomerado polimíctico con cantos ígneos y meta volcánicos poco clasificados (09) Mioceno medio a superior.

El conglomerado Bulla integra dos facies muy similares que no son cartografiables en detalle por sus organizaciones irregulares, lenticulares e inter-estratificadas: conglomerados de mega clastos naranjos y conglomerados clasificados, gris beige a naranja. La facies de mega-conglomerado constituye la faja meridional, que corresponde globalmente a la base de la unidad.

El **conglomerado de mega clastos** aflora en paredes de taludes en forma de masa homogénea de color naranja gris (Fig. 44). Son escasos los afloramientos naturales. Está compuesto de cantos heterométricos polimícticos, métricos a decimétricos, redondeados a semi-redondeados, no clasificados, matriz soportado (Fig. 45). La matriz es areno-arcillosa, con granos gruesos subangulosos de color naranja (Fig. 47). Los clastos y cantos del conglomerado son de origen intrusivo (tonalitas, diorita, gabros, anfibolitas) y volcanoclástico (meta basaltos etc.). También se han podido observar algunos esquistos. Los cantos tonalíticos más abundantes son los más redondeados y suelen presentar una arenización fuerte, lo que le confiere a esta unidad un aspecto muy característico (Fig. 46 y Fig. 50). Esta facies es azoica.



Fig. 44: Fm Conglomerado Bulla: Vista del conglomerado de mega clastos en el talud de la carretera Jánico a San José de las Matas: 70% de cantos intrusivos arenizados (tonalitas) y 30% de basaltos y meta basaltos sanos

24PU9082 Lat.: 19°33313 / Long.: -70°89009



Fig. 45: Fm Conglomerado Bulla: Detalle de la facies de conglomerado de mega clastos matriz soportados

24PU9084 Lat.: 19°34519 / Long.: -70°87599



Fig. 46: Fm Conglomerado Bulla: Vista de los cantos redondeados de tonalita poca arenizadas en el conglomerado de mega clastos en la planicie de Loma Quemada

24PU9087 Lat.: 19°35104 / Long.: -70°87111.



Fig. 47: Fm Conglomerado Bulla: Corte de un talud en el conglomerado de mega clastos poco organizado a clasificado en la planicie de Loma Quemada

24PU9087 Lat.: 19°35104 / Long.: -70°87111

El **conglomerado clasificado** presenta clastos soportados retrabajados, con estratificación discernible. Las secuencias grano-decrecientes, van de los términos conglomerados hasta términos arenosos con estratificaciones cruzadas e intercalaciones pluridecimétricas de lentejones de areniscas (Fig. 48 a Fig. 53). No se observa fauna.

Los cantos redondeados, pluri-centimétrico a decimétrico, son de de origen intrusivo (tonalitas, diorita, anfibolitas) y volcanoclastico (meta basaltos, etc.). La matriz es arenosa,

no carbonatada, lo que distingue estas facies de los conglomerados con matriz carbonata de la Fm Cercado, subyaciendo localmente a este miembro. Cabe señalar también la ausencia de bioclastos.

A la diferencia del Mega-conglomerado, estas facies no contienen muchos cantos de tonalitas arenizada.

La facies de conglomerado clasificado se dispone principalmente en la parte superior del conglomerado y localmente se puede observar el contacto con las facies arenosas o calco-arenosas de la Fm Cercado (Fig. 54 a Fig. 55). Esta facies puede considerarse como constituyendo la parte somital del Conglomerado Bulla. El contacto es transicional con las facies basales de la Fm Cercado, descrita a continuación.



Fig. 48: Fm Conglomerado Bulla: Afloramiento del conglomerado clasificado

Cantera en la carretera Santiago-Sabana Iglesia 24PU9440
Lat.:19°33884/Long.: -70°75614)



Fig. 49: Fm Conglomerado Bulla: Detalle de un lentejón de areniscas en el conglomerado clasificado.

Cantera en la carretera Santiago-Sabana Iglesia 24PU9440 Lat.:19°33471 / Long.: -70°70922



Fig. 50: Fm Conglomerado Bulla: Secuencia grano decreciente en conglomerado clasificado.



Fig. 51: Fm Conglomerado Bulla: Niveles y lentejones irregulares discontinuos en el conglomerado clasificado.

Arroyo Sui en Maquen 24PU9665 Lat.: 19°3825 / Long.: -70°88642

Cerro Pinolito 24PU9099 Lat.: 19°33926 / Long.: -70°85127



Fig. 52: Fm Conglomerado Bulla: Farallón de 20 m de conglomerado clasificado a techo de la unidad.



Fig. 53: Fm Conglomerado Bulla: Foto del contacto del conglomerado clasificado con las areniscas de La Fm Cercado a techo en el farallón.

Arroyo Guaquiquin en Dicayagua Abajo 24PU9588 Lat.: 19°3538 / Long.: -70°81051

Este de la confluencia de los Arroyos Sui y Maquen 24PU9667 Lat.: 19°38311 / Long.: -70°88857

En el marco del Proyecto presente se ha estudiado una sección en esta facies de conglomerado clasificados (Abad y Pérez, 2009) Long.: -70,869479 Lat.: 19°35703. Está formada por unos 15 metros de conglomerados azoicos, muy masivos, de geometría tabular

y matriz arenosa de fina a media, de tonos ocres y amarillentos claros. Si bien es difícil de observar sobre el terreno, se han descrito algunas morfologías canaliformes de amplia extensión lateral, superpuestas lateral y verticalmente, así como superficies de erosión internas definidas por cambios granulométricos bruscos.

Subordinadas a las facies más gruesas, que constituyen el 90% de los depósitos, pueden aparecer intercalados niveles centimétricos de arenas finas, de color beige, con gravas y cantos dispersos que separan episodios conglomeráticos. Aunque existe un alto porcentaje de matriz, la mayor parte de los cantos se encuentran en contacto entre sí, definiendo una fábrica clastos-soportada. La distribución de tamaño de los clastos es muy heterométrica (de 2 a 45 cm), aunque su longitud media corresponde al tipo *cobble*. Hacia la parte alta de la serie se han podido observar estratificaciones cruzadas muy difusas, de mediana escala, en niveles de granulometrías algo más finas. Los clastos son de naturaleza ígnea en su mayoría (basaltos, gabros, andesitas, tonalitas y otros granitoides), pero también se han podido observar algunos esquistos y rocas epiclásticas. Aunque, en general el grado de esfericidad y de redondeamiento de los cantos es muy alto, existen poblaciones de textura algo más inmadura (subangulosos a subredondeados). Los clastos de rocas plutónicas se encuentran intensamente arenitizados, lo que le confiere a esta unidad un aspecto muy característico. Dada la escasa potencia del afloramiento es muy complejo definir tendencias dentro de la sucesión sedimentaria, si bien la serie parece presentar una tenue disminución del tamaño de grano hacia techo. Por otro lado, no se han encontrado ningún tipo de evidencia sedimentaria o paleontológica que indique la influencia de procesos costeros o marinos en esta sección.

La ausencia de matriz fangosa y la alta densidad de clastos de estas facies descartan procesos gravitacionales de tipo *debris flow*. Por otro lado, la existencia de estructuras tractivas, las morfologías canaliformes y las superficies de erosión interna apuntan hacia ambientes de llanura deltaica distal, muy próximos al frente deltaico, aunque sin llegar a la línea de costa. La ausencia de depósitos finos de decantación elimina la posibilidad de que estas facies se hayan formado en sectores más distales del delta. En estas zonas de la llanura deltaica se producía la expansión y deceleración rápida, poco organizada, de los sedimentos al llegar al mar. El transporte de los cantos y arenas tenía lugar mediante carga de fondo, en arroyadas en manto o dentro de canales con alta capacidad de transporte y de baja estabilidad lateral, que portaban grandes volúmenes de sedimentos hacia la cuenca.

Aunque otros autores han propuesto ambientes de abanicos deltaicos costeros (*fan deltas*) para explicar la formación de los conglomerados de Bulla, las características de estas facies

no son incompatibles con otros modelos sedimentarios, como sistemas fluviales inmaduros, muy próximos a su área fuente, que alcanzaban el mar formando llanuras deltaicas complejas, de cursos trenzados (*braidplain deltas*). Es probable que este sistema alimentador tuviese un funcionamiento episódico estacional, como indica la aparición de niveles arenosos finos entre paquetes de conglomerados, que se depositarían en fases de régimen de flujo bajo. Posteriormente, durante la llegadas de las avenidas fluviales a estas zonas costeras, estas facies más finas serían erosionadas y removilizadas hacia la cuenca. El área fuente, en cualquier caso, estaría situado en los relieves que constituyen la Cordillera Central, al Sur del área de estudio.

La potencia del conglomerado Bulla es muy variable (entre 500 m y 0 m)° en hoja de San José de Las Matas; desaparece hacia el Este en la Hoja de Santiago (a 1km del límite de Hoja).

Frecuentemente la facies de conglomerado calcáreo bioclástico de la Fm. Cercado aflora directamente, en discordancia, por encima del substrato constituido de los esquistos de la Fm Amina-Maimón. En estos casos la falta del conglomerado Bulla se debe probablemente a la erosión de dicho conglomerado por la Fm Cercado suprayacente.

La base del Conglomerado Bulla es discordante por encima de varias unidades o formaciones.

La discordancia encima de la Fm Jánico (Oligoceno superior-Mioceno medio) no se observa puntualmente pero se deduce por el cambio angular y la deformación plicativa de la Fm. Jánico; esta deformación es ausente en el Conglomerado Bulla.

El contacto discordante con el Conglomerado Inoa está muy bien expuesto en la carretera de Jánico-San José de Las Matas, en la bajada de la Majagua. En el talud al Norte de la Carretera, afloran lutitas conglomeráticas de color morado característico. En la parte superior, las lutitas conglomeráticas aparecen fracturadas, con grietas rellenas de caliche subrayando el contacto aparentemente horizontal (Fig. 54 y Fig. 55).



Fig. 54: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con el conglomerado Inoa infrayacente.

Conglomerado Bulla polimícticos, con bloques pluridecimétricos, redondos a sub angulares, no clasificados, arenizados, de tonalitas, basaltos porfíricos y meta-basaltos, en una matriz amarillenta arenosa

24PU9028 Lat.: 19°33555 / Long.: -70°89326

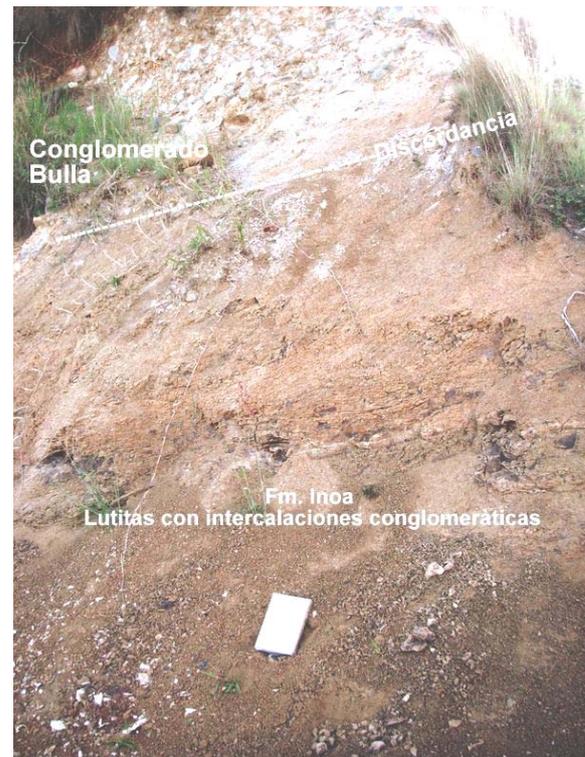


Fig. 55: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con la Fm Inoa subyacente.

Conglomerado Inoa de color morado, con clastos muy redondeados fracturados y calicheados, en una matriz arcillo-arenosa de color morado típico. Este conglomerado esta en contacto con una siltita o grauvascas de grano fino poco estratificada, masiva de color marrón-naranja. SO variable entre 102/70 a102/10

24PU9030 Lat.: 19°33579 / Long.: -70°89323

El contacto con los esquistos de Amina-Maimón es bien visible en el sector de Sui, en el borde del valle del Río Amina. El mega-conglomerado surmontando discordantemente los esquistos paleo-meteorizados en una facies de alteración laterítica ("mottled zone") (Fig. 56 y Fig. 57). Se trata de la parte inferior del perfil laterítico, con desarrollo de arcillas blancas y rojizas, sin conservación de las estructuras de la roca original (Fig. 58).

Esta sección de perfil laterítico podría corresponder al episodio de emersión y alteración laterítica descrito al Mioceno superior en varias parte de la isla (yacimientos de níquel laterítico de Falconbridge en La Vega y Bonaó). Debido a la importancia de este fenómeno de lateritización, pro parte en la génesis de los indicios de oro del sector, se describe a continuación el contexto de esta lateritización



Fig. 56: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con facies lateritizada de esquistos Amina-Maimón.

24PU9536 Lat.: 19°40854 / Long.: -70°95400



Fig. 57: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con facies lateritizada de esquistos de Amina-Maimón.

24PU9535 Lat.: 19°40862 / Long.: -70°95415



Nivelillo residual de cuarzos angulosos flotando en las arcillas lateríticas de alteración de los esquistos Amina-Maimón.

Fig. 58: Fm Conglomerado Bulla: Detalle de las facies arcillosas de lateritización de los esquistos de Amina-Maimón infra yacente al conglomerado.

24PU9537 Lat.: 19°40847 / Long.: -70°95383



Facies de arcillas lateríticas en la facies arcillas moteadas de la saprolita.



Fig. 59: Fm Conglomerado Bulla: Metavolcanitas básicas arcillizadas en la facies de arcillas abigarradas muy blanda de color rojiza con traza preservada de la esquistosidad.

24PU9521 Lat.: 19°37'23.3" / Long.: -70°9'39.81"

Este fenómeno de lateritización no tiene superficie cartografiable en la hoja y aflora en muy escasos cortes verticales en el sector de Sui. Sin embargo la planicie liviamente inclinada al Noreste de San José de las Matas podría corresponder al límite inferior de un paleo-nivel arcillizado de esquistos de la Fm Amina-Maimón, cuyas relictos aparecen en escasos sectores. Cabe señalar la presencia muy puntual de facies de alteración laterítica en la saprolita con arcillas abigarradas, que infrayace el horizonte de las arcillas moteadas. La abundancia de óxidos de hierro confiere un color rojizo a estas arcillas pobres en caolinita. La esquistosidad de las metavolcanitas está preservada en esta roca muy argilizada y muy blanda (Fig. 59).

Según las reconstituciones climáticas y los datos de campo, existió en el Mioceno Medio, el máximo de un clima húmedo, propicio a la formación de laterita en la región Caribeña, correspondiendo con la formación de las bauxitas kársticas de Jamaica, Haití y República Dominicana (Bárdossy & Aleva, 1990; Fig. 60).

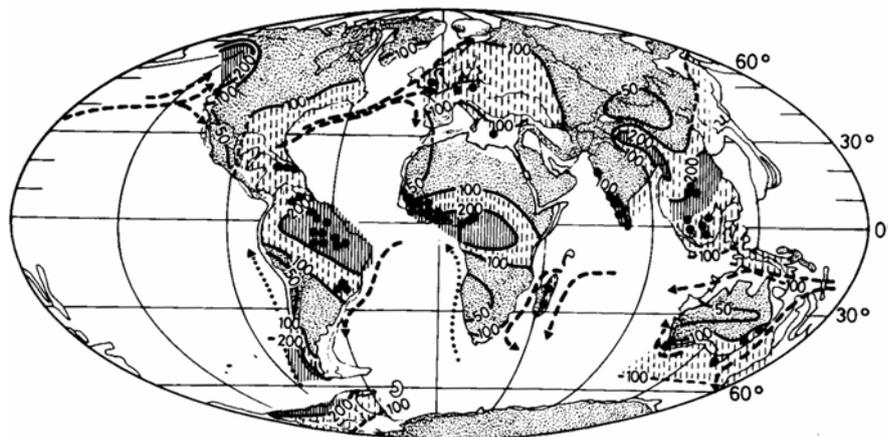


Fig. 60: Fm Conglomerado Bulla: Reconstitución de las zonas con fuerte pluviometría en el Mioceno Medio de acuerdo con Parish et al. (1982); repartición de las paleocorrientes e yacimientos de bauxitas (Bárdossy y Aleva, 1990) (la trama vertical representa la zona con fuerte pluviometría)

Estos mismos autores muestran que después de un periodo de enfriamiento, existe un nuevo episodio de lateritización en esta zona, en el Plioceno Superior. Por fin, el clima tropical actual es también favorable para la alteración laterítica. Haldemann *et al.*, (1979) proponen un evento laterítico continuo, que prevalece desde el Mioceno hasta el

Pleistoceno, para la formación de los yacimientos lateríticos de Ni en la República Dominicana.

Falconbridge estima la duración del proceso a unos 20 millones de años, empezando al Mioceno Inferior, después de un ciclo tectónico mayor. Este ciclo tectónico mayor corresponde, durante el Mioceno inferior, a una emersión de la Cordillera Central, una deformación dúctil y frágil de los depósitos ante-Mioceno con lateritización de las rocas emergidas, erosión coetánea de varias de estas y depósito en discordancia de los productos de erosión en abanicos de piedemonte, al Norte de la Cordillera Central, al Mioceno medio a superior

2.4.2. Fm Cercado - (Mioceno superior)

2.4.2.1. Generalidades

La Fm Cercado aflora muy extensamente en el Dominio del Valle del Cibao y presenta una gran variedad de facies. Saunders et al. (1986) le atribuyen una edad Mioceno superior y una potencia de 150 m, aunque su espesor es muy heterogéneo según el autor y la zona considerada (150-400 m). Más recientemente, Maier et al. (2007) y Lutz et al. (2008) datan la parte alta de la serie como Messiniense. La parte media y basal de la formación es imposible de datar debido a la ausencia de fósiles con valor bioestratigráfico, aunque se le asigna, en general, una edad del Mioceno superior. Es por este motivo que no es completamente descartable una edad del Mioceno medio para la parte basal de la Fm.

La Fm Cercado se apoya en contacto discordante sobre las formaciones Jánico, Amina-Maimón y es concordante, inter-digitada o erosiva encima del Conglomerado Bulla. La potencia máxima de la Fm es de unos 400 m en las Hojas de Mao y Monción disminuyendo hacia el oeste para desaparecer en las proximidades de Pepillo Salcedo. Dentro de la Fm se diferencian tres secciones informales, una inferior predominantemente detrítica, una facies media de predominio margoso y una facies superior discontinua carbonatada y coralina (Calizas de Ahuyamas)

La sección inferior detrítica esta presente en las hojas Mao, Martin Garcia, Santiago Rodriguez, Santiago y San José de las Matas, esta constituida de niveles de conglomerados presentando bases erosivas y amalgamaciones con removilización de cantos resistentes del Conglomerado Bulla y mega-bioclastos poligénicos, así como pedazos de troncos de carbón y/o carbonatados y de troncos. Esta sección corresponderían a la Fm. Baitoa (unidad

propuesta por algunos autores como un equivalente lateral y distal de Bulla), a la parte superior de Bulla, o incluso a la propia Fm. Cercado (Cooke, 1922; Bermúdez, 1949; Palmer, 1979; Marcano, 1981).

La sección media presenta dos facies que se interdigitan espacialmente. Una facies de lutitas, siltitas y arenas localmente conglomeráticas. Son poca carbonatas laminadas con estratificación cruzada y laminaciones cruzadas y “hummocky” de media escala. La segunda facies corresponde alternancias de conglomerados, areniscas calcáreas, margas, lumaquelas y niveles de lignitos y con troncos con niveles decimétrico a pluri-decamétrico de acumulación bioclásticas y conglomeráticas similar a la facies de la sección inferior

El medio de depósito de la sección se correspondería con una llanura deltaica compleja, evolucionando de proximal a distal de muro a techo y de oeste a este.

La sección superior más calcárea presenta como litología alternancias de areniscas calcáreas, margas, conglomerados, lumaquelas y niveles de lignitos y con troncos. La potencia máxima se estima a 100 m. Las facies corresponden a medios marinos someros e incluso transicionales, de “lagoon” y marismas, mientras que en las Hojas de Monción y Santiago Rodríguez los ambientes transicionales se limitan a los metros basales de la serie pasándose hacia techo a ambientes de plataforma somera y de plataforma profunda con depósito de margas de cuenca de tonos verdosos y con abundante contenido de foraminíferos planctónicos. Hacia el techo de la sección se produce una nueva somerización con ambientes de plataforma media representados por margas con intercalaciones de calcarenitas bioclásticas de origen tempestífico. Una tectónica sinsedimentaria se manifiesta en la 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 sismo evento al techo del miembro ya notados por Saunders et al (1986).

Las Calizas de Ahuyamas constituyen un episodio carbonatado discontinuo a techo de la Fm Cercado y definen una unidad de transición a la Fm Gurabo. Aunque algunos autores no le dan a estas calizas entidad de miembro estratigráfico dentro de la Fm Cercado, aunque sí las describen dentro de la serie (p.e. Saunders et al., 1986; Erikson et al., 1998; Klaus y Budd, 2003). Estos últimos autores citan la aparición de facies arrecifales cerca la ciudad de Santiago y en los Ríos Cana y Gurabo, aunque las sitúan dentro de la base de la Fm Gurabo. Hacia techo y lateralmente estas facies pasan a intercalarse con capas decimétricas de limos calcáreos y calizas con grandes bolos de corales retrabajados.

Recientemente Maier et al. (2007) han datado mediante isótopos de Sr los corales de estas facies, lo que ha permitido asignar una edad Messiniense (aproximadamente 6,2 MA) al techo de la Fm Cercado. En el presente trabajo, las calizas arrecifales de la ciudad de Santiago constituyen el término último de la Fm Mao definidos como Calizas de Palo Amarillo del Plioceno Superior Pleistoceno.

El límite superior con la Fm Gurabo no está bien definido, pero se situaría cerca del límite Mio-Plioceno. Para Erikson se trata de un límite transicional, ya que sus respectivas facies se solapan en edad y se encuentran interdigitadas localmente.

2.4.2.2. Descripción particular a la Hoja

2.4.2.2.1. Fm Cercado. Serie detrítica bioclástica. Conglomerados localmente calcáreos y biodetríticos, areniscas con siltitas laminadas, margas y biocalcarenitas (10) (Mioceno medio-superior)

La Fm Cercado ocupa 192 km² o 40% de la superficie de la hoja, estableciéndose en la unidad más representada en la hoja (Fig. 61). Ocupa una faja transversal desde el ONE hacia el ESE, donde su representación disminuye. Corresponde a una meseta erosionada (Fig. 62 y Fig. 63) por una red hidrográfica muy encajonada que separa lomas de pendiente fuerte (Fig. 64 y Fig. 65) cubiertas de pasto con poca vegetación arbustivas y frecuentes palmas de tipo guano (*Coccothrinax spissa*) (Fig. 66).

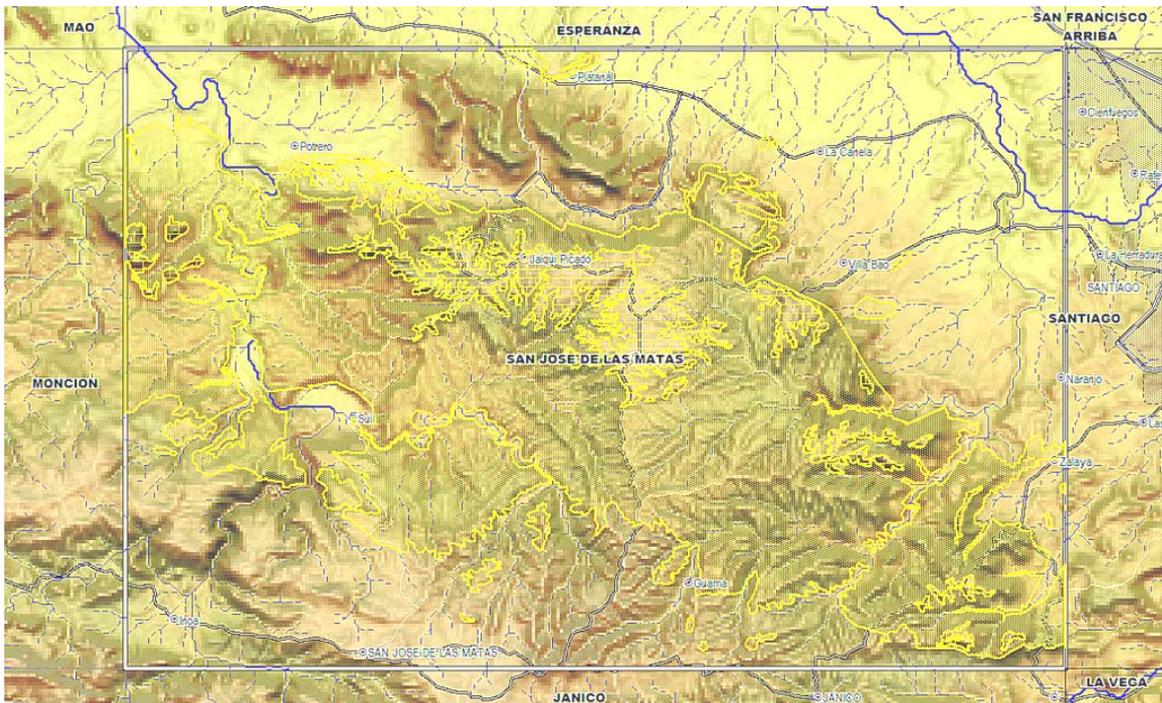


Fig. 61: Fm Cercado y Calizas de Ahuyamas - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con fondo del talud de pendiente del SRTM.



Fig. 62: Fm Cercado - Vista del paisaje de la Fm Cercado hacia el Noroeste.



Fig. 63: Fm Cercado - Vista del paisaje de la Fm Cercado hacia el Sureste.

Al último plano las mesetas de La Catalana (hoja Monción) y Potrero (hoja San José de las Matas) Paralimón 24PU9684 Lat.: 19°36'75" S / Long.: -70°9'21" W.

Carretera de Potrero a entrada de Mao 24PU9283 Lat.: 19°47'65" S / Long.: -70°9'89" W.



Fig. 64: Fm Cercado - Vista del farallón de la presa de Potrero

Presa de Potrero 24PU9275 Lat.: 19°46321 / Long.: -70°96027



Fig. 65: Fm Cercado - Vista del farallón del valle Amina en el pueblo de Sui, con terrazas aluviales del Río Amina en primer plano

Valle de Sui 24PU9530 Lat.: 19°40603 / Long.: -70°94353



Fig. 66: Fm Cercado - Llanura ondulada con pasto en el extremo Noroeste de la hoja.

Camino de Potrero a Entrada de Mao 24PU9283 Lat.: 19°47655 / Long.: -70°98918

1. Los conglomerados y areniscas conglomeráticas de la Fm Cercado

La base de la Fm Cercado está constituida por conglomerados y areniscas conglomeráticas calcáreas bioclásticas, que surmontan el Conglomerado Bulla, o directamente la superficie de erosión de los esquistos de la Fm Amina-Maimón.

En la base aparecen en lentes métricas a pluri-métricas estratificadas, con cantos redondos, homométricos, pulidos, de tamaño centimétrico a decimétrico. Son poligénicos con

composición de anfibolitas, basaltos y metabasaltos. A estos cantos se juntan bioclastos de diversos tipos, como pectinides, corales, erizos enteros, bivalvos y moldes de gasterópodos. En la hoja el punto de referencia de esta facies se encuentra en el Play del centro socio-cultural del poblado de Cebú (24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287) en la parte Sureste de la hoja. Ahí afloran alternancias de areniscas feldespáticas carbonatadas, grauvacas finas con macro foraminíferos abundantes (*Amphistegina* sp.) (Foto Fig. 67) y bioclastos de pectinides biocalcarenicas lumaquelicas, con moldes de gasterópodos (Fig. 71), clastos de bivalvos, erizo entero (Fig. 69) Cabe señalar la presencia de un pedazo de tronco carbonatado dolomítico (Fig. 70). Se destaca la presencia de lentes conglomeráticas con cantos dm a pluridm, muy redondos, en una matriz arenosa calcáreo-dolomítica (Fig. 72). La estratificación general es sub horizontal, con estratificaciones cruzadas.

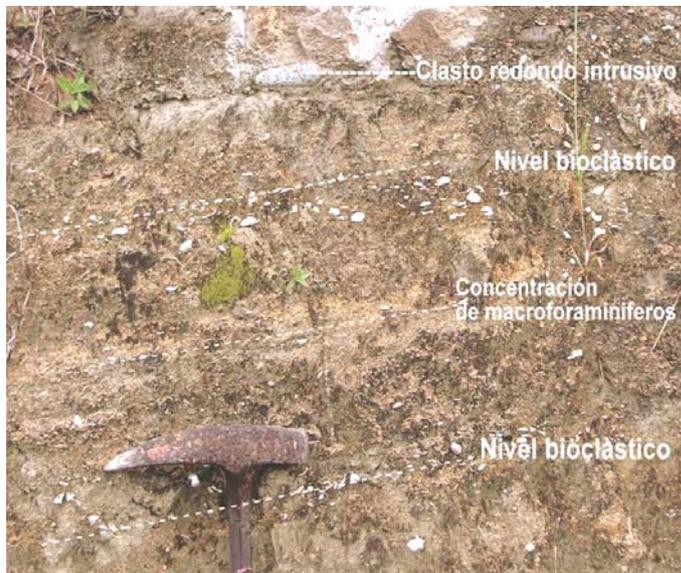


Fig. 67: Fm Cercado - Afloramiento de interés con alternancias de areniscas feldespáticas carbonatadas y grauvacas finas bioclásticas con macro foraminíferos abundantes y niveles conglomeráticos

Centro socio cultural de Cebu 24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287



Fig. 68: Fm Cercado - detalle de una concentración de macro foraminíferos abundantes milimétricos (naranjos) (*Amphistegina* sp.).

Centro socio cultural de Cebu 24PU9577
Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287



Fig. 69: Fm Cercado - detalle de un erizo entero en matriz arenosa carbonatada, con concentración de macro foraminíferos muy abundantes.

Centro socio cultural de Cebu 24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287



Fig. 70: Fm Cercado - detalle de una sección de tronco carbonatado.

Centro socio cultural de Cebu 24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287



Fig. 71: Fm Cercado - detalle de las acumulaciones en facies poco organizadas con bioclastos, macro foraminíferos y cantos conglomeráticos.

Centro socio cultural de Cebu 24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287



Fig. 72: Fm Cercado - Detalle de la facies conglomerática, con clastos muy redondos y pulidos

Centro socio cultural de Cebu 24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287

Al Sureste de la hoja, en la carretera a Sabana Iglesia, a unos hectómetros de un afloramiento de la Fm Conglomerado Bulla aflora un conglomerado clastosoportado con clastos muy redondos homométricos (5cm) polimícticos (diorita, basaltos, metabasaltos, tonalitas, porfidos, cuarzos blancos), en matriz arenosa naranja y lentes de areniscas y calcarenitas carbonatadas de grano gruesos suprayaciendo a areniscas de grano grueso feldespáticas (grauvacas), laminadas de niveles más arcillosos (Fig. 73 y Fig. 74)

En otro sector, más al oeste, las facies conglomeráticas disminuyen en importancia y forman lentejones con carbonatación diagenética, globalmente paralelos a la estratificación (Fig. 75 y Fig. 76). Están constituidos de lumaquelas conglomeráticas, con cantos redondos y bioclastos enteros de bivalvos o moldes de gasterópodos pluricentimétricos, en una matriz arenosa muy calcárea. Estos lentejones se intercalan en areniscas grises, poco consolidadas y poco carbonatadas.

Generalmente el porcentaje y la potencia de los niveles conglomeráticos disminuyen hacia techo; en las lumaquelas el porcentaje de bioclastos supera el porcentaje de cantos conglomeráticos (Fig. 77 y Fig. 78).



Fig. 73: Fm Cercado - Conglomerado de clastos muy redondos en matriz arenosa naranja y lentes de areniscas y calcarenitas carbonatadas.

Carretera Santiago-Sabaneta Iglesia 24PU9439 Lat.: 19°34'15.8" / Long.: -70°7'53.86"



Fig. 74: Fm Cercado - detalle de conglomerado de clastos muy redondos en matriz arenosa naranja

Carretera Santiago-Sabaneta Iglesia 24PU9439 Lat.: 19°34'15.8" / Long.: -70°7'53.86"



Fig. 75: Fm Cercado - Lente de conglomerados con matriz areno-carbonatada intercalada en areniscas homogéneas



Fig. 76: Fm Cercado - lentejón ovoide de conglomerado con cantos cm en matriz arcillo-calcárea

masivas

Camino hacia arroyo Higüerito 24PU9685 Lat.: 19°37005 /
Long.: -70°92167

Carretera Sajoma-Sui 24PU9169 Lat.: 19°37919 / Long.: -
70°93282



Fig. 77: Fm Cercado - Secuencia conglomerática carbonatada con areniscas finas intercalaciones dm de conglomerados con matriz calcárea arcillosa.



Fig. 78: Fm Cercado – Lentes conglomeráticas arcillo-carbonatadas con microfósiles .

Camino de Sajoma hacia Sui 24PU9167 Lat.: 19°37072 / Long.: -70°93322

Camino de Sajoma hacia Sui 24PU9163
Lat.: 19°3547 / Long.: -70°91942

Esta facies o relacionadas, fueron descritas y estudiadas en detalle por Saunders (reparticiones, relaciones y edades), a lo largo del Río Yaque, en Baitoa, al límite sur de la hoja de Santiago. Los mismos niveles descritos estuvieron definidos como Fm Baitoa por varios autores y considerados como la base de la Fm Cercado (Cooke et Vaughan 1921) (Bermúdez 1949).

Tres dataciones (Fig. 79) fueron realizadas en estas facies, al punto 24PU9577 Lat.: 19°34999 / Long.: -70°83287 (LAM: Corte transparente LEV: Levigado)

muestra	tipo	edad	Bioestratigrafía	Foraminíferos
24 PU9577 A	LAM	Mioceno a Plioceno inferior	marino de plata forma interna a media	<i>Presentes y retrabajados</i> <i>Amphistegina canaensis</i> BERMUDEZ <i>Amphistegina floridensis</i> BERMUDEZ <i>Amphistegina tuberculata</i> BERMUDEZ
24 PU9577 B	LAM	Mioceno medio a superior	marino de plata forma interna a media con microfósiles de dominio litoral retrabajados en medio indeterminado	Frecuentes y retrabajados <i>Amphistegina tuberculata</i> BERMUDEZ <i>Amphistegina canaensis</i> BERMUDEZ <i>Amphistegina guraboensis</i> BERMUDEZ
24 PU	LEV	Mioceno sup. a	Alteración de un deposito litoral o alteración de un deposito profundo	Muy abundantes en acumulación siempre retrabajados y alóctonos en un medio arrecifal

9577C		Plioceno	retrabajando materiales litorales	<i>Amphistegina</i> sp.
Fig. 79: Fm Cercado - Tabla de los resultados principales de dataciones de conglomerados y areniscas conglomeráticas calcáreas bioclásticas.				

Estas dataciones entregan un intervalo del Mioceno medio a Mioceno superior, coherente con las dataciones de Saunders (1986) en el sector de La Baitoa y arroyo López (hoja de Santiago)

Por la presencia de cantos ígneos y meta-volcánicos y la pobre clasificación de los conglomerados, las facies descritas en este capítulo presentan una analogía fuerte con los conglomerados Bulla descritos anteriormente. Sin embargo, estos conglomerados de la Fm Cercado se distinguen por una buena estratificación y la presencia de bioclastos marinos. Estas facies corresponden a las descritas como Fm Baitoa (unidad propuesta por algunos autores como un equivalente lateral y distal de Bulla), a la parte superior de Bulla, o incluso a la propia Fm. Cercado (Cooke, 1922; Bermúdez, 1949; Palmer, 1979; Marcano, 1981).

La siguiente tabla (Fig. 80) presenta unos criterios utilizados en el campo para la atribución de las facies conglomeráticas perteneciendo a la Fm Cercado o al Conglomerado Bulla.

Conglomerados basal de la Fm Cercado (conglomerados de Fm Baitoa)	Conglomerados Bulla
Color blanquecina amarillenta	Color naranja amarillenta
Presencia de bioclastos marinos o matriz	Ausencia de bioclastos y matriz no carbonatada
Estratificación marcada y disposición en intercalaciones	Estratificación discreta a no visible y aspecto masivo
Clastos redondeados	Clastos angulosos a sub redondeados
Clastos decimétricos a centimétricos	Clastos métricos a centimétricos
Buena clasificación de la granulometría de los clastos	Mala clasificación de la granulometría de los clastos
Clastos sin o con poca alteración meteórica	Clastos con alta alteración meteórica
Matriz arenosa siltosa carbonatada	Matriz areno lutítica abundante no carbonatada
Morfología topográfica sub tabular	Morfología cerebroide en topografía
Fig. 80: Fm Cercado - Tabla de criterios de diferenciación de los conglomerados de las Fm Bulla y Cercado	

En cuanto a la interpretación genética se sugiere la posibilidad de un evento de tsunami provocando un deposito mixto de facies marina heterogénea (bivalvos, corales diversos, erizos, pectinides, micro-foraminíferos) con cantos conglomeráticos continentales, de

tamaño consistente, de origen terrígeno o fluvial poco re TRABAJADOS, con presencia de
debris vegetales.

El contacto de la Fm Cercado con la Fm Conglomerado Bulla, no es visible pero es
probablemente transicional o erosional, con removilización y redeposición de los cantos más
resistentes en un medio marino costero

El contacto discordante es neto entre los esquistos de La Fm Amina-Maimón y las
alternancias de areniscas y conglomerados de la Fm Cercado suprayacente (Fig. 81 y Fig.
82). En este caso, cabe señalar la ausencia del horizonte laterítico debajo del contacto,
indicando una erosión del perfil laterítico mioceno inferior hasta la roca sana. Este contacto
se observa bien en el valle del Río Amina, a nivel de la carretera San José de las Matas-Sui.

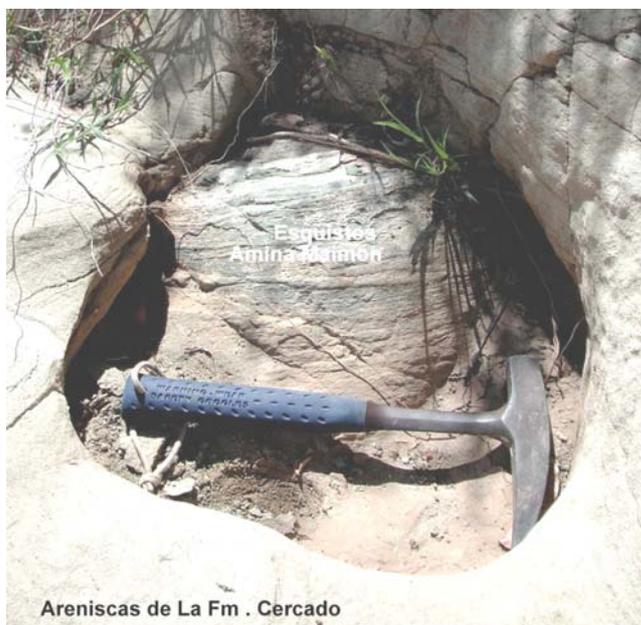


Fig. 81: Fm Cercado - Ventana de esquistos de la Fm. Amina-Maimón dentro de las areniscas calcáreas de la Fm. Cercado

Carretera San José de las Matas-Sui en el valle del Río Amina.
24PU9173 Lat.: 19°38466 / Long.: -70°93687

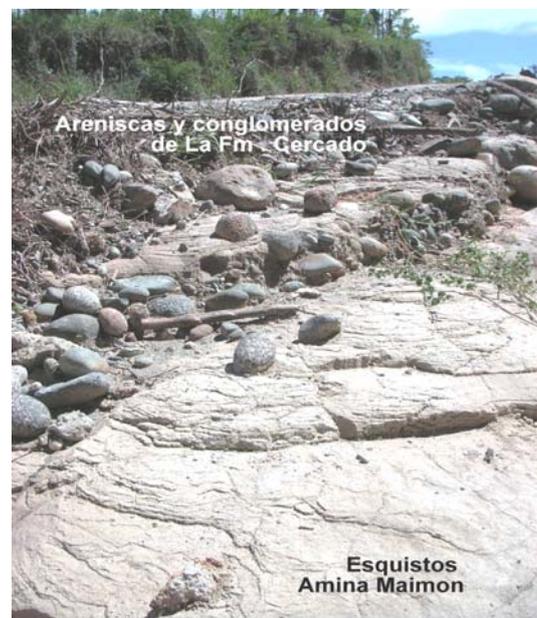


Fig. 82: Fm Cercado - contacto de los esquistos de la Fm. Amina-Maimón con las areniscas y conglomerados de la Fm. Cercado

Carretera San José de las Matas-Sui en el valle del Río Amina. 24PU9173 Lat.: 19°38466 / Long.: -70°93687

2. Las areniscas de la Fm Cercado

Las areniscas con siltitas laminadas en alternancias difusas predominan en el sector
Noroeste de la hoja. Los afloramientos naturales son escasos, pero estas facies afloran en
taludes de carretera o de obras como la presa de Potrero (Fig. 64).

El color es gris o beige verdoso a amarillento cuando meteorizado. Los suelos de alteración
son drenantes, con vegetación de praderas. El aspecto es generalmente masivo, con una

estratificación discreta, visible en los farallones o en los nivelillos de acumulaciones de minerales negros.

En la presa de Potrero se puede observar 50 m de farallón vertical en areniscas calcáreas, localmente masivas, con unos lentejones métricos más carbonatados con bioclastos de corales y bivalvos.

Los niveles milimétricos de minerales negros, corresponden a acumulaciones playeras de magnetita u otros minerales densos (Fig. 83), y presentan localmente figuras de slumps (Fig. 87) y estratificaciones cruzadas (Fig. 88).

Frecuentemente aparecen bioturbaciones, principalmente verticales (Fig. 84 y Fig. 85) o horizontales (Fig. 86), de tamaño métrico a decamétrico.

En esta sección existen recurrencias de los niveles de conglomerados (Fig.) ante descritos, asociadas a acumulaciones lumaquellicas esporádicas (Fig. 90). Se trata de calizas bioclásticas, con clastos pluricentimétricos de bivalvos enteros, principalmente de tipo Arca o moldes de gasterópodos (Fig. 91). En los puntos 24PU9673 y 24PU9532 se observan también acumulaciones de macroforaminíferos de tipo *Annulosorites spiralis* y *Amphistegina tuberculata* BERMUDEZ y *Amphistegina* Cf. *canaensis* BERMUDEZ rojizos. (Fig. 92 a Fig. 94) y otros discoides. Están frecuentemente asociadas a secuencias de lumaquelas.



Fig. 83: Fm Cercado - Siltitas a areniscas finas laminadas o masivas de color gris verdoso con niveles de minerales negros

Camino de Guzmán hacia el Norte 24PU9550 Lat.: 19°42053 / Long.: -70°96191



Fig. 84: Fm Cercado - Areniscas finas y siltitas caqui-verdoso poco consolidadas con bioturbaciones y laminaciones de minerales negros

Camino de Sui a Guzmán 24PU9534 Lat.: 19°41109 / Long.: -70°9532



Fig. 85: Fm Cercado - Detalle de una bioturbación, con relleno de areniscas laminadas; presencia de calcificaciones sub-verticales diagenéticas.

Camino de Sui a Guzmán 24PU9531 Lat.: 19°41352 / Long.: -70°94251



Fig. 86: Fm Cercado - presencia de bioturbaciones horizontales en areniscas calcáreas masivas bioclásticas.

Presa de Potrero 24PU9275 Lat.: 19°46321 / Long.: -70°96027



Fig. 87: Fm Cercado - slumps" de laminaciones mm de minerales detríticos negros en grauvacas siltitas micáceas de grano fino

Cañada Mera 24PU9270 Lat.: 19°46966 / Long.: -70°93813

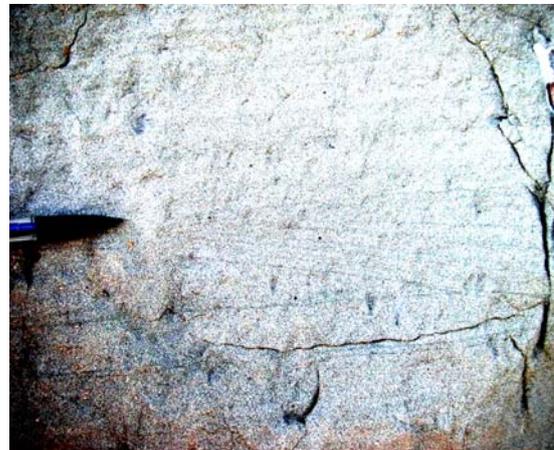


Fig. 88: Fm Cercado -estratificaciones cruzadas en las siltitas laminadas

Camino de Cuesta Abajo a Sui 24PU9132 Lat.: 19°41774 / Long.: -70°93253

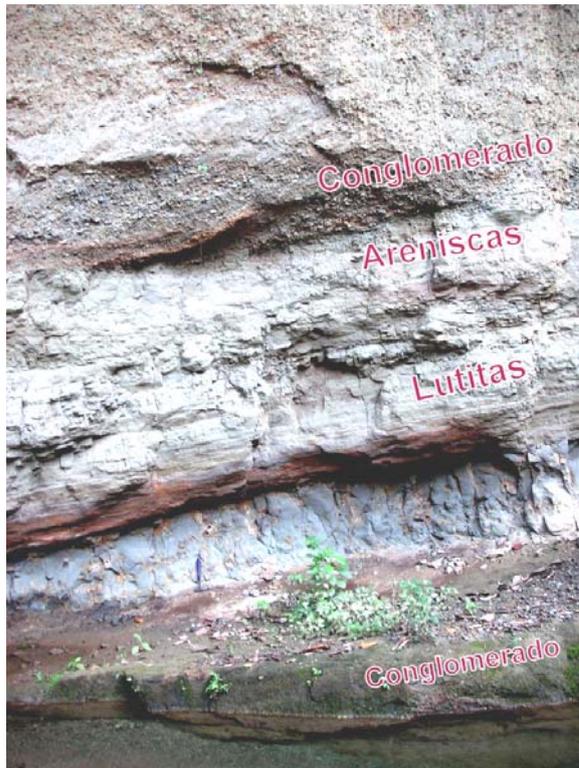


Fig. 89: Fm Cercado - Conglomerado polimíctico homométrico, con cantos cm a dm pulidos, erosionando unas secuencias laminadas deltaicas de lutitas y siltitas/areniscas, de grano medio a grueso

Camino de Loma de los palos hacia Dicayagua 24PU9618
Lat.: 19°36577 / Long.: -70°81271

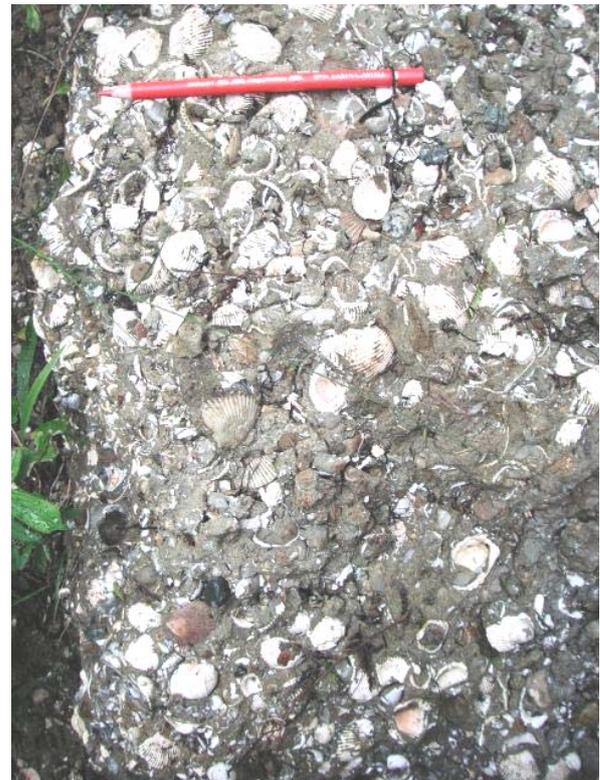


Fig. 90: Fm Cercado - areniscas verdosas caqui de grano medio, feldespáticas, de tipo grauvacas laminadas, con niveles lumaquelicos (moldes y conchas de bivalvos de tipo Arcas)

Confluencia de los ríos Maquen y Sui 24PU9668 Lat.: 19°38328 / Long.: -70°88801



Fig. 91: Fm Cercado - Detalle de niveles lumaquelicos con moldes y conchas de bivalvos de tipo Arcas) y cantos intrusivos pulidos

Camino a Albana 24PU9676 Lat.: 19°38748 / Long.: -70°90494



Fig. 92: Fm Cercado - Piso de camino en niveles indurados de calcarenita bioclástica con macroforaminíferos *Annulosorites spiralis* y *Amphistegina tuberculata* BERMUDEZ y *Amphistegina Cf. canaensis* BERMUDEZ rojizos

Camino de Sui a Guzmán 24PU9532 Lat.: 19°41261 / Long.: -70°94481



Fig. 93: Fm Cercado - areniscas de grano fino a medio, con nivelillos dm de calcarenitas bioclásticas de grano grueso; concentración de macroforaminíferos abundantes

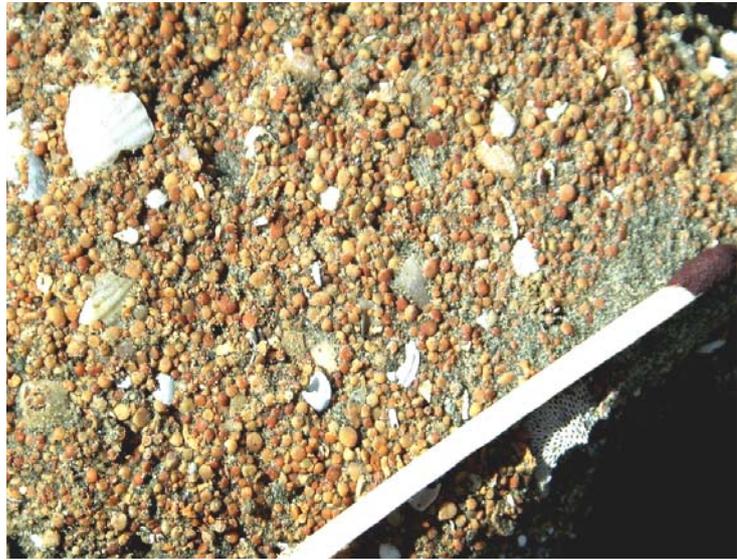


Fig. 94: Fm Cercado - -- detalle de una concentración de macroforaminíferos abundantes, con clastos de bivalvos y corales

Camino a Albana 24PU9673 Lat.: 19°38'10" / Long.: -70°9'55"

Camino a Albana 24PU9673 Lat.:
19°38'10" / Long.: -70°9'55"

3. Biocalcarenitas

Hacia techo de la formación en el sector Este la estratificación se organiza en capas más definidas subhorizontales, que dan al relieve el aspecto de meseta particularmente en el sector de Jaiqui Picado y Cuesta Abajo (Fig. 95 y Fig. 96). Localmente estas biocalcarenitas forman un nivel potente cartografiado y descrito a parte como "nivel o conjuntos de niveles de biocalizas masivas" por su relevancia en la topografía y el modelado del paisaje.

Litológicamente, corresponden a biocalcarenitas detríticas de color gris amarillento que se meteorizan en amarillento naranja. Corresponden a alternancias métricas regulares de niveles organizados de areniscas bioclásticas y siltitas calcáreas bioclásticas con bioclastos esparcidos en la matriz. Estos bioclastos de varios orígenes pueden concentrarse en niveles de tempestitas en las biocalcirudistas con clastos de ostreidos, pectínidos, cónidos, corales y *Kuphus*.

Los *Kuphus* tienen relevancia; se observan frecuentemente desmantelados en bioclastos, componentes de las lumaquelas observadas en La Fm. Cercado. En el sector de los Ciruelos y Loma Quemada se encuentran en posición de vida, en forma de tubos verticales que alcanzan un metro, traduciendo así un episodio de sedimentación más tranquila.

Esta facies con *Kuphus* fue observado en el proyecto K anterior en las hojas de Martín García y Santiago Rodríguez. Estaba ubicado también en los veinte últimos metros de La Fm Cercado, debajo del contacto o de la transición con las Calizas de Ahuyamas suprayacentes.

En el Norte de la meseta de Cuesta Abajo, en los sectores de Platanal, en el límite norte de la hoja, en Villa Bao y Finca Aciba, afloran calizas biotriticas muy peculiares por sus litologías y disposición. Constituyen tres sectores de extensión kilométrica, aflorando en ventanas dentro de las margas y siltitas de la Fm Gurabo. En la carretera de Santiago a Mao afloran a 1 km después de La Canela. En este lugar están constituidas de capas bien estratificadas, de secuencias erosivas de calcareniscas bioclasticas laminadas, de grano medio a fino, con estratificaciones oblicuas, terminando por siltitas calcáreas, de grano fino a medio, laminadas, con minerales negros pesados. Esta facies esta bien marcada en la topografía. Más al Oeste, en Platanal, aflora una facies de grano más fino con bioclastos esparcidos. En Villa Tabacalera, aflora una facies de lumaquela localmente consolidada, con fósiles de conchas enteras muy bien conservadas de gasterópodos principalmente, corales ramosos, y bivalvos. El porcentaje de matriz es muy reducido y la roca corresponde a lutitas verde-caqui, poco consolidada, arcillosas. Se notan niveles (2 cm) de yeso de color gris oscuro. Estas facies laminadas con bioclastos están muy representados en el Flanco sur del valle de la Cañada de Mera, en el Norte de la hoja.

Las ocurrencias de la Fm Cercado en estos sectores están relacionadas con la Falla de Mao que bordea el Sur del Valle del Cibao, desde Guayubin hasta Villa Bao, en esta hoja. Esta falla actuó en falla normal, entre una meseta estable con substrato de Esquistos de Amina-Maimón al Sur y el Valle del Cibao que se hunde hacia el norte de la falla



Fig. 95: Fm Cercado - Paisaje con niveles horizontales de biocalcarenes

Camino hacia Albana 24PU9674 Lat.: 19°38367 / Long.: -70°9054



Fig. 96: Fm Cercado - Paisaje de meseta con niveles horizontales de biocalcarenes

Camino al este hacia Los Cajules 24PU9118 Lat.: 19°41205 / Long.: -70°84354



Fig. 97: Fm Cercado - Nivel de lumaquelas de grano grueso con lentes dm de lutitas verdosas y bioclastos de *kuphus*, gasterópodos, surmontando un nivel de calizas arcillosas muy fosilíferas. Unos tubos en posición de vida con relleno arcilloso verdoso - presencia de unas bioturbaciones

Carretera de Sajoma a Cuesta Abajo 24PU9112 Lat.: 19°38272 / Long.: -70°86529



Fig. 98: Fm Cercado - Calizas muy bioclásticas verdosas, coralinas amarillentas, tableadas, con clastos semi m de corales en niveles bidm con intercalaciones dm de margas beiges.

Camino de Jaiqui Picado a Hundidera 24PU9207 Lat.: 19°45098 / Long.: -70°90338



Fig. 99: Fm Cercado. Detalle de fósiles de Kuphus en posición de vida en la parte superior de la formación.

24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791



Fig. 100: Fm Cercado. Calizas arenos-arcillosas bioclásticas con bivalvos , gasterópodos y brechitas removilizadas, con escasos niveles margosos.

24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791



Fig. 101: Fm Cercado - Detalle de fósiles de Kuphus en posición de vida en calizas arenosas beige a naranja, siltitas carbonatadas con niveles de lumaquelitas y coquinas dm, con corales individuales bivalvos y



Fig. 102: Fm Cercado - Detalle de una sección de tubo de bivalvos Kuphus.

24PU9112 Lat.: 19°38272 / Long.: -70°86529

gasterópodos en clastos semidm.

24PU9078 Lat.: 19°44958 / Long.: -70°90696

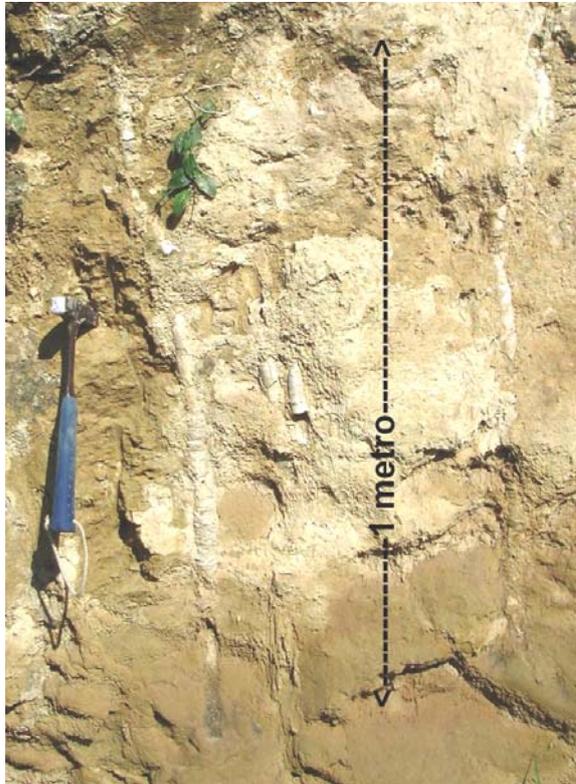


Fig. 103: Fm Cercado - Tubos métricos de Kuphus en posición de vida, en siltitas calcáreas arcillosas.

24PU9635 Lat.: 19°39393 / Long.: -70°83768



Fig. 104: Fm Cercado - Tubos semimétrico de Kuphus en posición de vida en siltitas calcáreas arcillosas con clastos de Kuphus.

24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791



Fig. 105: Fm Cercado - Secuencia de calcareniscas bioclásticas con estratificaciones oblicuas terminando por siltitas calcáreas laminadas con minerales negros pesados

Este de la Canela 24PU9188 Lat.: 19.47383 / Long.: -70.82637



Fig. 106: Fm Cercado -Lumaquelas con conchas de gasterópodos principalmente y corales ramosos.

Callejón María Romero en Villa Tabacalera 24PU9749 Lat.: 19.43139 / Long.: -70.8017



Fig. 107: Fm Cercado - Detalle de los fósiles bien conservados de gasterópodos principalmente, corales ramosos; unos gasterópodos aplastados

24PU9748 Lat.: 19.43128 / Long.: -70.8014

2.4.2.2.2. Fm Cercado – Calizas bioclásticas. Nivel o conjuntos de niveles de bioalizas masivas (11) - Mioceno superior.

Este nivel se ha individualizado por la relevancia que tiene en la morfología y en la topografía de la hoja (Fig. 108). Constituye el almacén de la meseta de Cuesta Abajo y sobresale más en la topografía que las Calizas coralinas de Ahuyamas que constituyen el término final en dicha meseta (Fig. 109). Se trata de una capa o un conjunto de capas globalmente horizontal, continuo. Se desarrolla en el sector Norte y Noreste de la zona de exposición de la Fm Cercado. La potencia del nivel o del conjunto de niveles varía de 0 m al SSO a 25 m al NNE. Esta particularmente potente entre los sectores de Jaiqui Picado y arriba de la Presa de Potrero (Fig. 110 a Fig. 114). Este nivel (o conjunto de niveles) está constituido de calizas bioclásticas detríticas particularmente recristalizadas, con clastos centimétricos de bivalvos, Kuphus, y cantos de corales, en una matriz calcárea también recristalizada (Fig. 115 a Fig. 117). El nivel está localmente carstificado, con cuevas y suelos marrones de decalcificación, particularmente entre los arroyos Zelaya y Dicayagua, en el sector sureste de la hoja (Fig. 118 y Fig. 119). Tal como en el sector de La Angostura en la hoja de Santiago esta superficie de carstificación se ubica a una elevación próxima de 300 m.

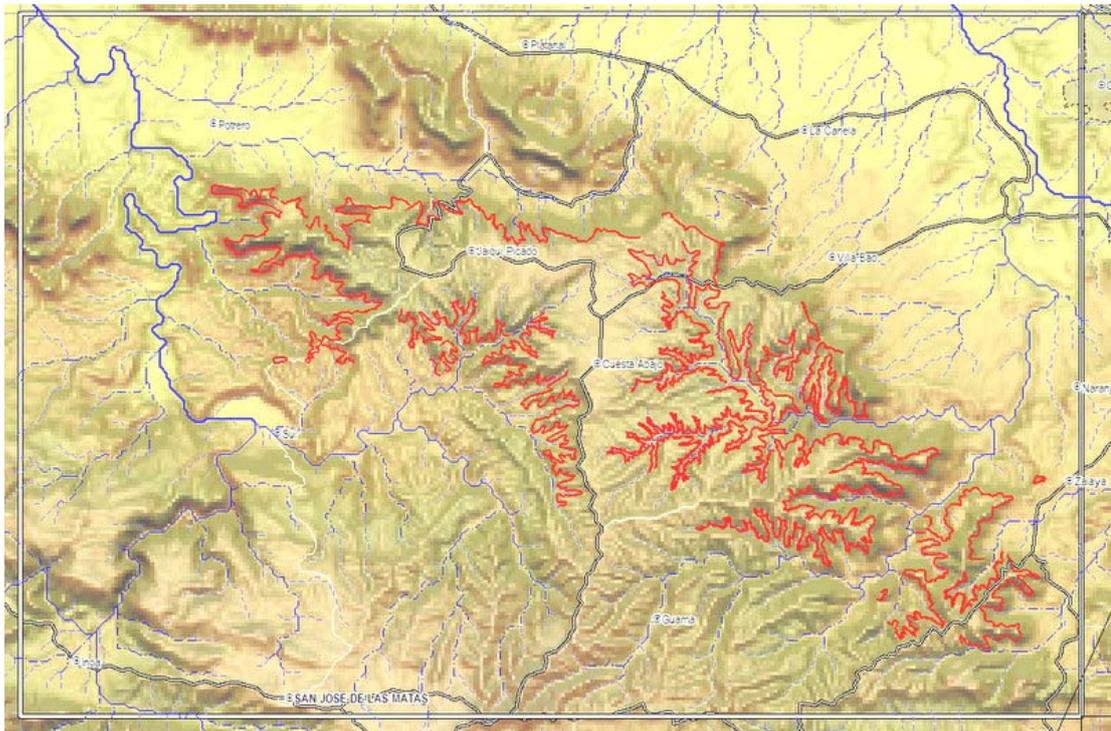


Fig. 108: Fm Cercado - Esquema de repartición del Nivel o conjuntos de niveles de biocalizas masivas.



Fig. 109: Fm Cercado - Foto de la meseta entre Jaiqui Picado y la presa de Potrero al último plano; vista desde el Sur.

desde el punto 24PU9673 Lat.: 19.38101 / Long.: -70.90556 en la carretera Jaiqui Picado a Sui



Fig. 110: Fm Cercado - detalle de la terminación de la meseta Jaiqui Picado Presa de Potrero.



Fig. 111: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico coronando las alturas del valle del Arroyo Dicayagua.

Camino de Sui a Guzmán 24PU9533 Lat.: 19.41207 / Long.: -70.94732

Carretera Jánico-Dicayagua 24PU9599 Lat.: 19.37875 / Long.: -70.8096



Fig. 112: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico coronando las alturas del valle del Arroyo Dicayagua.

Carretera de Jánico-Dicayagua 24PU9599 Lat.: 19.37875 / Long.: -70.8096



Fig. 113: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico coronando las alturas del valle de la Cañada de la Expensa.

Camino de Loma de los palos hacia Dicayagua 24PU9611 Lat.: 19.3787 / Long.: -70.80942



Fig. 114: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico; visto desde la carretera a San José de las Matas

Salida a carretera en Barrio Balaguer de Villa Tabacalera 24PU9752 Lat.: 19°4446 / Long.: -70°7881



Fig. 115: Fm Cercado - Nivel semi métrico muy resistente de calcarenisca de grano grueso naranja con unos corales

24PU9857 Lat.: 19°45161 / Long.: -70°84566



Fig. 116: Fm Cercado - Nivel dm-m de biocalcarenes con recrystalización de yeso intercalado en lutitas y siltitas calcáreas caqui

Camino de Zalaya a Dicayagua 24PU9472 Lat.: 19.38898 /



Fig. 117: Fm Cercado - Facies bioclástico con bioclastos de gasterópodos en moldes (G), secciones de Kuphus (K) corales (C) individuales en una matriz de siltita calcáreas recrystalizada en un nivel de tres metros.

Long.: -70.77143

24PU9612 Lat.: 19.3785 / Long.: -70.80845



Fig. 118: Fm Cercado - calizas concrecionadas con cuevas en el sector de Dicayagua Abajo

Camino de Dicayagua a los Indios 24PU9483
Lat.: 19.3731 / Long.: -70.79036



Fig. 119: Fm Cercado - Vista de las arcillas marrón-pardo residuales de una descalcificación, con mogote residual de la meseta en el ultimo plano.

Camino de Dicayagua a los Indios 24PU9466 Lat.: 19.38674 / Long.: -70.76707

2.4.2.2.3. Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas: Calizas y calizas margosas arrecifales con alta bioturbación (12) Mioceno superior

Las Calizas de las Ahuyamas constituyen un episodio carbonatado a techo de la Fm Cercado y definen una unidad de transición a la Fm Gurabo. Algunos autores no le dan a estas calizas entidad de miembro estratigráfico dentro de la Fm Cercado, pero las describen dentro de la serie (p.e. Saunders et al., 1986; Erikson et al., 1998; Klauss y Budd, 2003).

Hacia techo y lateralmente estas facies pasan a intercalarse con capas decimétricas de limos calcáreos y calizas con grandes bolos de corales retrabajados. Recientemente Maier et al. (2007) han datado mediante isótopos de Sr los corales de estas facies, lo que ha permitido asignar una edad Messiniense (aproximadamente 6,2 MA) al techo de la Fm Cercado.

En la zona occidental, Ardévol (2004) describe las Calizas de Ahuyamas como calizas nodulosas, algo arenosas, con trazas de estratificación, bioturbadas, que pueden contener corales dómales, en posición de vida, y biohermos de ostreidos, además de algas, gasterópodos, corales solitarios y otros bivalvos. Suele presentar intercalaciones de

naturaleza margosa de escasa potencia. Se le asigna un espesor que varia entre 10 y 200 m según el sector considerado.

Ardévol (2004) interpreta las Calizas de Ahuyamas del río Gurabo como barras de foreshore-shoreface y construcciones arrecifales en un contexto de plataforma marina. Según este autor, las Calizas de Ahuyamas representan la parte más alta de una secuencia transgresiva-regresiva, en la que se llega a producir la emersión al techo de la serie, con erosión total de las calizas de Ahuyamas al Oeste del río Cana.

En el marco de este Proyecto Braga (2008) interpreta las ocurrencias orientales del sector de Santiago como “alfombra de corales” desarrolladas encima de llanuras deltaicas en formaciones con variaciones en los aportes continentales.

Para otros autores (p.e. Maier et al., 2007) la aparición de calizas arrecifales a techo de la Fm Cercado representa el desarrollo de un sistema arrecifal costero, con tendencia somerizante hacia techo, que llega a alcanzar profundidades menores a 5 m. El desarrollo de estos sistemas arrecifales en el Messiniense sería coincidente para estos autores con un estadio muy breve de nivel del mar alto dentro de un periodo global de caída, acompañado de una reducción regional en todo el Mar Caribe de la intensidad de los procesos de upwelling.

A la luz de los escasos datos sedimentológicos obtenidos de la sección estudiada sólo se puede deducir que las Calizas de Ahuyamas se depositaron en un medio marino somero, carbonatado, probablemente adyacente a un sistema arrecifal costero, donde se acumulaban los fragmentos de fauna re TRABAJADOS cerca de la costa (talud arrecifal).

El miembro Superior de la Fm Cercado o Calizas de Ahuyamas, 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 afloramiento del río Mao sur la base de la unidad está constituida por un montículo de esponjas cubierto en “onlap” por calizas nodulosas. 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 Fm Gurabo, visible en el corte del arroyo de los Guanos, donde esta representada por una superficie de “hard ground” con fuerte bioturbación y sobre

la que se desarrolla un depósito decimétrico de "lag" transgresivo con para-conglomerados de matriz carbonatada y bioturbación intensa.

En la Hoja de San José de Las Matas, las Calizas de Ahuyamas afloran en el sector centro norte a sureste. Se extienden sobre 21 km² correspondiendo a 4.4% de la superficie total. Recubren parcialmente en parches la meseta descrita anteriormente. La potencia llega a 20m en las zonas no completamente erosionadas. Las mejores exposiciones se encuentran en la subida de la carretera de Santiago a Cuesta Abajo y en el talud del camino que baja de Jaiqui Picado hacia Hundidera y la Cañada de Mera. En este sitio, se presentan con una fuerte alteración a caliche. Son de color amarillento a crema, muy polvorosos (Fig. 120). La facies aflorando en el talud corresponde a calcarenitas muy arcillosas blanquecinas, con cantos no clasificados de calcilutitas y siltitas compactadas y una matriz arcillosa crema. Están generalmente muy bioturbadas por thalasinoides (Fig. 121). Suelen contener conchas o moldes centimétricos de bivalvos o de gasterópodos, cantos de corales decimétricos (Fig. 122), tubos de Kuphus en posición de vida y otros re TRABAJADOS y poco clasificados. Presentan también cantos de corales decimétricos re TRABAJADOS locamente abundantes en acumulaciones residuales en la superficie calicheada, con suelos de color marrón (punto 24PU9071 Lat.: 19°4385 / Long.: -70°90584).

El corte 24PU9017 Lat.: 19°43478 / Long.: -70°85216 en la carretera subiendo de Santiago a Cuesta Abajo posee tan sólo 10 metros de potencia visible. La serie está formada por una alternancia horizontal de niveles decimétricos de limos carbonatados, calcarenitas y calizas arcillosas con estratificación difusa (Fig. 124 y Fig. 125). Poseen alto porcentajes de fauna, sobre todo bivalvos, gasterópodos y corales coloniales, en su mayoría re TRABAJADOS y aislados dentro del sedimento fino. Esta facies es muy similar a la facies de alfombras de corales descrita por J.C. Braga (2006) en la Angostura, en la hoja Santiago.

EL sector de Cuesta Abajo es muy particular por su topografía plana, poco ondulada. La superficie está constituida de una capa superficial de suelos de decalcificación marrón, y por debajo de una costra blanquecina amarillenta calcárea de caliche, en la cual suelen aparecer cantos de corales más resistentes.

Hacia el Sureste, las calizas aparecen en parches, en los altos de relieves tabulares. Estos parches están constituidos de calizas beige, con alto porcentaje de clastos de corales en

una matriz de calcarenitas arcillosas bioturbadas. Se observan figuras de carstificación y de calichificación.

Las Calizas de Ahuyamas están en contacto normal con el miembro inferior de la Fm Cercado; se individualizan por el aumento de la cantidad y el tamaño de los cantos coralinos.

A techo, el contacto con las siltitas y margas de la Fm Gurabo no se observa. En La faja Norte, se nota la ausencia de las Calizas de Ahuyamas. Sin embargo las calizas atribuidas a las calcarenitas bioclásticas de la Fm. Cercado, en el Sector de la Canela (Fig. 105) podrían corresponder a una facies peculiar de las Calizas de Ahuyamas retrabajadas y depositadas en secuencias más detríticas y más dístales. Se podría decir lo mismo de las facies de calcarenitas laminadas observadas en la base de las calizas coralinas de la Fm Mao Adentro, en las hojas de Martín García y Mao. El rango de edad atribuido a estas facies (Mioceno superior con posibilidad de Plioceno inferior) permite asignarlas a la Fm Cercado.



Fig. 120: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Facies común polvoroso de las calcarenitas bioclásticas muy arcillosa blanquecina a crema.

Camino de Jaiqui Picado hacia Hundidera 24PU9072 Lat.: 19°4413 / Long.: -70°90982



Fig. 121: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Figuras de bioturbaciones intensas de thalasinoides en calcarenitas muy arcillosa blanquecina bioclásticas.

Camino de Jaiqui Picado hacia Hundidera 24PU9073 Lat.: 19°4421 / Long.: -70°90983



Fig. 122: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas - Detalle de las calizas biotriticas con secciones de tubos de Kuphus (K).

Subida de la Carretera de Santiago a Cuesta Abajo 24PU9074 Lat.: 19°44275 / Long.: -70°91018

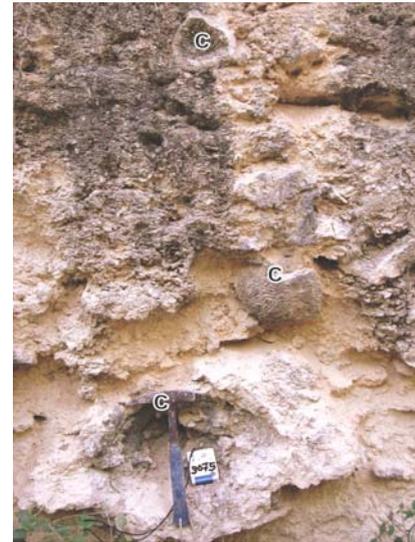


Fig. 123: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas - Detalle de las calizas biotriticas con bloques de corales coloniales (C) retrabajados.

Subida de la Carretera de Santiago a Cuesta Abajo 24PU9075 Lat.: 19°44581 / Long.: -70°91115

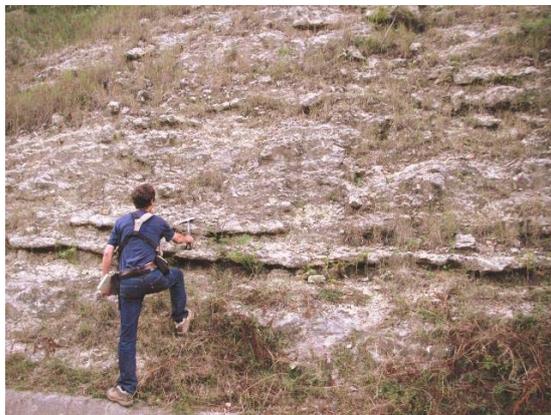


Fig. 124: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Secuencias de 50m con niveles dm de calizas arcillosas beige bioclasticas con clastos dm de corales separados por niveles de margas

Subida de la Carretera de Santiago a Cuesta Abajo 24PU9017 Lat.: 19°43478 / Long.: -70°85216



Fig. 125: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Secuencias de 50m con niveles dm de calizas arcillosas beige bioclasticas con clastos dm de corales separados por niveles de margas

Subida de la Carretera de Santiago a Cuesta Abajo 24PU9017 Lat.: 19°43478 / Long.: -70°85216

En conclusión, en el marco de este proyecto, la parte media alta de la Fm Cercado fue estudiada en detalle en 3 cortes sedimentológicos y con 19 dataciones micropaleontológicas (3 en levigados y 16 en laminas delgadas). La ubicación y el resumen de las dataciones de estos datos se presentan a continuación (Fig. 126). Las faunas y las descripciones están detalladas en las fichas descriptivas en anexo a este informe.

Los resultados proporcionan edades desde el Mioceno medio a superior, con unas dataciones hasta el Plioceno inferior, incluyendo las muestras al Norte de la falla de Mao.

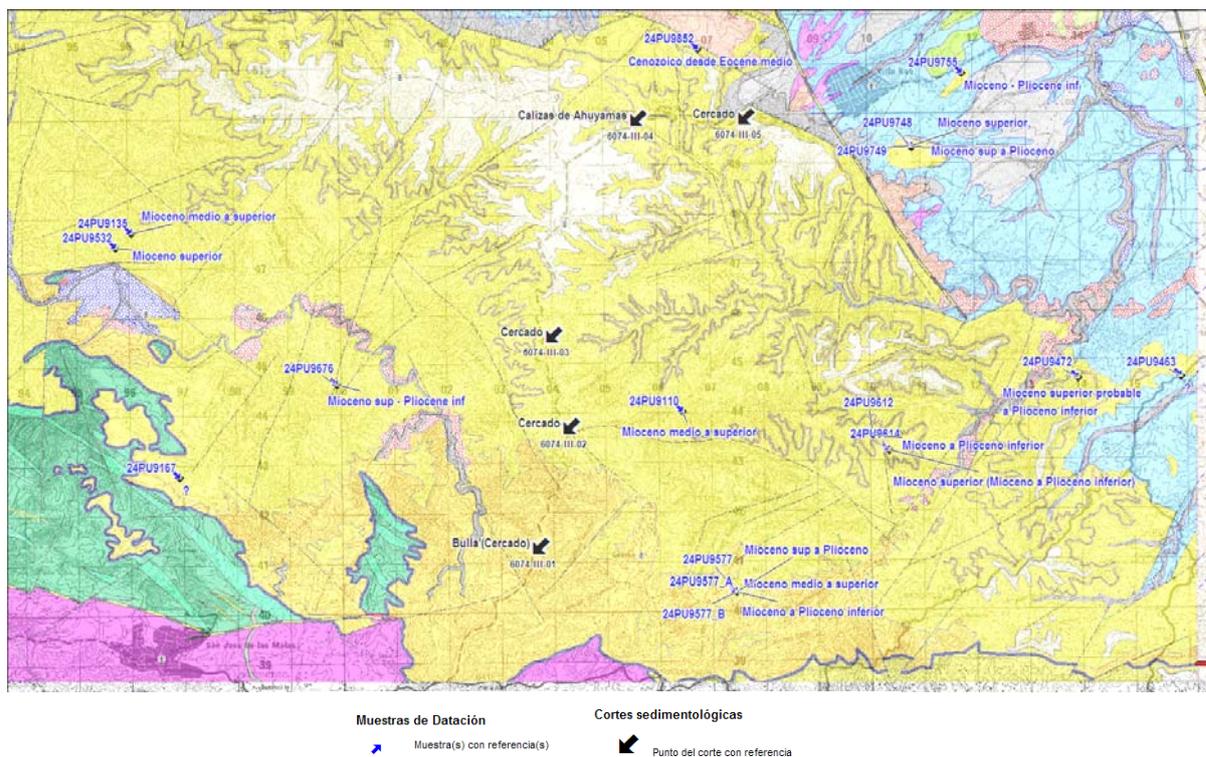


Fig. 126: Fm Cercado - Mapa de ubicación y resultados principales de las dataciones de las muestras

# muestra	Tipo	Long. (WGS84)	Lat. (WGS84)	Edad atribuida
24PU9110	LAM	-70,84260	19,38280	Mioceno medio a superior
24PU9135	LAM	-70,94200	19,41530	Mioceno medio a superior
24PU9167	LAM	-70,93320	19,37070	indeterminable
24PU9258	LAM	-70,92820	19,46680	Mioceno superior
24PU9358	LAM	-70,99380	19,41740	indeterminable
24PU9463	LAM	-70,75280	19,38940	indeterminable
24PU9472	LAM	-70,77140	19,38900	Mioceno superior probable a Plioceno inferior
24PU9532	LAM	-70,94480	19,41260	Mioceno superior
24PU9577_A	LAM	-70,83280	19,35000	Mioceno a Plioceno inferior
24PU9577_B	LAM	-70,83280	19,35000	Mioceno medio a superior
24PU9612	LAM	-70,80840	19,37850	Mioceno a Plioceno inferior
24PU9614	LAM	-70,80540	19,37590	Mioceno superior (Mioceno a Plioceno inferior)

24PU9749	LAM	-70,80170	19,43140	Mioceno superior
24PU9676	LAM	-70,90490	19,38750	Mioceno superior - Plioceno inferior
24PU9755	LAM	-70,79250	19,44480	Mioceno - Plioceno inferior
24PU9852	LAM	-70,83990	19,44900	Cenozoico desde Eoceno medio
24PU9258	LEV	-70,92820	19,46680	Mioceno superior
24PU9577	LEV	-70,83280	19,35000	Mioceno superior a Plioceno
24PU9748	LEV	-70,80140	19,43130	Mioceno superior a Plioceno
Fig. 127: Fm Cercado -Tabla de ubicación y resultados principales de las dataciones de las muestras				

2.4.3. Fm Gurabo - (Plioceno inferior-medio)

2.4.3.1. Generalidades

La Fm Gurabo presenta diversidad de facies a lo largo de las hojas de Santiago Rodríguez, Mao, Martín García, Dajabón y Pepillo Salcedo. La base se ha reconocido en la Presa de Chacuey y en el Río Gurabo (Mao), donde se dispone, a escala de afloramiento, en contacto neto sobre la Fm Cercado. Saunders *et al.* (1986) le atribuyen una potencia de 425 m. En el Río Gurabo Sur, la formación parece pasar gradualmente a las Calizas de Mao Adentro suprayacentes, ya que se intercalan progresivamente en la serie margosa estratos calizos en secuencia estratocreciente.

Saunders *et al.* (1986) describen, para la Fm Gurabo, facies conglomeráticas y arenosas básicas, en concordancia con la Fm Cercado, seguidas de limolitas con foraminíferos, en las que se intercalan areniscas con estratificación cruzada, colonias de corales en *slumps*, parches arrecifales y niveles de moluscos. En el Río Gurabo Sur se han medido, a techo de la formación, unos 60 m de margas azuladas que engloban, en la mitad inferior, niveles de *debris flows* microconglomeráticos y con cantos de escala métrica, seguidos de niveles decimétricos de génesis similar pero con fragmentos de corales.

En la Presa de Chacuey (Hoja de Dajabón) y Las Peñas del Río (hoja Pepillo Salcedo), la Fm Gurabo es calcárea y contiene corales en posición de vida. En la primera localidad existen además corales ramosos transportados acompañando laminas cruzadas de media a gran escala.

La base de la Fm Gurabo se ha datado en el Mioceno superior, mientras que su techo se ha situado en el Plioceno inferior (Saunders et al., 1986). Estas dataciones han sido confirmadas más recientemente a través del estudio de asociaciones de foraminíferos planctónicos (Lutz et al., 2008), donde se le asigna a las margas de Gurabo un rango

temporal de 5,9-4,5 Ma (Messiniense-Plioceno inferior). Una vez más, la potencia de la formación es variable, pero se estimada aproximadamente entre 300 y 400 m. Saunders et al. (1986) describen, para la Fm Gurabo, facies conglomeráticas y arenosas basales, en concordancia con la Fm Cercado, seguidas de varios cientos de metros de limolitas con foraminíferos, en las que se intercalan areniscas con estratificación cruzada, colonias de corales en slumps, parches arrecifales y niveles de moluscos. Erikson et al. (1998) describe la base de la Fm Gurabo como un contacto neto sobre la Fm Cercado. En su mayor parte, la Fm Gurabo está formada por margas y limos calcáreos, con abundantes microfósiles y, en menor medida, corales solitarios, moluscos y restos de corales coloniales. En general, las facies se hacen más masivas y finas hacia el techo de la unidad.

Dentro de los trabajos desarrollados en el proyecto SYSMIN, la Fm Gurabo se describe como una serie homogénea de margas azuladas que intercalan, en su parte superior, niveles de arenas y debris flows conglomeráticos seguidos de niveles de génesis similar, con fragmentos de corales y otros bioclastos. La Fm Gurabo se apoya en contacto paraconforme, o con ligera discordancia cartográfica, sobre la Fm Cercado. Al Oeste de Río Gurabo Bernardez (2004) describe una discontinuidad entre la Fm Cercado y Gurabo. Esta discontinuidad sedimentaria se registra mediante el desarrollo de una superficie de omisión sedimentaria (hardground) a techo de las Calizas de las Ahuyamas, sobre la que se forma un depósito conglomerático, interpretado como un "lag" transgresivo.

Aunque en el grueso de la formación la macrofauna suele ser inexistente, cerca de su techo los niveles margosos contienen abundante fauna de carácter marino somero, como pectinides, ostreidos, gasterópodos, equinodermos, algas calcáreas y fragmentos de corales. La unidad parece pasar gradualmente a las Calizas de Mao Adentro, ya que se intercalan progresivamente estratos de calizas bioclásticas en la serie margosa en secuencia estratocreciente. En la parte alta de la formación, Ardévol (2004) describe también areniscas con estratificación cruzada, así como la existencia de numerosos biohermos de corales en posición de vida y niveles de corales ramosos retrabajados. Es destacable también la mención de rizolitos y evidencias de exposición subárea a techo de la unidad.

En el marco del presente proyecto se han estudiadas dos secciones en parte alta de la Fm Gurabo. En el corte de la Cañada, en la hoja de Santiago, dominan ampliamente las facies de margas grises, masivas, en ocasiones algo arenosas. Poseen hacia su parte alta acumulaciones de restos vegetales y fósiles dispersos de gasterópodos, en general bien

conservados. Aparecen a diferentes alturas dentro de la serie niveles decimétricos y centimétricos de arenas medias, con porcentajes variables de bioclastos. Hacia techo, las margas se hacen progresivamente más arenosas y en la serie se intercalan numerosos episodios, decimétricos, de arenas con un alto contenido en fósiles (gasterópodos, bivalvos, corales solitarios). La fauna se encuentra, en general, muy fragmentada. Estos niveles se acuñan lateralmente, poseen granoclasificación normal y base ligeramente erosiva.

En la hoja de Villa Vásquez, en el flanco Norte de la cuenca del Cibao la sección estudiada está formada por unos 70 m de margas grises-azuladas, bioturbadas, con un alto contenido en microfósiles y gasterópodos. Hacia techo las margas incorporan niveles de unos 10-20 cm de calcarenitas muy bioclásticas (algas, moluscos y corales coloniales), con granoclasificación positiva y base erosiva.

Las asociaciones faunísticas estudiadas dentro de la Fm Gurabo indican un incremento progresivo de la profundidad, desde 20-50 m, cerca de su base, hasta 100-400 cerca de su techo (Van den Bold, 1988; Erikson, 1992). Partiendo de las calizas de las Ahuyamas, en su base, la Fm Gurabo muestra una secuencia de profundización hacia techo, que se inicia en un sistema (para)arrecifal y finaliza en un medio de plataforma siliciclástica externa, por debajo de las Calizas de Mao Adentro (ver más adelante) (McNeill et al., 2008). Para Ardèvol (2004), que estudia exclusivamente la parte más alta de la Fm Gurabo, el medio de depósito puede interpretarse como ambientes marinos transicionales o costeros (marismas lagunas, llanuras y canales mareales, etc.).

Las secciones analizadas registran una progresiva somerización hacia techo de la Fm Gurabo, si bien esta disminución de la profundidad se muestra de forma diferente en función del sector considerado y del tipo de ambiente sedimentario en las zonas costeras.

De esta forma, en la hoja de Villa Vásquez, se produce una somerización en una plataforma marina siliciclástica que se registra mediante la aparición de bancos de calcarenitas bioclásticas. Cada uno de estos episodios representa la llegada de sedimentos erosionados en la franja costera, transportados hacia la cuenca mediante corrientes de resaca, quizá durante grandes tormentas.

Una interpretación similar puede hacerse de la sección estudiada en el corte de La Cañada (Santiago). En este caso, el área costera que alimenta los depósitos de tormentas sería de

naturaleza más siliciclástica, probablemente de mayor influencia deltaica por ubicarse en el piedemonte de la Cordillera Central que en el caso de Villa Vázquez ubicado en el flanco norte de la cuenca

2.4.3.2. Descripción particular a la Hoja

La Fm Gurabo ocupa 52.7 km² (10.8%) de la superficie de la hoja (Fig. 128). Ocupa gran parte del límite oriental de la hoja en el piedemonte de la meseta constituida de los depósitos de la Fm Cercado. En la parte norte la Fm Gurabo se alarga en las depresiones bordeando la Loma Come Gente y está limitada al Sur por la misma meseta de Jaiqui Picado – Potrero. Al Noreste aflora en las riberas localmente abruptas del Río Yaque.

Su disposición está controlada por los accidentes que bordean la meseta constituida de los depósitos de la Fm Cercado, tanto al Este como al Norte. También está controlada por los accidentes relacionados con la falla de Mao en el Norte de la hoja.

Generalmente ocupa depresiones con escasos afloramientos naturales. Las riberas del Río Yaque y los afloramientos antrópicos del Talud del Canal Navarrete - Río Yaque del Norte ofrecen los afloramientos más característicos.

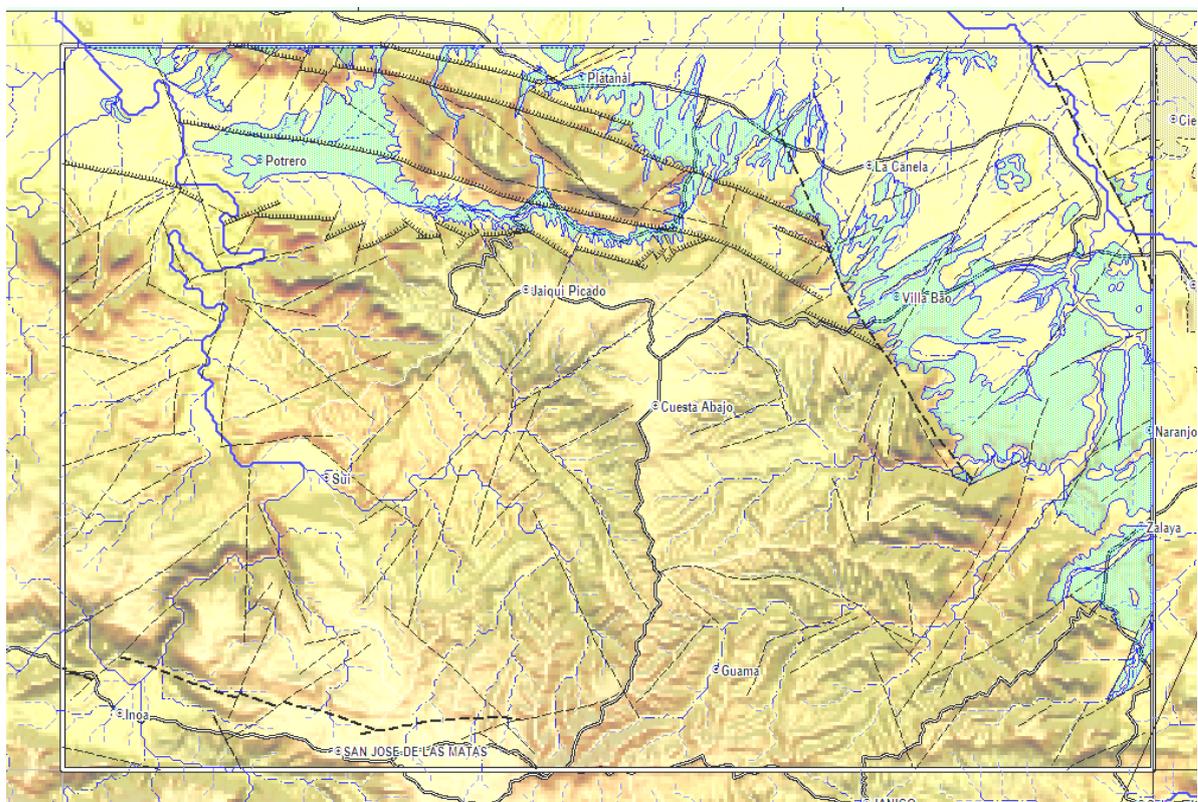


Fig. 128: Fm Gurabo - Esquema de ubicación en el marco de la hoja de San José de las Matas. Principales fallas con fondo del modelo numérico de terreno.

2.4.3.2.1. Fm Gurabo - margas de cuencas, grises a ocre, con intercalaciones de siltitas calcáreas (13) Plioceno inferior-medio.

La Fm Gurabo está constituida de margas siltíticas con intercalaciones paralelas continuas de siltitas calcáreas, localmente arenosas hacia techo (Fig. 129 a Fig. 130). Puede existir secciones de margas masivas homogéneas, de aspecto noduloso con la meteorización, sin estratificación visible.

El color es gris azulado a gris claro, localmente caqui, beige cuando meteorizado. La macro fauna es escasa, constituida de unos clastos de corales solitarios, moldes de gasterópodos o bivalvos generalmente fragmentados. Aparecen más frecuentes en los niveles siltíticos a arenosos. Por lo general, la estratificación es inclinada hacia el NNE entre 5 y 20°, pero en varios afloramientos se observan buzamientos muy fuertes que pueden llegar a 35° testigos de una actividad tectónica post-sedimentaria. Estos buzamientos acentuados se encuentran en el sector de La Loma Come Gente y Potrero (24PU9254 Lat.: 19°46134 / Long.: -70°9043), donde se observan además las trazas de las fallas normales que basculan las alternancias de margas y siltitas.



Fig. 129: Fm Gurabo - Farallón de siltitas y areniscas calcáreas con niveles 20 - 30cm regulares y planares horizontales. Cobertura métrica de una terraza aluvial con matriz rojiza.

Canal Yaque del Norte hacia Villa González 24PU9865 Lat.: 19°45204 / Long.: -70°74966



Fig. 130: Fm Gurabo – vista del paisaje de la Fm Gurabo en el piedemonte de la meseta de Jaiqui Picado

Carretera de la Canela hacia Mao y Esperanza 24PU9192 Lat.: 19°48869 / Long.: -70°85521



Fig. 131: Fm Gurabo – Farallón de 30m de margas siltosas masivas homogéneas de color gris poca estratificadas con 3 niveles siltosos arenosos con macrofósiles de pectinides



Fig. 132: Fm Gurabo - Farallones de 40m de margas grises estratificadas, meteorizadas a beige al techo

Río Amina en Paso de Higüerito 24PU9803 Lat.: 19°48355 / Long.: -70°98669

Camino de La Cruz La Charca hacia el Naranjo y Guayacanal 24PU9448 Lat.: 19°40727 / Long.: -70°76313

La potencia de la formación oscila entre 200m y 0m en el marco de la hoja. El contacto con la Fm Cercado infrayacente (Calizas de Ahuyamas o Miembro inferior) es por falla en el borde de la meseta. El desnivel supera 300m, entre la elevación máxima de las Calizas de Ahuyamas de la meseta (500m) y la Fm Gurabo del piedemonte (200m).

En el sector de Loma Vallecito, al Noroeste de Villa Bao, no existen las margas de la Fm Gurabo entre la Fm Cercado y las calizas coralinas de Mao Adentro. Considerando la Fm de las Calizas de Mao Adentro como la unidad terminal de somerización de la Fm Gurabo es posible que, en este sitio que constituía un alto, no se han depositado las margas pero una construcción coralinas coetánea o posterior de los depósitos margosos de la cuenca.

Esta laguna sedimentaria de las margas puede relacionarse con la discontinuidad entre las formaciones Cercado y Gurabo, descrita por Bernardez (2004), al Oeste de Río Gurabo; puede relacionarse también con la discontinuidad entre las Calizas de Ahuyamas de la Fm Cercado y la Fm Mao, visible en la zona de La Angostura-Los Melados (hoja de Santiago), que corresponde en este caso a una superficie carstificada. Fenómenos de carstificación a techo de la Fm Cercado se observan en el sector de Dicayagua-Zalaya, al Sureste de la presente hoja.

A techo, la Fm Gurabo pasa progresivamente a la Fm Mao Adentro (ver la descripción de esta transición en el capítulo de la Fm Mao Adentro).

Saunders (2004) realizó muestreos y dataciones de microfauna y macrofauna en cuatro ocurrencias de la Fm Gurabo. En el marco del proyecto presente se realizó cuatro dataciones de microfauna en laminas delgadas. Los resultados están resumidos en las tablas y figuras a continuación (Fig. 133 y Fig. 134). Los resultados de Eradata están detallados en un anexo a este Informe.

De estas dataciones resalta la posibilidad de una edad Mioceno superior terminal (Messiniense) para la base de la Fm Gurabo. Estas dataciones son coherentes con los resultados del estudio de asociaciones de foraminíferos planctónicos (Lutz et al., 2008), donde se le asigna a las margas de Gurabo un rango temporal de 5,9-4,5 Ma (Messiniense-Plioceno inferior).

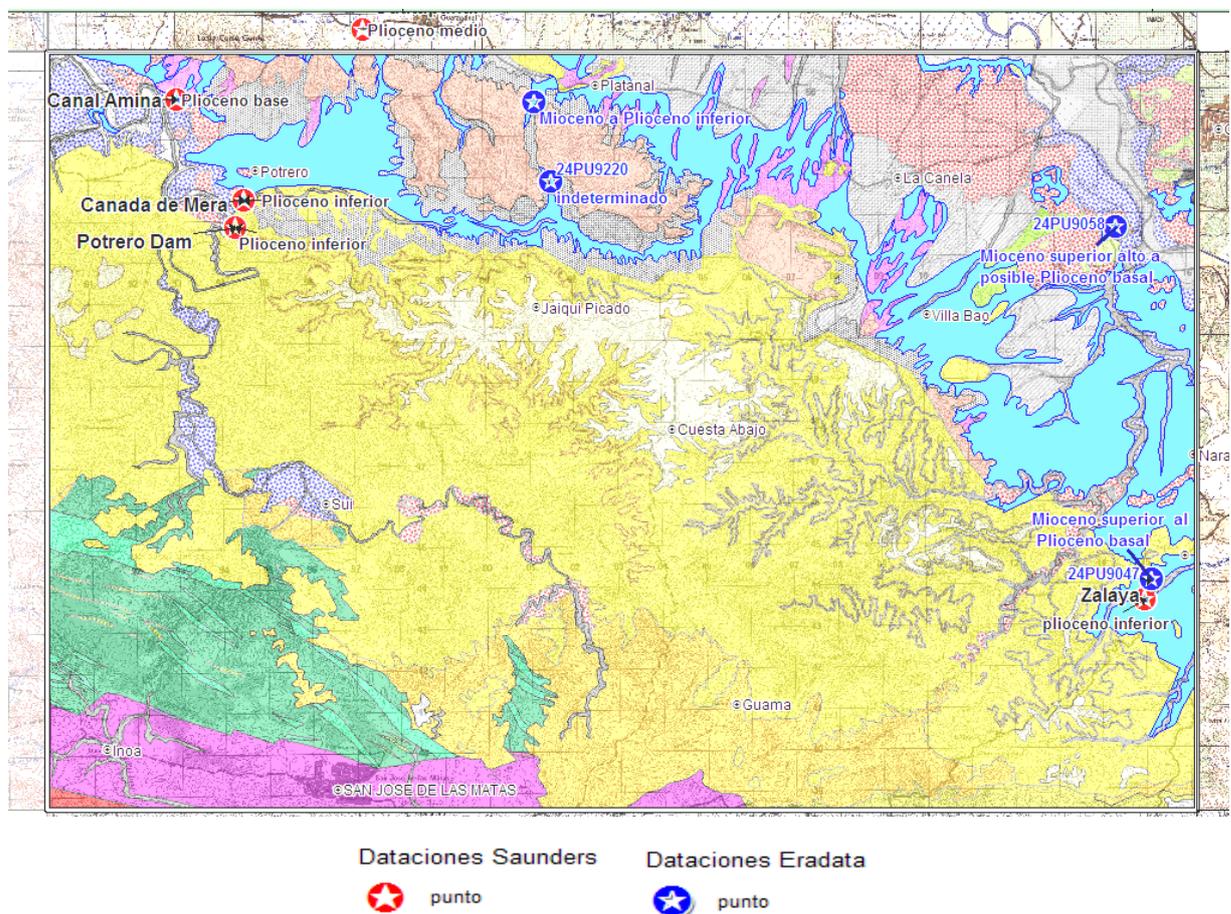


Fig. 133: Fm Gurabo - Ubicación y resultados de las muestras de dataciones realizadas por Saunders (2004) y (Eradata 2008)

Localidad	MUESTRAS	LONGITUD WGS 84	LATITUDE WGS 84	EDAD	ZONA	Medio de sedimen tación	comentarios
Guatapanal (Saunders)	NMB 16958	-70°93122	19°50507	Plioceno medio	NN15	deep water open marine assembl age	Siltita calcárea arcillosas con corales ramosos esparcidos
Canal Amina (Saunders)	NMB 16957	-70°97184	19°48977	Plioceno base		deep water open marine assembl age	
Potrero Dam (Saunders)	NMB 16949	-70°95890	19°46133	Plioceno inferior	NN12	open marine in shore conditio ns	
Cañada de Mera (Saunders)	NMB 16952	-70°95719	19°46743	Plioceno inferior	NN12		
Zalaya (Saunders)	NMB 17312	-70°76116	19°37974	Plioceno inferior	NN14		siltitas calcáreas con escasos nivelillos bioclásticos: lentes conglomerática s y al este lignitos
Zalaya (Eradata)	24PU9047 CT	-70°75960	19°38390	intervalo Mioceno superior (Tortoniano medio – Biozona M13a) au Plioceno basal (biozona PL1).			Cuenca batial
PELBIOMICRITE SILTEUSE - PELBIOSILTITE							
La Herradura (Eradata)	24PU9058 CT	-70°76750	19°46150	Mioceno superior alto (Messiniense superior) á posible Plioceno basal (Zancléense) Biozona M14 á PL1 con presunción a biozona PL1 inferior.			Marino, batial
Orbulina universa d'ORBIGNY Neogloboquadrina acostaensis (BLOW)							
Globorotalia tumida tumida (BRADY)							
Sphaeroidinella cf. dehiscens (PARKER & JONES)							
Sphaeroidinellopsis seminulina (SCHWAGER)							
Neogloboquadrina dutertrei (d'ORBIGNY)							
Globoquadrina dehiscens (CHAPMAN, PARR & COLLINS)							

<p>Globigerinoides obliquus BOLLI</p> <p>Globigerinoides trilobus (REUSS)</p> <p>Globigerina nepenthes TODD ?</p> <p>Amphistegina tuberculata BERMUDEZ</p> <p>Amphistegina cf. guraboensis BERMUDEZ</p> <p>Amphistegina bowdenensis BERMUDEZ</p> <p>Sphaerogypsina sp.</p> <p>Pequeños debris de Lepidocyclinidae</p>					
Guatapanal (Eradata)	24PU9220 CT	-70°89030	19°47140	No determinable	Organismos viviendo en un medio litoral (infra litoral) con evolución diagenética en medio litoral.
Hundidera (Eradata)	24PU9226 CT	-70°89400	19°48880	Mioceno á Plioceno inferior Presunción para el intervalo Mioceno medio a superior pero ningún criterio absolutamente discriminante.	facies batial probablemente e turbidítico de medio circalitoral a epibatial retrabajando sedimentos de plataforma carbonatada
<p>Foraminíferos planctónicos</p> <p><i>Globigerinoides trilobus</i> (REUSS)</p> <p><i>Globigerinoides extremus</i> BOLLI & BERMUDEZ ?</p> <p><i>Globoquadrina altispira</i> (CUSHMAN & JARVIS)</p> <p>Foraminíferos benticos</p> <p>Escasos especies retrabajadas desde un dominio litoral</p> <p><i>Amphistegina cf. bowdenensis</i> BERMUDEZ</p> <p>Planorbulinidae (en costra sobre un debris de coral)</p>					
<p>Fig. 134: Resultados de las dataciones realizadas por Saunders (1986) y por Eradata (2008) en la Fm Gurabo</p>					

2.4.4. Fm Mao Adentro (Plioceno inferior-medio)

2.4.4.1. Generalidades

Anteriormente las Calizas de Mao Adentro fueron consideradas como la parte basal de la Fm Mao. Dicha formación es conocida exclusivamente en la parte occidental del Valle del Cibao.

Esta compuesta por un conjunto de facies muy heterogéneas que reflejan un amplio abanico de medios sedimentarios, en su mayor parte de naturaleza costera. Erikson et al. (1998) describen la base de la Fm Mao como un contacto neto y erosivo, desarrollado sobre las

margas y limos de la Fm. Gurabo, que se encuentra tapizado por conglomerados y arenas de talud. Por otro lado, los trabajos realizados dentro del proyecto SYSMIN anterior han demostrado que el límite entre ambas formaciones es complejo y de naturaleza muy variable según la zona de la cuenca considerada.

De esta forma, algunos investigadores han definido un tramo de calizas arrecifales entre las formaciones Gurabo y Mao, denominadas Calizas de Mao Adentro, atribuidas al Plioceno inferior-medio. Estas calizas han sido interpretadas como de armazón y talud arrecifal. Estas, cuando afloran, constituyen el miembro superior de la Fm. Gurabo y esto supone la finalización de una secuencia de somerización que se inicia aproximadamente a la mitad de la Fm. Gurabo y que culmina, en la parte alta de la serie, con el desarrollo de sistemas costeros o incluso con la emersión del techo de la unidad en algunos sectores occidentales de la Cuenca.

En este sentido, este mismo grupo de trabajo (p.e. Urien y Bernardez, 2004) ha descrito otras unidades siliciclásticas, de pequeña potencia y naturaleza deltaica, que reflejan esta somerización, situadas sobre el techo de las margas de la Fm Gurabo y bajo estas Calizas de Mao Adentro (p.e.) las Areniscas y margas de las Caobas.

Saunders et al. (1986) y Erikson et al. (1998) describen en la Fm. Mao un término basal terrígeno grosero, mal clasificado, al que sigue un intervalo predominantemente limoso pero con pequeñas intercalaciones clásticas y calcareníticas. Dentro de las intercalaciones de la parte alta de la serie, más finas, son muy frecuentes las calizas con bloques de corales arrecifales. El conglomerado y las arenas básicas, de unos 100 metros, presentan morfologías canaliformes y estratificaciones cruzadas de gran escala y alta inclinación sedimentaria. Hacia la parte media de la Fm Mao aparece un tramo muy potente, formado por calizas con restos de corales coloniales en bolos, que se alternan con los limos y margas grises pliocenos. Hacia techo, los limos de la parte superior de la unidad se hacen progresivamente más arenosos, a la vez que comienzan a aparecer grandes bloques de calizas arrecifales aislados en la matriz detrítica fina.

Esta descripción de la Fm. Mao ss. es bastante coherente con la realizada por Ardévol (2004) y Bernárdez (2004). Para estos últimos la Fm Mao está 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.

Estas calizas presentan regionalmente una firma morfo-estructural muy relevante. Constituyen una meseta calcárea subhorizontal o poco inclinada al Norte, orientada NNO-ESE en una franja a lo largo del Valle del Río Yaque del Norte (Fig. 135). Se extiende desde

Guayubin hasta el límite de la hojas de San José de las Matas y Santiago. Sin tener una firma tan marcada, otras ocurrencias aparecen en las hojas de Pepillo Salcedo, Dajabón, Villa Vázquez y El Mamey. Su extensión longitudinal supera los 100 km en el Sur del Valle del Río Yaque y 25 km en el Norte del Valle, a lo largo de la terminación occidental de la Cordillera Septentrional.

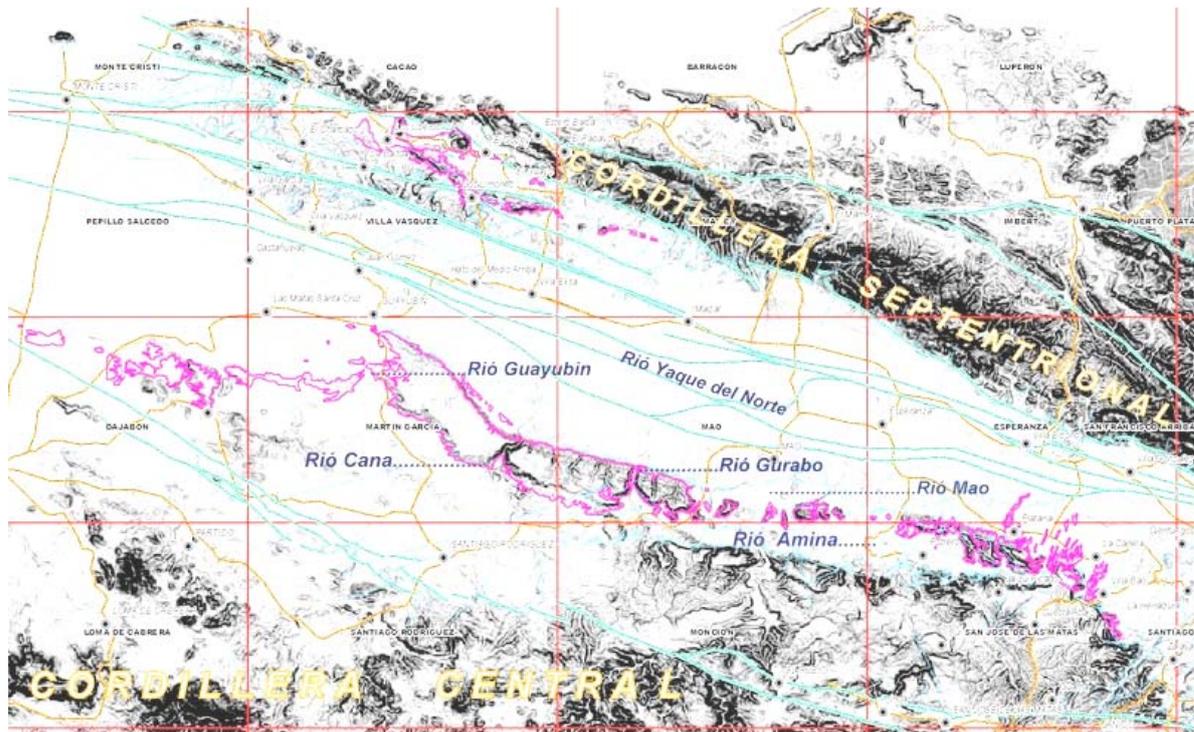


Fig. 135: Fm Mao Adentro – Ubicación regional de la Fm (rosado) asociada al gradiente de talud deducido del SRTM en la parte occidental del Valle del Cibao.

Los afloramientos de la Fm, Mao Adentro son por lo general muy mediocres, cubiertos por una vegetación tupida espinosa desarrollada en facies de rocas carstificadas. El mejor afloramiento está ubicado en el río Cana, en la hoja de Martín García, al que Saunders *et al* (1986) atribuyen una potencia de 340 m. En la actualidad, el estratotipo original de Mao Adentro, se encuentra prácticamente cubierto; presentaba unos 20 m de la base de la Fm Mao Adentro en la transición con la Fm 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 Fm Gurabo. El techo de la Fm Mao Adentro no aflora en ningún punto, siendo el contacto con la Fm Mao suprayacente 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.

2.4.4.2. Descripción particular a la Hoja

Para esta formación se describen dos unidades, con de muro a techo:

- calizas micríticas arrecífales carstificadas y calizas margosas coralinas que corresponden al facies típico y habitual de la formación,
- rellenos de cañones con coluviones y aluviones, constituidos de gravas, bloques, arenas y arcillas, localmente estratificadas en brechas monomíticas de calizas coralinas. Esta facies tiene importancia por su presentación muy peculiar y sus implicaciones en la evolución tectonoestructural del la Cuenca del Cibao.

2.4.4.2.1. Fm Mao Adentro. Calizas micríticas arrecífales karstificadas - calizas margosas coralinas (14). Plioceno inferior a medio

Las calizas micríticas arrecífales presentan condiciones de afloramientos muy deficientes, estando intensamente cubiertas por vegetación y difícilmente accesibles. Forman un rosario alargado ONO–ESE, constituido de una secuencia de mesetas en las Lomas Come Gente, Cerro Potrero, Atravesada, La Capilla, Hatillo y Vallecito (Fig. 136).



Fig. 136: Fm Mao Adentro –. Vista del rosario de lomas y cerros en el sector de Come Gente.



Fig. 137: Fm Mao Adentro – Vista del nivel de calizas masivas de la loma de Hatillo, expuesto en una cicatriz de deslizamiento en masa

Vista hacia el este desde 24PU9236 Lat.: 19°46289 / Long.: -70°88639 (Camino de Sto. Lorenzo hacia Hundidera)

Los flancos están cubiertos de una vegetación tupida (Fig. 137) con escasos caminos y las mesetas, cuando tienen extensión, están cubiertas con una vegetación de pasto desarrollada encima de suelos marrones a naranjos y arcillas rojizas de descalcificación (Fig. 138 y Fig. 139). Localmente aparecen cantos o bloques de corales coloniales de tamaño decimétrico (Fig. 140 y Fig. 141). Existen unas dolinas de extensión infra-hectométricas, no cartografiables, en los puntos Lat.:19°476722 Long:-70° 893482, Lat.: 19°47243 / Long.: -70°87614, Lat.: 19°47035 / Long.: -70°87671.

En la zona oriental, las calizas micríticas muy karstificadas y desmanteladas, afloran en el camino Guayaacanal-Villa Tabacalera (Fig. 142 y Fig. 143). La muestra 25PU9745 estudiada en corte transparente corresponde a una facies de biocalcarenita correspondiendo a una biomícrita muy recristalizada, con frecuentes foraminíferos béticos recristalizados y fragmentados *Amphistegina* sp., pequeños miliolides (*Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp. y *Discorbidae*) Se notan también unos fragmentos de corales, equinides, y bivalvos . La matriz de origen micrítica es muy recristalizada en microesparita y esparita.

La facies correspondería a un desmantelamiento de plataforma arrecifal. Cabe señalar la ausencia de elementos y constituyentes terrígenos en la muestra.



Fig. 138: Fm Mao Adentro – Vista de la meseta de Vallecito desde el SE, suelo marrón, con el contacto por falla de la Fm Cercado al Sur y la Fm Mao Adentro al Norte

Camino a pie desde la Canela a Vallecito y Jaiqui Picado 24PU9851 Lat.: 19°44901 / Long.: -70°83976



Fig. 139: Fm Mao Adentro - Vista de la meseta de Vallecito desde el NE, con el contacto por falla de la Fm Cercado al Sur y la Fm Mao Adentro al Norte

Camino a pie desde la Canela a Vallecito y Jaiqui Picado 24PU9840 Lat.: 19°46025 / Long.: -70°83618



Fig. 140: Fm Mao Adentro – Arcillas rojizas de descalcificación en parches, en la meseta de Vallecito.

Camino a pie desde la Canela a Vallecito y Jaiqui Picado
24PU9843 Lat.: 19°45798 / Long.: -70°83725



Fig. 141: Fm Mao Adentro - Plateau con suelos rojizos y bloques de calizas karstificadas y relictos

camino a pie al Norte del Platanal 24PU9830 Lat.:
19°46757 / Long.: -70°87632



Fig. 142: Fm Mao Adentro – Afloramiento de calizas altamente karstificadas

al borde del camino Guayaacanal-Villa Tabacalera 24PU9745 Lat.:
19°42383 / Long.: -70°79849



Fig. 143: Fm Mao Adentro – Aspecto de la calizas altamente karstificadas, muy recristalizadas, probablemente coralinas, de color amarillento rosados naranjo

Al borde del camino Guayaacanal-Villa Tabacalera
24PU9742 Lat.: 19°41953 / Long.: -70°79768



Fig. 144: Fm Mao Adentro – suelos negros y cantos de calizas coralinas

Bajada de Vallecito a Hatillo 24PU9858 Lat.: 19°45214 /
Long.: -70°84505



Fig. 145: Fm Mao Adentro - Cantos de calizas coralinas de tipo platos

Camino a pie al norte de Platanal 24PU9824 Lat.: 19°47035 /
Long.: -70°87671

La transición con la Fm Gurabo infrayacente se observa muy claramente en tres cortes realizados en las lomas La Capilla, Hatillo y Vallecito.

El corte de la loma La Capilla se ubica en el perímetro de la Granja de reproducción de Pollo Cobb Caribe en Guatapanal, de acceso muy restringido por el pueblo de Guatapanal en la hoja de Esperanza. En el punto 24PU9779 aparecen, intercaladas en las margas y siltitas calcáreas de la Fm Gurabo, niveles de acumulaciones monomícticas de clastos coralinos ramosos muy abundantes, en una matriz margosa. Más al Sur, surmontando estas facies se encuentran las calizas micríticas recristalizadas y karstificadas. La muestra 24PU9779 analizada en levigado entregó una fauna abundante con foraminíferos planctónicos diversos, bien conservados y foraminíferos béticos retrabajados desde un medio litoral de plataforma arrecifal. Los clastos de bioclastos (moldes de gasterópodos y trozos de corales) son muy redondeados y retrabajados. La edad atribuida a esta fauna es Zancleense (Plioceno inferior) en la biozona N19 superior o N20.

Foraminíferos planctónicos	foraminíferos béticos
<i>Orbulina universa</i> d'ORBIGNY <i>Orbulina bilobata</i> (d'ORBIGNY) <i>Globigerinoides obliquus obliquus</i> BOLLI <i>Globigerinoides</i> cf. <i>conglobatus</i> (BRADY) <i>Sphaeroidinellopsis seminula</i> (SCHWAGER) <i>Globorotalia</i> cf. <i>exilis</i> BLOW <i>Globorotalia menardii menardii</i> (PARKER, JONES & BRADY) <i>Globorotalia menardii cultrata</i> (d'ORBIGNY) <i>Neogloboquadrina dutertrei</i> (d'ORBIGNY)	<i>Amphistegina</i> sp. <i>Reussella</i> sp. <i>Cibicides</i> sp. Discorbidae <i>Elphidium</i> sp. <i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i> (SILVESTRI) <i>Siphonina</i> cf. <i>tubulosa</i> CUSHMAN. <i>Siphonina bradyana</i> CUSHMAN <i>Uvigerina prohocsidea</i> SCHWAGER <i>Uvigerina rutila</i> CUSHMAN & TODD <i>Uvigerina</i> sp <i>Cassidulina</i> sp. <i>Globocassidulina</i> sp. <i>Bulimina exilis</i> BRADY <i>Angulogenerina</i> ? sp.

Los cortes de las lomas Hatillo y Vallecito llegan más al Sur, hasta la meseta de las calizas karstificadas. En la subida, se encuentran las acumulaciones de corales ramosos y solitarios locamente poco retrabajados (Fig. 148) o muy desorganizados (Fig. 149). Excepcionalmente se encuentran facies arenosas (Lat.: 19°47161 / Long.: -70°89436) y cantos de conglomerados (Lat.: 19°45988 / Long.: -70°82881 y Lat.: 19°46025 / Long.: -70°83618). Estas ocurrencias, de extensión visible muy reducida, son muy similares a las de las Arcillas de las Caobas, descritas en las hojas de Monción y Mao, en el contacto de las formaciones Mao y Gurabo, tal como las acumulaciones de clastos de *Kuphus*, encontradas en la subida de la Loma Vallecito (Lat.: 19°4596 / Long.: -70°8279). Por lo general, la transición hacia las calizas micríticas se hace por aumento de los niveles de calizas coralinas arcillosas (Fig.

150) que pueden aparecer locamente afectados por fallas normales (Fig. 151) ligadas a la falla de Mao.

Los cuerpos de calizas coralinas y sus interdigitaciones con margas de cuenca, con acumulaciones de corales retrabajados, sugieren un sistema de canales en un talud arrecifal; la regular inclinación y el paralelismo de las superficies de truncación a lo largo de la loma Come Gente sugieren el papel de una fracturación extensional, posiblemente en relación con los movimientos precursores de la falla de Mao.

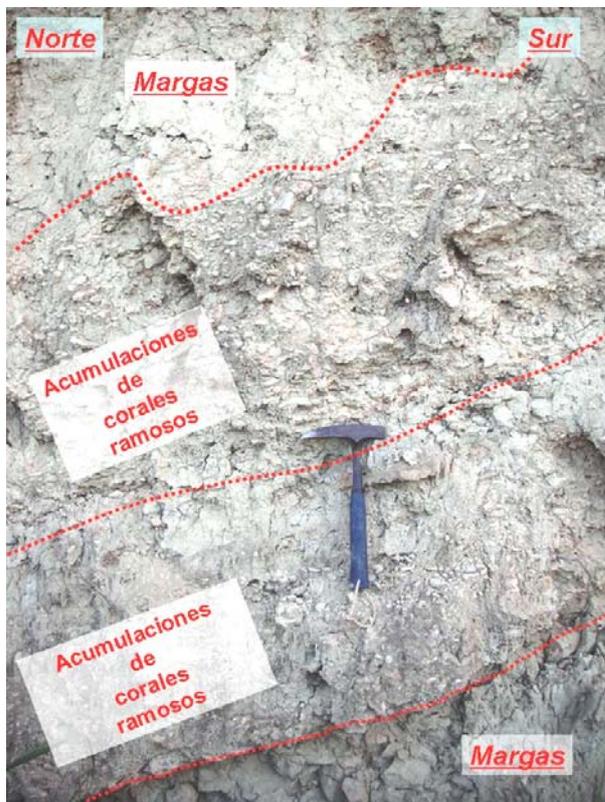


Fig. 146: Fm Mao Adentro – Margas grises con intercalaciones de calizas arcillosas coralinas brechoides con abundantes clastos de corales ramosos en niveles estratificados

Granja de Pollo Cobb Caribe, Guatapanal 24PU9779 Lat.: 19°49525 / Long.: -70°9116



Fig. 147: Fm Mao Adentro – detalle de las acumulaciones de calizas arcillosas coralinas brechoides.

Granja de Pollo Cobb Caribe, Guatapanal 24PU9781 Lat.: 19°49425 / Long.: -70°9121



Fig. 148: Fm Mao Adentro – Margas gris-verdoso, con macrofósiles de corales ramosos en acumulaciones poco retrabajadas

Camino a pie desde la Canela a Vallecito y Jaiqui Picado 24PU9834 Lat.: 19°45901 / Long.: -70°82887



Fig. 149: Fm Mao Adentro – Acumulaciones desorganizadas de corales ramosos (CR) en fragmentos y corales individuales (CI) en margas y lutitas calcáreas

Camino a pie al norte de Platanal 24PU9817 Lat.: 19°47723 / Long.: -70°87523



Fig. 150: Fm Mao Adentro - Alternancias horizontales de niveles de 60cm de calizas coralinas arcillosas con corales ramosos en clastos, en matriz arcillosa verde, con intercalaciones de 30cm de margas y lutitas calcáreas

Camino a pie al norte de Platanal 24PU9816 Lat.: 19°47747 / Long.: -70°87517

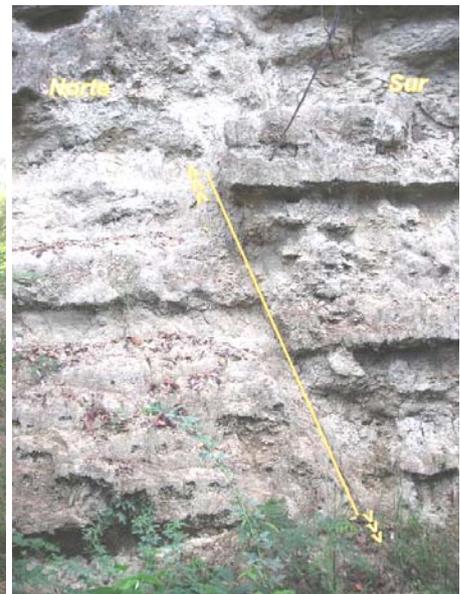


Fig. 151: Fm Mao Adentro – Falla normal en las alternancias. az:170°/ dip 80°

Camino a pie al norte de Platanal 24PU9819 Lat.: 19°47646 / Long.: -70°87518

2.4.4.2.2. Fm Mao Adentro. Relleno de cañones de coluviones y aluviones. Gravas, bloques de arenas y arcillas localmente estratificadas en brechas monomíticas de calizas coralinas mal estratificadas (15) Plioceno medio.

Esta facies no se ha descrito en las memorias de los proyectos anteriores. Se caracteriza principalmente por su presentación morfológica, en lomas en forma de lenguas muy digitadas, estrechas y alargadas ortogonalmente al eje del valle del Río Yaque (Fig. 153 y Fig. 154). Esta formas topográficas peculiares son frecuentes en Hatillo de San Lorenzo (Fig. 155) y al Sur de las Lomas Come Gente-Cerro Potrero (NO de la hoja) y entre Villa Bao y La Canela (Fig. 156) (NE de la hoja).

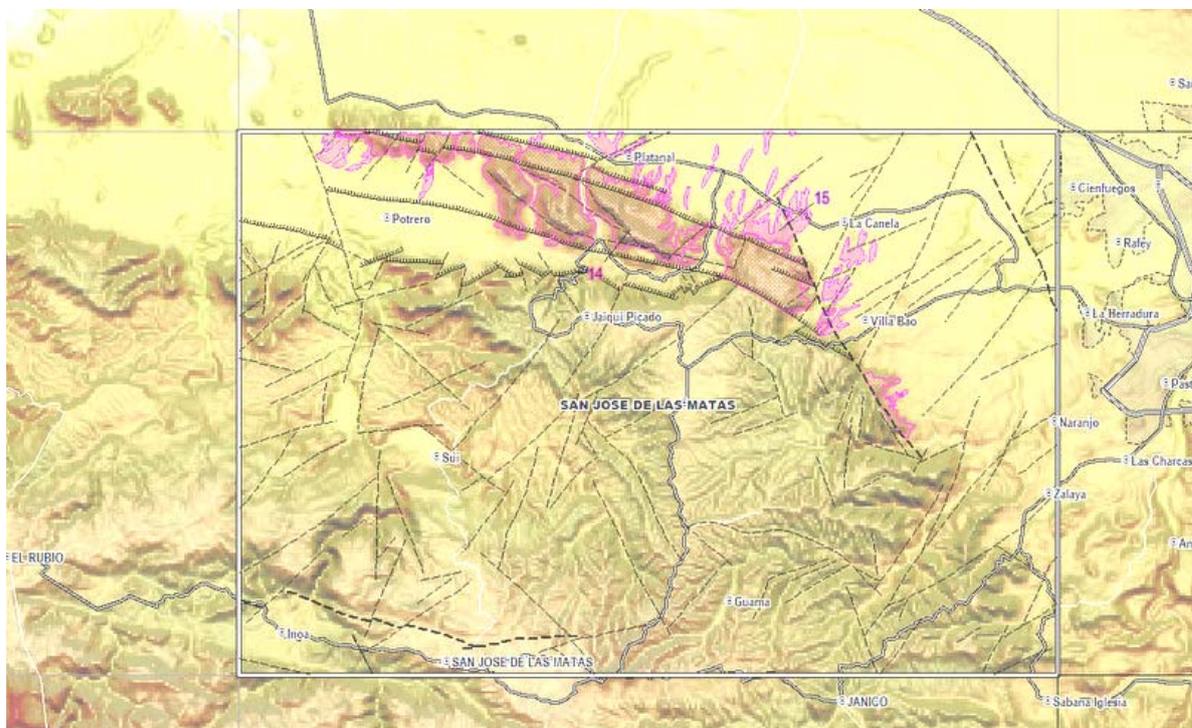


Fig. 152: Fm Mao Adentro – Ubicación regional de la facies de relleno de cañones (15) asociada al gradiente de talud deducido del SRTM en la parte occidental del Valle del Cibao.

La extensión longitudinal es kilométrica a plurikilométrica y la anchura reducida a unos hectómetros. En la falda sur de la Loma Come Gente la morfología de los lóbulos es más masiva. El desnivel entre el llano y la cumbre de las lomas es de 40m máximo.

Estos relieves corresponden a la conservación en coberturas de los depósitos no clasificados, de clastos centimétricos a semi-métricos y bloques redondos a subangulosos, de calizas coralinas karstificadas no disueltas. Los cantos no presentan una estratificación nítida y la matriz calcárea arenosa es muy poco consolidada.

Generalmente, el contacto con la Fm Gurabo infrayacente está tapado por los derrumbes de cantos en las laderas de las lomas. En Potrero, al Noroeste del sector, se observa el contacto con las margas siltosas de la Fm Gurabo, en el talud del canal Amina (Fig. 157 y Fig. 158) así como en la subida desde la granja de Pollo de Cobb Caribe (Fig. 159). En ambos lugares el contacto es erosivo y se observa una secuencia granocreciente con brecha conglomerática estratificada, matriz soportada en la base, que pasa a techo a una brecha cantosoportada de cantos decimétricos a semi métricos, de calizas coralinas (Fig. 160), localmente karstificados (carniolas). Estas carniolas residuales están abundantes en los cantos residuales en el sector de Platanal. Se observan también cantos redondos de rocas ígneas y volcánicas. El suelo de las depresiones intercaladas entre las lomas es un suelo marrón calcáreo, favorable a la cultura del tabaco.

Por sus formas topográficas (en lenguas alargadas ortogonales a la faja de las calizas coralinas de la Fm Mao Adentro y al Valle del Río Yaque) y por su composición casi monomítica de cantos subredondeados de calizas, esta unidad no se relaciona con terrazas del Río Yaque. La presencia de una superficie estructural, inclinada hacia el Norte, en límite norte de una faja ONO- ESE bordeando la meseta de calizas, permite relacionar estas lenguas a rellenos de cañones con materiales de calizas coralinas. Estos cañones erosionan la base de la Fm Mao Adentro, la Fm Gurabo y posiblemente la parte somital de la Fm Cercado, en Platanal y la Canela.

Más al Norte, en la hoja de Esperanza, en el talud del Canal Musieur Bogaert, afloran alternancias decimétricas muy regulares de biocalcareniscas micaceas finas amarillentas y margas grises (Fig. 161) que corresponderían a la zona de lóbulo frontal. Estos deslizamientos y movimientos estarían ligados a un episodio del sistema de la falla de Mao, que se extiende desde Guayubin hasta Villa Bao.

Estas secciones se integran en el esquema propuesto por J.C. Braga (2009) (Fig. 162) para la disposición de estos rellenos de cañones, que se ubicarían en la zona de canal confinado a zona de transición canal abanico. Actualmente estos rellenos afloran en lomas por inversión de relieve, favorecida por la erosión preferencial de las margas de la Fm. Gurabo. En cuanto a la datación de estos rellenos, no se observó el tipo de relación con la Fm Mao detrítica siliclastica suprayacente y cabe señalar la presencia, al Sur de las Lomas Hatillo y Hundidera, de dos importantes deslizamientos en masa, recientes. Estos rellenos son probablemente contemporáneos de una fase tectónica importante, post-Plioceno inferior,

activa en la Zona de Falla de Mao, y anteriores o sincrónicos de los depósitos deltaicos de la Fm Mao, relacionados con el reajuste tectónico de la Cordillera Central.

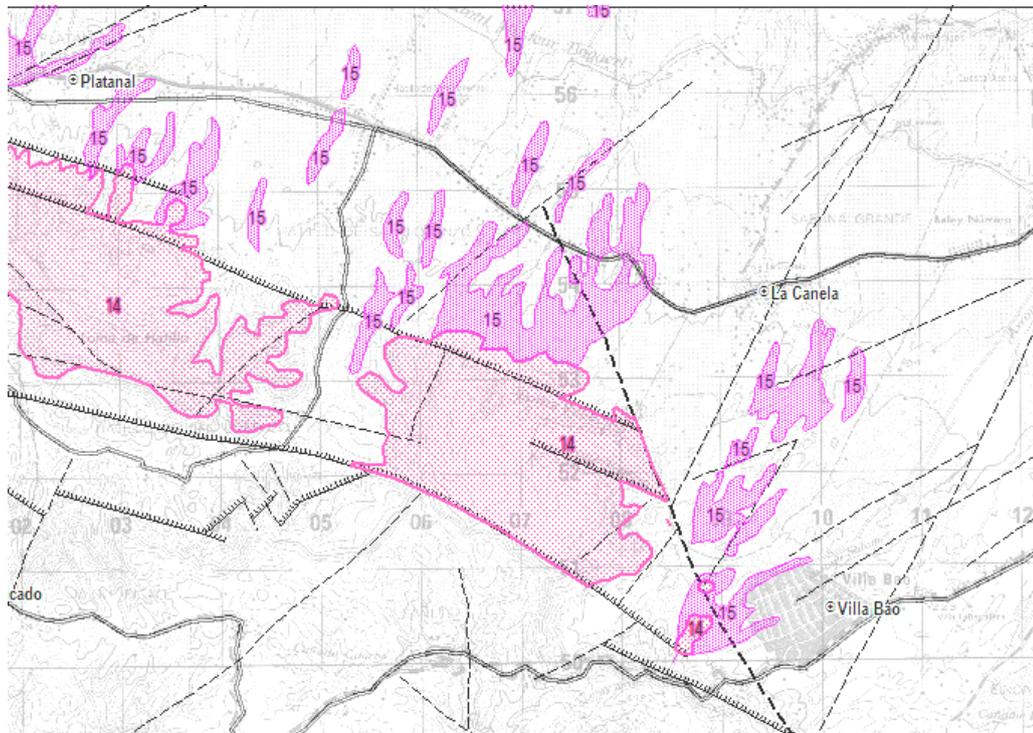


Fig. 153: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Detalle del aspecto topográfico de paleocañones (15) en el sector de Villa Bao y Las Canela, y las mesetas karstificadas de Hatillo y Vallecito (14)



Fig. 154: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Vista Google Earth de las firmas topográficas del relleno de paleocañones (naranja) en el sector de Platanal, desde la meseta de la Loma Capilla, en las calizas de Mao Adentro (rosado)



Fig. 155: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Paisaje de los lóbulos coluvio-aluviales (C) en relieve, encima de las margas siltosas de la Fm Gurabo (A) al Norte de la Loma Hatillo, en calizas micríticas karstificadas (B)

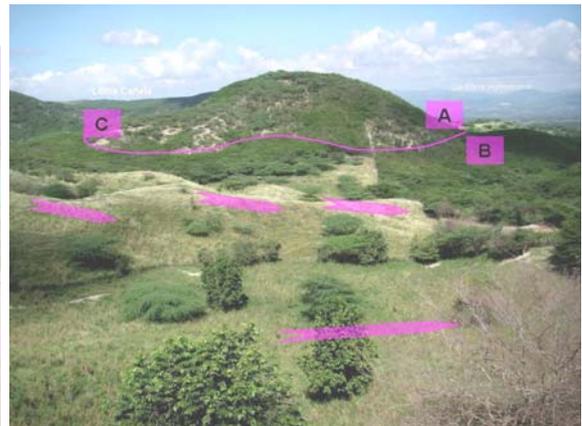


Fig. 156: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Paisaje de los lóbulos coluvio-aluviales (B) en relieve, encima de un mogote de calizas karstificadas (A) al Oeste de la Villa

Vista desde Platanal o Piedra Gorda en la Carretera de la Canela hacia Mao y Esperanza 24PU9196 Lat.: 19°495 / Long.: -70°87952

Calle de Villa Bao en la carretera San José de Las Matas-Santiago 24PU9764 Lat.: 19°44043 / Long.: -70°81813

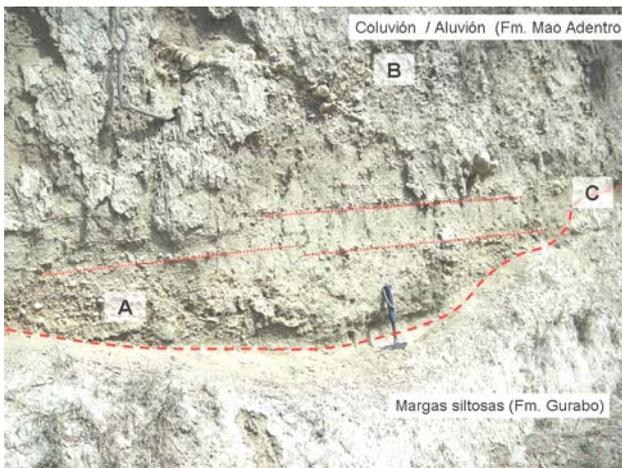


Fig. 157: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Corte con el contacto de las brechas monomíticas estratificadas (A) o coluviales (B) de calizas coralinas estratificadas erosionando la Fm Gurabo en un contacto ondulado (C) en Potrero.



Fig. 158: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Detalle de la brecha coluvio-aluvional de la formación Mao Adentro con la clasificación granocreciente

Sur de Loma Come Gente Camino del canal de Potrero hacia a Esperanza 24PU9794 Lat.: 19°49111 / Long.: -70°97468

Camino del canal de Potrero hacia Esperanza 24PU9794 Lat.: 19°49111 / Long.: -70°97468

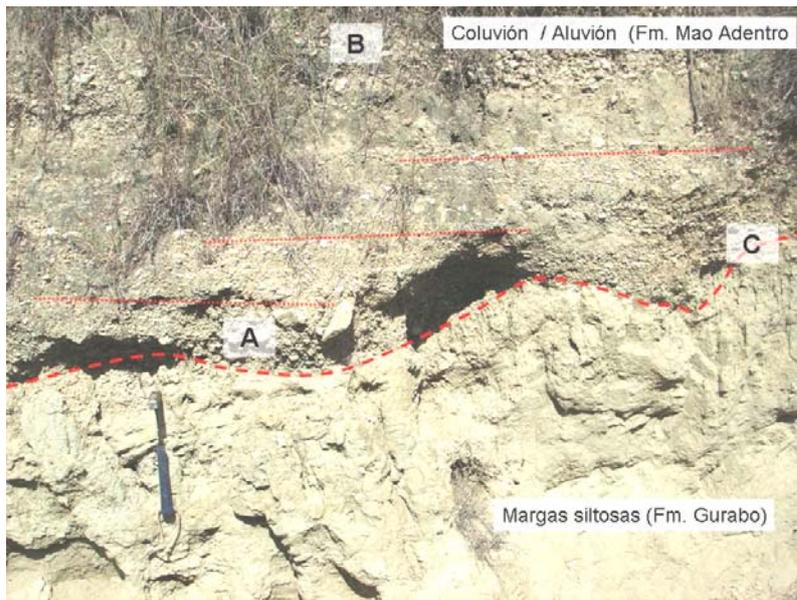


Fig. 159: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Contacto de las brechas monomíticas estratificadas (A) o coluviales (B) de calizas coralinas estratificadas erosionando la Fm Gurabo en un contacto ondulado (C) al Norte de la Loma Capilla

Loma Capilla Granja de Pollo Cobb Caribe 24PU9783 Lat.: 19°49591 / Long.: -70°91054



Fig. 160: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Bloques semi-métricos de corales coloniales derrumbados

Cuneta de la carretera de la Canela hacia Mao y Esperanza en Platanal 24PU9198 Lat.: 19°49256 / Long.: -70°88846



Fig. 161: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – alternancias decimétricas muy regulares, paralelas, de biocalcarenicas finas amarillentas micaceas y margas grises.

Pared de talud en el Canal Musieur Bogaert en Platanal 24PU9639 Lat.: 19°50667 / Long.: -70°8655.

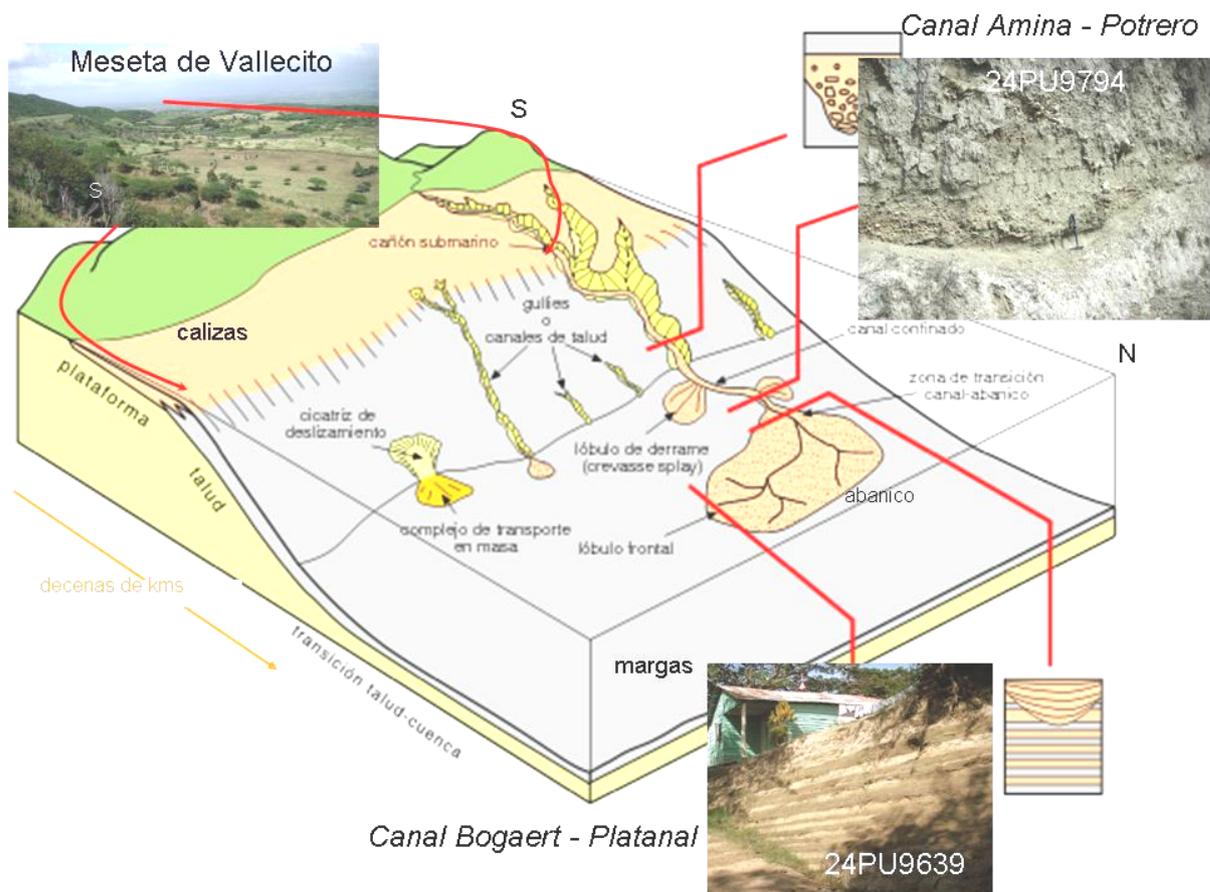


Fig. 162: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – ubicación de unas facies de relleno en el modelo propuesto por J.C. Braga (2010)

2.4.5. Fm Mao (Plioceno medio-superior)

2.4.5.1. Generalidades

La base de la Fm Mao se ha situado en el Plioceno inferior a partir de las dataciones efectuadas en la parte alta de la Fm Gurabo (Saunders et al., 1986). Posteriormente, Bernárdez (2004), supone que las asociaciones indicativas de edades Plioceno inferior descritas dentro de esta unidad son reelaboradas y que esta formación debe poseer una edad Plioceno medio-superior. Aunque su parte más alta no es fácilmente reconocible, el techo es siempre la discordancia basal de los materiales cuaternarios. Se le concede una potencia mínima de 350-600 m y máxima de 3600 m.

En general, se le puede asignar a su parte más alta, con reservas, una edad Plioceno superior, dejando dudas sobre si esta puede alcanzar el Pleistoceno.

La Fm Mao esta compuesta por un conjunto de facies muy heterogéneas que reflejan un amplio abanico de medios sedimentarios, en su mayor parte de naturaleza costera. Erikson et al. (1998) describen la base de la Fm Mao como un contacto neto y erosivo, desarrollado

sobre las margas y limos de la Fm Gurabo, que se encuentra tapizada por conglomerados y arenas de talud.

Por otro lado, los trabajos del proyecto SYSMIN han demostrado que el límite entre ambas formaciones es complejo y de naturaleza muy variable según la zona de la cuenca considerada. De esta forma, algunos investigadores han definido un tramo de calizas arrecifales entre las formaciones Gurabo y Mao, denominadas Calizas de Mao Adentro, atribuidas al Plioceno inferior-medio. Las facies de esta unidad han sido interpretadas como de armazón y talud arrecifal. Las calizas de Mao Adentro, que cuando afloran constituyen el miembro superior de la Fm Gurabo, no han sido estudiadas en este informe, pero suponen la finalización de una secuencia de somerización que se inicia aproximadamente a la mitad de la Fm Gurabo y que culmina en la parte alta de la serie, con el desarrollo de sistemas costeros o incluso con la emersión del techo de la unidad en algunos sectores occidentales de la Cuenca.

En este sentido, este mismo grupo de trabajo (p.e. Urien, 2004) ha descrito otras unidades siliciclásticas, de pequeña potencia y naturaleza deltaica reflejando esta somerización, situadas sobre el techo de las margas de la Fm Gurabo y bajo las calizas de Mao Adentro (p.e. las areniscas y margas de Las Caobas). Saunders et al. (1986) y Erikson et al. (1998) describen, en la Fm Mao, un término basal terrígeno grosero, mal clasificado, al que sigue un intervalo predominantemente limoso, pero con pequeñas intercalaciones clásticas y calcareníticas.

Dentro de las intercalaciones de la parte alta de la serie, más finas, son muy frecuentes las calizas con bloques de corales arrecifales. El conglomerado y las arenas basales, de unos 100 metros, presentan morfologías canaliformes y estratificaciones cruzadas de gran escala y alta inclinación sedimentaria. Hacia la parte media de la Fm Mao aparece un tramo muy potente, formado por calizas con restos de corales coloniales en bolos, que se alternan con los limos y margas grises pliocenos. Hacia techo, los limos de la parte superior de la unidad se hacen progresivamente más arenosos, a la vez que comienzan a aparecer grandes bloques de calizas arrecifales aislados en la matriz detrítica fina.

Esta descripción de la Fm Mao es bastante coherente con la realizada por Ardévol (2004) y Bernárdez (2004). Para estos últimos la Fm Mao está 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. Los limos suelen tener una participación arenosa importante y en ocasiones presentan fauna marina y costera, siendo más general la presencia de restos vegetales. Se han citado en

esta unidad depósitos de debris flows y slumps lutíticos, entre los que se intercalan capas tabulares de areniscas laminadas con estratificación fina-media y conglomerados. En otros afloramientos estos mismos autores describen conglomerados y arenas con estratificación inclinada de gran escala, separados por niveles lutíticos, decimétricos, muy continuos.

En un corte de la hoja de Santiago se ha observado la parte basal de la Fm Mao y su transición a la Fm Gurabo infrayacente.

En un corte de la hoja de El Mamey, se ha podido describir una sección en la parte más alta de la unidad.

Al margen de estas dos secciones, una pequeña parte de la Fm Mao también ha sido estudiada en una pequeña cantera presentando intercalaciones de calizas y calcarenitas coralinas, que serán incluidas dentro del Mb. de las calizas de Palo Amarillo de esta formación (ver más adelante).

En Santiago, en el corte del Río Yaque del Norte, la Fm Mao se inicia con un tramo de unos 75 m que, en conjunto, define una secuencia granocreciente. Comienza con limos y arenas finas-medias, grisáceas, algo limosas, con fragmentos bioclásticos y restos carbonosos, que suponen las facies de transición con la Fm Gurabo. Hacia techo, estos depósitos pasan rápidamente a una alternancia de arenas medias y gruesas, a veces con cantos y gravas, con laminación horizontal de alto régimen de flujo, que se alternan con paquetes decimétricos de lutitas arenosas con restos de plantas. Esporádicamente se intercalan hileras de cantos y episodios conglomeráticos de base alabeada, matriz arenosa y cantos (sub)redondeados de tamaño "pebble". Hacia la parte más alta del tramo, desaparecen las lutitas y la serie pasa a estar formada por arenas y conglomerados de tonos ocre y amarillentos. Las facies más groseras definen barras de conglomerados y arenas gravosas, con estratificación cruzada-paralela de gran escala, muy difusa. En la parte alta de este tramo dominan los conglomerados, que presentan una organización interna masiva o una estratificación muy difusa, aunque se han observado de forma puntual granoclasificación normal e inversa. Los diferentes cuerpos sedimentarios suelen aparecer amalgamados y adquieren morfologías canaliformes y tabulares superpuestas en la vertical, con desarrollo puntual de superficies de erosión interna. Los canales presentan una continuidad lateral muy amplia y base ligeramente erosiva. En el tramo medio de la sección, de unos 25 metros de potencia, vuelven a dominar las arenas medias, masivas, con cantos y gravas dispersas. Intercalan filas de cantos redondeados y grandes bloques aislados dentro de los sedimentos arenosos, que se concentran al techo de cada estrato. Tal y como suceden en el tramo inferior, este tramo registra un incremento del tamaño de grano y se hacen progresivamente

más frecuentes a techo las pasadas decimétricas de arenas gruesas y conglomerados de grano fino (tamaño de los cantos pebble) que, finalmente, pasan a conglomerados canaliformes, masivos, mucho más potentes y de granulometría superior. El tramo más alto de la sección se inicia con arenas limosas amarillentas, que presentan pasadas de arenas gruesas e hileras de cantos, de potencia centimétrica, mucho más cementadas. El techo de la serie se ha estudiado en una cantera, donde dominan los paquetes métricos de arenas gruesas (micro) conglomeráticas, gravas y conglomerados con morfologías tabulares y canaliformes complejas, de gran escala. Son muy frecuentes las estratificaciones cruzadas de media a gran escala, la granoclasificación normal, así como los restos carbonosos. Subordinadas a estas litologías, se intercalan nivelitos de arenas finas y limosas de poco espesor.

La sección de la Fm Mao estudiada en la hoja de El Mamey posee tan sólo 21 metros de potencia pero permite una buena descripción de la geometría de los cuerpos sedimentarios. Pueden diferenciarse tres tramos dentro de esta sucesión. El tramo basal lo forman unas 8 m de arenas medias y gruesas laminadas, con cantos y gravas redondeadas y dispersas en la matriz arenosa, cementadas por óxidos de hierro. Las arenas se alternan con nivelitos centimétricos de arenas finas, algo limosas, de color blanco, con laminación horizontal, que aparecen tapizando las capas más gruesas. Estas facies se organizan en bancos decimétricos, con estratificación inclinada paralela ligeramente cóncava, de escala media, muy bien definida, que definen geometrías de acreción lateral hacia el N/NE (N52°E). Pueden intercalar arenas con estratificación cruzada en surco de menor escala y canales de pequeña escala incididos en los foresets de estas mesoformas. Son muy frecuentes las estructuras de escape de fluidos (laminación convoluta) y contienen restos dispersos de plantas en algunas pequeñas capas intercaladas de arenas limosas. En conjunto, los depósitos definen una tenue secuencia estrato y granocreciente. El segundo tramo se deposita sobre una superficie erosiva elaborada en las arenas del tramo inferior, que también presenta estructuras de cargas en su techo. Está compuesto por unos 11 metros de alternancia de arenas finas-medias y gruesas, que se organizan en secuencias grano creciente y estratocrecientes de espesor métrico. Al igual que en tramo inferior presentan estratificación inclinada paralela, de media escala, y acreción lateral hacia el N/NO (N290°E). Las buenas condiciones de afloramiento permiten observar como las estratificaciones inclinadas pasan a disponerse horizontales lateralmente a la vez que se produce una suave disminución del tamaño de grano. El tercer tramo lo conforma 2 metros de arenas finas y medias, laminadas y con estratificación cruzada en surco. Intercalan filas de cantos y conglomerados de grano muy fino (tamaño de los cantos pebble), de potencia

centimétrica, base neta y morfologías canaliformes, sin desarrollo de estratificaciones cruzadas.

Para Saunders (1986) y Erikson et al. (1998) la parte basal de la Fm Mao se depositó en un medio de profundidad nerítica-batial (de 100 a 500 m), de muy baja energía, al que llegaban de forma episódica grandes volúmenes de aportes detríticos desde el continente, principalmente a través de flujos de densidad y corrientes de turbidez. Todas estas características apuntan hacia un ambiente de talud continental, probablemente alimentado por sistemas deltaicos instalados en el borde norte de la Cordillera Central. La parte media y alta de la unidad, más margosa y carbonatada, es interpretada por estos autores como una zona de acumulación bioclástica, alimentada mediante corrientes de densidad (facies de talud arrecifal) procedentes de sistemas arrecifales localizados al Sur de estas zonas.

Esta interpretación de la Fm Mao es coherente con la propuesta por Ardévol (2004), al menos para sus facies basales, donde describe el relleno de un canal o cañón turbidítico, probablemente localizado en una zona de talud. A diferencia de los anteriores autores, Ardévol describe en otros puntos de la cuenca niveles con estratificación cruzada a gran escala que interpreta como foresets de un frente deltaico, internamente constituidos por barras arenosas y de gravas. El tamaño de grano, la ausencia de estructuras de oleaje, y la presencia de finos cubriendo las barras presuponen un depósito de fan delta por debajo del nivel de acción del oleaje. En este sentido, Bernárdez (2004) reinterpreta las facies conglomerático-arenosas y de margas basales descritas por Saunders et al. (1986) y Erikson et al. (1998), como depósitos de frente deltaico y prodelta.

En base de los datos expuestos en ambas secciones, la Fm Mao presenta características sedimentarias propias de medios deltaicos progradantes, principalmente en zonas próximas a su desembocadura, en cuencas con creación continua del espacio de acomodación y altas tasas de acumulación sedimentaria, muy especialmente en su parte basal. En contraposición a lo propuesto por Erikson et al. (1998), en conjunto la Fm Mao parece registrar una progresiva somerización hacia su techo, que finalizaría en el Plioceno superior-Pleistoceno (?) con la retirada definitiva del mar de la cuenca y el desarrollo de los depósitos continentales del valle del Cibao.

Los depósitos descritos en el tramo medio de la sección reflejan una profundización del medio, precedida de una regresión brusca que originó la erosión de parte del tramo inferior. Las facies descritas en este tramo se interpretan como grain flows y flujos de turbidez de

alta densidad depositados en las partes proximales y medias de un frente deltaico progradante. El último tramo vuelve a reflejar una profundización brusca del sistema deltaico, que evoluciona, de nuevo, desde facies de frente deltaico medio-distal a facies de llanura deltaica. La parte más alta del corte representa ambientes costeros en sentido estricto, propios de llanura deltaica y frente deltaico. La baja pendiente sedimentaria que muestran estos depósitos, así como las morfologías canaliformes y la construcción de barras reflejan la participación de procesos tractivos, en zonas muy someras, dominadas por los sistemas fluviales. En conjunto, la sección estudiada en la Hoja del Mamey, representa un complejo de acreción lateral de barras de grandes dimensiones adosadas al margen de un canal profundo, probablemente localizadas en una llanura deltaica arenosa. No es necesario que exista una topografía de barras de meandros bien definida. En estos sistemas los sedimentos más finos se transportarían en by-passing hacia zonas más cercanas a la línea de costa, excepto en etapas de flujo muy bajas. La alternancia de granulometrías groseras y finas en las caras de avalancha de estas mesoformas (foresets) refleja las oscilaciones en el caudal del sistema fluvial o incluso la acción de mareas. La aparición de pequeñas barras de cresta sinuosa indican fases de etapas de caudal pequeño y la construcción de formas arenosas al pie de las barras. Los canales incididos en la barras de acreción lateral entre los sucesivos cordones de meandros registran la aparición de canales subsidiarios durante periodos de crecidas moderados. La parte alta de la sección se interpreta como facies de relleno de canales deltaicos estables (distributarios) a través de flujos tractivos y migración de barras de arenas. Las características de estos depósitos indican su génesis en zonas más profundas del canal, aunque dentro del mismo contexto sedimentario que en los tramos anteriores.

La descripción de la unidad de las Calizas de Palo Amarillo supone una nueva aportación al conocimiento de la estratigrafía de la Cuenca del Cibao (Urien, 2008). No existen referencias previas de intercalaciones de facies mixtas carbonatadas y coralinas, dentro de sedimentos siliciclásticos costeros, dentro de la parte alta de la Fm Mao. Se ha estudiado una sola sección, localizada en la Cantera de Los Rincones, en la hoja de Santiago.

La sección está formada por unos 30 m, de los que sus 9 primeros metros están formados por arenas medias-guesas, en ocasiones microconglomeráticas, amarillentas, que pueden contener altas concentraciones de óxidos de hierro les confiere tonalidades rojizas. Estas facies se organizan formando estratificaciones cruzadas en surco y curvas paralelas, de pequeña y media escala, que presentan bidireccionalidad. Las arenas intercalan gravas e

hileras de pequeños cantos de tamaño pebble. Hacia techo, estos depósitos pasan a un paquete métrico de arenas conglomeráticas, con estratificaciones cruzadas y base erosiva. Por encima de este tramo arenoso-conglomerático, sobre una superficie neta y levemente erosiva, se forman unos 20 metros de alternancia de niveles decimétricos, tabulares, de arenas limosas y calcarenitas-calcilutitas que, progresivamente se hacen más carbonatadas hacia el techo de la serie. Las arenas son de granulometría media-fina, están bioturbadas y contienen restos vegetales. Los niveles más carbonatados son muy fosilíferos (bivalvos, gasterópodos, corales solitarios, equinodermos) y poseen altos porcentajes de arenas y matriz detrítica fina. Hacia la parte alta de la serie, estas facies pasan a encontrarse mejor tableadas y tienden a desaparecer los niveles arenosos, pasando a dominar las facies calcáreas, cada vez con un contenido menor en elementos siliciclásticos. De forma paralela, a techo aparecen facies progresivamente más margosas y calizas bioclásticas, con grandes colonias y bolos de corales coloniales. Los corales presentan diferentes grados de retrabajo sedimentario, desde prácticamente en posición de vida a fragmentados y dispersos en la matriz calcárea. -Interpretación: La parte basal de la sección, más siliciclástica, se incluye dentro de la Fm Mao en sentido estricto. Las características de sus depósitos reflejan la migración de dunas subacuáticas y construcción de barras en zonas muy someras dentro del frente deltaico, probablemente localizadas en áreas adyacentes a la desembocadura sometidas al retrabajo del oleaje y a las corrientes de deriva litoral. La parte alta de la sección ha sido estudiada por Braga (2008), deduciendo el crecimiento de "alfombras de coral" (coral carpets) y biostromas sobre una llanura deltaica, con cambios en la llegada de volumen de aportes siliciclásticos (arcillas/limos). Se puede deducir, por tanto, que el desarrollo de las calizas de Palo Amarillo responde a pequeñas pulsaciones transgresivas y/o cambios en las condiciones climáticas dentro de sistemas deltaicos que provocaron fases de interrupción sedimentaria breve (starved sedimentation). Este tipo de oscilaciones climáticas de alta frecuencia, no acompañadas por cambios importantes en la batimetría del medio, son muy características del Plioceno medio y superior.

2.4.5.2. Descripción particular a la Hoja

En esta hoja se ha distinguido dos unidades en la Fm Mao:

- Conglomerados y areniscas de grano medio en secuencias deltaicas con niveles con carbonatación diagenéticas
- Areniscas finas con intercalaciones de lutitas beiges a verdosas expansivas

Estas facies cubren 4.9 km² equivalente a 0.8 % de la hoja. Se limitan en los sectores Noreste (Herradura, Cienfuegos) y Este (Naranjo) de la hoja y se prolongan más al Este en la hoja de Santiago.

Al Noroeste forman unos lentejones alargados, repartidos en ambas riberas del valle del Río Yaque, desde Villa Bao hasta el Barrio de Cienfuegos, en las inmediaciones de la ciudad de Santiago. Forman lomas emergiendo dentro de una cobertura de terrazas aluviales del Río Yaque. Las lomas se alargan en rumbo OSO-ENE, paralelas a una serie de fallas que controlan la repartición de las zonas de exposición en este sector, en las hojas de San José de Las Matas y Santiago.

En el Sector de Naranjo, al límite oriental de la hoja, constituyen una cumbre de lomas alargadas hacia el ENE con una altura de 250-260m.

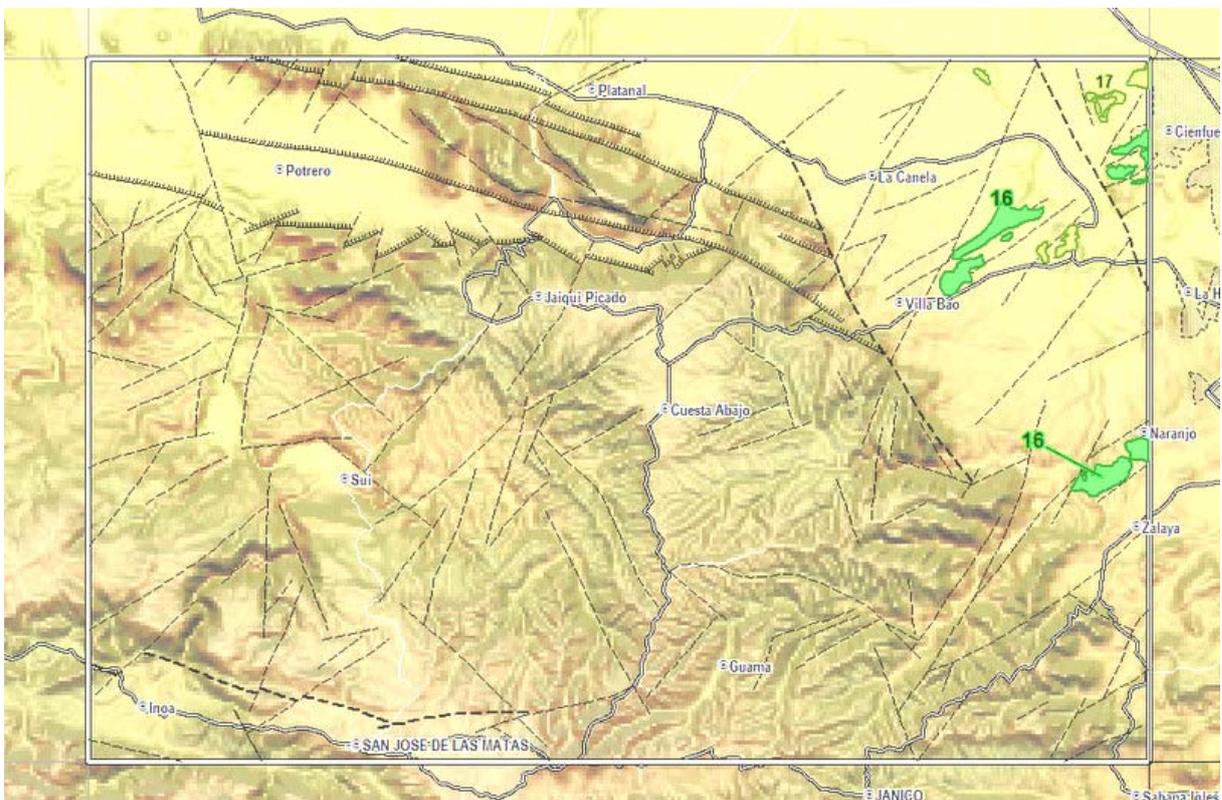


Fig. 163: Fm Mao - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con las principales fallas con fondo del modelo numérico de terreno.

(16: facies conglomerática / 17: facies areno-lutítica)

2.4.5.2.1. Fm Mao - Conglomerados y areniscas de grano medio en secuencias deltaicas con niveles con carbonatación diagenética (16) Plioceno medio-superior

Los conglomerados constituyen la facies más llamativa de la Fm Mao. Se encuentran principalmente en la parte basal de la formación, en lentes de potencia métrica a plurimétrica, intercaladas con areniscas finas y lutitas Fig. 164 y Fig. 166). El color es ocre a beige o naranja. Son polimícticos, constituidos de cantos redondos de tonalitas, granitos, anfibolitas, metabasaltos y basaltos porfídicos en una matriz arenosa de grano medio a grueso (Fig. 165). El área fuente de los clastos corresponde a la Cordillera Central y estos clastos pueden resultar directamente de la erosión de la Cordillera Central o del retrabajo de formaciones sedimentarias conglomeráticas ya depositadas (niveles conglomeráticos de la Fm Jánico, Conglomerado Inoa, Conglomerado Bulla). Los clastos son relativamente clasificados y bien redondeados. La carbonatación de la matriz se observa únicamente en los niveles de conglomerados del sector de Naranjo (Fig. 166).

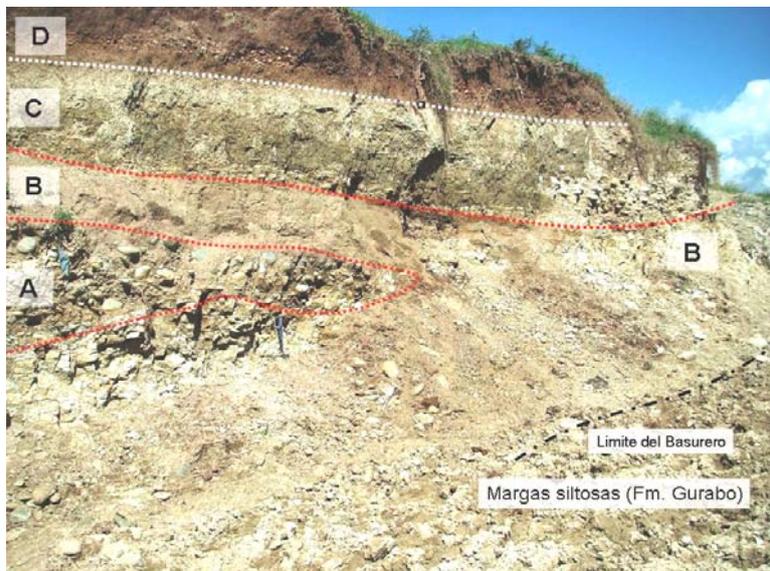


Fig. 164: Fm Mao - conglomerados y areniscas – Lente de conglomerado (A) intercalado en una matriz arenosa naranja en niveles de siltitas y margas beige-caqui (5B), surmontadas por terrazas aluviales (C) y suelos orgánicos con cantos residuales de terrazas (D)

Vertedero activo de Rafey en el Barrio Cienfuegos 25PU9144 Lat.: 19°47204 / Long.: -70°75384



Fig. 165: Fm Mao - conglomerados y areniscas: Detalle de los lentes conglomeráticos en matriz naranja en el sector de Villa Bao

Cantera inactiva en camino de Hato del Yaque a La Herradura (basurero) 24PU9066 Lat.: 19°46168 / Long.: -70°78552



Fig. 166: Fm Mao – conglomerados (A) y areniscas (B) en alternancias de niveles conglomeráticos de matriz carbonatada y areniscas gruesas a medias.

Cantera abandonada relleno de gravas en Naranjo 24PU9443
Lat.: 19°40692 / Long.: -70°75208



Fig. 167: Fm Mao - Vista de la discordancia de la formación Mao (A) a techo de la Fm Gurabo (B)

Vertedero activo de Rafey en el Barrio Cienfuegos
25PU9145 Lat.:19°47237/Long.: -70°74927

El contacto observado con la Fm Gurabo infrayacente en las paredes del Vertedero de Rafey (Fig. 167), en límite de hoja, corresponde a una discordancia angular con niveles plurimétricos de conglomerados no clasificados, depositados encima de un plano ondulado discordante con las estratificaciones alabeadas de las alternancias y siltitas de la Fm Gurabo. En este sector, como en El Naranjo, el contacto corresponde al piso de las canteras abandonadas. Se observa una variación de unas decenas de metros en la altitud de estos pisos según las canteras, correspondiendo a una superficie de erosión ondulada o más bien a movimientos posteriores de fallas normales, de dirección OSO-ENE.

La explotación de estos conglomerados y areniscas, como material arenoso de construcción, deja canteras abandonadas frecuentemente utilizadas como vertederos tal como en Cienfuegos Rafey.

2.4.5.2.2. Fm Mao - Areniscas finas con intercalaciones de lutitas beiges y arcillas (17) Plioceno medio-superior.

Los afloramientos naturales son muy escasos y las observaciones corresponden a cortes antrópicos en canteras o obras en urbanizaciones.

Se trata de alternancias, centimétricas a pluridecimétricas, de areniscas y lutitas siltosas locamente calcáreas.

Las areniscas son de color rosado a beige-naranja (Fig. 168 y Fig. 169). El grano es fino, localmente grueso en los nivelillos microconglomeráticos. Unos niveles de areniscas finas pueden contener fragmentos de gasterópodos y pectinides y fósiles vegetales (hojas).

Las lutitas son de color beige-verdoso y pueden tener muy localmente una proporción de arcillas expansivas (Fig. 171) o de facies margosa.

A techo, estas areniscas finas y lutitas están en contacto con las formaciones cuaternarias. En Cuesta Arenosa, al extremo Noreste de la hoja, las alternancias presentan un buzamiento de 15°, que traduce un basculamiento post-sedimentario (Fig. 171).



Fig. 168: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Lutitas siltosas laminadas con lentes de areniscas finas, arcillosas, rosadas, con fragmentos de gasterópodos y pectinides - trazas de debris vegetales abundantes



Fig. 169: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Secuencias con siltitas y margas (B) sumontadas por areniscas de grano medio a grueso (A) erosionando la facies (B) y presentando estratificaciones cruzadas. A techo, presencia de cantos de terrazas dismanteladas.

Urbanizaciones al oeste de la carretera de la Herradura a Esperanza Mao 24PU9054
Lat.: 19°45801 / Long.: -70°76897

Urbanizaciones al oeste de la carretera de la Herradura a Esperanza Mao 24PU9055
Lat.: 19°45778 / Long.: -70°76979



Fig. 170: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Arcillas expansivas con grietas de desecación y importantes laminas calcáreas con 10% de niveles siltosos poco calcáreos.



Fig. 171: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Secuencias semi-métricas de areniscas finas feldespáticas y margas masivas gris-beige

Campo de béisbol de Cuesta Arenosa 24PU9180 Lat.: 19°49694 / Long.: -70°79092

25PU9156 Lat.:19°49754/Long.: -
70°74942

2.5. Cuaternario (Dominios Cordillera Central y Valle del Cibao)

2.5.1. Deslizamiento de laderas - Masas y bloques de calizas con cantos, arenas y limos (18) Cuaternario)

Esta forma de depósito gravitacional se encuentra en tres sitios repartidos en ambos flancos del valle de la Cañada de Mera. Están detallados en el sub-capítulo de las formas gravitacionales del capítulo geomorfología (4.2.3). Es un conjunto de mega bloques y bloques de calizas micríticas coralinas de la Fm Mao Adentro, en una matriz arcillo siltosa constituida de siltitas y margas de la base de misma formación

2.5.2. Terrazas altas - gravas y arenas en matriz rojiza-16- (Cuaternario Holoceno)

Las terrazas altas corresponden a los depósitos fluviales más elevados, cuyas relaciones directas con el río actual no están claramente establecidas. Ocupan 18 km² en la hoja, representando 3.7% de la superficie.

Las terrazas altas (como las terrazas bajas descritas a continuación) están relacionadas con tres cuencas hidrográficas (Fig. 172):

- La cuenca del Río Amina y del Arroyo Sui, al Oeste de la Hoja,
- Parte de la cuenca del Río Yaque del Norte, en el sector Noreste,
- La cuenca del Arroyo Dicayagua en el sector Sureste.

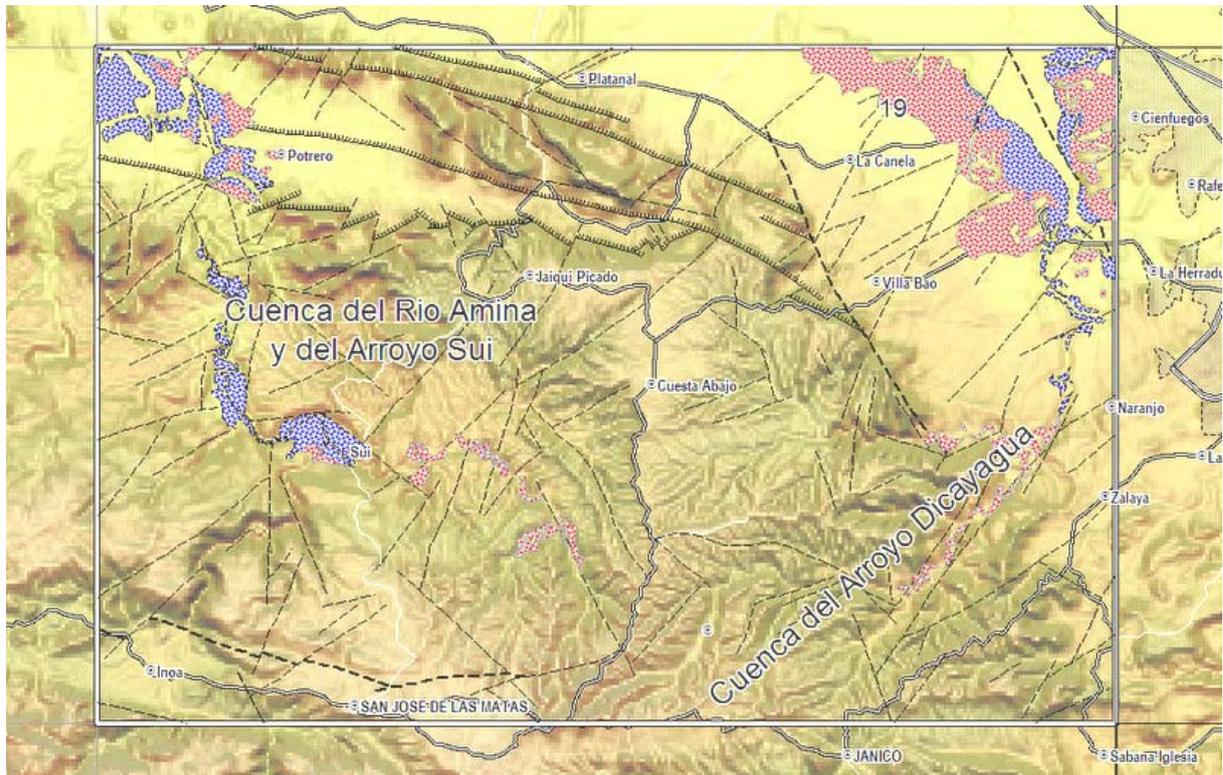


Fig. 172: Terrazas altas - Esquema de ubicación de las terrazas aluviales altas (rojo) y bajas (azul) con las cuencas diferenciadas

Por lo general, los materiales de las terrazas tiene la misma presentación en cuanto a su disposición y composición. Se disponen en capas horizontales poco consolidadas de conglomerados, con matriz arenosa, y de arenas de grano grueso a medio. La matriz es de color rojizo-marrón, localmente gris-amarillento (Fig. 175 y Fig. 176 Fig. 175). Los cantos son muy redondeados y de litologías diversas: rocas intrusivas, volcánicas, metamórficas procedente de la Cordillera Central En el sector de Potrero se observa un porcentaje importante de cantos redondos de calizas bioclásticas coralinas.

A. Cuenca del Río Amina y del Arroyo Sui

Las terrazas altas se extienden en la parte alta del Arroyo Sui, desde su confluencia con el Río Amina.

A lo largo del Río Amina existen unas relictas de terrazas altas a la confluencia del Arroyo Sui y en el sector de Potrero.

En el valle del Río Sui, las facies son de tipo coluvial-aluvial, mal clasificadas, heterométricas (Fig. 179). Los cantos son de orígenes muy diversos, con numerosos cantos subangulosos de esquistos y cuarzos de la Fm. Amina-Maimón. Los cantos de intrusivos,

volcanitas y metavolcanitas de la Cordillera Central provienen de la erosión de los niveles conglomeráticos de la Fm Bulla o Fm. Cercado. Se notan también escasos cantos de calizas bioclásticos de La Fm Cercado. La matriz, beige amarillenta, es muy reducida.

Río abajo, en el Sector de Sui (Vidal Pichardo) una terraza alta, situada en la ribera izquierda del Río Amina, a 15 m por encima del cauce actual, presenta numerosos cantos angulosos.

Las demás terrazas altas de la cuenca están situadas a la confluencia de la Cañada de Mera (200 m río abajo de la Presa de Potrero) (Fig. 174). Predominan en la ribera izquierda, 20-30 m encima del cauce actual del Río Amina. Los cantos forman niveles de 30cm, bien clasificados e individualizados, en alternancias con niveles arenosos poco consolidados por calichificación. El 90% de los cantos son calizas procedentes de la cuenca de la Cañada de Mera y el 10% de metavolcanitas transportadas por el Río Amina. Corresponden a un depósito de confluencia, ligado a la fuerte disminución de energía de transporte al llegar al tributario principal.

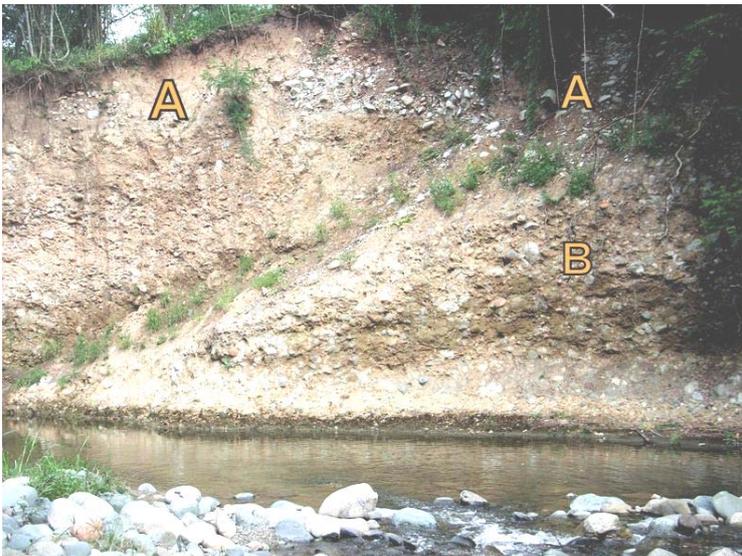


Fig. 173: Terrazas altas – Contacto de un nivel conglomerático mal clasificado de terrazas altas (A) con los conglomerados de la Fm. Bulla (B).

Confluencia Río Sui y Arroyo Iguana 24PU9665 Lat.: 19°3825 / Long.: -70°88642



Fig. 174: Terrazas altas - Depósito de confluencia con niveles de terrazas con 90% de cantos de calizas (proximales de la cuenca de la cañada Mera) y 10% de cantos de metavolcanitas (Río Amina)

Camino de Potrero a la presa 24PU9273
Lat.: 19°46538 / Long.: -70°9583

B. Cuenca del Río Yaque

Las terrazas altas se extienden en los sectores de La Herradura y a lo largo de los canales de riego Musieur Bogaert y Navarrete, en ambos lados del Río Yaque del Norte. Al

Noroeste de La Herradura constituyen una cobertura plana o liviamente inclinada hacia el Norte con un desnivel de 20 a 30m encima de la llanura de inundación del Río Yaque.

Al Sur de La Herradura, constituyen sombreros residuales encima de pequeños relieves con un desnivel superando los 30m encima de la llanura de inundación. Al Este del Río Yaque, en el sector del Canal Navarrete y del vertedero de Cienfuegos, las terrazas se escalonan con desniveles de 10 a 50m encima de la llanura del Río Yaque.

Por su proximidad con la zona urbana de Santiago este material fue y está explotado para gravas y arenas y, en las excavaciones recientes, pueden aparecer intercalaciones de arenas medias-gruesas, laminadas, de color amarillento (Fig. 177), que constituyen el material explotado (Fig. 175 y Fig. 176 Fig. 175). Estas canteras están utilizadas como vertedero en el sector de Cienfuegos y otras localidades. De lo observado en varias canteras, la topografía del substrato de las terrazas presenta variaciones de elevación importante; además la presentación en formas alargadas, paralelas a las fallas, sugiere una actividad tectónica posterior a estas terrazas.



Fig. 175: Terrazas altas – Facies típica de terrazas altas con cantos redondos cm a dm en matriz arenosa de coloración rojiza.



Fig. 176: Terrazas altas – Cantera abandonada en las terrazas altas surmontadas por suelos orgánicos negros

Este inmediato del vertedero activo Rafey en Barrio Cienfuegos 25PU9143 Lat.: 19°47093 / Long.: -70°75495

Este inmediato del vertedero activo de Rafey en el Barrio Cienfuegos 25PU9142 Lat.: 19°47044 / Long.: -70°75417



Fig. 177: Terrazas altas – Contacto de un nivel conglomerático rojizo de terrazas altas (A) con las margas siltosas de La Fm.



Fig. 178: Terrazas altas - Arenas no consolidada de grano grueso a medio, con intercalaciones discontinuas de

Gurabo (C) muy diaclasadas (D) en un corte del vertedero de Cienfuegos (B)

conglomerados (A) surmontando las margas siltosas de la Fm. Gurabo (B).

Vertedero activo de Rafey en el Barrio Cienfuegos 25PU9144
Lat.: 19°47204 / Long.: -70°75384

Cuesta Arenosa 24PU9181 Lat.: 19°49767 / Long.: -
70°79537

C. Cuenca del Arroyo Dicayagua

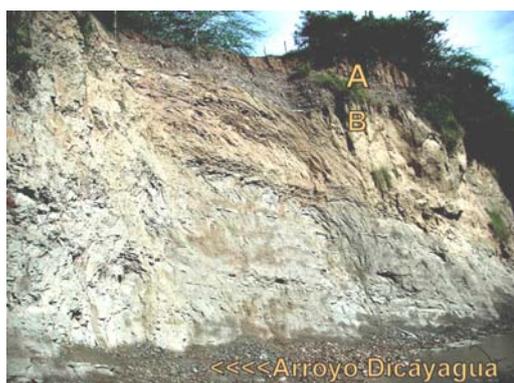


Fig. 179: Terrazas altas – Coluviones de cantos de terrazas altas (A) encima de margas siltosas de la Fm. Gurabo (B) en el Arroyo Dicayagua.

Arroyo Dicayagua. 24PU9477 Lat.: 19°3908 / Long.: -
70°77746

Las terrazas altas se extienden en los sectores de Naranjo, Dicayagua abajo y al Sur de Guaya canal, a lo largo de los arroyos Dicayagua y Aciba. Constituyen una serie de terrazas, de superficie limitada (de 15 a 5ha), a lo largo de los arroyos actualmente erosivos y muy encajonados. Se encuentran entre 5 y 30m encima de los cauces actuales.

2.5.3. Coluviones. (20). Cantos y arenas

con matriz arcillosa. Holoceno

Este depósito gravitacional de ladera se observa en las faldas de los relieves más acentuados del Norte de la hoja. Ocupan 17.5 km², representando 3.6% de la superficie (Fig. 180). Se localizan principalmente en:

- Los bordes Sur y Norte de la sierra constituida por las lomas Come Gente, Atravesada, Potrero, La Capilla, Hatillo y Vallecito,
- La franja septentrional de la meseta de Cuesta Abajo, Jaqui Picado, loma Cañete y la Bosua,
- La esquina SE de la hoja, en el piedemonte de la loma Terrero, con extensión muy reducida.

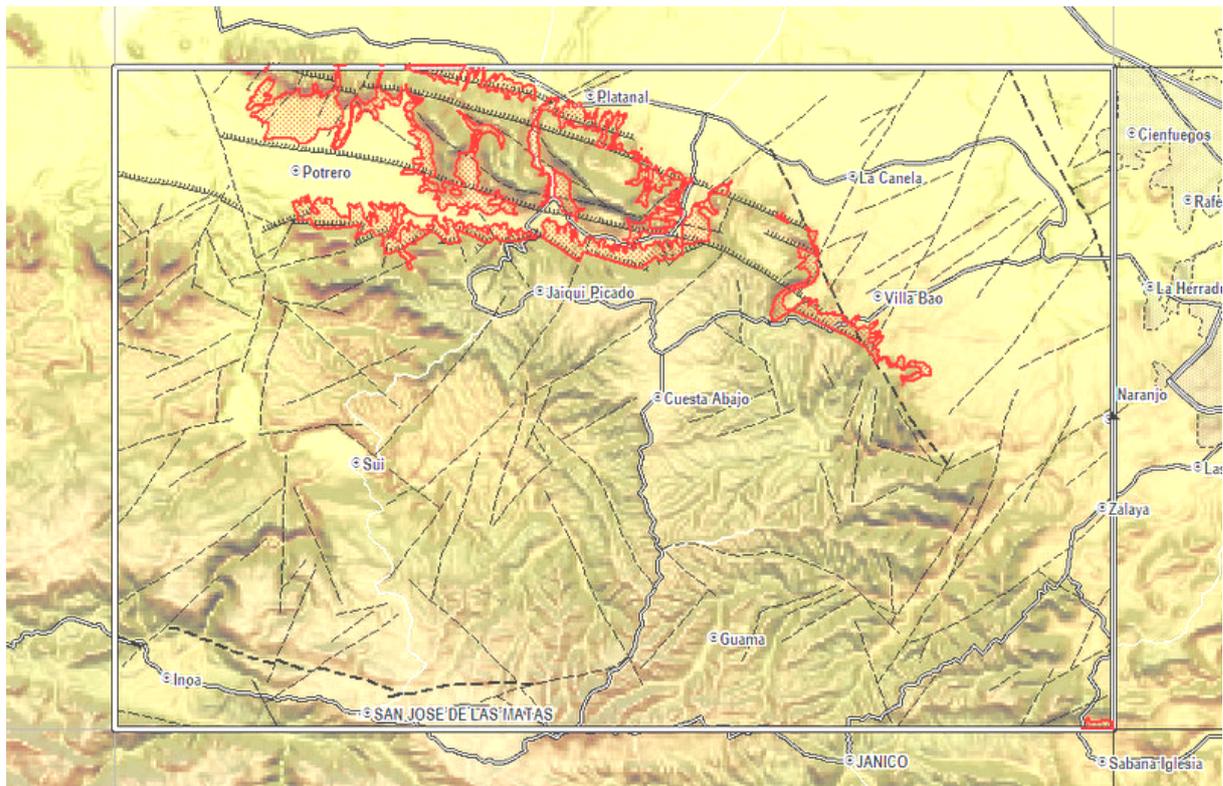


Fig. 180: Coluviones - Esquema de ubicación, con el modelo numérico de terreno

En los bordes Sur y Norte de la Sierra Come Gente - Hatillo, los coluviones están constituidos de bloques y cantos de calizas coralinas karstificadas de la Fm. Mao Adentro. Los elementos son heterométricos, no clasificados, con una matriz arcillosa calcárea de color gris claro, meteorizado a amarillento. Las faldas de sierra presentan una vegetación muy tupida y no permite individualizar otros deslizamientos en masa, similares a los dos de Hundidera ya descritos. También existe en los coluviones formas de lóbulos estrechos, similares a las formas en topografía invertida de los rellenos de cañones descritas en la Fm Mao Adentro. En ausencia de criterios de sedimentación acuática (fluvial o marina) se considera estas formas en lenguas alargadas como parte dístales de derrames coluviales aéreos.



Fig. 181: Coluviones - Vista hacia el Este de la cobertura coluvial del piedemonte de la Meseta de Jaiqui Picado (derecha) desde el valle de Hundidera

Camino de Sto. Lorenzo hacia Hundidera 24PU9232 Lat.:
19°45578 / Long.: -70°86969

El piedemonte de la meseta de Cuesta Abajo - Jaqui Picado esta cubierto de coluviones con bloques y gravas de calizas bioclásticas de la parte somital de la Fm Cercado. La matriz es areno-arcillosa. No se presentan en formas de lóbulos muy alargados como en las faldas de la Sierra Come Gente. Sin embargo, al Norte de Cañete, en la falda de la meseta, se observan mega-bloques plurihectométricos de meseta hundidos, con una cicatriz de despegue en límite de la meseta. La elevación de la superficie de estos bloques varia entre 450 m al Oeste a 350 m al Este. En comparación, la elevación de la meseta es de 470 m en su límite norte. Debido a la ausencia de desmantelamiento de las capas sedimentarias, estos bloques están cartografiados como parte de la Fm Cercado.

El fenómeno se integra en la zona de Falla de Mao, cuyos ramos importantes se alargan en ambos lados del Valle de Hundidera – Cañada de Mera.

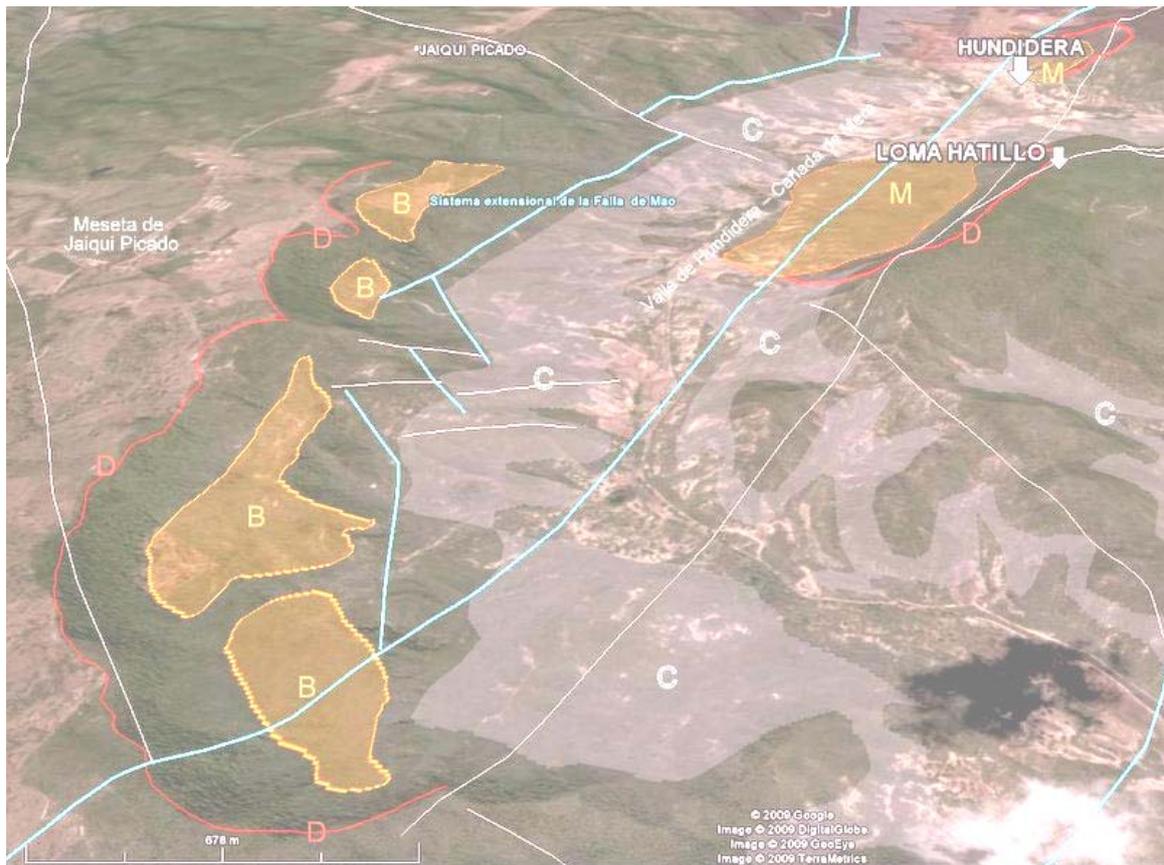


Fig. 182: Coluviones - Vista Google Earth (©) de la repartición de los coluviones en relación con los deslizamientos en masa en el Valle de Hundidera – Cañada de Mera.

C coluviones – D cicatriz de despegue – B Bloques hundidos – M deslizamiento en Masa

En el piedemonte de la loma Terrero, los coluviones constituyen una cobertura de arenas y gravas con matriz arcillosa beige-marrón. Los cantos redondos, relictos del Conglomerado Bulla, están esparcidos en una matriz arcillosa, procediendo de la meteorización de las arcillas y margas de la Fm Jánico.

2.5.4. Terrazas bajas - gravas y arenas (21) Holoceno

Las terrazas bajas están en relación directa con la red hidrográfica actual o la llanura de inundación. Las tres cuencas hidrográficas son (Fig. 172):

- Cuenca del Río Amina, al Noroeste de la hoja,
- Parte de la cuenca del Río Yaque del Norte, en el sector Noreste
- Cuenca del Arroyo Dicayagua, en el sector Sureste.

Las terrazas bajas se desarrollan en la parte norte en Sui y desde Sui en la sección baja del cauce con unas secciones estrechas sin desarrollo de terrazas. Son muy extensa río abajo de la presa de Potrero, en el sector de la Guazuma donde disminuye la energía y la

capacidad de transporte por el cambio de pendiente del Cauce. Las confluencias con la Cañada de Mera y con el Río Guanajuma participan también al aumento de depósitos.

Las terrazas bajas están constituidas de cantos polimícticos, decimétricos a centimétricos, de rocas intrusivas, volcánicas y metamórficas, procediendo directamente o indirectamente de la Cordillera Central y/o de los esquistos de Amina-Maimón del tramo Inoa-Sui, donde el del Río Amina está en régimen erosivo. Ocasionalmente se encuentran cantos de calizas coralinas. La matriz está constituida de arenas gruesas, no consolidadas.



Fig. 183: Terrazas bajas – Vista de las terrazas de Sui desde el Sur

Camino de Sui a Guzman 24PU9533 Lat.: 19°41207 / Long.: -70°94732



Fig. 184: Terrazas bajas - terrazas de Sui encajonadas en las Areniscas bioclásticas de la Fm. Cercado

Camino hacia el Norte de Sui 24PU9530 Lat.: 19°40603 / Long.: -70°94353

2.5.5. Abanicos de baja pendiente - Arcillas y arenas (22) Holoceno.

Los abanicos de baja pendiente se establecen en el piedemonte distal de las lomas Come Gente y Hatillo, en el sector Norte de la hoja, y al Noreste la meseta de Jaiqui Picado y de la loma Vallecito, el sector Noreste. Ocupan 18 km², representando 3.7% de la superficie de la hoja (Fig. 185). Constituyen una formación de transición entre los coluviones y los depósitos fluviales de terrazas y/o de llanura de inundación. Corresponden a zonas planas muy poco inclinadas hacia el Norte, sin incisiones o marcas de drenajes (Fig. 186).

Están constituidos de limos, arenas finas a medias, con estratificaciones poco marcadas. Localmente, en zonas subhorizontales, aparecen unas escasas acumulaciones de materias arcillosas en charcos. Por encima se desarrolla un suelo drenante marrón-rojizo, muy favorable al cultivo del tabaco, especialmente en el sector norte de la hoja (Fig. 187). Frecuentemente, en los suelos se observa una zona de caliche polvoroso.

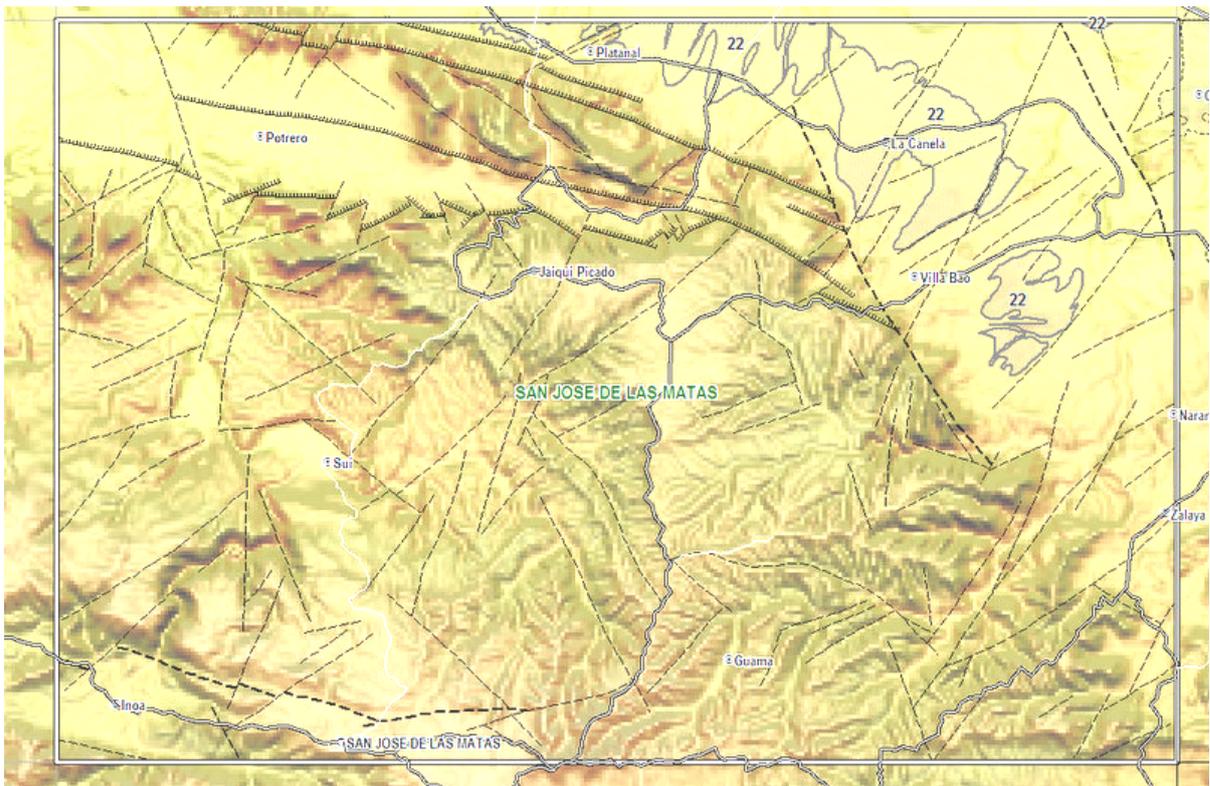


Fig. 185: Abanicos de baja pendiente - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con el modelo numérico de terreno



Fig. 186: Abanicos de baja pendiente - Vista de la parte superior del abanico en Hatillo de San Lorenzo

Carretera de la Canela hacia Mao y Esperanza 24PU9192
Lat.: 19°48869 / Long.: -70°85521



Fig. 187: Abanicos de baja pendiente - Vista de la parte inferior del abanico en Platanal

Carretera de la Canela hacia Mao y Esperanza 24PU9193
Lat.: 19°49175 / Long.: -70°86663

2.5.6. Llanura aluvial y de inundación - limos, arcillas y arenas (23) Holoceno

Las llanuras aluviales ocupan 7.8 km² en la hoja, representando 1.6% de la superficie. Se reparte en las orillas de las partes anchas del curso de los ríos Amina y Yaque del Norte. El material constituyente es fino, siltoso a lutítico, poco consolidado, de color marrón-gris oscuro, rico en materias orgánicas.

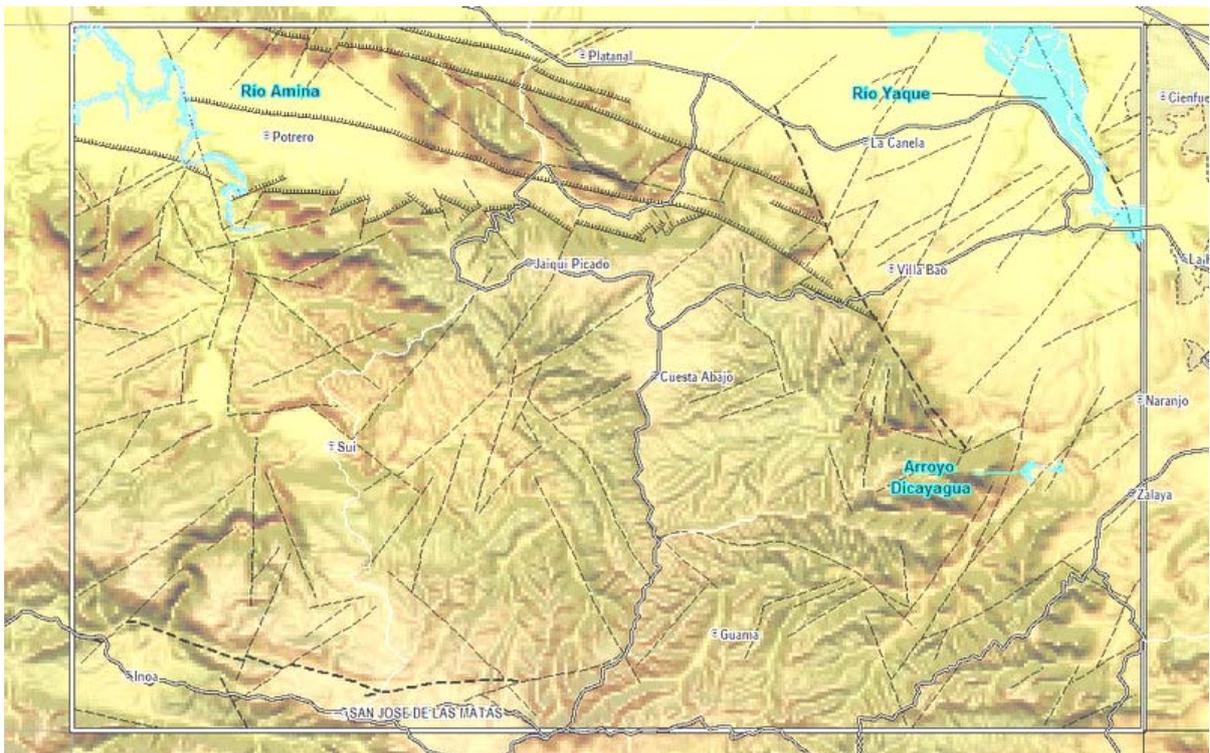


Fig. 188: Glacis aluvial - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con el modelo numérico de terreno

En la presente hoja, el valle del Río Yaque del Norte se amplía por el aplanamiento de la pendiente del cauce, permitiendo el desarrollo de una llanura de inundación, completamente antropizada por los cultivos de arroz (Fig. 189). Sus límites corresponden globalmente a los canales Musieur Bogaert y Navarrete, respectivamente en las riberas izquierda y derecha. Cabe señalar que ninguna vivienda se encuentra en esta llanura.

En el río Amina la llanura de inundación se limita en la parte baja del río en el sector de Potrero. El ancho de la llanura es reducido por la predominancia de las terrazas bajas, lo que limita la antropización; su forma digitada no favorece los cultivos de a grande escala. No se conocen casos de inundaciones de las terrazas bajas del Río Amina.



Fig. 189: Llanura aluvial y de inundación - Vista de la llanura

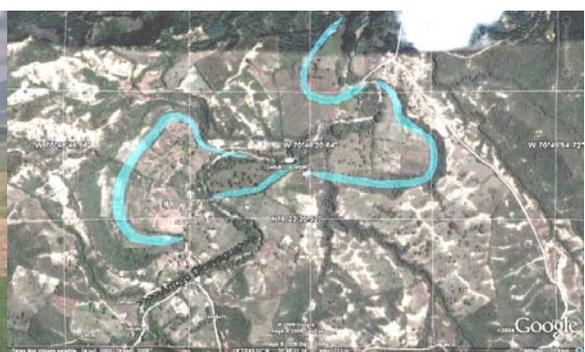


Fig. 190: Llanura aluvial y de inundación - Vista Google

antropizada por los cultivos de arroz desde los Almácigos

Earth(©) de la zona de inundación de Dicayagua
constituida de paleomeandros colgados (elevación 220m)

Carretera de la Canela hacia Mao y Esperanza 24PU9182
Lat.: 19°49'51" / Long.: -70°8'01.51"

2.5.7. Aluviones de fondo de valle - Gravas arenas y arcillas (24) Holoceno

Los aluviones de fondo de valle están presentes en la mayoría de los ríos y arroyos de la hoja. Están más desarrollados en los ríos Amina y Yaque del Norte. En la cuenca del Río Yaque están constituidos de cantos redondos de tamaño centimétrico a semimétrico, clastosoportados, con muy poco matriz arenosa.

A lo largo del Río Amina existen secciones sin depósitos aluviales permanentes, tal como en la sección entre Sui e Inoa, en la esquina Suroeste de la hoja y en secciones más cortas entre Sui y Potrero. (Fig. 191). Los cantos son más pequeños y contienen varios bloques de calizas.

En los tributarios encajonados en la meseta de Cuesta Abajo, los depósitos en el cauce mismo son esporádicos (Fig. 192). El arroyo Sui, arriba de su confluencia con el Río Amina, presenta una acumulación espectacular de bloques y cantos polimétricos.

El Arroyo Dicayagua, aunque la parte baja de su curso no se ubica en la meseta, se queda muy encajonado en la parte baja, en el sector de Naranjo (Fig. 193) y los depósitos son escasos en este tramo. Del mismo modo, el Río Yaque, en el tramo de la ciudad de Santiago, entre Nibaje y La Otra Banda, es muy erosivo y encajonado (Naranjo) después de haber dejado paleomeandros, dos kilómetros río arriba. Esto puede corresponder a una surrección relativa, reciente a actual, de un bloque alargado entre Dicayagua, Naranjo y Nibaje - La Otra Banda, en la hoja de Santiago.

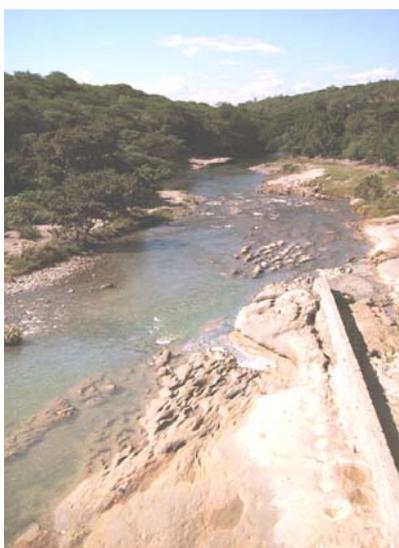


Fig. 191: Aluviones de fondo de valle – Cauce del Río Amina río debajo de la Presa de Potrero



Fig. 192: Aluviones de fondo de valle – Cauce del Arroyo Sui en el conglomerado Bulla



Fig. 193: Aluviones de fondo de valle – Cauce del Arroyo Dicayagua encajonado entre farallones de 40m de margas en el

Presa de Potrero. 24PU9276 Lat.:
19°46158 / Long.: -70°95912

Confluencia de los arroyos Sui y
Maquen. 24PU9671 Lat.: 19°38467 /
Long.: -70°88779

sector de Naranjo.

Camino de La cruz la Charca hacia el
Naranjo y Guayacanal 24PU9448 Lat.:
19°40727 / Long.: -70°76313

2.5.8. Cuaternario antrópico - Vertedero de desechos sólidos (25) Actual

En la hoja existen depósitos antrópicos cartografiables que presentan importancia en cuanto a sus contextos geológicos. Se trata de los diferentes vertederos de desechos ubicados en el sector Noreste de la hoja, al límite con la hoja de Santiago. Son conocidos como vertederos de Rafey o de Cienfuegos. Son los vertederos más importantes de la comunidad urbana de Santiago. Se trata de depósitos de basuras de orígenes domésticos tal como industriales, en canteras abandonadas en las areniscas de la Fm Mao o las terrazas altas del Río Yaque (Fig. 194). El piso o subsuelo de estas canteras corresponde generalmente a las margas y siltitas de la Fm Gurabo (Fig. 195). Se han cartografiados los sitios actualmente los más importantes, sin embargo cabe señalar que la mayoría de las canteras abandonadas en la periferia de la ciudad de Santiago están utilizadas como vertederos tal como en las numerosas canteras de Naranjo al Este de la hoja.



Fig. 194: Cuaternario antrópico - Vista del vertedero actual de Rafey-Cienfuegos con las resurgencias de las aguas contaminadas sobre las alternancias de Margas y siltitas de la Fm Gurabo hacia el Barrio de Cienfuegos en el segundo plano

25PU9131 Lat.:19°47406/Long.: -70°75000



Fig. 195: Cuaternario antrópico - Vista del vertedero actual en Rafey Cienfuegos y el Barrio de Cienfuegos en el segundo plano.

25PU9148 Lat.:19°47098/Long.: -70°74958

3. TECTONICA

3.1. Contexto geodinámico de la Isla La Española

La isla de La Española forma parte del archipiélago de las Antillas Mayores, que forman el segmento septentrional de una cadena de arcos de isla que circunda la Placa del Caribe desde Cuba hasta Venezuela. Desde el punto de vista geodinámico, esta región está ubicada en el límite norte de una pequeña placa, la Placa Caribeña que desempeña el papel de una zona de convergencia entre la Placa de América del Norte, la Placa de América del Sur y las pequeñas placas del Pacífico este: las Placa Cocos y Placa Nazca (Fig. 196).

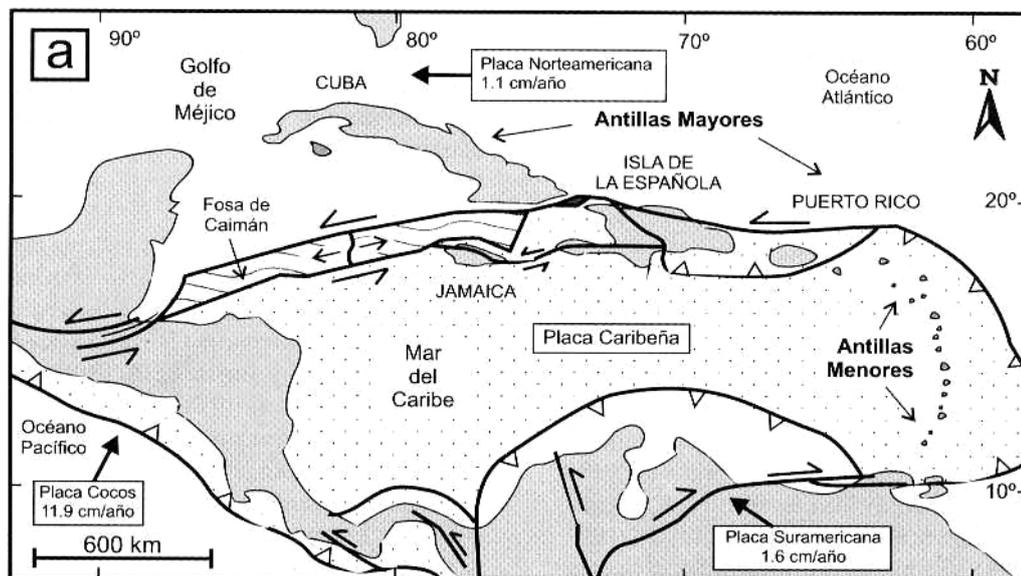


Fig. 196: Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. *et al.*, 2002)

La Española es la segunda isla en extensión de las Antillas Mayores. 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.

La Isla de La Española, conjuntamente con Puerto Rico, constituye una unidad que puede interpretarse como una microplaca, limitada al Norte por una zona de subducción con desplazamiento oblicuo a 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 (Fig. 197), 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).

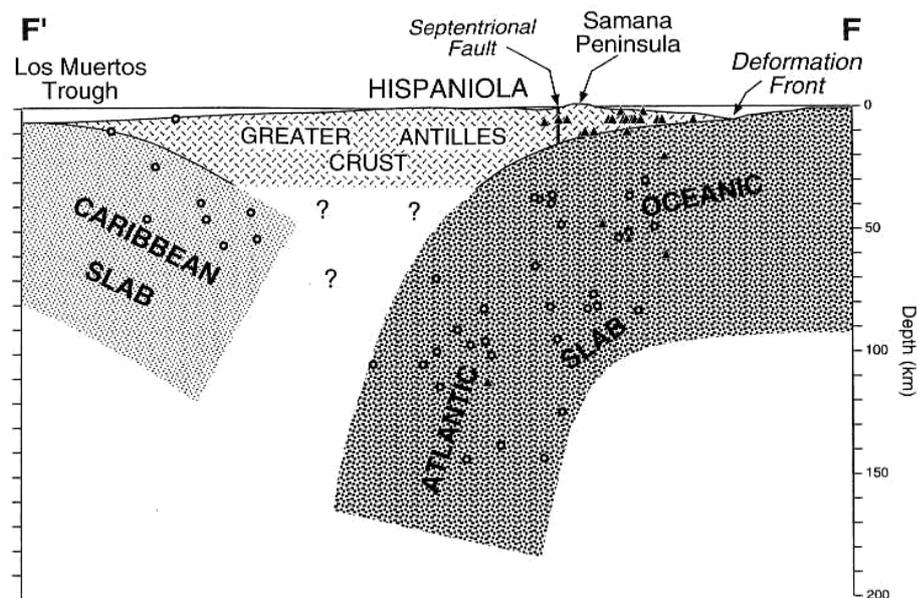


Fig. 197: Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. *et al.*, 1998).

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 Fm Tireo) y numerosas intrusiones gabro-diorítico-tonalíticas, así como un engrosamiento de la corteza oceánica y formación de una meseta oceánica 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.

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, 1990; Pindell, 1994) (Fig. 198).

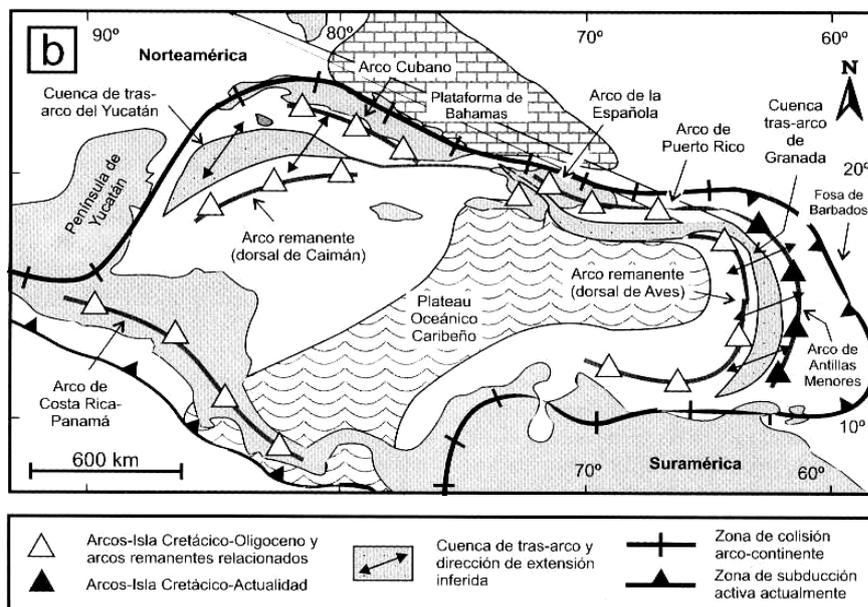


Fig. 198: Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. *et al.*, 2002).

Con tal marco geodinámico la Isla de la Española tiene una historia ligada a sismos fuertes registrados en la época histórica y lo tuvo probablemente durante épocas geológicas. (Fig. 199 a Fig. 202).

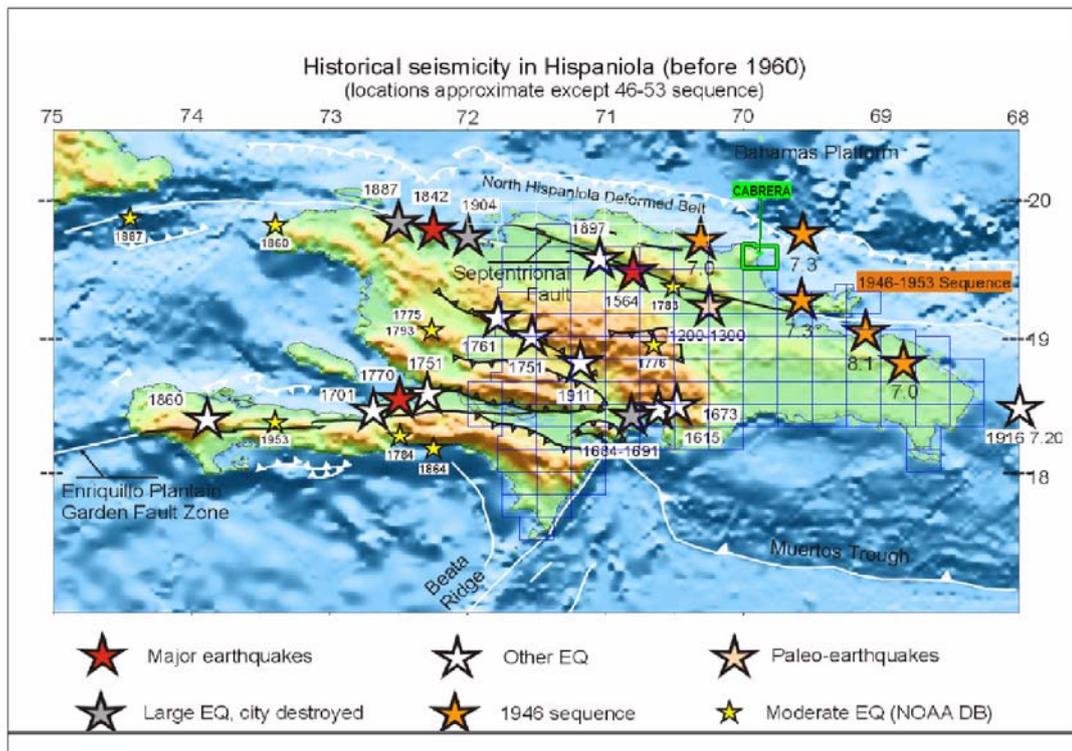


Fig. 199: Mapa de la Isla de la Española con detalle de los principales sismos históricos (Calais E, 2001)

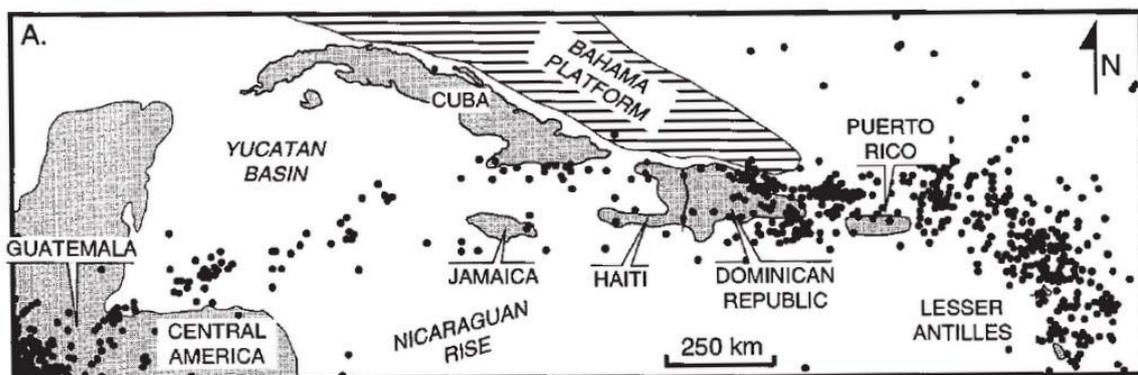
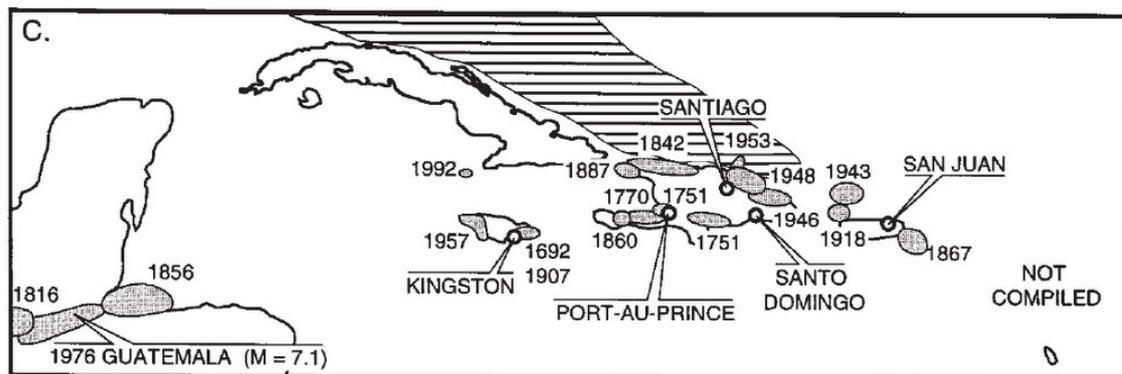


Fig. 200: Ubicación de sismos importantes en el límite de placas Norte America y Caribe (Man P. 1998).



C) Felt zones of large northern Caribbean historical earthquakes modified from Kelleher et al. (1973); Robinson et al. (1958); Plafker (1976); Osiecki (1981); and White (1985). Note dual zone of historical earthquakes in the northeastern Caribbean that corresponds to vague belts of earthquake epicenters in A.

Fig. 201: Areas de percepción de los sismos históricos en el límite de placas Norte America y Caribe.

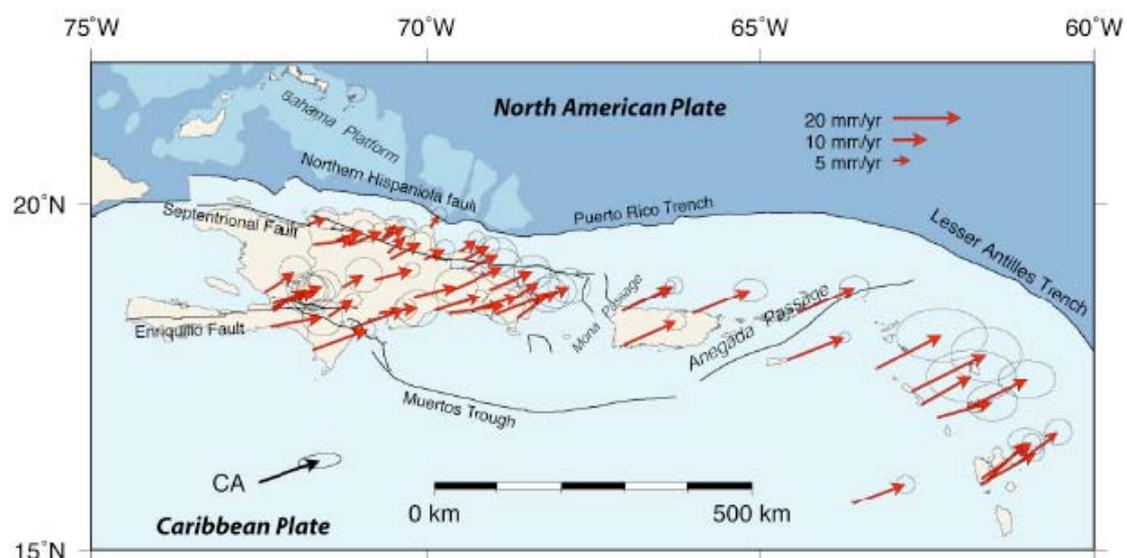


Fig. 202: Velocidades de desplazamientos medidas por GPS en la Zona Noreste del Caribe. (Calais E, 2007)

A continuación se describen los principales sismos del periodo histórico reportados en varias crónicas o informes.

P. Mann (2003) señala trazas de un sismo importante en las dataciones de neotectónica en las trincheras abiertas en las inmediaciones del Río Licey (Hoja de Santiago) y del Río Cenoví (Hoja de Salcedo) con una ruptura importante del orden de 20km a lo largo de la falla septentrional activa (SFZ). Las dataciones por carbón le dan una edad entre 1030 y 1240. La ubicación se estima en Long.: -70°673 / Lat.:19°777 es decir en las inmediaciones de las ciudades actuales de Moca, Salcedo y Tenares.

El 2 de diciembre de 1562 un fuerte terremoto destruye totalmente la antigua ciudad de Santiago junto a otras colonias españolas entre las que se encontraba La Vega y Puerto Plata. Las crónicas antiguas reportan el hundimiento de la ciudad durante este evento. La ciudad antigua de Santiago establecida en Jacagua al pie del cerro Diego de Ocampo en la Cordillera Septentrional fue a esta ocasión trasladada a la orilla del Rio Yaque.

El 20 de Abril 1564 otro fuerte terremoto con epicentro estimado en Long.: -70.30 y Lat.:19.10 en la hoja Fantino destruyo la antigua ciudad de la Vega establecida en las faldas del Cerro Santo al Este de la ciudad actual. Arazo igualmente la Ciudad de Santiago.

En los años 1776 (30/1/1776) y 1783, dos terremotos en el centro de la Isla destruyen Santiago y otras ciudades El epicentro del sismo de 1776 es estimado en Long.: -70.40 Lat.19.0 al Norte de Bonaó. El epicentro del segundo sismo se estima en Long.: -70.40 Lat.19.30 al este de Villa Tapia actual en la Hoja de San Francisco de Macorís.

El Sabado 7 de Mayo de 1842, ocurre otro sismo de grado IX en la escala MSK con el epicentro estimado en el mar frente a en Cabo Haitiano sacude toda la isla y particularmente la costa Norte. provocando un fuerte maremoto en las costas. 5000 a 6000 fallecidos en Haití, destrucción de Santiago de los Caballeros, Cabo Haitiano, Port de Paix y Mole de San Nicolás, Destrucción de muchos edificios en Santo Domingo. El maremoto inundo Monte Cristi y Cabo Manzanillo, logrando extender sus daños hasta la zona de Samaná. En el Cibao las aguas de los ríos Yaque del Norte y Masacre se reunieron, las del Yuna se esparcieron por gran parte del valle de La Vega Real.

El 29 de diciembre de 1897, otro sismo de grado IX en la escala MSK con epicentro estimado en Long.: -71.01 Lat.19.63 al Norte de Navarrete destruye partes de Santiago y Guayubín, rompe el cable submarino de puerto plata y provoca deslizamientos en las montañas al Norte de Santiago. Estos podrían corresponder a los deslizamientos antiguos conocidos en la Cordillera Septentrional así que otros en el Norte de la Hoja San José de las Matas.

El 28 de julio de 1943 un fuerte terremoto produjo daños en La Vega, Santiago, Cabrera, Jarabacoa y dejando a estos pueblos sin energía eléctrica., Era un sismo ocurrido en el canal de La Mona a 180km al Este de Santa Bárbara de Samana y que generó un enorme maremoto que azotó las costas este de la República Dominicana y desoló el Oeste de Puerto Rico.

El 21 de abril de 1948, en Santo Domingo, La Vega, Santiago, Bayaguana, Yamasá, e Yaguate un sismo fue sentido fuertemente y se produjeron grietas en diferentes estructuras y averías de poca consideración.

El 22 de septiembre 2003 el sismo de Magnitud 6.5 cuyo epicentro se ubicaba en la zona de Puerto Plata (Long.: -70°6'73 / Lat.:19°7'77) provoco daños principalmente estructurales. Las áreas de mayor impacto se localizaron hacia el oeste de la ciudad donde varios ríos intermitentes fueron depositando sus aguas y sedimentos. Estas áreas ocupan las zonas topográficas mas bajas de la ciudad con lo que gran parte de las edificaciones reposaban sobre sedimentos aluvionales y suelos orgánicos compresibles. Se produjeron importantes daños en estructuras, pavimentos, líneas de servicios vitales y deslizamientos en taludes de cañadas y vías. Se reportaron 3 fallecidos y 30 heridos de diversa consideración, además de numerosos daños en infraestructura. Hubo daños estructurales menores en la ciudad de Santiago.

3.2. Marco tectónico de la hoja

3.2.1. Introducción

La hoja de San José de las Matas abarca cuatro dominios estructurales, que son del Suroeste al Noreste

- Dominio de la Cordillera Central, limitado al Sur de la Zona de Falla La Española (ZFLH), en la esquina SO de la hoja.
- Dominio de Magua-Tavera, alargado en la ZFLH,
- Dominio de Amina-Maimón, al Norte de la ZFLH,
- Dominio de la Cuenca del Cibao, afectado por la Zona de Falla de Mao; cubre la mayor parte de la Hoja.

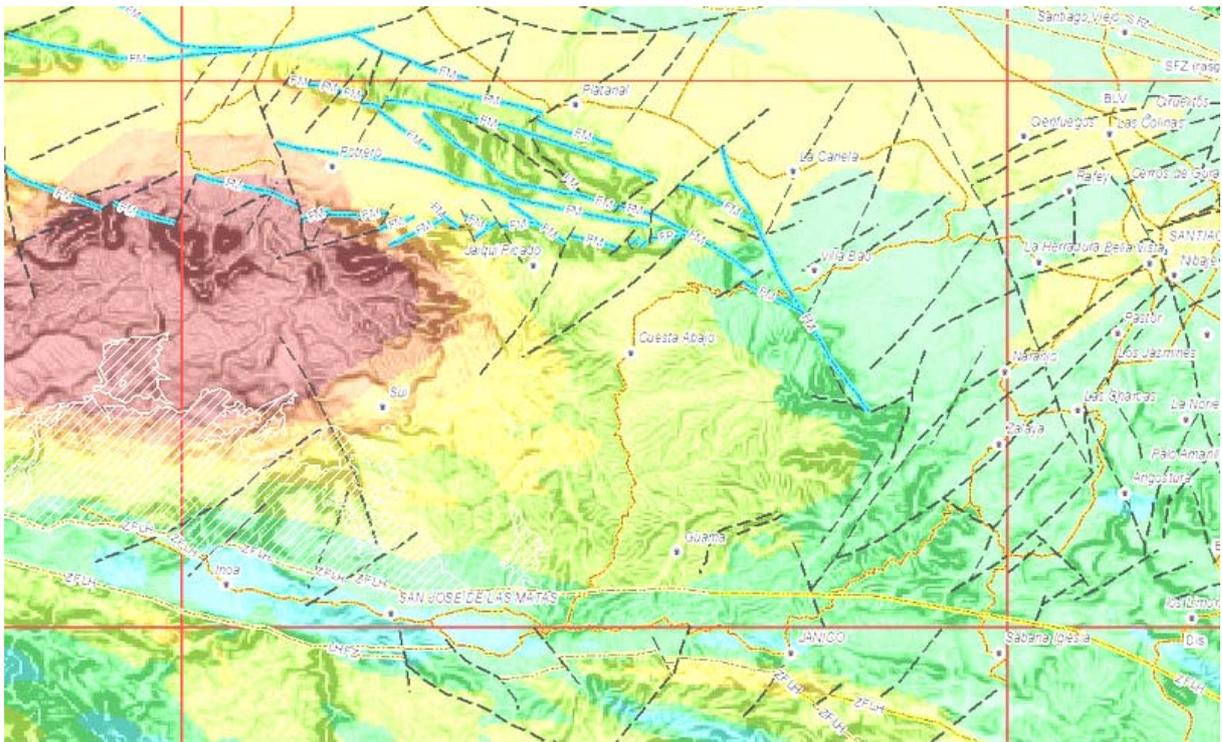


Fig. 203: Mapa de los principales accidentes estructurales con el magnetismo reducido al polo, el relieve del SRTM

ZFLH: Zona de Falla de la Española – FM: Sistema de la Falla Mao - Rayas blancas: Zócalo metamórfico de la Fm Amina-Maimón;

3.2.2. Dominio de la Cordillera Central

El Dominio de la Cordillera Central ocupa una superficie muy reducida ($< 1\text{km}^2$) en la esquina SO de la hoja. Corresponde a la extremidad NO del Batolito de El Bao, limitado por el borde sur de la ZFLE, que pone en contacto la tonalita con el conglomerado de Inoa. El contacto no es visible en esta hoja. Las condiciones de afloramientos en el Río Inoa son mucho mejores en la hoja colindante de Jánico.

3.2.3. Dominio de Magua-Tavera- Zona de Falla de La Española (ZFLE)

El Dominio de Magua-Tavera ocupa, en la esquina SO de la hoja, una banda de 2 a 3 km de ancho, con dirección ONO-ESE, correspondiendo principalmente a los conglomerados de Inoa.

Este dominio está inmerso en la ZFLE Esta falla cortical atraviesa la Isla de La Española siguiendo una dirección ONO-ESE y presenta un movimiento general transcurrente senestro. Como la Falla Septentrional, está relacionada con el movimiento relativo de las placas Norte Americana y Caribeña (de Zoeten & Mann, 1991). Este movimiento de la ZFLE produce, en el sector NO de la Cordillera Central, la formación, relleno y deformación de las cuencas de Magua-Tavera y San José de Las Matas, interpretadas como cuencas de *pull-*

apart (Coleman & Winslow, 2002). La cuenca de San José de Las Matas presenta una longitud de unos 80 km y una anchura de 3 a 7 km, incluyéndose geográficamente en las hojas de San José de Las Matas y Monción. El relleno de la cuenca ha sido controlado tectónicamente por las Fallas de Inoa y Amina, que limitan espacialmente la ZFLE. El relleno corresponde a los conglomerados, areniscas y lutitas del Grupo Tavera de edad Paleoceno-Eoceno. Deformaciones transpresivas más tardías asociadas a la ZFLE producen la reactivación de las fallas que limitan la cuenca y el plegamiento del Grupo Tavera. Desde el Mioceno Superior y hasta la Actualidad, los movimientos transpresivos producen el levantamiento de la Cordillera Central, la sedimentación de los conglomerados de la Fm. Bulla y Cercado, y el aporte terrígeno que rellena la Cuenca neógena del Cibao.

En la hoja de San José de las Matas; el borde sur de la ZFLE, en contacto con el batolito de El Bao, no aflora bien, pero más al SE, en la hoja de Jánico, la zona milonitizada supera a los 500 m de anchura.

En la esquina SO de la hoja, el río Inoa ofrece un buen corte de los conglomerados de Inoa, que constituyen una sinforma ONO-ESE. El flanco sur, poco inclinado, presenta una red de pequeñas fallas normales, con el lado sur hundido (amplitud decimétrico de cada movimiento). La densidad de estas fallas, de dirección ONO-ESE, paralelas al eje de la sinforma y a la ZFLE, aumenta a proximidad del borde sur de dicha falla.

El flanco norte de la sinforma es más acentuado al contacto con el borde norte de la ZFLE y los esquistos de la Fm Amina-Maimón. El contacto está subrayado por dos lentejones decamétricos de rocas ultrabasitas serpentinizadas: uno situado al límite oeste de la Hoja, 200 m al Norte de la Carretera de Monción, otro al Este de San José de Las Matas, 1 km al Norte de Guaica. Hacia el Este, los conglomerados de Inoa y los esquistos Amina-Maimón están cubiertos discordantemente por las formaciones subhorizontales de la Cuenca del Cibao. El contacto corresponde a una superficie de erosión y laterización (Mioceno medio) y buza ligeramente, hacia el NE, del orden de 5°.

3.2.4. Dominio Amina-Maimón

El Dominio de Amina-Maimón, que incluye los esquistos de edad Cretácico inferior de la Fm Amina-Maimón, está limitado al Sur por el borde septentrional de la ZFLH y tapado al Norte por el borde meridional de la cuenca neógena del Cibao,.

Las estructuras cartográficas de la Fm Amina-Maimón, subrayadas por las alternancias félsicas-máficas, hectométricas a kilométricas, presentan una dirección general N110-120°E, paralela a la dirección de la ZFLH. Los ejes de los pliegues tardíos, decamétricos a

hectométricos de dirección N110-120°E, son subhorizontales (buzamiento variable entre 0 y 15° hacia Oeste o Este). A escala del afloramiento los pliegues decimétricos a métricos con eje curvo, en vaina (Fig. 204), típicos de las zonas de cizallas, se observan frecuentemente. Las rocas de protolito esencialmente volcánico, presentan una variable deformación dúctil esquistosa acompañada por un metamorfismo sincinemático (Draper y Lewis, 1991; Kesler et al., 1991).

Los tipos litológicos que la constituyen son filitas y cuarzoesquistos albítico-sericíticos y esquistos máficos clorítico-actinolítico-epidóticos, que en las zonas más deformadas presentan texturas filoníticas y miloníticas. Ambos tipos litológicos se corresponden respectivamente con protolitos volcánicos de metariolitas-riodacitas y metaandesitas, respectivamente.

3.2.4.1. Fábricas y estructuras sinmetamórficas

Se distingue desde rocas relativamente poco deformadas, que han preservado parte de la mineralogía ígnea original, hasta rocas completamente recristalizadas que han desarrollado una penetrativa fábrica dúctil plano-linear (S1-L1) de características milonítico-filoníticas. La existencia de rocas variablemente deformadas está relacionada con el gradiente de la deformación heterogénea, asociado a la formación de una zona de cizalla dúctil de escala kilométrica regional, de dirección ONO-ESE y ángulos de buzamiento medios y bajos al SO.

La distribución cartográfica de los dos tipos de protolitos ácidos e intermedio-básicos en los afloramientos de la Fm Amina, establece una alternancia de ambas litologías que definen bandas de típicamente 0.5-1.5 km de espesor estructural. El acuñaamiento lateral de estas bandas y la existencia de zonas de charnela cartográficas en la alternancia litológica, sugiere la existencia de antifformes y sinformes recumbentes de escala kilométrica, formados durante la etapa de cizallamiento regional, ya que la esquistosidad S1 principal es la de plano axial. Esta macroestructura se interpreta debida a la imbricación durante el cizallamiento regional de ambos tipos litológicos por cabalgamientos dúctiles dirigidos al N y NE durante D1 (*“thrust nappes”* sensu; McClay, 1992), en el que los niveles estructuralmente más altos se situarían al S. A favor de esta interpretación son las relaciones cartográficas de pérdida de continuidad lateral de zonas de charnela y de corte entre algunas bandas, que establecen la formación de los cabalgamientos dúctiles en los flancos inversos de los antifformes tumbados.



Fig. 204: Pliegue con eje curvo, en vaina (N115°E-50°O). Zona de cizalla en los esquistos verdes de composición andesítica con tramos riódacíticos: Cañada del Caimito

(22MJ9027: Lat: 19,357003; Long.: -70,959605)



Fig. 205: Charnela de pliegue (N115°E-50°O). Zona de cizalla en los esquistos verdes de composición andesítica con tramos riódacíticos: Cañada del Caimito

(22MJ9027: Lat: 19,357003; Long.: -70,959605)



Fig. 206: Veta de cuarzo plegada y boudinada, con óxido de hierro, en las charnelas subhorizontales de pliegues de las metariolitas: Cañada del Caimito_SO

(22MJ9031: Lat: 19,35317; Long.: -70,969594)



Fig. 207: Apilamiento de charnelas de pliegue con eje subhorizontal en las metariolitas:Cañada del Caimito_SO

(22MJ9031: Lat: 19,35317; Long.: -70,969594)



Fig. 208: Pliegue tipo kink (en esquistos verdes ácidos-metariolitas): eje: N135°E-10°SE; plano axial: N140°E-60°NO:
Arroyo Blanco-Guayubin
(22MJ9053: Lat: 19,372261; Long.: -70,945594)

A escala de afloramiento, la fábrica planar S1 presenta unos ángulos de buzamiento medios hacia el S y SO, y una dirección general ONO-ESE. Esta fábrica planar se interpreta como una S1, ya que los dominios poco deformados por D1 transitan a las texturas ígneas del protolito. La S1 contiene una penetrativa lineación de estiramiento y mineral Lm, de dirección general NNO-SSE y NNE-SSO. Los ángulos de inmersión de la Lm son medios y bajos e invariablemente al S y SE. En los esquistos y milonitas cuarzo-feldespáticas, la fábrica planar S1 está definida por la alternancia subcentimétrica de niveles ricos en feldespatos, cuarzo y micas, y la lineación Lm por la elongación de agregados elipsoidales cuarzo-feldespáticos y de las sombras de presión en torno a los porfiroclastos. En los esquistos máficos miloníticos, la fábrica S1 está definida por un bandeo milimétrico-submilimétrico de niveles alternativamente ricos en actinolita-clorita y albita. La lineación de estiramiento Lm aparece marcada en estas litologías por el alineamiento de la actinolita y de los agregados de cuarzo, albita o epidota.

La no-coaxialidad de la deformación D1 está indicada por la existencia de fábricas S-C en zonas de cizalla mesoscópicas anastomosadas, boudinage asimétrico de la foliación (Hanmer & Passchier, 1991) y la asimetría de las sombras de presión en torno a los porfiroclastos de clinopiroxeno ígneo relictivo, feldespatos y cuarzo.

En toda el área estudiado, la asimetría de todas estas mesoestructuras indica un uniforme sentido de cizalla de techo hacia el N y NE, paralelo a la lineación de estiramiento mineral Lm. La deformación D1 también produce un intenso plegamiento recumbente isoclinal e intrafoliar de vergencia al N y NE, cuyos ejes de pliegues son subparalelos a la lineación de

estiramiento Lm. La asimetría observada en pliegues de escala métrica-decimétrica y el cizallamiento con pérdida de continuidad en los flancos inversos, es consistente a escala regional e indicativa de un cizallamiento inverso de techo hacia el N y NO. En algunas zonas, durante el cizallamiento dúctil D1 se forman abundantes venas centimétricas y decimétricas de epidota y cuarzo, observándose en ocasiones éstas mineralizadas con sulfuros de Cu. Estas venas inicialmente son oblicuas a la S1 cortándolas a un ángulo medio o alto, pero con la deformación progresiva resultan plegadas isoclinalmente y cizalladas en los flancos, rotando hasta alcanzar el paralelismo con la S1. La asimetría de las zonas de charnela aisladas de las venas y del boudinage asimétrico, define igualmente un sentido de cizallamiento de techo hacia el N y NO durante D1.

3.2.4.2. Interpretación de la deformación D1 en el Dominio Amina-Maimón

Consideradas en conjunto, las características de la deformación en el dominio Amina-Maimón indican que la D1 consistió en una etapa de deformación heterogénea asociada a un cizallamiento dúctil regional dirigido al N y NO. El cizallamiento produjo el apilamiento de numerosas laminas cabalgantes de buzamiento hacia el S y SO y escala kilométrica, junto a la imbricación dúctil de los dos tipos composicionales de protolitos. Aunque la intensidad de la deformación es bastante similar en toda el área estudiada, la abundancia de fábricas miloníticas y filoníticas es generalmente mayor hacia el S y SO, es decir, hacia los niveles estructurales más altos de la secuencia estructural. Sin embargo, en los niveles estructurales más altos del dominio la foliación S1 aparece cortada a bajo ángulo y verticalizada por el borde norte de la Zona de Cizalla de La Española. Se desconoce la edad de la deformación D1. No obstante, la total ausencia de manifestaciones filonianas o de un magmatismo de arco contemporáneos a la deformación, junto con la edad de la Fm. Magua y cenozoica de la cobertera, sugieren que tuvo lugar en el Cretácico Superior. Una deformación por cizalla dúctil muy similar es la que afecta a la Fm. Maimón presente en el área de Bonaó, que resulta litológica y geoquímicamente equivalente (Draper y Lewis, 1991; Draper et al., 1996).

3.2.5. Dominio Cuenca del Cibao

Las formaciones del Grupo Yaque, que ocupan el Dominio Cuenca del Cibao, se han depositado discordantemente sobre el substrato Cretácico inferior de la Fm Amina-Maimón o las formaciones sedimentarias de Magua-Tavera y Jánico. Ocultan el borde septentrional de la ZFLE, en el límite este de las hojas de San José de Las Matas y Jánico y no presentan deformación dúctil. En la hoja de Jánico, cerca de Pedregal, el Conglomerado Bulla

(Mioceno medio, base del Grupo Yaque), está afectado por un posible juego tardío del borde septentrional de la ZFLE. El hundimiento de la base del conglomerado es de 100 m en el compartimiento Sur.

La Cuenca del Cibao es subhorizontal, con el borde sur muy ligeramente inclinado hacia el Norte o NE (del orden de 5-10°).

Al Norte de la hoja, la meseta de Cuesta Abajo está afectada por un sistema de fallas subverticales normales, de dirección ONO-ESE, correspondiendo a la Zona de Falla de Mao (ZFM) que marca el límite sur del valle del Río Yaque.

El Este de la hoja, esta afectado por un sistema de falla NNO-SSE, correspondiendo a las Fallas de Bosua-Lopez (BLFZ), que limitan la ZFM hacia el Este y marcan el borde este de la meseta de Cuesta Abajo.

En la meseta, el sistema de falla más nítido, en las fotografías aéreas o SRTM, corresponde a lineamientos NE-SO y NO-SE.



Fig. 209: Tectónica - Fm Gurabo - Margas nodulosas bioclásticas con lentes de calizas muy arcillosas grises a beige con estratificación muy inclinada: az:34°/ dip: 41°

Camino de Hundidera a Potrero 24PU9254 Lat.: 19°46'134 / Long.: -70°90'43

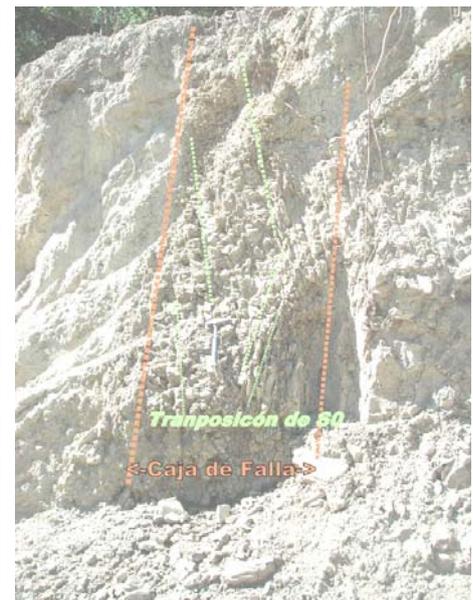


Fig. 210: Tectónica - Fm Gurabo - Corredor de fallas con S0 inclinada (352°/35°) y transpuesta en fallas - presencia de estrías horizontales

Camino de Sto. Lorenzo hacia Hundidera 24PU9230 Lat.: 19°46'039 / Long.: -70°85'878

3.2.6. La Zona de Falla de La Española (ZFLE)

La ZFLE, de 1 km de anchura y dirección ONO-ESE, afecta la esquina SO de la hoja, encajando la Fm Magua-Tavera. El borde sur de la ZFLE separa la terminación del batolito El Bao de los conglomerados Inoa, pero el contacto no se observa bien La traza sigue hacia el ESE, en la hoja de Jánico, donde la zona milonitizada es de 500m de anchura. El borde

norte de la ZFLE separa los esquistos de Amina-Maimón de los conglomerados Inoa. Dos pequeños lentejones de peridotitas subrayan este contacto (Fig. 211). Hacia el ESE, la traza, ocultada por el Conglomerado Bulla, está deducida del mapa geofísico con contraste muy débil. Los lentejones de peridotitas serpentinizadas tampoco se notan en las imágenes aeromagnéticas.

En el surco existen pequeñas fallas asociadas a La ZFLE. En la carretera de San José de Las Matas a Pedregal, en Guaiaca (24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556), aflora una zona tectonizada, en las lutitas y conglomerados Inoa de la Fm Magua-Tavera, con laminaciones de las lutitas.

A nivel regional, la Falla Española es una falla cortical, con un movimiento general transcurrente senestro que no se puede apreciar en esta hoja. Ha originado la formación, relleno y deformación de las cuencas de Magua-Tavera y San José de Las Matas, interpretadas como cuencas de *pull-apart* (Coleman & Winslow, 2002). Aquí, el relleno corresponde principalmente a los conglomerados de Inoa, controlado por las fallas de Inoa y Amina que limitan los bordes sur y norte de la ZFLE.



Fig. 211: Falla de La Española. Peridotitas serpentinizadas inyectadas en los conglomerados de Inoa, en el borde norte de la ZFLE.

24PU9339 Lat.: 19°34565 / Long.: -70°89621



Fig. 212: Falla La Española ZFLE. Lutitas tectonizadas en las fallas asociadas a la ZFLE.

24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556

3.2.7. El Sistema de la Falla Mao (FM)

En el Norte de la hoja, la terminación oriental de la falla de Mao, de dirección ONO-ESE, marca el límite de la meseta con el valle del Yaque del Norte. Se trata de un sistema de falla normales, ya descritas durante el proyecto anterior, en las hojas de Mao y de Martín García, localmente bajo el nombre de Accidente de Cana – Gurabo.

En la hoja de San José de Las Matas, 4 fallas normales principales se escalonan en una zona de 2,5 km de anchura.

El tramo meridional, limita, hacia el Norte, la meseta de Cuesta Abajo – Jaiqui Picado. Está afectado por fallas tardías NO-SE y ENE-OSO. Los deslizamientos de Cañete están originado por este tramo de falla.

3.2.8. Fallas de Bosua - Lopez (BLZF)

Este grupo de fallas orientadas NNO- SSE se localiza al Este Sureste de la hoja. Bosua corresponde a la Loma ubicada al Oeste de Villa Bao o Villa Tabacalera. Lopez es un poblado ubicado a la confluencia del Arroyo Lopez y del Rio Yaque en la hoja de Santiago.

Estas fallas, bien marcadas en la morfología, no se notan en el mapa aeromagnético. El ramo occidental actúa como falla normal, con la parte oriental hundida, y marca el límite oriental de la meseta de Cuesta Abajo: pone en contacto las calizas coralinas de Mao Adentro con las calizas bioclásticas de La Fm Cercado, entre el Cerro los Paleros (445m) y Finca Aciba al Noroeste (220m). El desplazamiento vertical de la falla supera 200m, tomando como referencia el techo de la Fm. Cercado, en ambos compartimentos.

En el Norte de la hoja, estas fallas limitan la extensión de la falla de Mao hacia el Sureste. El río Yaque subraya un tramo del sistema.



Fig. 213: Fallas de Bosua Lopez (BLVZF: Vista del paisaje al pie de la falla de Bosua.

Camino de Villa Tabacalera a Finca Aciba 24PU9752 Lat.: 19°44'46" / Long.: -70°7'88.1"

3.2.9. Fallas NE-SO

Esta familia de fallas se reparte en toda la hoja, particularmente en el sureste y este donde se prolongan en la hoja adyacente de Santiago. En general de poca extensión, excepto la del valle del Arroyo Dicayagua, corresponden al rumbo principal del modelado de la topografía en las formaciones de litologías homogéneas, como los conglomerados de Bulla, las calizas bioclásticas de la Fm Cercado y las margas siltosas de la Fm Gurabo. En estas, la red de falla compartimenta el relieve en lomas alargadas NE-SO. En el sector oriental, las exposiciones de la Fm Mao se alargan entre ramas de esta red, en los sectores de Naranja, Villa Bao y Cienfuegos.

Las variaciones del piso de las terrazas altas del sector de Cienfuegos y del contacto de la Fm Mao con la Fm Gurabo están relacionadas con los movimientos de estas fallas, conjugadas con el juego activo senestro de la Falla Septentrional, ubicada a 4 km al NE del límite de la hoja.

4. GEOMORFOLOGIA

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La topografía de la hoja de San José de las Matas queda definida por las planicies escalonadas de las formaciones mio-pliocenas del Valle del Cibao, con una parte del valle del Yaque del Norte en el extremo NE. La Cordillera Central ocupa una zona restringida en la esquina SE. En el río Amina al Norte, en la Cañada de Mera al NW y en el Arroyo Dicayagua al Este, se han depositado sedimentos de carácter aluvial-coluval.

Las cotas más elevadas se encuentran en el Sur de la hoja (Cerro Cardo 641 m); las más bajas corresponden a la llanura de inundación del río Amina (90 m), en el sector NW.

Una alineación de superficies estructurales, bordeadas por escarpes y coluviones asociados, se destaca en el Norte de la hoja.

La red de drenaje se densifica a proximidad de la Cordillera Central; localmente la incisión lineal es tan pronunciada que da lugar a la formación de cárcavas.

4.2. FORMAS GEOMORFOLOGICAS

El modelado de la Cordillera Central es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos (ígneos y tectónicos) acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y poligénico.

4.2.1. 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 sólo descubren y modelan sobre un patrón preestablecido.

En la Cordillera Central aparecen diversas morfologías relacionadas con el trazado de fallas, algunas con expresión morfológica clara. Corresponden a fallas normales y desgarres; algunos de éstos parecen responder al rejuego de fallas inversas. En estas fallas se reconocen facetas triangulares de escarpe de falla, que se desarrollan gracias a la existencia de una capa dura y no están vinculados necesariamente a la aparición de una plataforma, pudiendo aparecer de forma individualizada.

En algunas áreas, han adquirido importancia los resaltes de escarpes y crestas, bien por acción de fallas, bien por ser morfologías relacionadas con la distinta resistencia a la meteorización ofrecida por los materiales aflorantes, entre los que abundan los bordes de capas monoclinales o capas verticalizadas. Se observan en el E de la Hoja, en las dos vertientes del valle del Arroyo Jaroa y en la Cañada la Espensa, por ejemplo.

En el Norte, destaca la alineación de superficies estructurales con sus escarpes y coluviones en las vertientes asociados, en Cerro de Potrero, Loma Atravesada, y Loma de Hatillo.

4.2.2. Fluviales y de escorrentía superficial

Ocupan una gran superficie en la hoja, con una amplia distribución. Su cartografía permite una detallada caracterización de la red de drenaje. Se trata de una red densa y bien marcada por los desniveles existentes entre el firme de la Cordillera, donde nacen todos los ríos de la Hoja, y las planicies de los valles a los que van a desembocar.

En la pequeña franja del Valle del Yaque que abarca la hoja, encontramos una gran diversidad de formas fluviales: llanura de inundación, cauce principal, cañones o gargantas y varios niveles de terrazas. En el Valle del río Amina, en el NW de la Hoja, también se ha formado una llanura de inundación con sus niveles de terrazas asociadas, pero en este caso, sin diferenciar varios niveles.

Los fondos de valle aparecen con muy escasa representación, se limitan a la Quebrada del Gudino y, todavía en menor medida, en el S de la Hoja, asociados al Arroyo Maquen. Estas formas suelen quedar delimitadas por rupturas de pendiente, más o menos pronunciadas, cóncavas, en ambas orillas a lo largo de su curso. Pueden presentar drenaje en su parte media o no. Cuando el drenaje incide el fondo de valle se ha cartografiado como incisión lineal. Es frecuente que los fondos de valle hayan sido habilitados para el cultivo por lo que muestran cierta antropización que se traduce en márgenes que protegen los campos. Esta forma implica por sí misma un cierto depósito. A pesar de su aparente falta de funcionalidad forman parte de la red de drenaje concentrando, en caso de fuertes precipitaciones, la arroyada. Son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de los principales elementos de la red fluvial actual.

Entre las formas erosivas, se han representado los barrancos de incisión lineal, que ocupan toda la extensión de la Hoja, como consecuencia del fuerte desnivel entre las elevaciones de la Cordillera Central y los valles asociados. En el centro de la Hoja, la incisión lineal es tan marcada que se producen formaciones de cárcavas.

En el extremo SW de la Hoja se han formado cañones o gargantas, producto de la erosión fluvial del río Amina y el arroyo Naya.

4.2.3. Formas gravitacionales

Las formas más frecuentes son coluviones, formados como respuesta al desequilibrio provocado en las laderas por la erosión fluvial, y de forma localizada, en las vertientes de los escarpes de las superficies estructurales y las vertientes de la cañada de Mera, en el norte de la hoja.

También se han localizado deslizamientos, con cicatrices de despegue bien desarrolladas. Se encuentran en tres sitios, repartidos en ambos flancos de la Cañada de Mera, con de Oeste a Este, la Hundidera, la Loma La Capilla (Fig. 214) al Sur de la Loma Hatillo, (Fig. 215) y al Norte de la Loma el Cañete. Ocupan una superficie total de 2.19 km², y se identifican perfectamente con las imágenes Google Earth © (Fig. 216). Los deslizamientos de Hundidera y Hatillo corresponden a masas de mega bloques y bloques de calizas micríticas coralinas en una matriz arcillo-siltosa de la Fm Mao Adentro. El movimiento hacia el Sur, es de 120 m en la vertical y 300 m en la horizontal. Las cicatrices de despegue están frescas, con roca aparente. En los deslizamientos del Cañete, la meseta original queda cuasi conservada, traduciendo un movimiento principalmente vertical.

Estos deslizamientos resultan probablemente de la conyunción de varios factores, como:

- la gravedad, con un desnivel de más de 300m entre el valle de Hundidera y la cumbre de la Loma Hatillo.
- La alteración kárstica de las calizas de la Fm Mao Adentro, que favorece la fracturación y la infiltración (acuíferos colgados encima de niveles mixtos arcillo-bioclasticos).
- La falla de Mao, que segmenta la Sierra de Come Gente. Durante el Plioceno medio ha favorecido derrumbes submarinos en el lado norte de la Sierra.

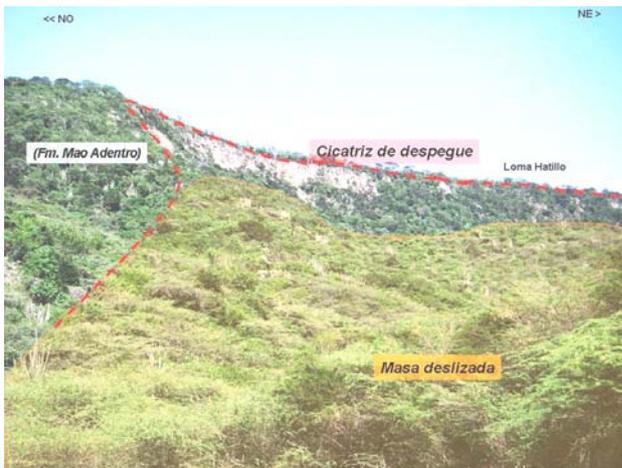


Fig. 214: Deslizamiento de laderas – Vista del deslizamiento en masa de la Loma Hatillo



Fig. 215: Deslizamiento de laderas – Vista del deslizamiento en masa de la Loma La Capilla

Vista hacia el este desde 24PU9236 Lat.: 19°46'28.9" N / Long.: -70°88'63.9" W (Camino de Sto. Lorenzo hacia Hundidera)

Vista hacia el ENE desde La carretera de Jaiqui Picado a Hundidera 24PU9077 Lat.: 19°44'87.6" N / Long.: -70°9'09.12" W



Fig. 216: Deslizamiento de laderas - Vista Google Earth © de los deslizamientos en masa de la Hundidera



Fig. 217: Deslizamiento de laderas - Vista Google Earth © de los deslizamientos en masa de El Cañete y de la Loma Hatillo.

4.2.4. Formaciones poligénicas o de difícil adscripción

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 glacis.

Los glacis 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, como es el caso de los piedemontes situados al Sur de la Cordillera Septentrional y al Norte de la Central, en dirección al Valle del Yaque.

Otro depósito que se ha cartografiado es el aluvial – coluvial, acumulado frecuentemente en las zonas bajas de los valles y que proviene de procesos fluviales y gravitacionales, es el caso de la parte oeste de la hoja, en los valles del río Amina y de la Cañada de Mera.

Es innegable la existencia en la Hoja de retazos de superficies de erosión, ya que en ocasiones pueden observarse los materiales geológicos, especialmente los que presentan estratificación, completamente biselados. Estas superficies de erosión son macroformas que afectan amplias zonas de hoja.

La variabilidad altitudinal entre los diferentes retazos es también incuestionable, aunque el origen de dicha variabilidad no lo sea tanto. Esto puede deberse a distintas circunstancias que probablemente puedan haberse combinado: existencia de más de una superficie, deformaciones tectónicas posteriores a la elaboración de la/las superficies (fracturas, basculamientos), desniveles previos importantes (existencia de un paleorrelieve) y evidentemente retoques erosivos posteriores.

Uno de los rasgos más característicos de la zona de estudio es la frecuente presencia de un manto de alteración que ha sido prácticamente desmantelado en diversas áreas mientras que en otras puede todavía reconocerse. Este rasgo hace sospechar en que las superficies de erosión que hemos considerado anteriormente puedan ser asimilables a lo que en la literatura se conoce como formas de corrosión química en este caso “llanuras de corrosión química” grabadas (del inglés etchplains) TWIDALE (1989a y b) especialmente aquellas que afectan a un substrato de origen ígneo. Una llanura grabada es una superficie de erosión formada primeramente por una profunda intemperización o alteración y posteriormente, retrabajada por la erosión que habría evacuado el total o parte del material alterado para formar una superficie a un nivel inferior.

4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

Las formaciones superficiales son conjuntos litoestratigráficos formados por materiales frecuentemente no coherentes o secundariamente consolidados, relacionados con la evolución reciente del relieve, y con un espesor máximo de orden decamétrico y edad cuaternaria o pliocuaternaria. Estas formaciones pueden ser cartografiadas y definidas atendiendo a atributos como geometría, textura, potencia, tamaño, génesis y cronología.

A continuación, se relacionan las unidades cartografiadas y sus principales características.

4.3.1. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial

4.3.1.1. Terrazas inferiores. Gravas, arenas y limos. Holoceno.

Se desarrollan en la cuenca del Yaque del Norte y en el río Amina, que al igual que sus niveles altos y medios, están integradas por gravas polimícticas con cantos volcánicos y volcano-sedimentarios procedentes de la cordillera Central, con matriz arenosa de composición litarenítica y arcósica. En todos los casos están integradas por cantos redondeados de tamaños muy variables, con diámetros que pueden superar los 50 cm. Sus espesores, aunque muy variables, pueden aproximarse a 10 m.

4.3.1.2. Terrazas superiores. Gravas, arenas y limos. Pleistoceno.

Están muy bien representadas en la cuenca del Yaque. Son depósitos residuales, con varias decenas de metros de elevación respecto al lecho del río, constituidos por gravas cementadas? pudiéndose considerar conglomerados. Se encuentran descolgadas de la llanura aluvial mediante un escarpe.

4.3.1.3. Llanuras de inundación. Holoceno

Las llanuras de inundación están constituidas por gravas polimícticas de cantos heterométricos cuyos diámetros suelen oscilar entre 5-10 cm, entre los que se intercalan niveles de arenas; en planta, aparece como una banda surcada por numerosas barras, de composición muy semejante, aunque de granulometría inferior, así como cauces y meandros abandonados que muestran un cierto contenido limoso. Al igual que ocurre con los fondos de valle y las terrazas, sus componentes tienen composición calcárea. El espesor de todos estos depósitos es difícil de determinar ante la ausencia de cortes, pero debe fluctuar entre 2 y 5 m. Se incluyen en el Holoceno.

4.3.1.4. Fondos de valle y terraza actual. Gravas, arenas y limos. Holoceno

Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por gravas y arenas. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, pudiendo señalarse orientativamente un diámetro de 10-20 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión; en los de mayor envergadura podría alcanzar 5 m.

4.3.2. Formaciones gravitacionales

4.3.2.1. Coluviones. Cantos, arenas y lutitas. Holoceno

En general, se trata de depósitos muy heterométricos, con acumulación caótica de bloques y gravas con abundante matriz limosa. La forma de los cantos es angulosa, excepto cuando ya están rodados en el área fuente. La litología de estos depósitos es muy variada en función del tipo de substrato de cada zona. Su potencia y características internas también son variables, no pudiendo precisarse aquélla por ausencia de cortes de detalle, aunque se deducen potencias de orden métrico. En cuanto a su edad, se asignan al Holoceno.

4.3.3. Formaciones poligénicas o de difícil adscripción

4.3.3.1. Deslizamientos. Lutitas, cantos y bloques. Holoceno

Depósitos heterométricos que constituyen un conjunto de aspecto desordenado de arcillas que engloban cantos y bloques. La forma de los cantos es variable, dependiendo de la formación de la que procedan. Debido a la propia naturaleza del depósito, su espesor puede variar considerablemente según las zonas. Su génesis obedece a la existencia de elevadas pendientes, favorecida además por la presencia de agua y la actividad sísmica. Constituyen una de las principales manifestaciones de la dinámica actual, por lo que se asignan al Holoceno.

4.3.4. 3.3.3 Formaciones poligénicas

4.3.4.1. Glacis. Limolitas, lutitas y conglomerados. Holoceno

Estas formaciones superficiales cubren extensas áreas con suave pendiente, salpicadas por frecuentes resaltes rocosos de sustrato total o parcialmente rodeados por la formación superficial, en el caso de los más antiguos. Su clasificación resulta compleja en función de la gran variabilidad de tamaños y combinación de procesos sedimentarios. En general, en las zonas más proximales, dominan los materiales gruesos y angulosos de evolución coluvial o

gravitacional pudiendo haberse formado por coalescencia de conos de deyección cercanos entre sí, pasando, en las zonas medias y distales, a materiales más finos y rodados de ambiente aluvial o incluso fluvial. Los de mayor extensión están situados en zonas donde la menor resistencia a la erosión de los materiales del sustrato ha permitido la excavación. Los más antiguos ocupan posiciones colgadas pudiéndose considerar plataformas residuales. La composición litológica es variada.

4.3.4.2. Depósitos mixtos aluviales-coluviales. Holoceno

Los depósitos mixtos de origen aluvial-coluvial recubren vertientes menos regularizadas que los glaciares. Se trata de depósitos con una extensión generalmente inferior a la de éstos. Pueden 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 glaciares adyacentes no representados como tales por cuestiones de escala.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. Hidrogeología

5.1.1. Climatología

La Hoja de San José de las Matas se ubica principalmente en el piedemonte de la Cordillera Central. Los principales datos climáticos de la zona han sido citados anteriormente, detallando el contexto climatológico de la zona.

5.1.2. Hidrografía

El marco hidrográfico de la zona ha sido descrito en el capítulo Situación geográfica (1.2).

5.1.3. Descripción hidrogeológica

A continuación las principales características hidrogeológicas de las unidades cartografiadas, tal como los acuíferos vinculados a las zonas de fallas principales, están descritas del SO al NE.

La tonalita hornblendítica del Batolito de El Bao constituye un acuífero superficial de permeabilidad alta, por arenización y fracturas en los sectores no expuestos a una erosión intensa en la Cordillera Central.

Los **Conglomerados con niveles arenosos y lutíticos de la Fm Magua - Inoa** (Paleoceno-Oligoceno Inferior) se caracterizan por una permeabilidad media heterogénea y porosidad intergranular que varia entre alta en los conglomerados y baja en las intercalaciones de niveles lutíticos. Esta permeabilidad está acentuada por fracturación en las zonas de cataclasadas en el surco de la falla La Española. Las calizas micríticas de la misma formación constituyen volúmenes reducidos con porosidad alta por fracturación.

Las **alternancias de areniscas, margas y calizas de la Fm Jánico** (Oligoceno superior) presentan una permeabilidad media por porosidad intergranular. Esta permeabilidad es heterogénea y oscila entre alta en los niveles conglomeráticos y baja en las alternancias de margas y calizas arcillosas.

Las peridotitas serpentizadas de Loma del Caribe no tienen extensiones importantes y son caracterizadas por permeabilidad media de fractura, a lo largo de la zona de Falla de la Española

Los esquistos arcillosos de meta-andesita y meta-riodacita de la Fm Amina-Maimón constituyen volumen importante con permeabilidad baja. Constituyen el basamento de los conglomerados de la base de varias formaciones miocenas de alta permeabilidad. Este contacto presenta, además, una argilitización laterítica que aumenta su impermeabilidad.

El **Conglomerado Bulla** (Mioceno inferior) presenta una permeabilidad muy alta de porosidad intergranular homogénea. Constituye el acuífero más importante en la hoja por su extensa distribución y su porosidad alta. Descansa sobre formaciones impermeables como los esquistos de la Fm Amina-Maimón, localmente argilizados por lateritización, o las alternancias de margas y calizas arcillosas de la Fm Jánico. Se encuentra ligeramente colgado comparativamente al valle de Jánico-San José de las Matas. Está desconectado de la red hidrográfica principal, que lo podría contaminar. La actividad agrícola, de su zona de alimentación, es esencialmente ganadera y forestal, así que no está amenazado de contaminación por abonos o pesticidas.

La parte conglomerática basal de la **Fm Cercado** (Mioceno medio-superior) o facies Baitoa (Cooke, 1920) constituye un acuífero de permeabilidad alta por porosidad intergranular con características parecidas a las del conglomerado bulla; la porosidad es más elevada, debido

a una clasificación homométrica de los cantos y una matriz menos abundante y más arenosa.

La parte media y alta de la **Fm Cercado** (Mioceno medio-superior) constituye un acuífero de permeabilidad media por porosidad intergranular en las calizas, areniscas y margas. Esta permeabilidad varía de baja en las siltitas laminadas a alta en las capas de conglomerados y calizas que se intercalan en la serie. El nivel (o conjuntos de niveles) de biocalizas masivas se traduce por una permeabilidad de fractura o localmente de red kársticas en el sector Sureste. Cabe señalar la ausencia de manantiales en la Cañada de Mera, en la zona de contacto entre estas facies y las margas de la Fm Gurabo; lo que traduce el carácter limitado del acuífero correspondiendo a las siltitas laminadas del techo de la Fm Cercado de esta zona.

Las **Calizas de Ahuyamas**, unidad somital de la Fm Cercado (Mioceno medio y superior), se caracterizan por una permeabilidad alta por porosidad intergranular en las calizas bioclásticas muy bioturbadas. Esta permeabilidad es localmente de tipo fracturación en las zonas karstificadas.

Las margas siltosas de la **Fm Gurabo** (Plioceno inferior-medio) con intercalaciones de siltitas calcáreas constituyen una pantalla hidrogeológica de permeabilidad muy baja, localmente baja en las zonas fracturadas. De hecho, en el límite Noreste de la hoja en Guatapanal la Empresa Cobb Caribe involucrada en un proceso de calidad para el abastecimiento en agua de su crianza de gallinas reproductoras realizó una serie de perforaciones en el sector de la planta sin resultados positivos. Debido a la calidad insuficiente de las aguas del Río Amina; Cobb Caribe se abastece en agua purificada desde Santiago, por carretera.

Las calizas micríticas arrecifales karstificadas de la **Fm Mao Adentro** (Plioceno inferior): poseen una permeabilidad muy alta por fracturación y karstificación. En la misma formación, ubicados en las cumbres de las lomas, los rellenos de canyones, con coluviones y aluviones, presentan una permeabilidad muy alta por porosidad entre bloques y cantos, pero son de poca extensión, sin posibilidad de almacenamiento interesante.

La **Fm Mao** (Plioceno superior) presenta dos unidades de permeabilidad alta a media:

- Los conglomerados y areniscas de la base, con permeabilidad alta por porosidad intergranular. Son de poca extensión en el marco de la hoja. Sin embargo la presencia de este acuífero, muy permeable, en el sustrato de los vertederos de Cienfuegos sugiere la presencia de flujos subterráneos de los lixiviados de dichos vertederos al contacto con las margas infrayacentes de la Fm Gurabo.

- Las areniscas finas a gruesas con intercalaciones de lutitas y arcillas presentan una permeabilidad media por porosidad intergranular.

Las formaciones del **Cuaternario reciente** (Holoceno a Actual), incluyen los deslizamientos de laderas, las terrazas altas y bajas, los coluviones, los glaciares aluviales y los abanicos de baja pendiente. Se caracterizan por una permeabilidad alta, homogénea, por porosidad intergranular.

Los depósitos aluviales (llanura de inundación y fondo de valle) se caracterizan por una permeabilidad alta por porosidad intergranular heterogénea debido a la intercalación de niveles limono-arcillosos.

El **Cuaternario antrópico**, correspondiendo a los basureros y vertederos de desechos sólidos, posee una permeabilidad alta. En las canteras abandonadas, el acuífero superficial está frecuentemente conectado a los acuíferos del substrato (arenas y conglomerados de la formación Mao).

Al Sur de la hoja, **la Zona de Falla de La Española** constituye una red de drenaje subterránea, que aumenta la porosidad por fracturación en las facies interceptadas (esquistos de la Fm Amina-Maimón, conglomerados, calizas y areniscas de la Fm. Magua Tavera).

Al Norte y al Este, **la Falla de Mao y las fallas NNO-SSE asociada a la Falla Bosua Lopez**, están encajonadas principalmente en las margas siltosas de la Fm Gurabo y la fracturación no aumenta notablemente la porosidad. En las calizas coralinas de la Fm Mao Adentro la fracturación aumenta la porosidad, favoreciendo la karstificación.

5.2. Procesos activos y riesgos naturales

En este capítulo se evoca brevemente los riesgos geológicos potenciales presentes en la hoja. Son de cuatro tipos principales:

- riesgo de erosión hídrica
- riesgo de inundación
- riesgo de deslizamientos en masas
- riesgo sísmico y asociado

La repartición espacial de estos riesgos figura a continuación. (Fig. 218).

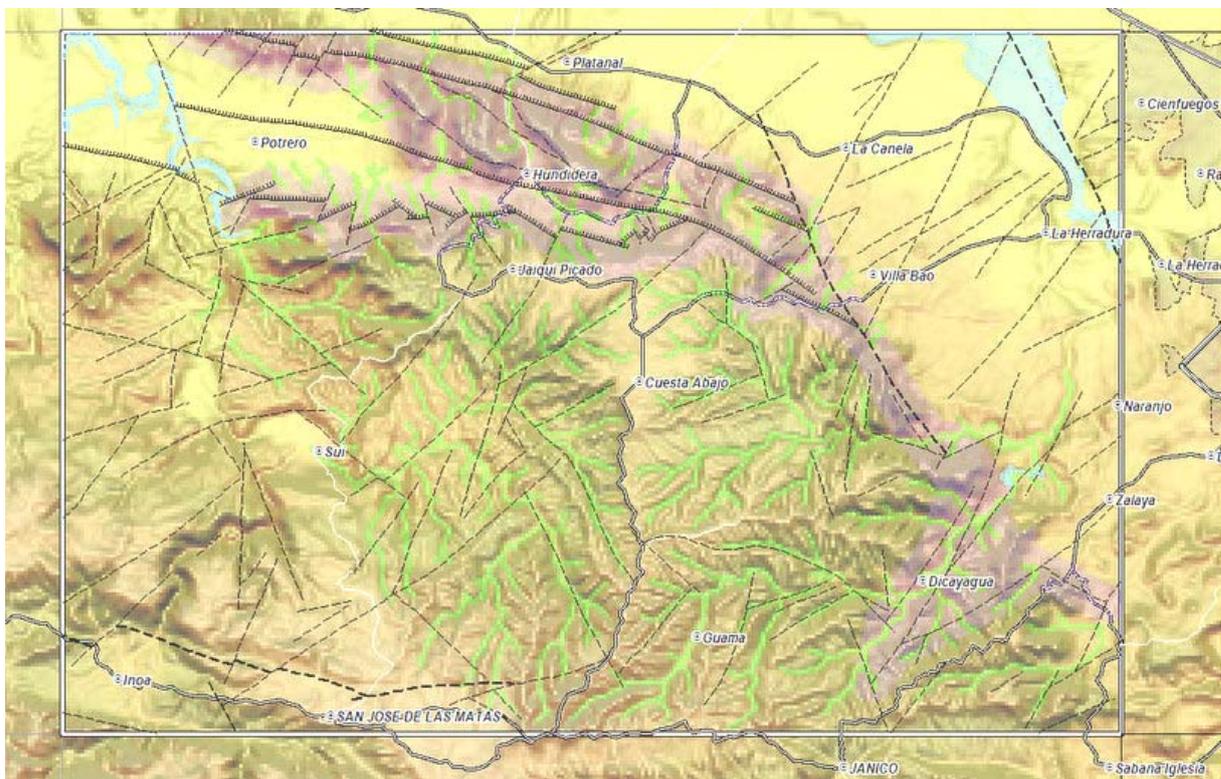
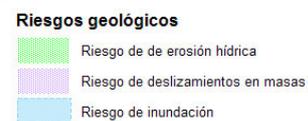


Fig. 218: Mapa de repartición de diferentes tipos de riesgos geológicos en la Hoja San José de las Matas



5.2.1. Riesgo de erosión hídrica

El desnivel fuerte, ente la meseta de Cuesta Abajo – Jaiqui Picado y la llanura o valles circundantes al Norte y al Este, favorece la erosión hídrica. El aumento reciente (post plioceno a actual) del desnivel, particularmente al Este de las fallas asociadas a la Falla Bonao – La Vega, provoca el encajonamiento de la red hidrográfica, con figuras de erosión recientes, bién visibles en las cuencas altas de los arroyos Dicayagua (Fig. 219) y Sui (Fig.

220). Las consecuencias de esta erosión se marcan por una serie de derrumbes, de amplitud reducida, en las riberas de los arroyos, con acumulaciones importantes de cantos y gravas en la confluencia del arroyo Sui.



Fig. 219: Riesgos de erosión hídrica – vista de la erosión de las riberas en la cuenca alta del Arroyo Dicayagua.

Camino de la carretera Jánico a Dicayagua
24PU9584 Lat.: 19°34478 / Long.: -70°8107

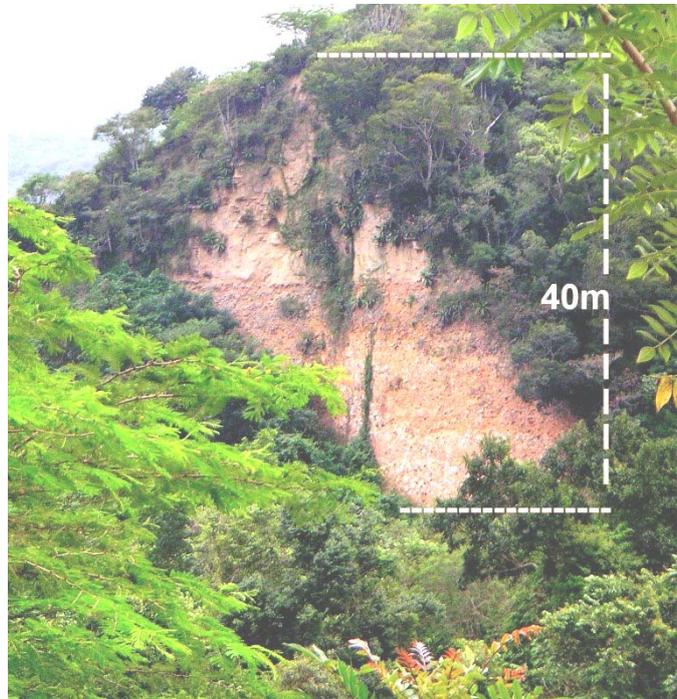


Fig. 220: Riesgos de erosión hídrica vista de la erosión de las riberas en la cuenca alta del Arroyo Sui

Este de la confluencia de los Arroyos Sui y Maquen 24PU9667 Lat.: 19°38311 / Long.: -70°88857

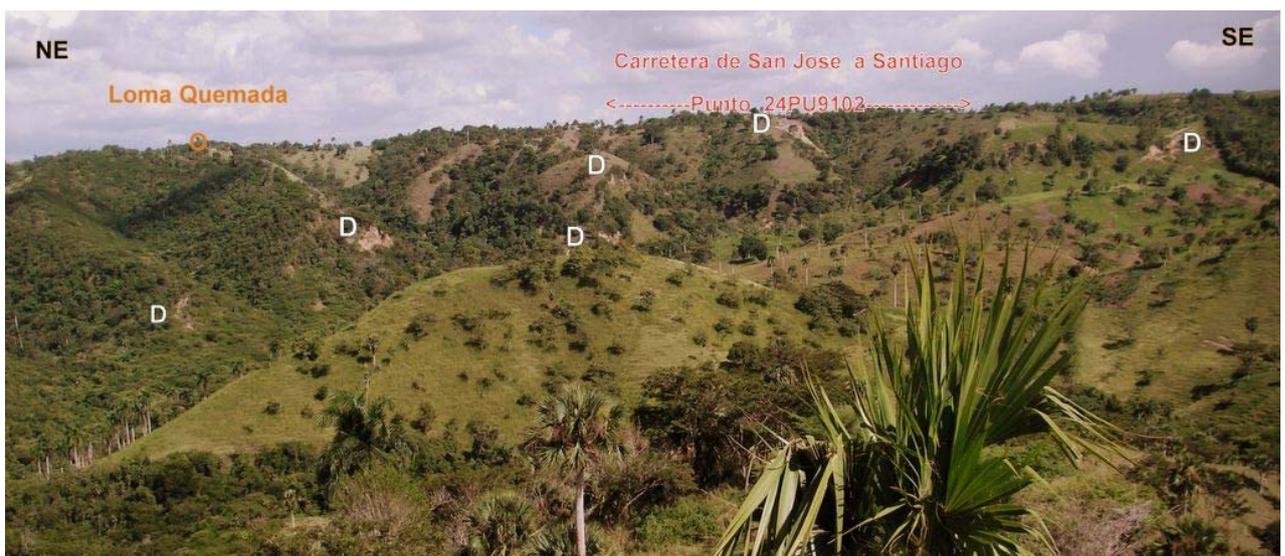


Fig. 221: Riesgos de erosión hídrica Vista panorámica, del Oeste, de los deslizamientos de riberas (D) en el Arroyo Maquen, en la cuenca alta del Río Sui, a proximidad de la carretera Santiago San José.

Valle del Arroyo Maquen desde 24PU9346 Lat.: 19°36203 / Long.: -70°88553

5.2.2. Riesgo de inundación

Este riesgo se limita a la llanura de inundación del Río Yaque. No se conocen inundaciones importantes del Valle del Río Amina.

5.2.3. Riesgo de deslizamiento

Corresponde a los deslizamientos de laderas en masa, ya descritos en detalle en el capítulo 2.5.1. Si algunos no son muy recientes, otros, como el de Loma Hatillo, presentan una cicatriz de despegue no vegetalizada y corresponden al periodo histórico.

Están relacionados con la Falla Mao, la cual se integra al sistema activo de la Falla Septentrional. La Falla Mao corresponde al borde sur de una cuenca de pull apart que se extiende desde Guayubin hasta Santiago; el curso actual del Río Yaque corresponde al borde norte.

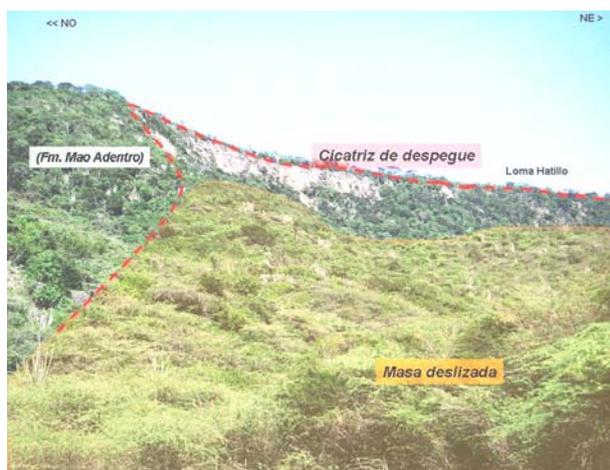


Fig. 222: Riesgos de deslizamiento de laderas – Vista del deslizamiento en masa de la Loma Hatillo y de la cicatriz de despegue reciente

Vista hacia el este desde 24PU9236 Lat.: 19°46289 / Long.: -70°88639 (Camino de Sto. Lorenzo hacia Hundidera)



Fig. 223: Deslizamiento de laderas: Vista del deslizamiento de la Lomaquemada en la carretera san Jose – Santiago..

24PU9102 Lat.: 19°36067 / Long.: -70°86791

5.2.4. Riesgo sísmico y asociado

No existen datos registrados de epicentros de sismos en el marco de la hoja. Los más próximos se ubican a lo largo y al Norte de la traza de la Falla Septentrional. Otros se reparten más al Este, en la zona de falla de Bosua – Lopez, de dirección NNO- SSE.

Al Sur de la falla de Mao, la parte meridional de la hoja no está muy expuesta a las consecuencias directas o indirectas de un sismo de fuerte magnitud. Al contrario, las franjas septentrionales y orientales, bordeando la meseta de Cuesta Abajo - Jaiqui Picado, están

más expuestas a este riesgo, particularmente en la llanura de inundación del Río Yaque con las posibilidades de licuefacción de suelos.

5.3. Recursos minerales

Escasos indicios metálicos y no metálicos existen en la hoja (Fig. 224).

Los indicios metálicos corresponden a extracciones artesanales o individuales de oro en la parte central de la hoja.

Las canteras artesanales intermitentes, de pequeña escala, se dedican a la extracción de gravas y arenas en la parte Este de la hoja.. Sin embargo, existen calizas que pueden constituir reservas importantes para cementos.

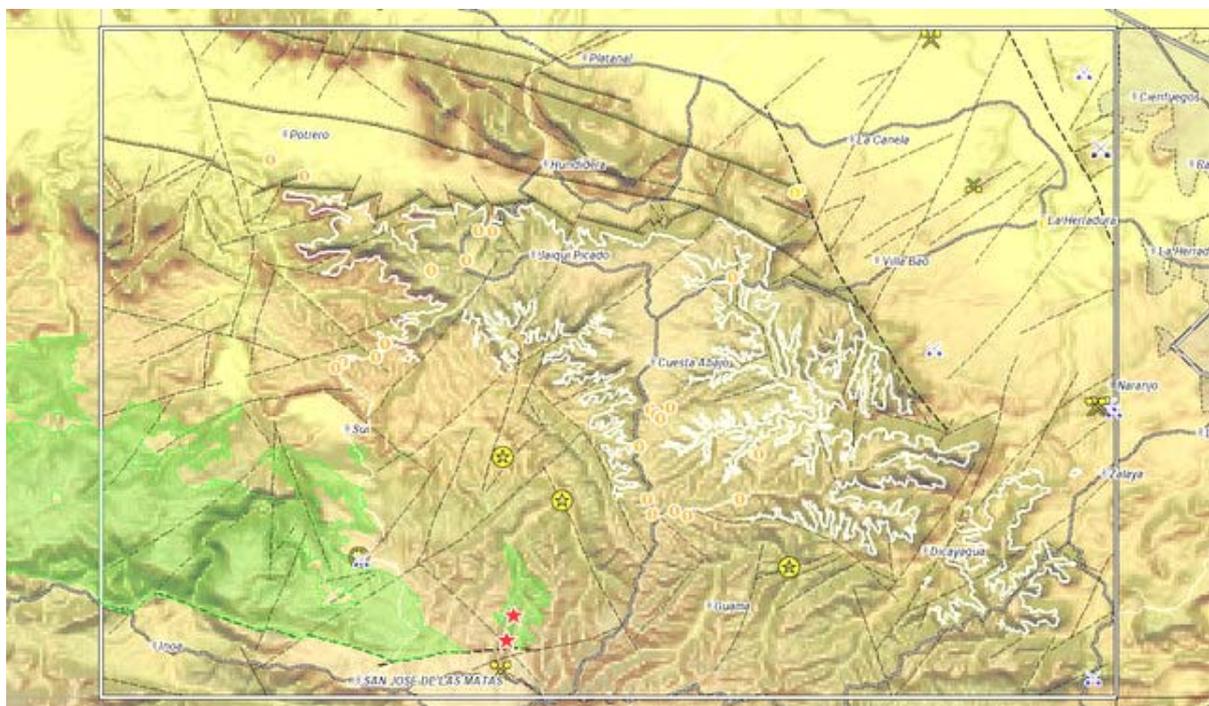


Fig. 224: Recursos minerales - Mapa de ubicación, tipos y características de los indicios de la hoja con la superficie de exposición de la Fm Amina-Maimón(Verde) y de los niveles calcáreos de la Fm Cercado (blanco)

INDICIOS	
Tipo y sustancias	
★	Alteración hidrotermal
✕	Cantera abandonada
✕	Cantera abandonada / basurero
✕	Cantera activa
✕	Cantera inactiva
○	Fósiles
○	Indicio inactivo de oro aluvial
○	Indicio activo de oro aluvial

5.3.1. Indicios metálicos.

Los indicios observados corresponden a lavaderos de oro, con bateas, en los aluviones actuales de los Arroyos Cebú, Sui y Albana (Fig. 225 a Fig. 227).

Están ubicados río abajo de los contactos de los niveles conglomeráticos de la base de la Fm Cercado los cuales resultan del retrabajo del Conglomerado Bulla, de los esquistos de la Fm Amina-Maimón y de las formaciones de la Cordillera Central, (Fm Tiro, Complejo

Duarte, Intrusivos etc.). El oro recuperado se presenta en granos pepíticos aplastados, de tamaño milimétrico, asociados a minerales negros magnéticos.

En este sector, la Fm Amina-Maimón presenta, localmente, una alteración laterítica pre o contemporánea del depósito del Conglomerado Bulla (2.4.1 y Fig. 228). Esta formación, es conocida por su potencial metálico y oro, en relación con alteraciones hidrotermales (ej. Cerro Verde, en de la hoja Dajabón).

En la Cordillera Central, la Fm Tireo representa también un potencial para el oro, en relación con las facies ácidas volcanosedimentarias.

Los ríos Amina e Inoa, en los tramos incluidos en la Fm Tavera-Inoa, presentarían sitios de oro aluvial que no se han podido comprobar durante la cartografía..

Las terrazas aluviales y los aluviones de Sui constituyen un potencial de acumulación ligado al cambio de energía del Arroyo Sui a la confluencia del Arroyo Sui con el Río Amina (Fig. 229).

El contacto discordante del Conglomerado Bulla con las facies argilitizadas por lateritización de la Fm Amina-Maimón, presenta indicios de oro que fueron explotados, en los años 70, particularmente en “La Mansión”. Las trazas de las infraestructuras y de las gravas estériles están visibles a proximidad de Paralimón (Fig. 230 y Fig. 231).



Fig. 225: Indicios metálicos – detalle de Producción de oro diaria por batea de una persona en Albana.

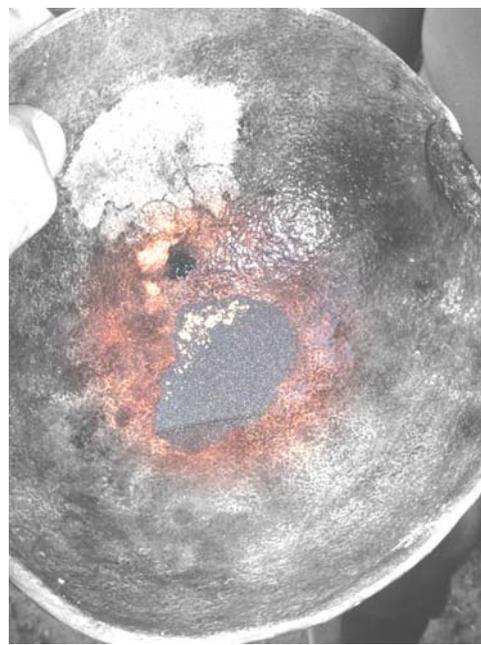


Fig. 226: Indicios metálicos – detalle de Producción de oro diaria por batea de una persona en Albana.

Confluencia Arroyos Sui y Maquen 24PU9680 Lat.: 19°39334 / Long.: -70°90084

Confluencia Arroyos Sui y Maquen 24PU9680 Lat.: 19°39334 / Long.: -70°90084



Fig. 227: Indicios metálicos – Concentración de oro aluvial en pepitas en el pueblo de Cebú

Poblado de Cebú 24PU9582 Lat.: 19°36579 / Long.: -70°83048



Fig. 228: Indicios metálicos – Nivel conglomeráticos en contacto con las arcillas lateríticas de la Fm Amina-Maimón

24PU9523 Lat.: 19°37331 / Long.: -70°94035



Fig. 229: Indicios metálicos – Vista de la Llanura de Sui desde el Sureste

22MJ9060 Lat.: 19°39276 / Long.: -70°952182

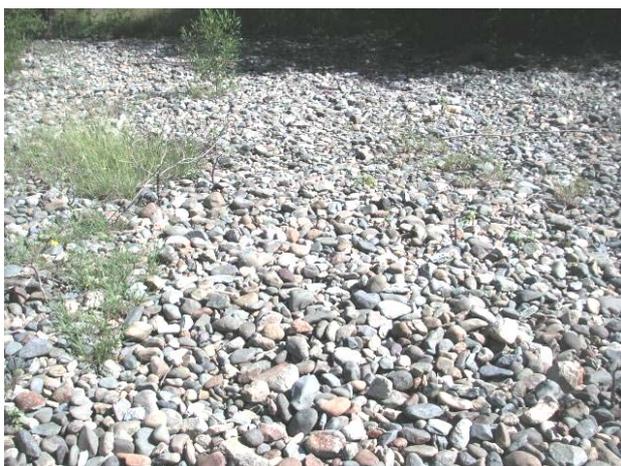


Fig. 230: Indicios metálicos – Residuos de gravas de la explotación de oro aluvial en "La Mansión" en Paralimón

24PU9518 Lat.: 19°36835 / Long.: -70°93633



Fig. 231: Indicios metálicos – Residuos de infraestructuras explotación de oro aluvial en "La Mansión" en Paralimón

24PU9518 Lat.: 19°36835 / Long.: -70°93633

5.3.2. Indicios no metálicos.

5.3.2.1. Arenas y gravas.

Los indicios no metálicos corresponden a la extracción artesanal de material arenoso. Son canteras intermitentes, ubicadas a corta distancia de la ciudad de Santiago, donde se encuentran las fábricas de bloques y el mercado de la construcción.

Existen 4 sectores principales.

El más importante se ubica ahora en Naranjo, donde pequeñas empresas privadas explotan los niveles arenosos y conglomeráticos de la Fm Mao (Fig. 232). El material blando se extrae con pala excavadora y cargadora.

Al Oeste del barrio de Cienfuegos (Hoja de Santiago), se explotaban las arenas y gravas de la Fm Mao y las terrazas altas del Río Yaque. Las canteras abandonadas se usan como vertederos sin preparación ni habilitación (Fig. 232a Fig. 234).

En Cuesta Arenosa, al límite Noreste de la hoja, se explotan niveles muy blandos de arena de grano medio en las terrazas altas del Río Yaque (Fig. 235).

En la carretera de San José de las Matas-El Rubio, se explotan, de manera intermitente, las lutitas y gravas de los conglomerados Inoa para el mantenimiento de la carretera y de los caminos adyacentes.

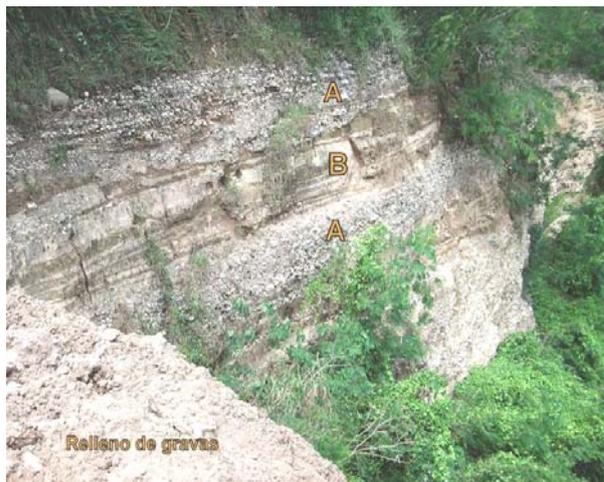


Fig. 232: Indicios no-metálicos – Cantera abandonada en curso de relleno Conglomerados (A) y areniscas (B) en alternancias de niveles conglomeráticos en Naranjo.

Cantera abandonada de Naranjo 24PU9443 Lat.: 19°40692 / Long.: -70°75208



Fig. 233: Indicios no-metálicos – Cantera de Cienfuegos en curso de relleno con discordancia de la Fm Mao (B) y Gurabo (A).

Vertedero activo de Rafey en el Barrio Cienfuegos 25PU9145 Lat.:19°47237/Long.: -70°74927



Fig. 234: Indicios no-metálicos – Cantera abandonada en las terrazas altas sobre yacidas por suelos orgánicos en el Vertedero de Cienfuegos.

Este inmediato del vertedero activo de Rafey en el Barrio Cienfuegos 25PU9142 Lat.: 19°47044 / Long.: -70°75417



Fig. 235: Indicios no-metálicos – Explotación de las terrazas altas en Cuesta Arenosa en arenas no consolidada de grano grueso medio

Cuesta Arenosa 24PU9181 Lat.: 19°49767 / Long.: -70°79537

5.3.2.2. Calizas para cementos

La parte superior de la Fm Cercado presenta un nivel (o conjunto de niveles) de calizas bioclásticas (capítulo 0) con características favorables para cementos: potencia (20 m), homogeneidad, disposición horizontal, sector poco urbanizado y proximidad de Santiago y del Valle Del Cibao (Fig. 236).



Fig. 236: Indicios no-metálicos Vista de la parte occidental del nivel de bioalizas a techo de la Fm Cercado.

desde el punto 24PU9673 Lat.: 19.38101 / Long.: -70.90556 en la carretera Jaiqui Picado a Sui

6. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO (L.I.G.)

Son todos aquellos lugares o puntos concretos con características peculiares relacionadas con la geología, especialmente los más útiles para reconocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la región, educativa o recreativa, en relación con el medio natural.

6.1. Relación de los L.I.G.

Los lugares de interés geológico están ubicados en la Fig. 237 y las características respectivas están resumidas en la Fig. 238.

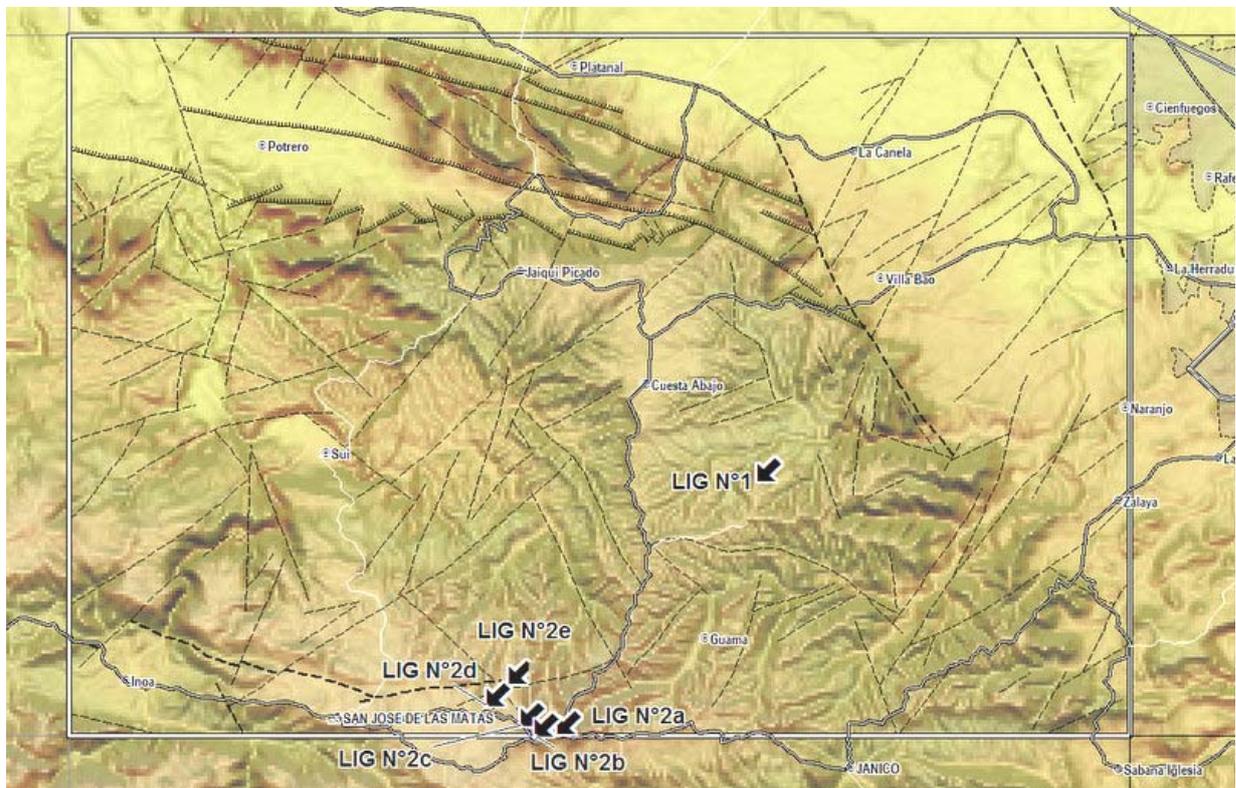


Fig. 237: Mapa de ubicación de los L.I.G. de la hoja de San José de Las Matas

N° de LIG	Lat. (°dec) WGS84	Long (°dec) WGS84	Provincia	Municipio	Distrito Municipal
1	19°39393	-70°83768	Santiago	San José de las Matas	Cuesta Abajo
2a	19°333711	-70°884877	Santiago	San José de las Matas	Guaiaca
2b	19°33313	-70°89009	Santiago	San José de las Matas	Guaiaca
2c	19°33555	:-70°89326	Santiago	San José de las Matas	Guaiaca
2d	19°34048	-70°90154	Santiago	San José de las Matas	Guaiaca
2e	19°34565	-70°89621	Santiago	San José de las Matas	Guaiaca

Fig. 238: Características y coordenadas de los L.I.G de la hoja de San José de Las Matas

6.2. Descripción de los Lugares

6.2.1. L.I.G.N° 1: Loma de los Palos y Loma Quemada . Fósiles *Kuphus*

Se llega al LIG N°1 por la carretera principal de Santiago a San José de Las Matas. A 5.1 km después de Cuesta Abajo, se dobla a mano izquierda, hacia el Este, siguiendo el camino trazado en la cumbre de la Loma de los Palos. Al Cruce ubicado a 2.8 km se dobla a mano izquierda, hacia el Norte, para seguir el camino hacia Naranjito, entre los arroyos Naranjito al Oeste y Cañada Grande al Este. A 1.2 km, en la bajada de la meseta, se llega al LIG N° 1 (Fig. 239).

En el trayecto, desde Cuesta Abajo se puede apreciar el carácter tabular de la Meseta de Cuesta Abajo y disfrutar del paisaje: la cuenca alta de los Arroyos Sui y Dicayagua, es muy encajonadas en la parte basal de la Fm Cercado.

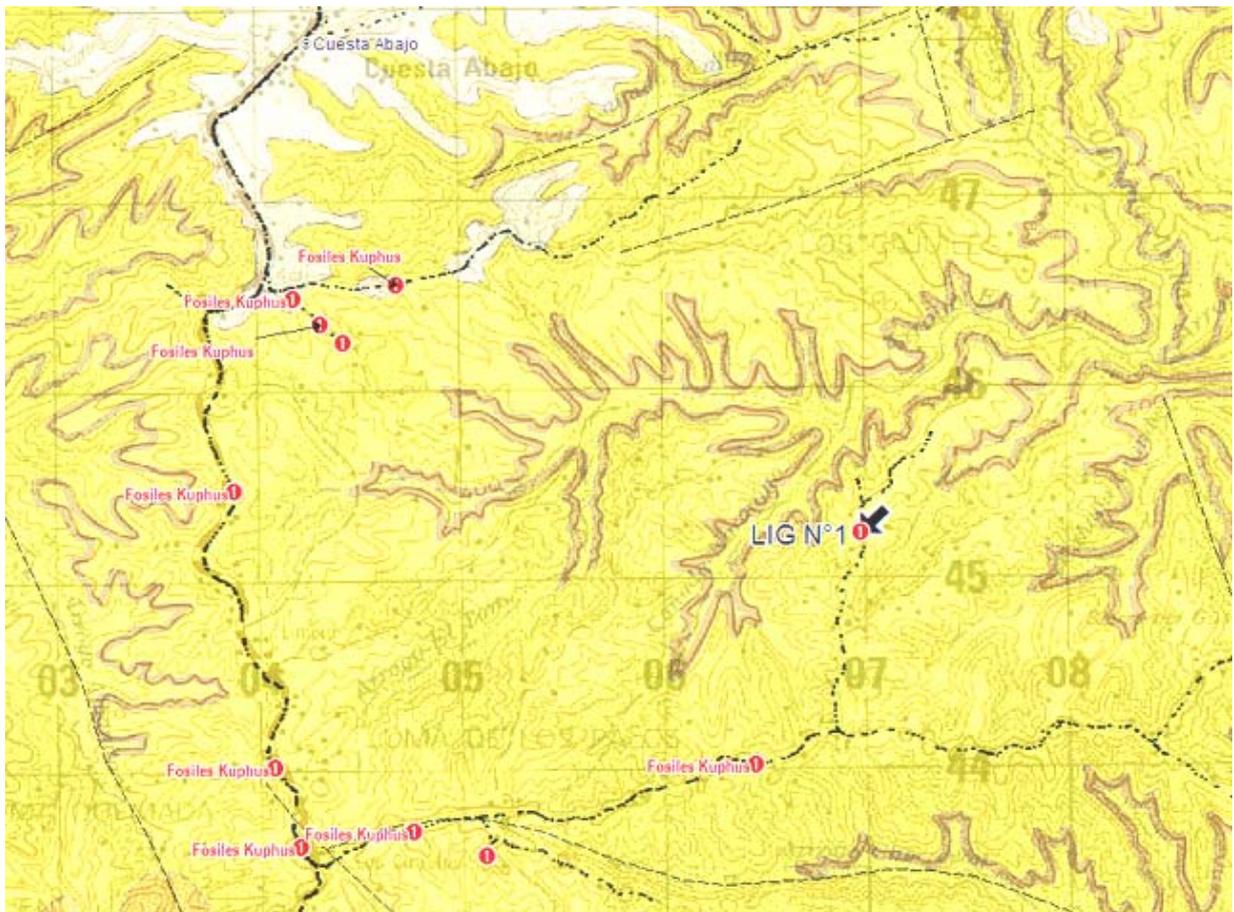


Fig. 239: Ubicación y contexto geológico del LIG 1 con las ocurrencias de *Kuphus* vecinas

En Naranjito (Punto 24PU9635 Lat.: 19°39393 / Long.: -70°83768) se observan siltitas calcáreas arcillosas verdosas meteorizadas a naranja, con tubos de *Kuphus* muy espectaculares, en posición de vida, en forma de tubos verticales que alcanzan un metro (Fig. 240). La sección circular es de 2 a 3 cm. Las tubos métricos traducen episodios de sedimentación más tranquila. El espesor de la concha calcárea le confiere una resistencia a la erosión y los cantos se encuentran en niveles clásticos de alta energía, asociadas con conglomerados.

Estos fósiles se encuentran frecuentemente en posición de vida o retrabajadas, en las Fm Cercado (Fig. 238, Fig. 239 y Fig. 241 a Fig. 245). A nivel regional se encuentran en las formaciones miocenas del Valle del Cibao, en las hojas de Martín García, Santiago Rodríguez, Nagua, generalmente en la parte alta de la Fm Cercado (Mioceno medio a superior).

El genero *Kuphus* se declina dentro de los moluscos > Bivalvia (Class) > Heterodonta (Subclass) > Euheterodonta (Infraclass) > Euheterodonta incertae sedis (Order) > Pholadoidea (Superfamily) > Teredinidae (Family) > *Kuphus* (Genus). *Estas especies se*

reparten desde el Oligoceno al Actual donde se encuentran en el Pacífico (Filipinas, Australia, India)

Estudios recientes (Ramírez W.R. 2006) aprovecharon los isótopos del estroncio de estas conchas para precisar las edades de las calizas de las formaciones de Lares y Ponce en Puerto Rico con resultados muy precisos.

A continuación, las fotografías de diferentes tipos de Kuphus, fósiles (Fig. 246) o actuales dan una buena imagen del bivalvo (Fig. 247 a Fig. 249)

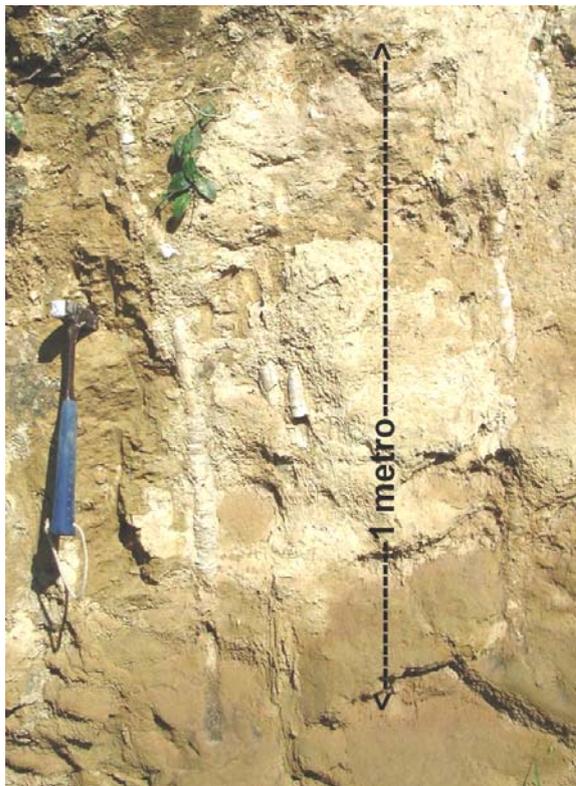


Fig. 240: L.I.G.N° 1- Tubos métricos de Kuphus en posición de vida en siltitas calcáreas arcillosas.

24PU9635 Lat.: 19°39393 / Long.: -70°83768



Fig. 241: L.I.G.N° 1- Tubos semimétrico de Kuphus en posición de vida en siltitas calcáreas arcillosas con clastos de Kuphus.

24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791



Fig. 242: L.I.G.N° 1- Detalle de fósiles de Kuphus en posición de vida en las calizas del punto 24PU9078 Lat.: 19°44958 / Long.: -70°90696



Fig. 243: L.I.G.N° 1- Detalle de una sección de tubo de Kuphus en el punto 24PU9112 Lat.: 19°38272 / Long.: -70°86529



Fig. 244: L.I.G.N° 1- Detalle de fósiles de Kuphus en posición de vida en el punto 24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791



Fig. 245: L.I.G.N° 1 Segmentos de Kuphus resedimentados en el Punto 24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791

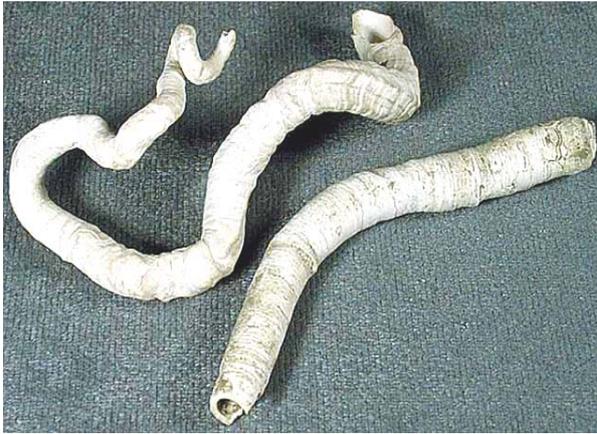


Fig. 246: L.I.G.N° 1- Foto de un *Kuphus calamus* Lea Mioceno Yorktown Formation, Grafton, Virginia

Humboldt State University Natural History Museum
<http://www.humboldt.edu>

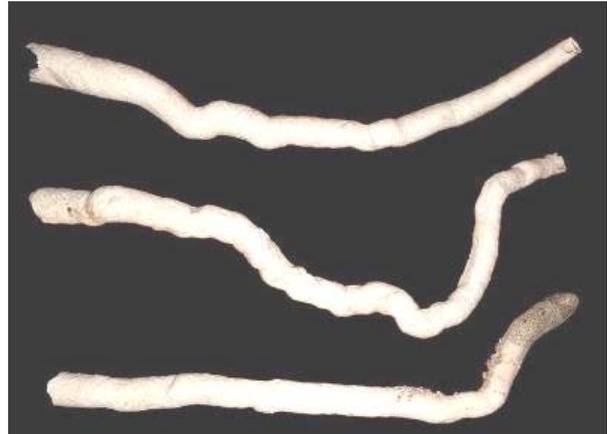


Fig. 247: L.I.G.N° 1- *Kuphus polythalamia* Linné, 1767 - 650 a 700 mm, Filipinas

(Foto Bruno Mathé www.Zonatus.blogspot.com)



Fig. 248: L.I.G.N° 1- *Kuphus polythalamia* Linné, 1767 - Filipinas

(Foto Bruno Mathé www.Zonatus.blogspot.com)



Fig. 249: L.I.G.N° 1- Detalle de los dos tubos sifonales de *Kuphus polythalamia* Linné, 1767 - Filipinas

(foto Bruno Mathé www.Zonatus.blogspot.com)

6.2.2. L.I.G.N° 2: Sector de La Guaica: Discordancia y relaciones diversas entre la Fm Magua-Inoa, la Zona de Falla de La Española, el Conglomerado Bulla y los esquistos de la Fm Amina-Maimón

Este LIG corresponde a varios sitios donde, en pocas distancias, se pueden observar varias curiosidades y rasgos geológicas de la hoja San José de Las Matas.

La Guaica está ubicada a 1 km al Norte de la carretera San Jose de Las Matas-Pedregal-Jánico.

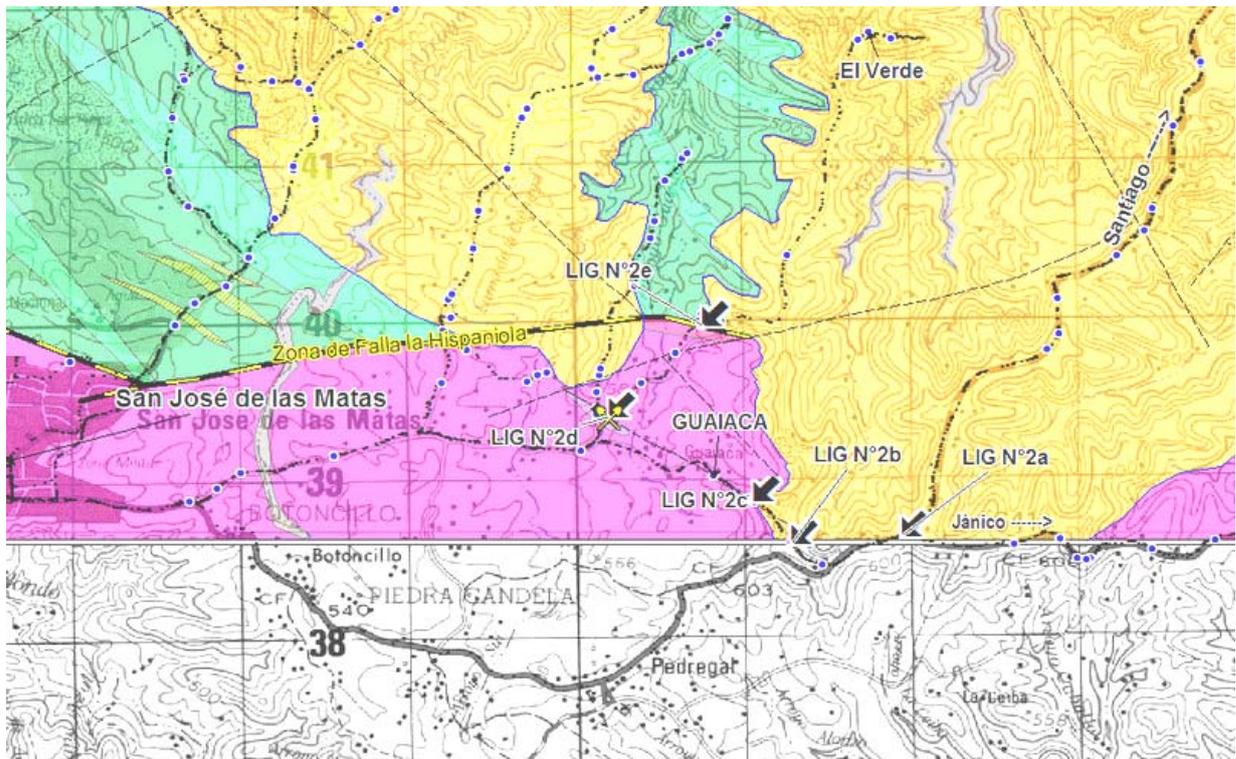


Fig. 250: Ubicación y contexto geológico del LIG 2 con las diferentes estaciones

6.2.2.1. L.I.G.N° 2a: Surco de La Zona de Falla de la Española

Este punto, ubicado a una altura 650m, cerca de la parada Crisco del cruce de la carretera a Jánico, permite observar el valle de Inoa-Pedregal, correspondiendo al relleno Eoceno-Oligoceno, del surco de la Zona de Falla de la Española. El punto corresponde a los conglomerados Bulla del Mioceno inferior, a unos 20 m encima de la discordancia con la Fm Magua-Inoa infraycente (Paleoceno-Oligoceno Inferior)

En la foto de la Fig. 251, se destaca el color morado a pardo típico (2) de las lutitas de la Fm Magua-Inoa (Paleoceno-Oligoceno Inferior). Se distingue una zona tabular (1) correspondiendo a un sector de conglomerado Bulla (Mioceno inferior), hundido en el Surco de la Falla de la Española, a favor de un juego tardío y local del ramo septentrional.

Al último plano, en la Cordillera Central, el Pico Duarte (5) culmina a 3087m.



Fig. 251: L.I.G.N° 2a - Vista del surco de la Falla de La Española (1) con el color morado pardo típico del conglomerado Inoa (2) la traza meridional de la Falla La Española (3) en el piedemonte de la Cordillera Central (4) y el Pico Duarte (5)

Parada Crisco en la carretera de Jánico a San José de las Matas Lat.: 19°333711 / Long.: -70°884877

6.2.2.2. L.I.G.N° 2b Conglomerado Bulla, en la carretera a San José de las Matas



Fig. 252: L.I.G.N° 2b – Conglomerado Bulla: Vista del mega-conglomerado en el talud de la carretera Jánico a San José de las Matas

24PU9082 Lat.: 19°33313 / Long.: -70°89009

El punto 2b se ubica a 250m del punto 2^a, en la carretera hacia San José de Las Matas. En el talud, al Sur (Fig. 252) aflora el Conglomerado Bulla (Mioceno inferior) con 70% de cantos de rocas intrusivas arenizados (tonalitas) y 30% de basaltos y meta basaltos sanos.

En la hoja el conglomerado Bulla presenta dos facies, no cartografiadas en detalle por sus organizaciones irregulares, lenticulares e interestratificadas: conglomerado con megaclastos naranjos y conglomerados clasificados gris beige a naranja.

El mega-conglomerado observado en este punto corresponde a la faja meridional, globalmente a la base de la unidad. Los cantos son heterométricos, polimicticos, métricos a decimétricos, redondeados a semi-redondeados, no clasificados. Es matriz soportado con una matriz areno-arcillosa, de grano grueso subanguloso, de color naranja. Los clastos y cantos son de origen intrusivo (tonalitas, diorita, gabros, anfibolitas), volcanoclastico (meta basaltos, etc.) y metamórfico (raros esquistos). Los cantos tonalíticos son los más abundantes y los más redondeados; suelen presentar una arenización fuerte, conferiendo un aspecto muy característico a la formación.

Ducoudray (1981), como Marcano, lo describe como el conglomerado turrón, por su aspecto particular y lo citamos a continuación por su descripción tan poética del conglomerado:

“No es fácil desde un vehículo en marcha —o desde un caballo— determinar las diferencias milimétricas entre los granitos de las capas de sedimento y saber si son de arena o de arcilla, pongamos por caso, materiales que respectivamente predominan en la formación Cercado y en la formación Gurabo. Y entonces hay que desmontarse, observar los materiales de esas «tierras» en las manos, examinarlas con lupa, apelar a los fósiles característicos de cada una de ellas. Pero con Bulla no hay manera de confundirse. Carece de fósiles; pero no hacen falta. La estampa arrubada del conglomerado —grandes guijarros, algunos de ellos azules, cementados al buen tuntún, sin estratificación aparente, en una matriz clara— presenta en seguida su cédula de identidad; y está —no susurrando sino— gritando en cada corte o barranco donde asoma: «¡Conózcanme, soy Bulla!». En viéndola no hay titubeo posible. Porque la formación conglomerado Bulla es el turrón de Alicante de la geología dominicana, del mismo modo que ese turrón es el conglomerado (y precisamente el Bulla) de la repostería, sólo que en él almendras en lugar de guijarros. Tal cual. O a lo cibaño: «Talcualito». Y en este sentido podría llamarse terrón de Alicante, no turrón. Creo que no podría darse mejor indicación para reconocerla: donde usted vea un barranco que parezca la magnificación de un turrón de Alicante (sólo que aquí al revés: guijarros en lugar de almendras) lo que tendrá ante sus ojos será la formación conglomerado Bulla. “

6.2.2.3. L.I.G. N° 2c Discordancia del Conglomerado Bulla sobre la Fm Magua-Inoa

Siguiendo hacia San José de las Matas, a 500 m del Punto 2b, se llega a la discordancia del Conglomerado Bulla (Mioceno inferior) sobre la Fm Magua-Inoa (Paleoceno-Oligoceno Inferior). La discordancia aparece en el talud, al Norte de la carretera (Fig. 253 y Fig. 254).

El Conglomerado Bulla, con la misma presentación que en el punto 1ª, ocupa la parte superior del talud, sin estratificaciones visibles.

Por debajo, localmente enmascarado por los bloques y el material derrumbados de la parte superior, se observa el conglomerado Inoa de color pardo, con clastos elipsoides muy pulidos, fracturados y calicheados, en una matriz arcillo-arenosa de color pardo típico. Este conglomerado está en contacto con siltitas o grauvacas de grano fino, poco estratificada, masiva, de color marrón caqui naranja (S0 variable entre 102°/70° y 102°/10°).



Fig. 253: L.I.G.N° 2c – Detalle del contacto por discordancia del Conglomerado Bulla con la Fm Magua-Inoa subyacente.

24PU9028 Lat.: 19°33555 / Long.: -70°89326

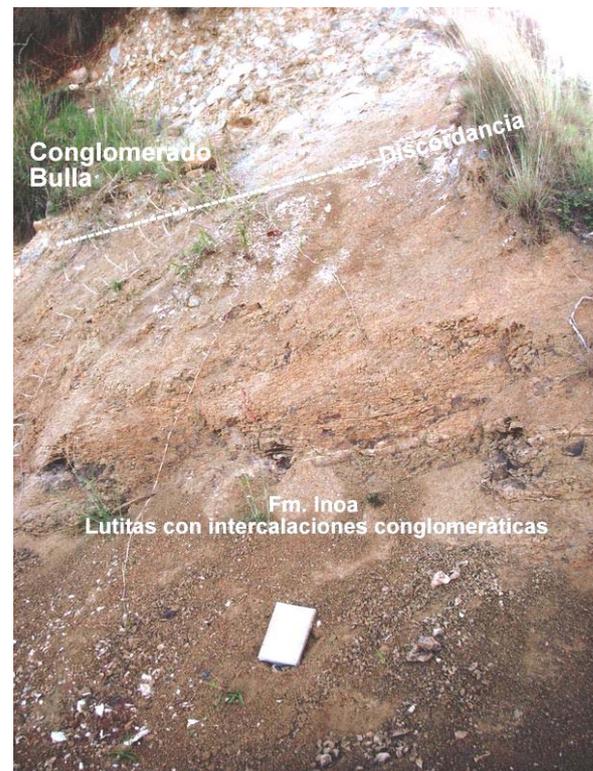


Fig. 254: L.I.G.N° 2c – Detalle del contacto por discordancia con la Fm Magua-Inoa subyacente.

24PU9030 Lat.: 19°33579 / Long.: -70°89323

Más abajo en la carretera (Punto 24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556) se observan las facies principales de la Fm Magua-Inoa (Fig. 255) con alternancias de conglomerados de grano grueso o fino, lutitas y areniscas. Las bandas fracturadas corresponden a los últimos rejuegos de la Falla de La Española (Fig. 256).

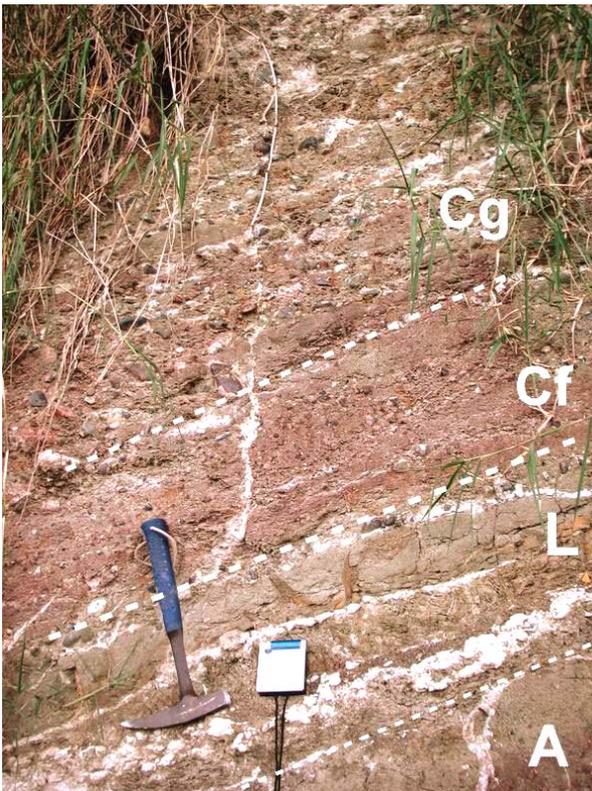


Fig. 255: L.I.G. N° 2c - Presentación común de las alternancias de conglomerados de grano grueso (Cg) o fino (Cf), lutitas (L) y areniscas (A) de la Fm Magua-Inoa



Fig. 256: L.I.G. N° 2c - Vista de las lutitas tectonizadas de la Fm Magua-Inoa en las fallas asociadas a la Falla de La Española

La Guaiaca en el camino San José-Jánico 24PU9027 Lat.: 19°33704 / Long.: -70°89556

6.2.2.4. L.I.G. N°2d: Basaltos de la Fm Magua-Inoa

A la Guaiaca se cruza el arroyo, y a 200 m del puente, doblando dos veces a mano derecha en un camino de tierra con rumbo a El Verde, se llega, en 175 m, a una pequeña cantera donde se observa uno de los escasos afloramientos de basaltos de la Fm Magua-Tavera, en la hoja.

Estos basaltos se presentan pinzados a lo largo de una caja de falla de potencia métrica (Fig. 257), que pone en contacto los basaltos porfídicos, vesiculares, de color pardo-morado y las grauvacas o areniscas feldespáticas inmaduras a techo de la falla y las brechas polymícticas conglomeráticas al muro de la Falla. La caja de falla está intensamente carbonatada, con vetillas centimétricas de carbonato.

Más al Oeste (100m) en el piso del otro camino, aflora un lentejón (30 m) de calizas de la Fm Magua-Tavera, de dirección ONO-ESE. Las calizas micríticas finas son de color crema, de meteorización gris claro, con aspecto karstificado. Los microfósiles abundantes corresponden al intervalo Oligoceno-Mioceno basal.

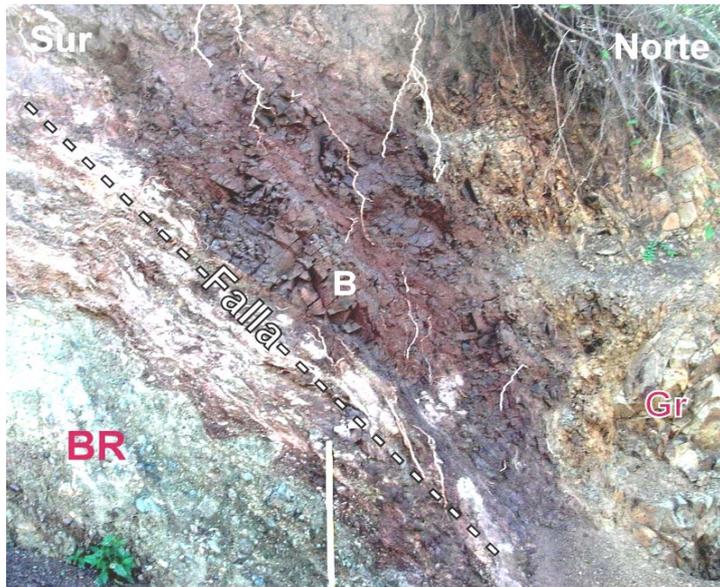


Fig. 257: L.I.G. N° 2d - Cantera con falla inversa con basaltos (B) y brecha angulosa (BR) y grauvacas (Gr) de la Fm Magua-Inoa.

Camino al Norte de Guaiaca hacia el Verde 24PU9336 Lat.: 19°34048 / Long.: -70°90154.



Fig. 258: L.I.G. N° 2e - Falla La Española - Vista de la inyección de peridotita en los conglomerados de Inoa (C) en el limite Norte de la falla.

Camino al Norte de Guaiaca hacia el Verde 24PU9339 Lat.: 19°34565 / Long.: -70°89621.

6.2.2.5. L.I.G. N°2e: Contacto por falla entre la Fm Magua-Inoa y los esquistos cretácicos de la Fm Amina-Maimón

Este pequeño afloramiento se ubica en el mismo camino, a 900m al NNE del punto 2d, en la ribera derecha del Arroyo Guaiaca (Lat.: 19°34565 / Long.: -70°89621).

Se observa, al Norte, la peridotita de Loma Caribe, muy laminada y serpentizada, de color verdoso-azul, de aspecto muy satinado, constituida de minerales talcosos. Al Sur, la serpentinita se inyecta dentro del Conglomerado de Inoa, cuyos cantos redondos aparecen netamente separados por la serpentina.

En la subida, siguiendo el camino, aparecen los esquistos de la Fm Amina-Maimón, verde a beige con la meteorización (Lat.: 19°34629 / Long.: -70°8962). Corresponden a una metalaava de composición intermedia La esquistosidad, bien marcada, buza al Oeste, con un rumbo de 270° e inclinada de 45°.

Mas arriba (Lat.: 19°34594 / Long.: -70°89557), se observa claramente la discordancia del Conglomerado Bulla, poco coherente en este punto, encima de los esquistos de Amina-Maimón. Este conglomerado no clasificado, con cantos de tonalitas meteorizadas en matriz

arenosa de color naranjo-amarillento, se extiende a lo largo del camino, hacia el Norte (Lat.: 19°34'58.6" / Long.: -70°8'51.1").

7. BIBLIOGRAFIA

Altamimi, Z., Sillard, P. & Boucher, C., 2002. ITRF2000: a new release of the international terrestrial reference frame for earth science applications, *J. geophys. Res.*, **107**, 2214, doi: 10.1029/2001JB000561.

Ave Lallemant, H.G. & Oldow, J.S., 2000. Active displacement partitioning and arc-parallel extension of the Aleutian volcanic arc based on Global Positioning System geodesy and kinematic analysis, *Geology*, **28**, 739– 742.

BARRETT, T.J. & MACLEAN, W.H., 1999. Volcanic sequences, lithogeochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide systems. En: Barrie C. T. and Hannington M. D. eds. Volcanic-associated massive sulfide deposits; processes and examples in modern and ancient settings. p. 101-131.

BATTLE, O. F. & PENA L. R., 2003. Recopilación - Evaluación de los Datos Geológicos-Geotécnicos y Reconocimiento Geológico Superficial de la Zona Urbana de Santiago de los Caballeros Para La Preparación de Mapas de Amenazas Geológicas Sísmicas. *Ayuntamiento Municipal de Santiago*, 52, p. 1-52.

Beck, M.E., 1983. On the mechanism of tectonic transport in zones of oblique subduction, *Tectonophysics*, **93**, 1–11.

BERMÚDEZ, P. J., 1949. Tertiary smaller Foraminifera of the Dominican Republic. *Cushman Laborator of Foraminiferal Research, Special Publication*, 25, p. 1-322.

Bernard, P. & Lambert, J., 1988. Subduction and seismic hazard in the northern Lesser Antilles: revision of the historical seismicity, *Bull. seism. Soc. Am.*, **78**, 1965–1983.

BOISSEAU, M., 1987. Le Flanc Nord-Est De La Cordillere Centrale Dominicaine (Española, Grandes Antilles): Un Edifice De Nappes Cretace Polyphase. Doctorat d'Etat. Université de Paris VI. p. -214.

BOWIN, C. O., 1960. Geology of central Dominican Republic. *Geological Society of America Bulletin*, 71, p. 18-31.

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*, p. 11-84.

Bowman, D., King, G. & Tapponnier, P., 2003. Slip partitioning by elastoplastic propagation of oblique slip at depth, *Science*, **300**, 1121– 1123.

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.

Byrne, D.B., Suarez, G. & McCann, W.R., 1985. Muertos Trough subduction–microplate tectonics in the northern Caribbean? *Nature*, **317**, 420–421.

Calais, E. & Mercier de Lepinay, B., 1991. From transtension to transpression along the northern margin of the Caribbean plate off Cuba: implications for the recent motion of the Caribbean plate, *Tectonophysics*, **186**, 329–350.

CALAIS, E. & MERCIER DE LEPINAY, B., 1995. Strike-slip tectonic processes in the northern Caribbean between Cuba and Española (Windward Passage). *Marine Geophysical Researches*, **17**, p. 63-95.

Calais, E., Bethoux, N. & 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*, **11**, 114– 123.

Calais, E., Han, J.Y., DeMets, C. & Nocquet, J.M., 2006. Deformation of the North American plate interior from a decade of continuous GPS measurements, *J. geophys. Res.*, **111**, B06402, doi:10.1029/2005JB004253.

Calais, E., Mazabraud, Y., Mercier de Lepinay, B. & Mann, P., 2002. Strain partitioning and fault slip rates in the northeastern Caribbean from GPS measurements, *Geophys. Res. Lett.*, **29**, 1856–1859.

Calais, E., Perrot, J. & Mercier de Lepinay, B., 1998. Strike-slip tectonics and seismicity along the northern Caribbean plate boundary from Cuba to Española, in *Active Strike-slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone*, Vol. 326, pp. 125–142, eds Dolan, J.F. & Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

Capitulo de Riesgo CODIA- Regional Norte Santiago., Octubre 16 2003 Evaluación post sismo Magnitud de 6.5 Escala de Richter ocurrido en la Republica Dominicana el 22 de Septiembre del 2003 – Lecciones aprendidas 71, p. 1-71.

CGG (COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE), 1999. Informe final sobre la prospección magnética y radiométrica aereoportada del territorio de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto E (7-ACP-DO-074), Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.

Chemenda, A., Lallemand, S. & Bokun, A., 2000. Strain partitioning and interplate friction in oblique subduction zones: constraints provided by experimental modeling, *J. geophys. Res.*, **105**, 5567–5581.

Christeson, G.L., Bangs, N.L. & Shipley, T.H., 2003. Deep structure of an island arc backstop, Lesser Antilles subduction zone, *J. geophys. Res.*, **104**, doi:10.1029/2002JB002243.

Cloos, M., 1992. Thrust-type subduction-zone earthquakes and seamount asperities - A physical model for seismic rupture, *Geology*, **20**, 601–604.

COLEMAN, A. J. & WINSLOW, M. A., 2002. Tertiary tectonics of the Española fault zone in the Northwestern Piedmont of the Cordillera Central, Dominican Republic. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geologica del Caribe*, **15**, p. 73-86.

CRAWFORD, A.J., FALLOON, T.J. & GREEN, D.H., 1989. Classification, petrogenesis and tectonic setting of boninites. En: Crawford A. J. ed. *Boninites*, Unwin Hyman, London, United Kingdom (GBR), United Kingdom (GBR)

DE ZOETEN, R. & MANN, P., 1991. Structural geology and Cenozoic tectonic history of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. In: *Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. Special Paper - Geological Society of America*, 262, p. 265-279.

DE ZOETEN, R. & MANN, P., 1999. Cenozoic El Mamey Group of northern Española; a sedimentary record of subduction, collisional and strike-slip events within the North America-Caribbean Plate boundary zone; Caribbean basins. *Sedimentary Basins of the World*, 4, p. 247-286.

DE ZOETEN, R., 1988. Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Dissertation

DEFANT, M. J. & DRUMMOND, M. S., 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature (London)*, 347, 6294, p. 662-665.

DeMets, C. & Wiggins-Grandison, M., 2007. Deformation of Jamaica and motion of the Gonave microplate from GPS and seismic data, *Geophys. J. Int.*, **168**, 362–378.

DeMets, C., 2001. A new estimate for present-day Cocos-Caribbean plate motion: implications for slip along the Central American volcanic arc, *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 4043–4046.

DeMets, C., Jansma, P.E., Mattioli, G.S., Dixon, T.H., Farina, F., Bilham, R., Calais, E. & Mann, P., 2000. GPS geodetic constraints on Caribbean- North America plate motion, *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 437–440.

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

Dieterich, J.H., 1978. Time-dependent friction and the mechanics of stickslip, *Pure appl. Geophys.*, **116**, 4–5.

Dillon, W.P., Austin, J.A., Scanlon, K.M., Edgar, N.T. & Parson, L.M., 1992. Accretionary margin of north-western Española: morphology, structure, and development of the northern Caribbean plate boundary, *Mar. Petrol. Geol.*, **9**, 70–92.

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. F., MULLINS, H. T. & WALD, D. J., 1998. Active tectonics of the north-central Caribbean; oblique collision, strain partitioning, and opposing subducted slabs; Active strike-slip and collisional tectonics of the northern Caribbean Plate boundary zone. *Special Paper - Geological Society of America*, 326, p. 1-61.

DOLAN, J., MANN, P., DE ZOETEN, R., HEUBECK, C., SHIROMA, J. & MONECHI, S., 1991. Sedimentologic, stratigraphic, and tectonic synthesis of Eocene-Miocene sedimentary basins, Española and Puerto Rico. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 217-263.

Dolan, J.F. & Bowman, D.D., 2004. Tectonic and seismologic setting of the 22 September 2003, Puerto Plata, Dominican Republic earthquake: implications for earthquake hazard in northern Española, *Seism. Res. Lett.*, **75**, 587–597.

Dolan, J.F. & Wald, D.J., 1998. The 1943–1953 north-central Caribbean earthquakes: active tectonic setting, seismic hazards, and implications for Caribbean-North America plate motions, in *Active Strike-slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone*, Vol. 326, pp. 143–170, eds Dolan, J.F. & Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

Dolan, J.F., Mullins, H.T. & Wald, D.J., 1998. Active tectonics of the northcentral Caribbean: oblique collision, strain partitioning, and opposing subducted slabs, in *Active Strike-slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone*, Vol. 326, pp. 1–62, eds Dolan, J.F. & Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

DRAPER, G. & GUTIERREZ, G., 1997. La estructura del Cinturón de Maimón en la isla de Española y sus implicaciones geodinámicas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10, p. 299.

DRAPER, G. & LEWIS, J. F., 1980. Petrology, deformation and tectonic significance of the Amina Schist, northern Dominican Republic. *Transactions of the Caribbean Geological Conference = Memorias - Conferencia Geologica del Caribe*, 9, p. 53-64.

DRAPER, G. & LEWIS, J. F., 1991a. Geologic map of the central Dominican Republic. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, 262,

DRAPER, G. & LEWIS, J. F., 1991b. Metamorphic belts in central Española. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 29-45.

DRAPER, G., GUTIERREZ, G. & LEWIS, J. F., 1996. Thrust emplacement of the Española peridotite belt; orogenic expression of the Mid-Cretaceous Caribbean arc polarity reversal? *Geology (Boulder)*, 24, p. 1143-1146.

DRAPER, G., GUTIERREZ, G., & LEWIS, J., 1995. Thrust Deformation in the Maimón and Los Ranchos formations. Central Española: Evidence for early Cretaceous ophiolites emplacement. Port of Spain, Trinidad Tobago. Transactions, 14th Caribbean Geological Conference.

Ducoudray, Félix Servio, 1924 -1989 La naturaleza dominicana : artículos publicados en el suplemento sabatino del periódico El Caribe, 1978-1989 / Félix Servio Ducoudray; editores Arístides Incháustegui, Blanca Colección Centenario Grupo León Jimenes, 2006.

EBERLE, W. & MOLLAT, H., 1991. Mapa geológico de la Republica Dominicana a escala 1: 250.000. Santo Domingo, Republica Dominicana, Dirección General De La Minería.

EDGAR, N. T., 1991. Structure and geologic development of the Cibao Valley, northern Española. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. 281-299.

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 Española: An Example of Basin Evolution near a Strike-Slip-Dominated Plate Boundary. *Journal of Geology*, 106, p. 473-494.

ESCUDE R VIRUETE, J., 2004. Petrología y geoquímica de rocas ígneas y metamórficas del bloque K (zonas este y suroeste) - Hojas de Dajabón, Martín García, Loma De Cabrera, Santiago Rodríguez, Monción, Restauración, Jicomé, Bánica, Arroyo Limón y Lamedero. Programa Sysmin, Santo Domingo, Servicio Geológico Nacional.

ESCUDE R VIRUETE, J., HERNAIZ HUERTA, P. P., DRAPER, G., GUTIERREZ, G., LEWIS, J. F. & PÉREZ-ESTAÚN, A., 2002. Metamorfismo y estructura de la Fm Maimón y los Complejos Duarte y Río Verde, Cordillera Central Dominicana: implicaciones en la estructura y la evolución del primitivo Arco Isla Caribeño - The metamorphism and structure of the Maimón Formation and Duarte and Rio Verde Complexes, Dominican Central Cordillera: implications for the structure and evolution of the primitive Caribbean Island Arc. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 123-162.

EVANS, B. W., 1990. Phase relations of epidote-blueschists. *Lithos*, 25, p. 3-23.

Fitch, T.J., 1972. Plate convergence, transcurrent faults and internal deformation adjacent to southeast Asia and the western Pacific, *J. geophys. Res.*, **77**, 4432–4460.

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

GONZALES DE VALLEJO, L., 1980. Fallas activas y sus implicaciones en la ingeniería. Active faults and their implications for engineering; Anales del IV congreso peruano de geología; Parte VI. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 65, p. 99-103.

Grindlay, N.R., Abrams, L.J., Del Greco, L. & Mann, P., 2005a. Toward an integrated understanding of Holocene fault activity in western Puerto Rico: constraints from high-resolution seismic and sidescan sonar data, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 139–160, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

Grindlay, N.R., Mann, P., Dolan, J.F. & van Gestel, J.P., 2005b. Neotectonics and subsidence of the northern Puerto Rico-Virgin Islands margin in response to the oblique subduction of high-standing ridges, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 31–60, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

Grindlay, N.R., Mann, P.s. & Dolan, J., 1997. Researchers investigate submarine faults north of Puerto Rico, *Eos (Transactions)*, **78**, 404p.

HANMER, S. & PASSCHIER, C., 1991. Shear-sense indicators: a review. *Geological Survey of Canada*, 90-17, p. 1-72.

Harper E.M. and Morton B 2004 Tube construction in the watering pot shell *Brechites Vaginiferus* (Bivalvia; Anomalodesmata; Clavagelloidea) *Acta Zoologica* (Stockholm) 85: 149–161 (July 2004)

- 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*, 9, p. 115-134.
- HERNAIZ HUERTA, P. P. & PÉREZ-ESTAÚN, A.**, 2002. Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana - Structure of the Peralta thrust and fold belt, Dominican Republic. *Acta Geologica Hispanica*, 37, p. 183-205.
- HORAN, S.**, 1995. The geochemistry and tectonic significance of the Maimon-Amina schists, Cordillera Central, Dominican Republic. Unpublished MsC Thesis. Univ. of Florida, Gainesville. p. 1-172.
- Huerfano, V., von Hillebrandt-Andrade, C. & Bez-Sanchez, G.**, 2005. Microseismic activity reveals two stress regimes in southwestern Puerto Rico, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 81–101, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.
- HUGHES, C. J.**, 1973. Spilites, keratophyres, and the igneous spectrum. *Geological Magazine*, 109, p. 513-527.
- HUMPHRIS, S. E. & THOMPSON, G.**, 1978. Trace element mobility during hydrothermal alteration of oceanic basalts. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42, p. 127-136.
- Hyndman, R.D. & Wang, K.J.**, 1993. Thermal constraints on the zone of major thrust earthquake failure: The Cascadia subduction zone, *J. geophys. Res.*, 98, 2039–2060.
- Jansma, P.E. & Mattioli, G.S.**, 2005. GPS results from Puerto Rico and the Virgin Islands: constraints on tectonic setting and rates of active faulting, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 13–30, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.
- Jansma, P.E., Mattioli, G.S., Lopez, A., DeMets, C., Dixon, T.H., Mann, P. & Calais, E.**, 2000. Neotectonics of Puerto Rico and the Virgin Islands, northeastern Caribbean, from GPS geodesy, *Tectonics*, 19, 1021– 1037.
- Jany, I., Mauffret, A., Bouysse, P., Mascle, A., Mercier de Lepinay, B., Renard, V. & Stephan, J.F.**, 1987. Relevé bathymétrique Seabeam et tectonique en décrochement au sud des Iles Vierges [Nord-Est Caraïbes], *C.R. Acad. Sci. Paris*, **304**(Ser. II), 527–532.
- Jany, I., Scanlon, K.M. & Mauffret, A.**, 1990. Geological interpretation of combined Seabeam, GLORIA and seismic data from Anegada Passage (Virgin Islands, North Caribbean), *Mar. Geophys. Res.*, 12, 173– 196.
- Jarrard, R.D.**, 1986. Relations among subduction parameters, *J. geophys. Res.*, **24**, 217– 284.
- JENSEN, L. S.**, 1976. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks. *Ontario Geological Survey Miscellaneous Paper*, p. 22.
- Kanamori, H.**, 1983. Global Seismicity, in *Earthquakes: Observation, theory and interpretation*, eds Kanamori, H. & Bosch, E., pp. 597, North Holland, New York.
- KESLER, S. E., RUSSELL, N., REYES, C., SANTOS, L., RODRIGUEZ, A. & FONDEUR, L.**, 1991. Geology of the Maimon Formation, Dominican Republic. In: *Geologic and tectonic*

development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, 262, p. 173-185.

La Femina, P.C., Dixon, T.H. & Strauch, W., 2002. Bookshelf faulting in Nicaragua, *Geology*, **30**, 751–754.

LaForge, R.C. & McCann, W.R., 2005. A seismic source model for Puerto Rico, for use in probabilistic ground motion hazard analyses, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 223–248, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

LEWIS, J. F., ESCUDER VIRUETE, J., HERNAIZ HUERTA, P. P., GUTIERREZ, DRAPER, G. & PÉREZ-ESTAÚN, A., 2002. Subdivisión geoquímica del Arco Isla Circum-Caribeño, Cordillera Central Dominicana: Implicaciones para la formación, acreción y crecimiento cortical en un ambiente intraoceánico - 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., PERFIT, M., HORAN, S. & DIAZ DE VILLALVILLA, L., 1995. Geochemistry and petrotectonic 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.

LEWIS, J.F., ASTACIO, V.A., ESPAILLAT, J. & JIMENEZ, G., 2000. The occurrence of volcanogenic massive sulfide deposits in the Maimón Formation, Dominican Republic: The Cerro de Maimón, Loma Pesada and Loma Barbito deposits. En: Sherlock R., Barsch R. and Logan A. eds. VMS deposits of Latin America, Geological Society of Canada Special Publication. p. 223-249.

LOCUTURA, J., BEL-LAN, A. & LOPERA, E., 2002. Cartografía geoquímica multielemental en sedimentos de corriente en un contexto de arco isla volcánico. Aplicación al análisis de potencialidad metalogénica en un área de la República Dominicana - Stream sediment geochemical mapping in an island arc context. Application to assessment of mineral resources potentiality in an area of the Dominican Republic. *Acta Geologica Hispanica*, **37**, p. 229-272.

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, Quarterly Journal*, **9**, p. 132-134.

Lopez, A.M., Stein, S., Dixon, T., Sella, G., Calais, E., Jansma, P., Weber, J. & LaFemina, P., 2006. Is there a northern Lesser Antilles forearc block? *Geophys. Res. Lett.*, **33**, doi:10.1029/2005GL025293. Mann, P. & Burke, K., 1984. Neotectonics of the Caribbean, *Rev. Geophys.*, **22**, 309–362.

LUDDEN, J., GELINAS, L. & TRUDEL, P., 1982. Archean metavolcanics from the Rouyn-Noranda District, Abitibi greenstone belt, Quebec; 2, Mobility of trace elements and petrogenetic constraints. *Canadian Journal of Earth Sciences = Journal Canadien des Sciences de la Terre*, **19**, p. 2276-2287.

Mann, P., Calais, E., Ruegg, J.C., DeMets, C., Jansma, P.E. & Mattioli, G.S., 2002. Oblique collision in the northeastern Caribbean from GPS measurements and geological observations, *Tectonics*, **21**, 1057–1082.

MANN, P., DRAPER, G. & LEWIS, J. F., 1991a. Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española; preface. *Special Paper Geological Society of America*, 262, p. vii-xvii.

Mann, P., Grindlay, N.R. & Dolan, J.F., 1999. Penrose conference report: subduction to strike-slip transition on plate boundaries, *GSA Today*, 9, 14–16.

Mann, P., Hippolyte, J.C., Grindlay, N.R. & Abrams, L.J., 2005a. Neotectonics of southern Puerto Rico and its offshore margin, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 173–214, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

MANN, P., MCLAUGHLIN, P. P. & COOPER, C., 1991b. Geology of the Azua and Enriquillo basins, Dominican Republic; 2, Structure and tectonics. In: Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean Plate boundary in Española. *Special Paper - Geological Society of America*, 262, p. 367-389.

Mann, P., Prentice, C.S., Burr, G., Pea, L.R. & Taylor, F.W., 1998. Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, *Bull. seism. Soc. Am.*, 103, 144–154.

Mann, P., Prentice, C.S., Hippolyte, J.C., Grindlay, N.R., Abrams, L.J. & La-Davila, D., 2005b. Reconnaissance study of Late Quaternary faulting along Cerro Goden fault zone, western Puerto Rico, in *Active Tectonics and Seismic Hazards of Puerto Rico, the Virgin Islands, and Offshore Areas*, Vol. 385, pp. 115–138, ed. Mann, P., Geol. Soc. Am. Spec. Paper.

MANN, P., TAYLOR, F. W., EDWARDS, R. L. & KU, T. L., 1995. Actively evolving microplate formation by oblique collision and sideways motion along strike-slip faults; an example from the northeastern Caribbean Plate margin. *Tectonophysics*, 246, p. 1-69. time dependent variations in source properties of repeating earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 22, 3095–3098.

Masson, D. & Scanlon, K., 1991. The Neotectonic setting of Puerto Rico, Feuillet, N., Manighetti, I., Tapponnier, P. & Jacques, E., 2002. Arc parallel extension and localization of volcanic complexes in Guadeloupe, Lesser Antilles, *J. geophys. Res.*, **107**, doi:10.1029/001JB000308.

MASSON, D. G. & SCANLON, K. M., 1991. The neotectonic setting of Puerto Rico. *Geological Society of America Bulletin*, 103, p. 144-154.

Mauffret, A. & Leroy, S., 1999. Neogene intraplate deformation of the Caribbean plate at the Beata Ridge, in *Caribbean Basins*, Vol. 4: Sedimentary Basins of the World, pp. 667–669, ed. Mann, P., Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

MAURY, C. J., 1917a. Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontology*, 5, p. 1-251.

MAURY, C. J., 1917b. Santo Domingo type sections and fossils Pt.1. *Bulletins of American Paleontology*, 30, p. 1-43.

- MAURY, C. J.**, 1919. A proposal of two new Miocene formational names. *Science (N.S.)*, 50, p. 591.
- MAURY, C. J.**, 1922. The recent Arcas of the Panamic Province. *Paeontographica Americana*, 4, p. 163-208.
- MAURY, C. J.**, 1929. Porto Rican and Dominican stratigraphy. *Science (N.S.)*, 70, p. 609.
- MAURY, C. J.**, 1931. Two new Dominican formational names. *Science (N.S.)*, 73, p. 42-43.
- MCCAFFREY, R.**, 1991. Slip vectors and stretching of the Sumatra fore arc, *Geology*, **19**, 881–884.
- MCCAFFREY, R.**, 1992. Oblique plate convergence, slip vectors, and forearc deformation, *J. geophys. Res.*, **97**, 11 953–11 966.
- MCCAFFREY, R.**, 1993. On the role of the upper plate in great subduction zone earthquakes, *J. geophys. Res.*, **98**, 11953–11966.
- MCCAFFREY, R.**, 2002. Crustal block rotations and plate coupling, in *Plate Boundary Zones*, Vol. 30: Geodynamics series, pp. 101–122, eds Stein, S. & Freymueller, J.T., American Geophysical Union.
- MCCAFFREY, R.**, 2005. Block kinematics of the Pacific-North America plate boundary in the southwestern United States from inversion of GPS, seismological, and geologic data, *J. geophys. Res.*, **110**, doi:10.1029/ 2004JB003307.
- MCCANN, W.R. & SYKES, L.R.**, 1984. Subduction of aseismic ridges beneath the Caribbean plate: implications for the tectonics and seismic potential of the northeastern Caribbean, *J. geophys. Res.*, **89**, 4493–4519.
- MCCLAY, K.R.**, 1992. Glossary of thrust tectonics terms. En: McClay K. R. ed. Thrust tectonics, Chapman and Hall. p. 419-434.
- MERCIER DE LEPINAY, B.**, 1987. L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Española (Grandes Antilles). Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie. p. 1-378.
- MOLNAR, P. & SYKES, L.R.**, 1969. Tectonics of the Caribbean and middle America regions from focal mechanisms and seismicity, *Bull. seism. Soc. Am.*, **80**, 1639–1684.
- NAGLE, F., PACHER, H.C. & ANTONINI, G.A.**, 1979. Española Tectonic Focal Point of the Northern Caribbean. Three tectonic studies in the Dominican Republic. En B. Lidz, F. Nagle, (Eds.), Miami Geological Society,
- OKADA, Y.**, 1992. Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. seism. Soc. Am.*, **82**, 1018–1040.
- PALMER, H. C.**, 1963. Geology of the Moncion-Jarabacoa area, Dominican Republic.
- PALMER, H.C.**, 1979. Geology of the Moncion-Jarabacoa area, Dominican Republic. En: Lidz B. and Nagle F. eds. Española; tectonic focal point of the northern Caribbean; three

geologic studies in the Dominican Republic, Miami Geol. Soc., Miami, Fla., United States (USA), United States (USA)

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

PASSCHIER, C. W. & TROUW, R. A. J., 1996. Microtectonics. Springer-Verlag, Berlin, Federal Republic of Germany (DEU), Federal Republic of Germany (DEU).

PEARCE, J. A., 1975. Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus. *Tectonophysics*, 25, p. 41-67.

PEARCE, J. A., HARRIS, N. B. W. & TINDLE, A. G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, p. 956-983.

PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I., GARCÍA CORTÉS, A. & 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.

PILSBURY, H. A. & JOHNSON, C. W., 1917. New Mollusca of the Santo Domingan Oligocene. *Academy Natural Science Philadelphia, Proceedings*, 69, p. 150-202.

PILSBURY, H. A., 1922. Revision of W.M. Gabb's Tertiary Mollusca of Santo Domingo. *Academy Natural Science Philadelphia, Proceedings*, 73, p. 305-435.

PINDELL, J.L. & BARRET, S.F., 1990. Geology of the Caribbean region: a plate tectonic perspective. En: Dengo G. and Case J. E. eds. The Geology of North America, Volumen H, The Caribbean region, Geological Society of America, Boulder, Colorado. p. 404-432.

PINDELL, J.L. & BARRETT, S.F., 1990. Caribbean plate tectonic history. En: Dengo G. and Case J. E. eds. The Caribbean region, Geol. Soc. Am., Boulder, CO, United States (USA), United States (USA)

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.

PLATT, J. P. & VISSERS, R. L. M., 1980. Extensional structures in anisotropic rocks. *Journal of Structural Geology*, 2, p. 397-410.

POLLITZ, F.F. & DIXON, T.H., 1998. GPS measurements across the northern Caribbean plate boundary zone: impact of postseismic relaxation following historic earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 2233-2236.

PRAWIRODIRDJO, L. et al., 1997. Geodetic observations of interseismic strain segmentation at the Sumatra subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 24, 2601-2604.

PRENTICE, C.S., MANN, P., PEA, L.R. & BURR, G., 2003. Slip rate and earthquake recurrence along the central Septentrional fault, North American-Caribbean plate boundary, Dominican Republic, *J. geophys. Res.*, 108, doi:10.129/ 2001JB000442.

- PRENTICE, C.S., MANN, P., TAYLOR, F.W., BURR, G. & VALASTRO, S.**, 1993. Paleoseismicity of the North American-Caribbean plate boundary (Septentrional fault), Dominican Republic, *Geology*, **21**, 49–52.
- RABINOWICZ, E.**, 1951. The nature of the static and kinetic coefficients of friction, *J. appl. Phys.*, **22**, 131–135.
- RABINOWICZ, E.**, 1958. The intrinsic variables affecting the stick-slip process, in *Proceedings of the Physical Society*, **71**, 668–675, doi: 10.1088/0370-1328/71/4/316.
- RAMIREZ W.R., JOHNSON C.C., MARTINEZ M., TORRES M.C., ORTIZ V.** Strontium isotope stratigraphy from *Kuphus incrassatus*, Cretaceous limestones, Puerto Rico. *Geol. Soc. Am. Abstr. Prog.* 2006;38:90.
- RAMÍREZ, Wilson R.1, et al** STRONTIUM ISOTOPE STRATIGRAPHY FROM KUPHUS INCRASSATUS, CENOZOIC LIMESTONES, PUERTO RICO ., University of Puerto Rico, Mayaguez, P.O. Box 9017, Mayaguez, PR 0068
- RICE, J.R.**, 1992. Fault stress states, pore pressure distributions, and the weakness of the San Andreas Fault, in *Fault mechanics and transport properties of rocks; a festschrift in honor of W.F. Brace*, eds Evans, B. & Wong, T., Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 475–503.
- RUFF, L. & KANAMORI, H.**, 1980. Seismicity and the subduction process, *Phys. Earth planet. Inter.*, **23**, 240–252.
- RUFF, L. & KANAMORI, H.**, 1983. Seismic coupling and uncoupling at subduction zones, *Tectonophysics*, **99**, 99–117.
- RUFF, L.J.**, 1989. Do trench sediments affect great earthquake occurrence in subduction zones?, *Pure appl. Geophys.*, **129**, 263–282.
- RUSSO, R.M. & VILLASENOR, A.**, 1995. The 1946 Española earthquakes and the tectonics of the North America-Caribbean plate boundary zone, northeastern Española, *J. geophys. Res.*, **100**, 6265–6280.
- SAUNDERS, J.B., JUNG, P., & BIJU-DUVAL, B.**, 1986. Neogene paleontology in the northern Dominican Republic; 1, Field surveys, lithology, environment, and age. *Bulletins of American Paleontology*, vol.89, no.323, 79 pp. 89[323]. United States (USA), Paleontological Research Institution, Ithaca, NY, United States (USA). 1925.
- SAVAGE, J.C.**, 1983. A dislocation model of strain accumulation and release at a subduction zone, *J. geophys. Res.*, **88**, 4984–4996.
- SAVAZZI, E.**, 1982. Adaptations to tube dwelling in the Bivalvia Lethaia Volume 15, Issue 3 , Pages275 - 297 The Lethaia Foundation
- SCHOLZ, C.H. & CAMPOS, J.**, 1995. On the mechanism of seismic decoupling and back arc spreading at subduction zones, *J. geophys. Res.*, **100**, 22 103– 22 115.
- SCHOLZ, C.H. & SMALL, C.**, 1997. The effect of seamount subduction on seismic coupling, *Geology*, **25**, 487–490.

SCHOLZ, C.H., 1990. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*, 439 pp, Cambridge Univ. Press, New York.

SCHOLZ, C.H., 2002. *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*, 2nd edn, p. 496, Cambridge University Press, Cambridge.

SPEED, R.C. & LARUE, D.K., 1991. Extension and transtension in the plate boundary zone of the northeastern Caribbean, *Geophys. Res. Lett.*, **18**, 573–576.

STEIN, S., ENGELN, J.F. & WIENS, D.A., 1982. Subduction seismicity and tectonics in the Lesser Antilles arc, *J. geophys. Res.*, **87**, 8642–8664.

TANNER, J.G. & SHEPHERD, J.B., 1997. Project catalogue and Seismic hazard maps, seismic hazard in Latin America and the Caribbean, *Panamerican Inst. Geographys. History*, **1**, 143p.

TEN BRINK, U. & LIN, J., 2004. Stress interaction between subduction earthquakes and forearc strike-slip faults: modeling and application to the northern Caribbean plate boundary, *J. geophys. Res.*, **109**, 12 310–12 324, doi:10.1029/2004JB003031.

TEN BRINK, U., DANFORTH, W., POLLONINI, C., ANDREWS, B., LLANES, P., SMITH, S., PARKER, E. & UOZUMI, T., 2004. New seafloor map of the Puerto Rico Trench helps assess earthquake and tsunami hazards, *Eos (Transactions)*, **85**, 349–360.

VAN GESTEL, J.P., MANN, P., DOLAN, J.F. & GRINDLAY, N.R., 1998. Structure and tectonics of the upper Cenozoic Puerto Rico-Virgin Islands carbonate platform as determined from seismic reflection studies, *J. geophys. Res.*, **103**, 30,505–30,530.

WALLACE, L.M., MCCAFFREY, R., BEAVAN, J. & ELLIS, S., 2005. Rapid microplate rotations and backarc rifting at the transition between collision and subduction, *Geology*, **33**, 857–860.

WELLS, D.L. & COPPERSMITH, K.J., 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, *Bull. seism. Soc. Am.*, **84**, 974–1002.

8. ILUSTRACIONES

<i>Fig. 1: Ubicación de la Hoja San José de las Matas (6074-III) con las hojas adyacentes</i>	14
<i>Fig. 2: Ubicación de la Hoja San José de las Matas (6074-III) en el marco administrativo nacional.</i>	16
<i>Fig. 3: Morfología de la Hoja San José de las Matas (6074-III) con la red de accesos y de drenajes.</i>	16
Fig. 4: Gráficos climáticos de los promedios mensuales en Santiago (no disponible en San José de las Matas).	18
<i>Fig. 5: Densidades de población en la Provincia de Santiago y el Municipio de San José de las Matas</i>	19
<i>Fig. 6: Ratios de población urbana vs. rural</i>	19
<i>Fig. 7: Esquema geológico de la Isla de La Española, con la ubicación de la hoja de San José de Las Matas.</i>	21
<i>Fig. 8: Principales dominios morfotectónicos de La Española según Lewis y Draper (1991).</i>	23

Fig. 9: Mapa de los terrenos tectonoestratigráficos de La Española según Mann et al. (1991):	23
Fig. 10: Cuadro estratigráfico sintético de los distintos dominios	24
Fig. 11: Comparación de las sucesivas divisiones estratigráficas del Neógeno del Valle del Cibao Saunders y <i>al</i> (1986)	28
Fig. 12: Falla La Española ZFLH Vista de la inyección de Peridotita en los conglomerados de Inoa en el limite Norte de la falla	33
Fig. 13: Fm Amina-Maimón - Esquema de ubicación en la hoja con fondo del talud de pendiente del SRTM.	38
Fig. 14: Esquistos de la Fm Amina-Maimón .Vista hacia el Norte de la meseta de La Fm Amina-Maimón cubierta de pinos de cultura.	39
Fig. 15: Esquistos de la Fm Amina-Maimón .Relieve suave y pasto muy particular en el sector de La Mansión, al Noreste de San José.	39
Fig. 16: Esquistos de la Fm Amina-Maimón .Vista hacia el Sur del Río Amina en su valle encajonado en la meseta	39
Fig. 17: Esquistos de la Fm Amina-Maimón en alternancias bimétricas de meta basaltos (verdosos oscuros) y metadacita o metatobas (niveles claro).	40
Fig. 18: Diques y vetas de cuarzo blanco en los esquistos de la Fm Amina-Maimón,	41
Fig. 19: Esquistos de la Fm Amina-Maimón	42
Fig. 20: Esquistos de la Fm Amina-Maimón	42
Fig. 21: Esquistos de la Fm Amina- Maimón en facies de alternancias cm muy esquistoizada con pliegues, de meta-cineritas o meta- tufitas con diferenciaciones y niveles de metatobas y/o micro-dacitas en lentejones.	43
Fig. 22: Esquistos de la Fm Amina-Maimón en facies de alternancias cm, muy esquistoizada, con pliegues de meta-cineritas o meta- tufitas (T) con niveles de metatobas y/o micro-dacitas(μ D) en lentejones.	43
Fig. 23: Esquistos de la Fm Amina-Maimón. Detalles de los pliegues de meta-cineritas o meta- tufitas (T) y niveles de metatobas y/o micro dacitas (μ D) en lentejones	44
Fig. 24: Esquistos de la Fm Amina-Maimón	44
Fig. 25: Esquistos de la Fm Amina-Maimón	44
Fig. 26: Esquistos de la Fm Amina-Maimón – meta pórfido riolítico o meta-microgranito poco deformado con cuarzos redondos azules y feldespatos alterados a amarillento y biotita alterada.	45
Fig. 27: Arcillas lateríticas en la facies arcillas moteadas sin criterios visibles de la roca original	46
Fig. 28: Esquistos de la Fm Amina-Maimón – Facies de arcillas abigarradas de alteración laterítica sobre impuesto a metandesitas	46
Fig. 29: Fm Magua- Esquema de ubicación en la hoja (rayado) el Mapa espectrométrico del Potasio y el fondo del talud de pendiente del SRTM.	49
Fig. 30: Fm Magua-Inoa : Presentación común de las alternancias amalgamadas de conglomerado de grano grueso (Cg) o fino (Cf), de lutitas (L) y de areniscas (A)	51
Fig. 31: Fm Magua-Inoa : Conglomerado brechoso, no clasificado, polimictico, heterométrico.	51
Fig. 32: Fm Magua-Inoa: Cantera. Falla inversa con basaltos (B) brechas angulosas (BR) y grauvacas (Gr)	51
Fig. 33: Fm Magua-Inoa - Caja de falla en un nivel de lutitas en areniscas. Defomación frágil y carbonatación de los niveles porosos (detalle de la Fig. 30).	51
Fig. 34: Fm Magua-Inoa : Fracturación y carbonatación en vetillas de las areniscas y conglomerados.	52
Fig. 35: Fm Magua-Inoa : Lutitas con intercalaciones conglomeráticas y calcáreas, por debajo de la discordancia con el Conglomerado Bulla. S0 variable entre 102/70 a102/10	52

Fig. 36: Fm Jánico. Secuencias de 30 cm con niveles dm de areniscas finas, feldespáticas, calcáreas, laminadas, bien diferenciadas, intercaladas en niveles de 20cm de margas beige amarillentas.	57
Fig. 37: Fm Jánico. Calcarenitas beige (20%) compactadas, en niveles de 5cm intercalados en arcillas arenosas (80%) de grano medio , marrón a gris negro, con fósiles vegetales; figuras de slumps.	57
Fig. 38: Fm Jánico. Alternancias regulares de niveles semi dm de margas marrones 40% y de calcarenitas 60% finas, marrones.	57
Fig. 39: Fm Jánico. Alternancias regulares de niveles semi dm de margas marrones 40% y de calcarenitas 60% finas de color marrón-caqui.....	57
Fig. 40: Esquema litoestratigráfico del Grupo Yaque del Norte (F. Pérez Valera y M. Abad 2008).....	60
Fig. 41: Fm Conglomerado Bulla: Esquema de ubicación en la hoja con fondo del talud de pendiente del SRTM.....	63
Fig. 42: Fm Conglomerado Bulla: Vista del paisaje de los conglomerados ,con la planicie de Loma Quemada al ultimo plano.....	64
Fig. 43 Fm Conglomerado Bulla: Vista del paisaje de los conglomerados con la planicie de Loma Quemada al ultimo plano.....	64
Fig. 44: Fm Conglomerado Bulla: Vista del conglomerado de megaclastos en el talud de la carretera Jánico a San José de las Matas: 70% de cantos intrusivos arenizados (tonalitas) y 30% de basaltos y meta basaltos sanos.....	65
Fig. 45: Fm Conglomerado Bulla: Detalle de la facies de conglomerado de megaclastos matriz soportados	65
Fig. 46: Fm Conglomerado Bulla: Vista de los cantos redondeados de tonalita poca arenizadas en el conglomerado de megaclastos en la planicie de Loma Quemada	65
Fig. 47: Fm Conglomerado Bulla: Corte de un talud en el conglomerado de megaclastos poco organizado a clasificado en la planicie de Loma Quemada	65
Fig. 48: Fm Conglomerado Bulla: Afloramiento del conglomerado clasificado	66
Fig. 49: Fm Conglomerado Bulla: Detalle de un lentejón de areniscas en el conglomerado clasificado.....	66
Fig. 50: Fm Conglomerado Bulla: Secuencia grano decreciente en conglomerado clasificado.	67
Fig. 51: Fm Conglomerado Bulla: Niveles y lentejones irregulares discontinuos en el conglomerado clasificado.	67
Fig. 52: Fm Conglomerado Bulla: Farallón de 20 m de conglomerado clasificado a techo de la unidad.....	67
Fig. 53: Fm Conglomerado Bulla: Foto del contacto del conglomerado clasificado con las areniscas de La Fm Cercado a techo en el farallón.	67
Fig. 54: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con el conglomerado Inoa infrayacente.	70
Fig. 55: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con la Fm Inoa subyacente.	70
Fig. 56: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con facies lateritizada de esquistos Amina-Maimón.....	71
Fig. 57: Fm Conglomerado Bulla: Detalle del contacto por discordancia con facies lateritizada de esquistos de Amina-Maimón.....	71
Fig. 58: Fm Conglomerado Bulla: Detalle de las facies arcillosas de lateritización de los esquistos de Amina-Maimón infra yacente al conglomerado.	71
Fig. 59: Fm Conglomerado Bulla: Metavolcanitas básicas arcillizadas en la facies de arcillas abigarradas muy blanda de color rojiza con traza preservada de la esquistosidad.	72
Fig. 60: Fm Conglomerado Bulla: Reconstitución de las zonas con fuerte pluviometría en el Mioceno Medio de acuerdo con Parish et al. (1982); repartición de las paleocorrientes e	

yacimientos de bauxitas (Bárdossy y Aleva, 1990) (la trama vertical representa la zona con fuerte pluviometría).....	72
Fig. 61: Fm Cercado y Calizas de Ahuyamas - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con fondo del talud de pendiente del SRTM.	76
Fig. 62: Fm Cercado - Vista del paisaje de la Fm Cercado hacia el Noroeste.....	76
Fig. 63: Fm Cercado - Vista del paisaje de la Fm Cercado hacia el Sureste.	76
Fig. 64: Fm Cercado - Vista del farallón de la presa de Potrero.....	77
Fig. 65: Fm Cercado - Vista del farallón del valle Amina en el pueblo de Sui, con terrazas aluviales del Río Amina en primer plano	77
Fig. 66: Fm Cercado - Llanura ondulada con pasto en el extremo Noroeste de la hoja.	77
Fig. 67: Fm Cercado - Afloramiento de interés con alternancias de areniscas feldespáticas carbonatadas y grauvacas finas bioclásticas con macro foraminíferos abundantes y niveles conglomeráticos	78
Fig. 68: Fm Cercado - detalle de una concentración de macro foraminíferos abundantes milimétricos (naranjos) (<i>Amphistegina</i> sp).	78
Fig. 69: Fm Cercado - detalle de un erizo entero en matriz arenosa carbonatada, con concentración de macro foraminíferos muy abundantes.....	79
Fig. 70: Fm Cercado - detalle de una sección de tronco carbonatado.	79
Fig. 71: Fm Cercado - detalle de las acumulaciones en facies poco organizadas con bioclastos, macro foraminíferos y cantos conglomeráticos.	79
Fig. 72: Fm Cercado - Detalle de la facies conglomerática, con clastos muy redondos y pulidos	79
Fig. 73: Fm Cercado - Conglomerado de clastos muy redondos en matriz arenosa naranja y lentes de areniscas y calcarenitas carbonatadas.....	80
Fig. 74: Fm Cercado - detalle de conglomerado de clastos muy redondos en matriz arenosa naranja.....	80
Fig. 75: Fm Cercado - Lente de conglomerados con matriz areno-carbonatada intercalada en areniscas homogéneas masivas	80
Fig. 76: Fm Cercado - lentejón ovoide de conglomerado con cantos cm en matriz arcillo-calcárea	80
Fig. 77: Fm Cercado - Secuencia conglomerática carbonatada con areniscas finas intercalaciones dm de conglomerados con matriz calcáreo arcillosa.....	81
Fig. 78: Fm Cercado – Lentes conglomeráticas arcillo-carbonatadas con microfósiles	81
Fig. 79: Fm Cercado - Tabla de los resultados principales de dataciones de conglomerados y areniscas conglomeráticas calcáreas bioclásticas.	82
Fig. 80: Fm Cercado - Tabla de criterios de diferenciación de los conglomerados de las Fm Bulla y Cercado	82
Fig. 81: Fm Cercado - Ventana de esquistos de la Fm. Amina-Maimón dentro de las areniscas calcáreas de la Fm. Cercado	83
Fig. 82: Fm Cercado - contacto de los esquistos de la Fm. Amina-Maimón con las areniscas y conglomerados de la Fm. Cercado.....	83
Fig. 83: Fm Cercado - Siltitas a areniscas finas laminadas o masivas de color gris verdoso con niveles de minerales negros	84
Fig. 84: Fm Cercado - Areniscas finas y siltitas caqui-verdoso poco consolidadas con bioturbaciones y laminaciones de minerales negros.....	84
Fig. 85: Fm Cercado - Detalle de una bioturbación, con relleno de areniscas laminadas; presencia de calcificaciones sub.-verticales diagenéticas.	85
Fig. 86: Fm Cercado - presencia de bioturbaciones horizontales en areniscas calcáreas masivas bioclásticas.....	85
Fig. 87: Fm Cercado - slumps ^o de laminaciones mm de minerales detríticos negros en grauvacas siltitas micáceas de grano fino.....	85
Fig. 88: Fm Cercado –estratificaciones cruzadas en las siltitas laminadas.....	85

Fig. 89: Fm Cercado - Conglomerado polimíctico homométrico , con cantos cm a dm pulidos, erosionando unas secuencias laminadas deltaicas de lutitas y siltitas/areniscas, de grano medio a grueso.....	86
Fig. 90: Fm Cercado - areniscas verdosas caqui de grano medio, feldespáticas, de tipo grauvacas laminadas, con niveles lumaquelicos (moldes y conchas de bivalvos de tipo Arcas)	86
Fig. 91: Fm Cercado - Detalle de niveles lumaquelicos con moldes y conchas de bivalvos de tipo Arcas) y cantos intrusivos pulidos	86
Fig. 92: Fm Cercado - Piso de camino en niveles indurados de calcarenita bioclástica con macroforaminíferos <i>Annulosorites spiralis</i> y <i>Amphistegina tuberculata</i> BERMUDEZ y <i>Amphistegina</i> Cf. <i>canaensis</i> BERMUDEZ rojizos	86
Fig. 93: Fm Cercado - areniscas de grano. fino a medio, con nivelillos dm de calcarenitas bioclásticas de grano grueso; concentración de macroforaminíferos abundantes.....	87
Fig. 94: Fm Cercado - – detalle de una concentración de macroforaminíferos abundantes, con clastos de bivalvos y corales	87
Fig. 95: Fm Cercado - Paisaje con niveles horizontales de biocalcarenitas.....	89
Fig. 96: Fm Cercado - Paisaje de meseta con niveles horizontales de biocalcarenitas.....	89
Fig. 97: Fm Cercado - Nivel de lumaquelas de grano grueso con lentes dm de lutitas verdosas y bioclastos de <i>kuphus</i> , gasterópodos, surmontando un nivel de calizas arcillosas muy fosilíferas. Unos tubos en posición de vida con relleno arcilloso verdoso - presencia de unas bioturbaciones.....	89
Fig. 98: Fm Cercado - Calizas muy bioclásticas verdosas, coralinas amarillentas, tableadas, con clastos semi m de corales en niveles bidm con intercalaciones dm de margas beiges.....	89
Fig. 99: Fm Cercado. Detalle de fósiles de <i>Kuphus</i> en posición de vida en la parte superior de la formación.....	90
Fig. 100: Fm Cercado. Calizas areno-arcillosas bioclásticas con bivalvos , gasterópodos y brechitas removilizados, con escasos niveles margosos.....	90
Fig. 101: Fm Cercado - Detalle de fósiles de <i>Kuphus</i> en posición de vida en calizas arenosas beige a naranja, siltitas carbonatadas con niveles de lumaquelitas y coquinas dm, con corales individuales bivalvos y gasterópodos en clastos semidm.....	90
Fig. 102: Fm Cercado - Detalle de una sección de tubo de bivalvos <i>Kuphus</i>	90
Fig. 103: Fm Cercado - Tubos métricos de <i>Kuphus</i> en posición de vida, en siltitas calcáreas arcillosas.....	91
Fig. 104: Fm Cercado - Tubos semimétrico de <i>Kuphus</i> en posición de vida en siltitas calcáreas arcillosas con clastos de <i>Kuphus</i>	91
Fig. 105: Fm Cercado - Secuencia de calcareniscas bioclásticas con estratificaciones oblicuas terminando por siltitas calcáreas laminadas con minerales negros pesados ..	91
Fig. 106: Fm Cercado –Lumaquelas con conchas de gasterópodos principalmente y corales ramosos.....	91
Fig. 107: Fm Cercado - Detalle de los fósiles bien conservados de gasterópodos principalmente, corales ramosos; unos gasterópodos aplastados.....	92
Fig. 108: Fm Cercado - Esquema de repartición del Nivel o conjuntos de niveles de biocalizas masivas.....	93
Fig. 109: Fm Cercado - Foto de la meseta entre Jaiqui Picado y la presa de Potrero al último plano; vista desde el Sur.	93
Fig. 110: Fm Cercado - detalle de la terminación de la meseta Jaiqui Picado Presa de Potrero.....	93
Fig. 111: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico coronando las alturas del valle del Arroyo Dicayagua.....	93
Fig. 112: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico coronando las alturas del valle del Arroyo Dicayagua.....	94

Fig. 113: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclastico coronando las alturas del valle de la Cañada de la Expensa.	94
Fig. 114: Fm Cercado - Farallón de nivel bioclástico; visto desde la carretera a San José de las Matas	94
Fig. 115: Fm Cercado - Nivel semi métrico muy resistente de calcarenisca de grano grueso naranja con unos corales	94
Fig. 116: Fm Cercado - Nivel dm-m de biocalcarenisca con recristalización de yeso intercalado en lutitas y siltitas calcáreas caqui.....	94
Fig. 117: Fm Cercado - Facies bioclastico con bioclastos de gasterópodos en moldes (G), secciones de Kuphus (K) corales (C) individuales en una matriz de silita calcáreas recristalizada en un nivel de tres metros.	94
Fig. 118: Fm Cercado - calizas concrecionadas con cuevas en el sector de Dicayagua Abajo	95
Fig. 119: Fm Cercado - Vista de las arcillas marrón-pardo residuales de una descalcificación, con mogote residual de la meseta en el ultimo plano.	95
Fig. 120: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Facies común polvoroso de las calcarenitas bioclásticas muy arcillosa blanquecina a crema.....	98
Fig. 121: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Figuras de bioturbaciones intensas de thalasinoides en calcarenitas muy arcillosa blanquecina bioclásticas.	98
Fig. 122: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas - Detalle de las calizas biodetríticas con secciones de tubos de Kuphus (K).....	99
Fig. 123: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas - Detalle de las calizas biodetríticas con bloques de corales coloniales (C) retrabajados.	99
Fig. 124: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Secuencias de 50m con niveles dm de calizas arcillosas beige bioclásticas con clastos dm de corales separados por niveles de margas.....	99
Fig. 125: Fm Cercado - Calizas de Ahuyamas Secuencias de 50m con niveles dm de calizas arcillosas beige bioclasticas con clastos dm de corales separados por niveles de margas.....	99
Fig. 126: Fm Cercado - Mapa de ubicación y resultados principales de las dataciones de las muestras.....	100
Fig. 127: Fm Cercado -Tabla de ubicación y resultados principales de las dataciones de las muestras.....	101
Fig. 128: Fm Gurabo - Esquema de ubicación en el marco de la hoja de San José de las Matas. Principales fallas con fondo del modelo numérico de terreno.	104
Fig. 129: Fm Gurabo - Farallón de siltitas y areniscas calcáreas con niveles 20 - 30cm regulares y planares horizontales. Cobertura métrica de una terraza aluvial con matriz rojiza.....	105
Fig. 130: Fm Gurabo – vista del paisaje de la Fm Gurabo en el piedemonte de la meseta de Jaiqui Picado	105
Fig. 131: Fm Gurabo – Farallón de 30m de margas siltosas masivas homogéneas de color gris poca estratificadas con 3 niveles siltosos arenosos con microfósiles de pectinides	106
Fig. 132: Fm Gurabo - Farallones de 40m de margas grises estratificadas, meteorizadas a beige al techo	106
Fig. 133: Fm Gurabo - Ubicación y resultados de las muestras de dataciones realizadas por Saunders (2004) y (Eradata 2008).....	107
Fig. 134: Resultados de las dataciones realizadas por Saunders (1986) y por Eradata (2008) en la Fm Gurabo.....	109
Fig. 135: Fm Mao Adentro – Ubicación regional de la Fm (rosado) asociada al gradiente de talud deducido del SRTM en la parte occidental del Valle del Cibao.	111
Fig. 136: Fm Mao Adentro –. Vista del rosario de lomas y cerros en el sector de Come Gente.....	112

Fig. 137: Fm Mao Adentro – Vista del nivel de calizas masivas de la loma de Hatillo, expuesto en una cicatriz de deslizamiento en masa	113
Fig. 138: Fm Mao Adentro – Vista de la meseta de Vallecito desde el SE suelo marrón, con el contacto por falla de la Fm Cercado al Sur y la Fm Mao Adentro al Norte	113
Fig. 139: Fm Mao Adentro - Vista de la meseta de Vallecito desde el NE, con el contacto por falla de la Fm Cercado al Sur y la Fm Mao Adentro al Norte	113
Fig. 140: Fm Mao Adentro – Arcillas rojizas de descalcificación en parches, en la meseta de Vallecito.	114
Fig. 141: Fm Mao Adentro - Plateau con suelos rojizos y bloques de calizas carstificadas y relictos	114
Fig. 142: Fm Mao Adentro – Afloramiento de calizas altamente karstificadas	114
Fig. 143: Fm Mao Adentro – Aspecto de la calizas altamente karstificadas, muy recristalizadas, probablemente coralinas, de color amarillento rosados naranja	114
Fig. 144: Fm Mao Adentro – suelos negros y cantos de calzas coralinas.....	114
Fig. 145: Fm Mao Adentro - Cantos de calzas coralinas de tipo platos	114
Fig. 146: Fm Mao Adentro – Margas grises con intercalaciones de calizas arcillosas coralinas brechoides con abundantes clastos de corales ramosos en niveles estratificados	116
Fig. 147: Fm Mao Adentro – detalle de las acumulaciones de calizas arcillosas coralinas brechoides.	116
Fig. 148: Fm Mao Adentro – Margas gris-verdoso, con macrofósiles de corales ramosos en acumulaciones poco retrabajadas.....	117
Fig. 149: Fm Mao Adentro – Acumulaciones desorganizadas de corales ramosos (CR) en fragmentos y corales individuales (CI) en margas y lutitas calcáreas.....	117
Fig. 150: Fm Mao Adentro - Alternancias horizontales de niveles de 60cm de calizas coralinas arcillosas con corales ramosos en clastos, en matriz arcillosa verde, con intercalaciones de 30cm de margas y lutitas calcáreas	117
Fig. 151: Fm Mao Adentro – Falla normal en las alternancias. az:170°/ dip 80°.....	117
Fig. 152: Fm Mao Adentro – Ubicación regional de la facies de relleno de cañones (15) asociada al gradiente de talud deducido del SRTM en la parte occidental del Valle del Cibao.	118
Fig. 153: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Detalle del aspecto topográfico de paleocañones (15) en el sector de Villa Bao y Las Canela, y las mesetas karstificadas de Hatillo y Vallecito (14).....	120
Fig. 154: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Vista Google Earth de las firmas topográficas del relleno de paleocañones (naranja) en el sector de Platanal, desde la meseta de la Loma Capilla, en las calizas de Mao Adentro (rosado)	120
Fig. 155: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Paisaje de los lóbulos coluvio-aluviales (C) en relieve, encima de las margas siltosas de la Fm Gurabo (A) al Norte de la Loma Hatillo, en calizas micríticas karstificadas (B).....	121
Fig. 156: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Paisaje de los lóbulos coluvio-aluviales (B) en relieve, encima de un mogote de calizas karstificadas (A) al Oeste de la Villa	121
Fig. 157: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Corte con el contacto de las brechas monomíticas estratificadas (A) o coluviales (B) de calizas coralinas estratificadas erosionando la Fm Gurabo en un contacto ondulado (C) en Potrero.....	121
Fig. 158: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Detalle de la brecha coluvio-aluvional de la formación Mao Adentro con la clasificación granocreciente.....	121
Fig. 159: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Contacto de las brechas monomíticas estratificadas (A) o coluviales (B) de calizas coralinas estratificadas erosionando la Fm Gurabo en un contacto ondulado (C) al Norte de la Loma Capilla.....	122
Fig. 160: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – Bloques semi-métricos de corales coloniales derrumbados	122

Fig. 161: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – alternancias decimétricas muy regulares, paralelas, de biocalcareniscas finas amarillentas micáceas y margas grises.....	122
Fig. 162: Fm Mao Adentro - Relleno de cañones – ubicación de unas facies de relleno en el modelo propuesto por J.C. Braga (2010)	123
Fig. 163: Fm Mao - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con las principales fallas con fondo del modelo numérico de terreno.	130
Fig. 164: Fm Mao - conglomerados y areniscas – Lente de conglomerado (A) intercalado en una matriz arenosa naranja en niveles de siltitas y margas beige-caqui (5B), surmontadas por terrazas aluviales (C) y suelos orgánicos con cantos residuales de terrazas (D).....	131
Fig. 165: Fm Mao - conglomerados y areniscas: Detalle de los lentes conglomeráticas en matriz naranja en el sector de Villa Bao	131
Fig. 166: Fm Mao – conglomerados (A) y areniscas (B) en alternancias de niveles conglomeráticos de matriz carbonatada y areniscas gruesas a medias.	132
Fig. 167: Fm Mao - Vista de la discordancia de la formación Mao (A) a techo de la Fm Gurabo (B).....	132
Fig. 168: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Lutitas siltosas laminadas con lentes de areniscas finas, arcillosas, rosadas, con fragmentos de gasterópodos y pectinides - trazas de debris vegetales abundantes.....	133
Fig. 169: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Secuencias con siltitas y margas (B) sumontadas por areniscas de grano medio a grueso (A) erosionando la facies (B) y presentando estratificaciones cruzadas. A techo, presencia de cantos de terrazas desmanteladas.	133
Fig. 170: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Arcillas expansivas con grietas de desecación y importantes laminas calcáreas con 10% de niveles siltosos poco calcáreos.....	134
Fig. 171: Fm Mao – Areniscas finas/ lutitas: Secuencias semi-métricas de areniscas finas feldespáticas y margas masivas gris-beige.....	134
Fig. 172: Terrazas altas - Esquema de ubicación de las terrazas aluviales altas (rojo) y bajas (azul) con las cuencas diferenciadas	135
Fig. 173: Terrazas altas – Contacto de un nivel conglomerático mal clasificado de terrazas altas (A) con los conglomerados de la Fm. Bulla (B).	136
Fig. 174: Terrazas altas - Depósito de confluencia con niveles de terrazas con 90% de cantos de calizas (proximales de la cuenca de la cañada Mera) y 10% de cantos de metavolcanitas (Río Amina)	136
Fig. 175: Terrazas altas – Facies típica de terrazas altas con cantos redondos cm a dm en matriz arenosa de coloración rojiza.....	137
Fig. 176: Terrazas altas – Canteras abandonadas en las terrazas altas surmontadas por suelos orgánicos negros.....	137
Fig. 177: Terrazas altas – Contacto de un nivel conglomerático rojizo de terrazas altas (A) con las margas siltosas de La Fm. Gurabo (C) muy diaclasadas (D) en un corte del vertedero de Cienfuegos (B)	137
Fig. 178: Terrazas altas - Arenas no consolidada de grano grueso a medio, con intercalaciones discontinuas de conglomerados (A) surmontando las margas siltosas de la Fm. Gurabo (B).....	137
Fig. 179: Terrazas altas – Coluviones de cantos de terrazas altas (A) encima de margas siltosas de la Fm. Gurabo (B) en el Arroyo Dicayagua.	138
Fig. 180: Coluviones - Esquema de ubicación, con el modelo numérico de terreno.....	139
Fig. 181: Coluviones - Vista hacia el Este de la cobertura coluvial del piedemonte de la Meseta de Jaiqui Picado (derecha) desde el valle de Hundidera	140
Fig. 182: Coluviones - Vista Google Earth (©) de la repartición de los coluviones en relación con los deslizamientos en masa en el Valle de Hundidera – Cañada de Mera.	141
Fig. 183: Terrazas bajas – Vista de las terrazas de Sui desde el Sur	142

Fig. 184: Terrazas bajas - terrazas de Sui encajonadas en las Areniscas bioclásticas de la Fm. Cercado.....	142
Fig. 185: Abanicos de baja pendiente - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con el modelo numérico de terreno.....	143
Fig. 186: Abanicos de baja pendiente - Vista de la parte superior del abanico en Hatillo de San Lorenzo	143
Fig. 187: Abanicos de baja pendiente – Vista de la parte inferior del abanicos en Platanal	143
Fig. 188: Glacis aluvial - Esquema de ubicación en el marco de la hoja con el modelo numérico de terreno	144
Fig. 189: Llanura aluvial y de inundación - Vista de la llanura antropizada por los cultivos de arroz desde los Almácigos	144
Fig. 190: Llanura aluvial y de inundación - Vista Google Earth(©) de la zona de inundación de Dicayagua constituida de paleomeandros colgados (elevación 220m).....	144
Fig. 191: Aluviones de fondo de valle – Cauce del Río Amina río debajo de la Presa de Potrero.....	145
Fig. 192: Aluviones de fondo de valle – Cauce del Arroyo Sui en el conglomerado Bulla .	145
Fig. 193: Aluviones de fondo de valle – Cauce del Arroyo Dicayagua encajonado entre farallones de 40m de margas en el sector de Naranja.....	145
Fig. 194: Cuaternario antrópico - Vista del vertedero actual de Rafey-Cienfuegos con las resurgencias de las aguas contaminadas sobre las alternancias de Margas y siltitas de la Fm Gurabo hacia el Barrio de Cienfuegos en el segundo plano	146
Fig. 195: Cuaternario antrópico - Vista del vertedero actual en Rafey Cienfuegos y el Barrio de Cienfuegos en el segundo plano.....	146
Fig. 196: Posición de la Placa Caribe. La Isla de La Española está situada sobre la zona activa de desgarre sinistral que separa las placas norteamericana y caribeña (Lewis J.F. <i>et al.</i> , 2002).....	147
Fig. 197: Corte interpretativo que permite visualizar las relaciones entre La Isla de La Española y las placas Norteamericana y Caribeña (Dolan J.F. <i>et al.</i> , 1998).	148
Fig. 198: Principales elementos tectónicos del sistema de arco-isla circum-caribeño de edad Cretácico Superior – Eoceno. (Lewis J.F. <i>et al.</i> , 2002).	149
Fig. 199: Mapa de la Isla de la Española con detalle de los principales sismos históricos (Calais E, 2001).....	150
Fig. 200: Ubicación de sismos importantes en el limite de placas Norte America y Caribe (Man P. 1998).....	150
Fig. 201: Areas de percepción de los sismos históricos en el limite de placas Norte America y Caribe.	151
Fig. 202: Velocidades de desplazamientos medidas por GPS en la Zona Noreste del Caribe. (Calais E, 2007).....	151
Fig. 203: Mapa de los principales accidentes estructurales con el magnetismo reducido al polo, el relieve del SRTM	154
Fig. 204: Pliegue con eje curvo, en vaina (N115°E-50°O). Zona de cizalla en los esquistos verdes de composición andesítica con tramos riódacíticos: Cañada del Caimito.....	157
Fig. 205: Charnela de pliegue (N115°E-50°O). Zona de cizalla en los esquistos verdes de composición andesítica con tramos riódacíticos: Cañada del Caimito.....	157
Fig. 206: Veta de cuarzo plegada y boudinada, con óxido de hierro, en las charnelas subhorizontales de pliegues de las metariolitas: Cañada del Caimito_SO	157
Fig. 207: Apilamiento de charnelas de pliegue con eje subhorizontal en las metariolitas:Cañada del Caimito_SO	157
Fig. 208: Pliegue tipo kink (en esquistos verdes ácidos-metariolitas): eje: N135°E-10°SE; plano axial: N140°E-60°NO: Arroyo Blanco-Guayubin.....	158
Fig. 209: Tectónica - Fm Gurabo - Margas nodulosas bioclásticas con lentes de calizas muy arcillosas grises a beige con estratificación muy inclinada: az:34°/ dip: 41°	160

Fig. 210: Tectónica - Fm Gurabo Fm Gurabo - Corredor de fallas con S0 inclinada (352°/35°) y transpuesta en fallas - presencia de estrías horizontales.....	160
Fig. 211: Falla de La Española. Peridotitas serpentinizadas inyectadas en los conglomerados de Inoa, en el borde norte de la ZFLE.	161
Fig. 212: Falla La Española ZFLE. Lutitas tectonizadas en las fallas asociadas a la ZFLE.	161
Fig. 213: Fallas de Bosua Lopez (BLVZF: Vista del paisaje al pie de la falla de Bosua.	162
Fig. 214: Deslizamiento de laderas – Vista del deslizamiento en masa de la Loma Hatillo	167
Fig. 215: Deslizamiento de laderas – Vista del deslizamiento en masa de la Loma La Capilla	167
Fig. 216: Deslizamiento de laderas - Vista Google Earth © de los deslizamientos en masa de la Hundidera	167
Fig. 217: Deslizamiento de laderas - Vista Google Earth © de los deslizamientos en masa de El Cañete y de la Loma Hatillo.	167
Fig. 218: Mapa de repartición de diferentes tipos de riesgos geológicos en la Hoja San José de las Matas	175
Fig. 219: Riesgos de erosión hídrica – vista de la erosión de las riberas en la cuenca alta del Arroyo Dicayagua.	176
Fig. 220: Riesgos de erosión hídrica vista de la erosión de las riberas en la cuenca alta del Arroyo Sui.....	176
Fig. 221: Riesgos de erosión hídrica Vista panorámica, del Oeste, de los deslizamientos de riberas (D) en el Arroyo Maquen, en la cuenca alta del Río Sui, a proximidad de la carretera Santiago San José.	176
Fig. 222: Riesgos de deslizamiento de laderas – Vista del deslizamiento en masa de la Loma Hatillo y de la cicatriz de despegue reciente	177
Fig. 223: Deslizamiento de laderas: Vista del deslizamiento de la Lomaquemada en la carretera san Jose – Santiago.....	177
Fig. 224: Recursos minerales - Mapa de ubicación, tipos y características de los indicios de la hoja con la superficie de exposición de la Fm Amina-Maimón(Verde) y de los niveles calcáreos de la Fm Cercado (blanco).....	178
Fig. 225: Indicios metálicos – detalle de Producción de oro diaria por batea de una persona en Albana.	179
Fig. 226: Indicios metálicos – detalle de Producción de oro diaria por batea de una persona en Albana.	179
Fig. 227: Indicios metálicos – Concentración de oro aluvial en pepitas en el pueblo de Cebú	180
Fig. 228: Indicios metálicos – Nivel conglomeráticos en contacto con las arcillas lateríticas de la Fm Amina-Maimón	180
Fig. 229: Indicios metálicos – Vista de la Llanura de Sui desde el Sureste	180
Fig. 230: Indicios metálicos – Residuos de gravas de la explotación de oro aluvial en “La Mansión” en Paralimón.....	181
Fig. 231: Indicios metálicos – Residuos de infraestructuras explotación de oro aluvial en “La Mansión” en Paralimón.....	181
Fig. 232: Indicios no-metálicos – Canteras abandonadas en curso de relleno Conglomerados (A) y areniscas (B) en alternancias de niveles conglomeráticos en Naranjo.	182
Fig. 233: Indicios no-metálicos – Canteras de Cienfuegos en curso de relleno con discordancia de la Fm Mao (B)y Gurabo (A).	182
Fig. 234: Indicios no-metálicos – Canteras abandonadas en las terrazas altas sobre yacidas por suelos orgánicos en el Vertedero de Cienfuegos.....	182
Fig. 235: Indicios no-metálicos – Explotación de las terrazas altas en Cuesta Arenosa en arenas no consolidada de grano grueso medio	182
Fig. 236: Indicios no-metálicos Vista de la parte occidental del nivel de bio-calizas a techo de la Fm Cercado.	183
Fig. 237: Mapa de ubicación de los L.I.G. de la hoja de San José de Las Matas	183

Fig. 238: Características y coordenadas de los L.I.G de la hoja de San José de Las Matas	184
Fig. 239: Ubicación y contexto geológico del LIG 1 con las ocurrencias de <i>Kuphus</i> vecinas	185
Fig. 240: L.I.G.N° 1- Tubos métricos de <i>Kuphus</i> en posición de vida en siltitas calcáreas arcillosas.....	186
Fig. 241: L.I.G.N° 1- Tubos semimétrico de <i>Kuphus</i> en posición de vida en siltitas calcáreas arcillosas con clastos de <i>Kuphus</i>	186
Fig. 242: L.I.G.N° 1- Detalle de fósiles de <i>Kuphus</i> en posición de vida en las calizas del punto 24PU9078 Lat.: 19°44958 / Long.: -70°90696	187
Fig. 243: L.I.G.N° 1- Detalle de una sección de tubo de <i>Kuphus</i> en el punto 24PU9112 Lat.: 19°38272 / Long.: -70°86529	187
Fig. 244: L.I.G.N° 1- Detalle de fósiles de <i>Kuphus</i> en posición de vida en el punto 24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791	187
Fig. 245: L.I.G.N° 1 Segmentos de <i>Kuphus</i> resedimentados en el Punto 24PU9018 Lat.: 19°40442 / Long.: -70°86791	187
Fig. 246: L.I.G.N° 1- Foto de un <i>Kuphus calamus</i> Lea Mioceno Yorktown Formation, Grafton, Virginia.....	188
Fig. 247: L.I.G.N° 1- <i>Kuphus polythalamia</i> Linné, 1767 - 650 a 700 mm, Filipinas	188
Fig. 248: L.I.G.N° 1- <i>Kuphus polythalamia</i> Linné, 1767 - Filipinas	188
Fig. 249: L.I.G.N° 1- Detalle de los dos tubos sifonales de <i>Kuphus polythalamia</i> Linné, 1767 - Filipinas	188
Fig. 250: Ubicación y contexto geológico del LIG 2 con las diferentes estaciones	189
Fig. 251: L.I.G.N° 2a - Vista del surco de la Falla de La Española (1) con el color morado pardo típico del conglomerado Inoa (2) la traza meridional de la Falla La Española (3) en el piedemonte de la Cordillera Central (4) y el Pico Duarte (5)	190
Fig. 252: L.I.G.N° 2b – Conglomerado Bulla: Vista del mega-conglomerado en el talud de la carretera Jánico a San José de las Matas	190
Fig. 253: L.I.G.N° 2c – Detalle del contacto por discordancia del Conglomerado Bulla con la Fm Magua-Inoa subyacente.....	192
Fig. 254: L.I.G.N° 2c – Detalle del contacto por discordancia con la Fm Magua-Inoa subyacente.....	192
Fig. 255: L.I.G. N° 2c - Presentación común de las alternancias de conglomerado s de grano grueso (Cg) o fino (Cf), lutitas (L) y areniscas (A) de la Fm Magua-Inoa.....	193
Fig. 256: L.I.G. N° 2c - Vista de las lutitas tectonizadas de la Fm Magua-Inoa en las fallas asociadas a la Falla de La Española.....	193
Fig. 257: L.I.G. N° 2d - Cantera con falla inversa con basaltos (B) y brecha angulosa (BR) y grauvacas (Gr) de la Fm Magua-Inoa.	194
Fig. 258: L.I.G. N° 2e - Falla La Española - Vista de la inyección de peridotita en los conglomerados de Inoa (C) en el limite Norte de la falla.....	194